ПЯТОЕ ИЗДАНИЕ

РУКОВОДСТВО

по рентгенографии

с рентгеноанатомическим атласом

укладок

КЕННЕТ Л. БОНТРАГЕР

2267 иллюстраций

Перевод с английского



ИНТЕЛМЕДТЕХНИКА

Содержание

1	**Принципы, терминология и радиационная защита**	**5**
2	**Органы грудной клетки**	**66**
3	**Живот**	**100**
4	**Верхняя конечность**	**120**
5	**Проксимальный отдел плечевой кости и плечевой пояс**	**169**
6	**Нижняя конечность**	**197**
7	**Проксимальный отдел бедренной кости и тазовый пояс**	**248**
8	**Шейный и грудной отделы позвоночника**	**274**
9	**Поясничный отдел позвоночника, крестец и копчик**	**308**
10	**Кости грудной клетки - грудина и ребра**	**335**
11	**Кости мозгового черепа**	**353**
12	**Кости лицевого черепа**	**379**
13	**Придаточные пазухи носа, сосцевидные отростки и височная кость**	**414**
14	**Верхний отдел желудочно-кишечного тракта**	**440**
15	**Нижний отдел желудочно-кишечного тракта**	**478**
16	**Желчный пузырь и желчные протоки**	**517**
17	**Мочевыделительная система**	**537**
18	**Маммография**	**573**
19	**Рентгенография травмы с помощью мобильных аппаратов**	**590**

20 Рентгенография в педиатрии 626

21 Ангиография и интервенционная рентгенодиагностика 661

22 Компьютерная томография 694

23 Дополнительные диагностические методы 720

24 Дополнительные лучевые диагностические и терапевтические методы 750

Приложение А Практические аспекты рентгенографии 780

Приложение Б Ответы: рентгенограммы для обсуждения 818

Как использовать страницы с описанием укладок

1. ЗАГОЛОВОК С НАЗВАНИЕМ ПРОЕКЦИИ. В нем указывается конкретная проекция или укладка для рентгенографии, включая собственное название укладки, если оно имеется.

2. ВЫЯВЛЯЕМАЯ ПАТОЛОГИЯ. Приводится перечень патологий, которые могут быть выявлены на полученной рентгенограмме. Этот перечень помогает понять цель исследования, и выяснить — какие ткани или структуры должны быть наилучшим образом представлены на снимке

3. СПИСОК ВОЗМОЖНЫХ ПРОЕКЦИЙ. Перечисляются все основные или специальные проекции, наиболее часто применяемые при исследовании данной анатомической области. Красным цветом выделено название проекции, обсуждаемое на данной странице.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Здесь перечисляются технические условия выполнения данного исследования: размер кассеты для среднего взрослого пациента, продольное или поперечное расположение кассеты по отношению к положению пациента, необходимость использования отсеивающего растра и рабочий диапазон кВ.

5. ТАБЛИЧКА УСТАВОК И ДОЗ. Здесь приводятся предположительные исходные технические параметры экспозиции для среднего взрослого пациента и средняя экспозиционная доза облучения пациента и средняя толщина исследуемого органа. Указана доза (в мкГр), получаемая кожей пациента, доза по срединной линии и доза на специфические радиочувствительные органы. Более подробно о дозах облучения пациента см. главу 1, с. 58-65.

6. ЗНАЧОК ПОЛОЖЕНИЯ КАССЕТЫ. Значок воспроизводит размер кассеты в сантиметрах, ее ориентацию относительно пациента (продольная или поперечная), расположение идентификатора пациента, примерный размер диафрагмированного поля исследования, положение маркеров правой и левой анатомических сторон и рекомендуемое рабочее поле ионизационной камеры рентгеноэкспонометра (если используется система автоматического контроля экспозиции).

7. РЕНТГЕНОЗАЩИТА. Указываются рекомендованные для данного исследования средства рентгенозащиты пациента и персонала. Более подробно об этом см. главу 1, с. 63.

8. УКЛАДКА ПАЦИЕНТА. Указывается общее положение тела пациента для данной проекции.

9. УКЛАДКА СНИМАЕМОЙ ОБЛАСТИ. Дается последовательное описание укладки снимаемой области по отношению к кассете и/или деке стола. Значок расположения центрального луча (ЦЛ) приводится в тех случаях, когда направление центрального луча имеет существенное значение.

10. ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЛУЧ. Здесь сообщается о точной локализации центрального луча по отношению к кассете и снимаемой части тела. Приводится рекомендованное минимальное расстояние от фокуса трубки до кассеты. О преимуществах увеличения расстояния съемки при основных видах рентгенографии на снимочном столе со 100 см до 110-120 см — см. главу 1, с. 39.



11. ДИАФРАГМИРОВАНИЕ. Приводятся рекомендации по диафрагмированию поля исследования для данной проекции.

12. ДЫХАНИЕ. Приводятся рекомендации по дыханию пациента при выполнении данной проекции.

13. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕНТГЕНОГРАММЫ. Описываются 4 этапа оценки полученной рентгенограммы. Оценка проводится по 4 параметрам качества: 1 — анатомические структуры, которые должны быть видны на снимке; 2 — правильность укладки; 3 — правильность диафрагмирования и положения центрального луча и 4 — правильность выбранных параметров экспозиции.

14. ФОТО УКЛАДКИ. На фото демонстрируется правильное положение пациента и снимаемой анатомической области по отношению к центральному лучу и кассете.

15. РЕНТГЕНОГРАММА. Приводится правильно экспонированный снимок в обсуждаемой проекции или укладке.

15. АНАТОМИЧЕСКАЯ СХЕМА. На анатомической схеме указаны характерные анатомические ориентиры для рентгенограммы, приведённой на странице.

Принципы, терминология и радиационная защита

СОАВТОРЫ: **Cindy Murphy,** ACR
СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Kathy Martensen, BS, RT(R), E. Russel Ritenour, PhD, Richard Geise, PhD, Barry T. Anthony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

А. Общая и системная анатомия, строение скелета и артрология

Структурная организация тела человека, 6
Системная анатомия, 7
Строение скелета — остеология, 10
Классификация костей, 11
Развитие и рост костей, 13
Артрология и классификация суставов, 14
Таблица — Классификация суставов, 17

Б. Терминология в рентгенографии

Плоскости, сечения и линии тела, 19
Поверхности тела и его части, 20
Рентгенографические проекции, 21
Общие укладки тела, 22
Специальные укладки, 23
Дополнительные специальные проекционные термины, 25
Термины направлений, 28
Термины движения, 29
Правильное употребление терминов, 33
Таблица — Проекции и укладки, 33

В. Основы формирования изображения

Рентгенографические критерии, 34
Маркировка снимка и идентификационные данные пациента, 35
Параметры экспозиции при рентгенографии и качество изображения
- Оптическая плотность снимка, 36
- Контрастность, 37
- Чёткость, 38
- Геометрическое искажение изображения, 39
- Анодный «пяточный» эффект, 42

Г. Правила выполнения укладок

Профессиональная этика и обращение с пациентом, 43
Протокол и порядок проведения рентгенографии общего назначения, 44
Приёмы и этапы укладки, 45
Последовательность выполнения укладки, 47
Основные проекции, 47
Таблица стандартных размеров приемников изображения, 48
Топографические ориентиры для укладок, 49
Виды телосложения, 50
Просмотр рентгенограмм, 51

Д. Цифровая визуализация

Компьютерная система архивирования и передачи медицинских изображений (PACS), 52
Компьютерная томография (КТ), 52
Цифровая флюороскопия (ЦФ), 53
Компьютерная рентгенография (КР), 53
Прямая цифровая рентгенография (ПЦР), 55
Виды цифровой рентгенографии, 56

Е. Радиационная защита

Традиционные дозиметрические величины и единицы, 57
Радиационная защита персонала, 57
Принцип ALARA, 58
Классификация дозовой нагрузки на пациента
- Рентгенография, 58
- Таблица дозовых нагоузок на пациента, 59
- Дозовая нагрузка при флюороскопии, 59
- Защита персонала во время флюороскопии, 60

Защита пациента (7 способов уменьшения дозы), 61
Пример — Табличка параметров экспозиции и доз, 65

Общая анатомия

Анатомия — наука о строении человеческого тела. В живом организме невозможно изучать анатомию в отрыве от физиологии, которая имеет дело с функционированием отдельных систем и организма в целом. Рентгенография человеческого тела, в первую очередь, является исследованием анатомическим и в меньшей степени — исследованием функциональным. Следовательно, основой нашею руководства будет анатомия или, точнее, рентгеноанатомия человека.

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Человеческое тело можно представить в виде многоуровневой системы. Самый глубокий уровень — **химический**. Все химические вещества, необходимые для жизнедеятельности организма, состоят из **атомов**, соединенных различным образом в **молекулы**. Разные молекулы образуют **клетки**.

Клетки

Клетка — основная структурная и функциональная единица человеческого организма. Любая часть тела: мышцы, кости, хрящи, жировая ткань, нервы, кожа или кровь состоит из клеток.

Ткани

Ткани - это группы однотипных клеток, которые вместе с межклеточным веществом, несут какую-либо специфическую функцию. Существуют 4 основных типа тканей:

- **Эпителиальная** — ткань, покрывающая внутренние и внешние поверхности тела, включая внутреннюю поверхность сосудов и многих органов, например желудка и кишечника.
- **Соединительная** — ткань, которая соединяет и поддерживает различные структуры.
- **Мышечная** — ткань, образующая мускулатуру.
- **Нервная** — ткань, из которой состоят нервы и нервные центры.

Органы

Если различные ткани объединены для выполнения определенной функции, они образуют орган. Каждый орган имеет свою характерную форму. Органами являются, например, почки, сердце, печень, легкие, желудок, головной мозг

Система

Систему образует группа органов, имеющих общую или сходную функцию. Так, например, мочевыделительная система состоит из почек, мочеточников, мочевого пузыря, уретры. Организм состоит из **10 самостоятельных систем**.

Организм

10 систем тела, которые функционируют совместно, представляют собой живой организм — человека.

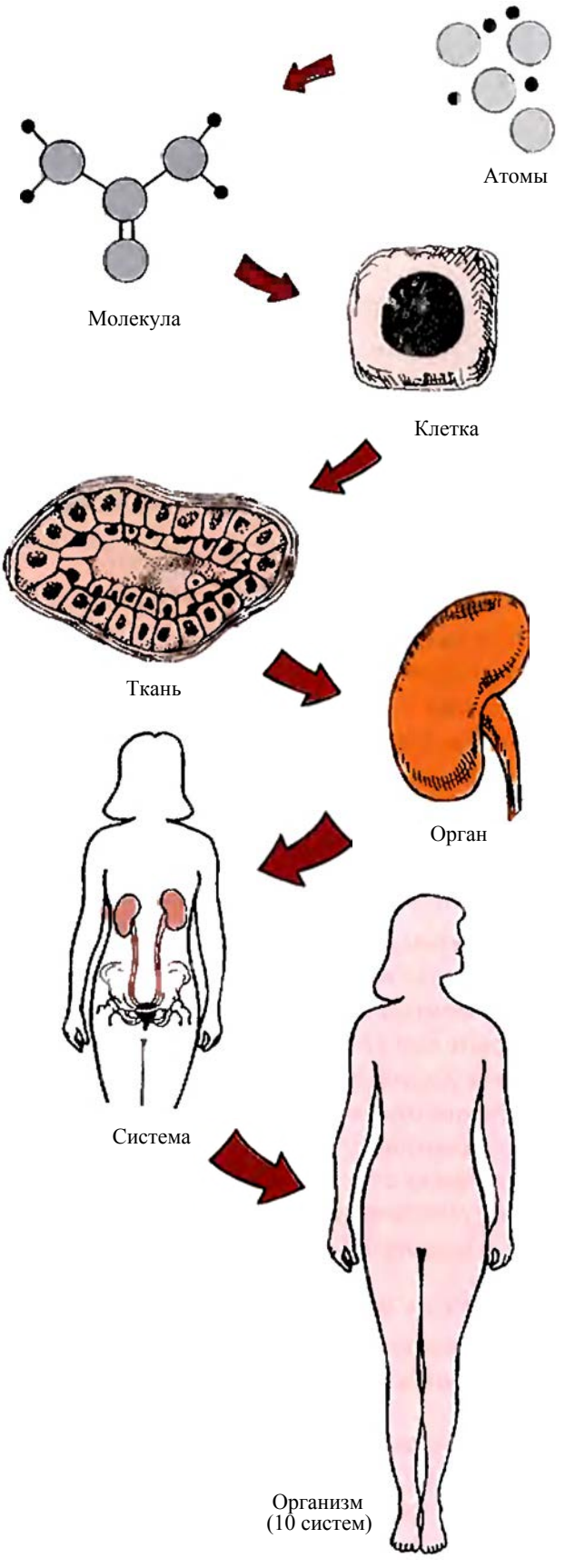


Рис. 1-1. Уровни структурной организации тела человека

Системная анатомия

СИСТЕМЫ ТЕЛА

Тело человека является структурно-функциональной единицей, состоящей из 10 меньших единиц, называемых системами (1) костной, (2) циркуляторной, (3) пищеварительной, (4) дыхательной, (5) мочевыделительной, (6) половой (репродуктивной), (7) нервной, (8) мышечной, (9) эндокринной и (10) покровной.

Костная система

Костная система является важнейшей системой для рентгенологии. Система включает **206 отдельных костей** и связанные с ними хрящи и суставы. Наука, изучающая кости, называется **остеологией**, а изучающая суставы — **артрологией**.

Основные функции костной системы:

1. Поддержка и защита тела.
2. Обеспечение движения с помощью мышечно-костных рычагов.
3. Функция кроветворения (образование кровяных телец).
4. Накопление кальция.

Циркуляторная система

Циркуляторная система состоит из кровеносной системы: сердца, крови и кровеносных сосудов — и лимфатической системы: лимфатических узлов, лимфатических сосудов и лимфатических желез.

Основные функции циркуляторной системы:

1. Доставлять кислород и питательные вещества к клеткам организма.
2. Удалять из клеток шлаки и двуокись углерода.
3. Переносить воду, электролиты, гормоны и энзимы.
4. Предохранять организм от болезней.
5. Предупреждать кровотечения путём образования сгустков крови.
6. Способствовать регулированию температуры тела.

Пищеварительная система

Пищеварительная система включает пищеварительный тракт и дополнительные органы. Пищеварительный тракт состоит из рта, глотки, пищевода, желудка, тонкой кишки, толстой кишки и ануса.

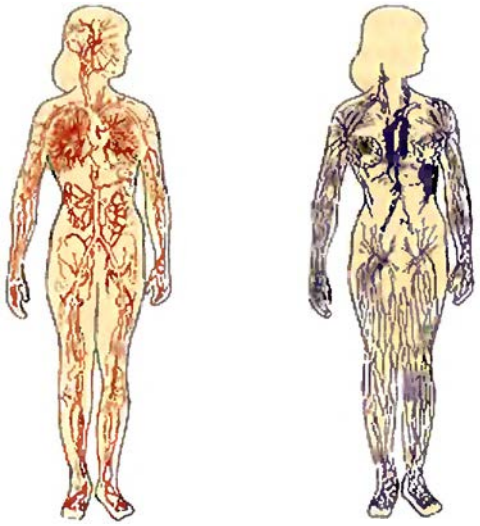
К дополнительным органам пищеварения относятся слюнные железы, печень, желчный пузырь и поджелудочная железа.

Пищеварительная система имеет двойную функцию:

1. Подготавливать пищу к всасыванию клетками путём разнообразных процессов её физического и химического расщепления (переваривание пищи).
2. Удалять плотные шлаки из организма



Рис. 1-2. Костная система



Кровеносная система Лимфатическая система

Рис. 1-3. Циркуляторная система

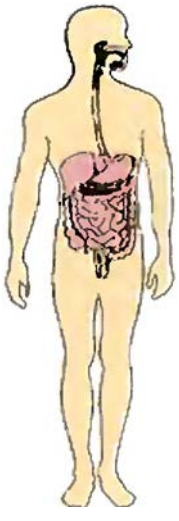


Рис. 1-4. Пищеварительная система

Дыхательная система

Дыхательная система состоит из двух лёгких, а также воздухоносных путей, соединяющих лёгкие с внешней атмосферой. Систему образуют: носовая и ротовая полости, глотка, гортань, трахея и бронхиальное дерево.

Основные функции дыхательной системы:

1. Доставлять кислород в кровь и, соответственно, к клеткам.
2. Выводить из организма двуокись углерода.
3. Способствовать регулировке кислотно щелочного равновесия в крови.



Рис. 1-5. Дыхательная система

Мочевыделительная система

К мочевыделительной системе относятся органы, продуцирующие, собирающие и выводящие мочу: почки, мочеточники, мочевой пузырь и уретра

Основные функции мочевыделительной системы:

1. Регулирование химического состава крови.
2. Удаление из организма различных шлаков.
3. Регулирование объёма и баланса жидкости и электролитов в организме.
4. Поддержание кислотно-щелочного баланса в организме.



Рис. 1-6. Мочевыделительная система

Репродуктивная система

Репродуктивная, или половая, система включает органы, производящие, транспортирующие и накапливающие половые клетки. У мужчин зрелые половые клетки производят яички, у женщин — яичники. Органами транспортировки и накопления этих клеток у мужчин являются семя выносящие протоки, предстательная железа и половой член. Репродуктивную систему у женщин образуют маточные трубы, матка и влагалище.

Функция системы следует из ее названия.

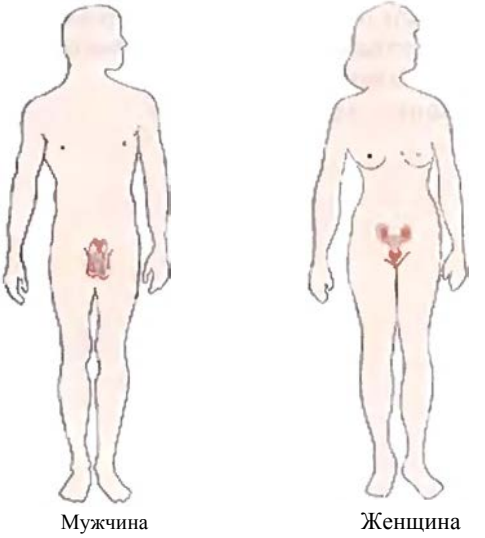


Рис. 1-7. Репродуктивная система

Нервная система

Нервная система состоит из головного и спинного мозга, нервов, ганглиев и чувствительных органов, таких как глаза и уши.

Функция нервном системы заключается в регулировке активности организма с помощью электрических импульсов, распространяющихся по нервам.

Мышечная система

Мышечная система включает всю мышечную ткань организма и может быть разбита на три час- ти: 1 — скелетную, 2 — висцеральную (относящуюся к внутренним органам) и 3 — сердечную мускулатуру.

Большая часть мышечной массы тела приходится на скелетную поперечно-полосатую мускулатуру, находящуюся под произвольным контролем человека. Эти мышцы работают синхрон но с костной системой и обеспечивают все движения тела. На эту мускулатуру приходится около 43% всей массы тела.

Висцеральная гладкомышечная и непроизвольная мускулатура располагается в стенках внутренних органов — сосудах, желудке, кишечнике. Эта мускулатура называется непроизвольной, поскольку её сокращения обычно не находятся под сознательным контролем человека.

Сердечная мускулатура содержится только в стенках сердца и является непроизвольной, хотя и поперечно полосатой по строению.

Основные функции мышечной системы:

1. Движения тела или продвижение пищи по пищеварительному тракту.
2. Поддержка положения тела
3. Обогрев тела.

Эндокринная система

В эндокринную систему входят все железы организма, не имеющие протоков, а именно: яички, яичники, поджелудочная железа, надпочечники, вилочковая, щитовидная и паращитовидные железы, шишковидная железа и гипофиз. Плацента играет роль временной эндокринной железы.

Гормоны, которые выделяются эндокринными железами, поступают непосредственно в кровь.

Основные функции эндокринной системы: регулировка активности организма с помощью гормонов, которые доставляются к клеткам организма по кровеносной системе.



Рис. 1-8. Нервная система



Рис. 1-9. Мышечная система

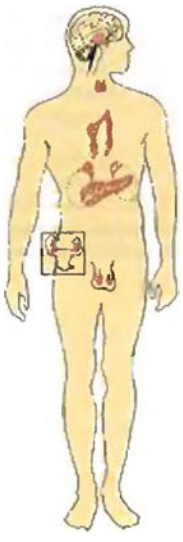


Рис. 1-10. Эндокринная система

Покровная система

Десятая и последняя система тела — **покровная**, состоящая из кожи и связанных с кожей структур - волос, ногтей, потовых и сальных желез. Кожа является жизненно важным органом. Ею самый большой орган тела с поверхностью у среднего взрослого человека около 7620 см².

Основные функции покровной системы:

1. Регулировка температуры тела.
2. Защита организма.
3. Удаление шлаков путём потоотделения.
4. Восприятие ряда раздражителей внешней среды — температуры, давления, боли.

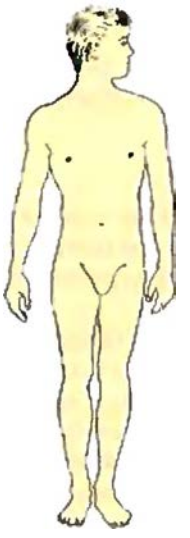


Рис. 1-11. Покровная система

Строение скелета

Основной объём рентгенодиагностических исследований приходится на костно-суставную систему, поэтому знание **остеологии** и **артрологии** имеет для рентгенолога особое значение.

ОСТЕОЛОГИЯ

Скелет взрослого человека состоит из **206 отдельных костей**, образующих остов всего тела. Некоторые хрящи, например расположенные на окончании длинных трубчатых костей, включают в костно-суставную систему. Эти кости и хрящи соединены связками и обеспечивают достаточную поверхность для крепления мышц. Поскольку кости и мышцы осуществляют движения тела, эти две системы иногда объединяют в единую локомоторную (двигательную) систему.

Скелет взрослого подразделяют на **осевой** скелет и **добавочный** скелет.

Осевой скелет

К **осевому скелету** относятся все кости, расположенные вдоль или вблизи от продольной оси тела. Осевой скелет взрослого человека состоит из **80 костей** и включает череп, позвоночный столб, ребра и грудину (выделены цветом на рис. 1-12).

ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ ВЗРОСЛОГО

Череп	Мозговой череп	8
	Лицевые кости	14
Подъязычная кость		1
		6
Позвоночный столб	Шейный отдел	7
	Грудной отдел	12
	Поясничный отдел	5
	Крестец	1
	Копчик	1
Грудная клетка	Грудина	1
	Ребра	24
всего костей о осевом скелете взрослого человека		80

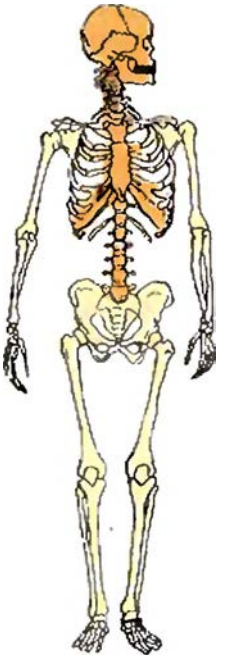


Рис. 1-12. Осевой скелет — 80 костей

Добавочный скелет

Второй частью скелета является **добавочный** скелет, который состоит из всех костей верхних и нижних конечностей, а также костей плечевого и газового пояса (выделены цветом на рис. 1-13). Всего в добавочном скелете взрослого человека насчитывается **126 отдельных костей**.

ДОБАВОЧНЫЙ СКЕЛЕТ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА		
Плечевой пояс	Ключица	2
	Лопатка	2
Верхние конечности	Плечевая кость	2
	Локтевая кость	2
	Лучевая кость	2
	Кости запястья	16
	Пястные кости	10
	Фаланги	28
Тазовый пояс	Тазовая кость	2
Нижние конечности	Бодренная кость	2
	Большеберцовая кость	2
	Малоберцовая кость	2
	Надколенник	2
	Кости предплюсны	14
	Плюсневые кости	10
	Фаланги	28
Всего костей в добавочном скелете взрослого человека		126

Весь скелет взрослого человека - **206 отдельных костей** (включая 2 сесамовидные кости коленного сустава - надколенники)

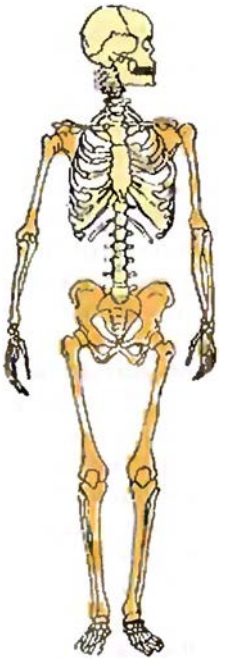


Рис. 1-13. Добавочный скелет - 126 костей

Сесамовидные кости

Сесамовидные кости — это особый вид костей, небольшого размера, овальной формы, которые располагаются в сухожилиях (обычно вблизи сустава) и встречаются даже у плода, но которые не относят к нормальному аксиальному или добавочному скелету, за исключением самых крупных сесамовидных костей — надколенников. Другие наиболее часто встречающиеся сесамовидные кости находятся у основания первой фаланги большого пальца стопы (рис. 1-14 и 1-15).

На верхних конечностях они чаще всего наблюдаются в сухожилиях ладонной поверхности кисти у оснований пальцев, остальные — в сухожилиях других суставов верхних и нижних конечностей.

Любая из этих костей может быть сломана при травме, и в этом случае ее надо уметь показать на рентгенограмме.



Рис. 1-14. Сесамовидные кости у основания первого пальца стопы



Рис. 1-15. Сесамовидные кости. Тангенциальная проекция (основание первого пальца стопы)

КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТЕЙ

Каждая из 206 костей скелета может быть отнесена по своей форме к одной из следующих групп,

- Длинные (трубчатые) кости.
- Короткие (губчатые) кости.
- Плоские (широкие) кости.
- Смешанные (необычной формы) кости.

Длинные (трубчатые) кости

Длинные кости можно разбить на три участка: **тело кости** (диафиз) и **два края** (эпифиз). Длинные кости находятся только в добавочном скелете (на рис. 1-16 приведен снимок типичной длинной кости верхней конечности — плечевой).



Рис. 1-16. Длинная трубчатая кость (плечевая)

Строение. Наружная оболочка большинства костей состоит из плотного и твёрдого **компактного (коркового) костного вещества.** Эта часть кости служит основой строения и защитным слоем всей кости.

Тело кости (диафиз) в отличие от её концов (эпифизов) состоит из толстого слоя компактного вещества, что позволяет ей выдерживать нагрузку тела.

Внутри оболочки из коркового вещества, в особенности на концах длинных (трубчатых) костей, находится **губчатое (трабекулярное)** вещество. Оно имеет пористую структуру и содержит красный костный мозг, вырабатывающий красные кровяные тельца.

Внутри длинной кости имеется костномозговая полость. У взрослых она заполнена желтым жировым костным мозгом. Поверхность кости, за исключением ее суставных поверхностей, покрыта плотной фиброзной оболочкой — **надкостницей**. Суставные поверхности кости покрыты гиалиновом хрящем.

Гиалин — стекловидный вид хряща или соединительной ткани, не окрашивающейся при обычной гистологический обработке препарата. Гиалин содержится в разных тканях организма, в частности покрывая суставные поверхности костей, где он называется **суставным хрящем**.

За счёт **надкостницы** происходит рост, восстановление и питание кости. Через надкостницу и кость проникает богатая сеть кровеносных сосудов. Примерно в центре диафиза длинной кости через **питательное отверстие** в компактном слое в косом направлении в костномозговой канал входит **питающая артерия**.

Короткие кости

Короткие кости имеют приблизительно кубовидную форму К ним относятся только **8 запястных** и **7 предплюсневых** костей. В основном они состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества.

Плоские кости

Плоские кости состоят из двух пластинок компактного вещества с губчатым веществом и костным мозгом между ними. К ним относятся кости **свода черепа, грудина, ребра, лопатки.**

Узкое пространство между наружной и внутренней компактными пластинками плоских костей свода черепа называется **диплоэ**. Плоские кости защищают внутреннее содержимое анатомической области и обеспечивают широкую поверхность для крепления мышц.

Смешанные кости

Это кости «неправильной» формы. Сюда относятся **позвонки, лицевые кости, кости основания черепа и кости таза**

Кроветворение

У взрослых людей **красные кровяные клетки** образуются в красном костном мозге некоторых плоских и смешанных костей - грудине, ребрах, позвонках, тазовых костях.



Рис. 1-17. Длинная (трубчатая) кость



Рис. 1-18. Короткие кости (запястье)



Рис. 1-19. Плоские кости (свод черепа)



Рис. 1-20. Кость смешанной формы (позвонок)

РАЗВИТИЕ И РОСТ КОСТЕЙ

Процесс формирования костей и в организме называется **оссификацией (окостенением)**. Эмбриональный скелет состоит из соединительных тканей (фиброзных тканей — мембран) и гиалинового хряща. Окостенение начинается примерно с шестой недели развития плода и продолжается вплоть до зрелого возраста.

Формирование костей

Известны два типа формирования костей. При замене фиброзной ткани окостенение называется **интрамембранозным (перепончатый остеогенез)**. В тех случаях, когда костная ткань замещает хрящ, процесс называется **энхондральным (хрящевой остеогенез)**.

Интрамембранозное окостенение происходит достаточно быстро и наблюдается в костях, предназначенных для защиты, например в швах плоских костей свода черепа, которые являются первыми центрами роста костей на ранних стадиях развития.

Энхондральное окостенение проходит значительно медленнее, чем перепончатый остеогенез, и наблюдается в большинстве костей скелета, в особенности в длинных костях.

Первичные и вторичные центры энхондрального окостенения

Первый центр окостенения называется **первичным центром** и появляется в середине тела кости (в будущем диафизе), и процесс окостенения постепенно распространяется в стороны эпифизов, формируя тело кости.

Вторичные центры окостенения возникают па концах длинных костей (**эпифизах**). Большая их часть появляется уже после рождения, тогда как большинство первичных центров — до рождения. Дистальные эпифизы бодра и проксимальные эпифизы большеберцовой кости появляются первыми и уже имеются у новорождённого. Между диафизом и каждым эпифизам до момента завершения роста скелета сохраняется **эпифизарный хрящ** (пластинка).

Эпифизарный хрящ выполняет костеобразующую функцию и отвечает за рост кости в длину. Этот процесс энхондрального наращивания длинной кости активно продолжается вплоть до полного замещения хряще компактным веществом, что происходит **примерно к 25 годам**. Вместе с тем время завершения роста костей в различных областях тела разное, кроме того, женский скелет формируется обычно быстрее, чем мужской. Существуют специальные таблицы нормальных сроков формирования костей.

Рентгенограмма, демонстрирующая рост кости

На рис. 1-22 приведён снимок коленного сустава 6-летнего ребёнка. На нём видны и указаны первичные и вторичные центры энхондрального окостенения и роста.

Первичные центры

В первичных центрах роста виден хорошо сформированный **диафиз** (тело) кости.

Вторичные центры

Вторичные центры роста кости — эпифизы - располагаются на концах бедренных костей и на проксимальном конце большеберцовой и малоберцовой костей. Эпифизы отделены от тела кости **эпифизарной пластинкой**, которая состоит из хряща, невидимого на рентгенограмме, поскольку он не содержит кальция в период роста. После завершения роста и кальцификации этого хряща пластинка полностью исчезнет.

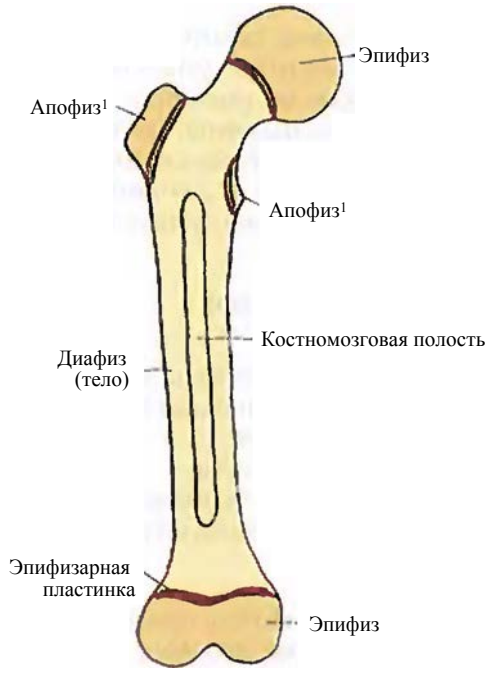


Рис. 1-21. Энхондральное окостенение (бедро)



Рис. 1-22. Коленный сустав (6-летний ребёнок)

[1] Выступ кости вблизи эпифиза, имеющий самостоятельное ядро окостенения и служащий местом прикрепления мышц, называется апофизом - *Ред.*

Артрология

Наука о строении суставов (сочленений) называется **артрологией**. Важно понимать, что не все суставы подвижны. Первые два типа суставов, которые мы рассмотрим, являются неподвижными или только слегка подвижны. Кости удерживаются в них лишь хрящом или фиброзной тканью. Эти суставы в основном предназначены для роста, а не для движения. Другая группа суставов объединяет основные суставы тела, которые отвечают за движение.

КЛАССИФИКАЦИЯ СУСТАВОВ

Функциональная

Иногда суставы классифицируют в соответствии с наличием или отсутствием у них двигательной функции. Различают три функциональных типа суставов.

Синартроз — неподвижный сустав.

Амфиартроз — ограниченно подвижный сустав.

Диартроз — свободно подвижный сустав.

Структурная

В нашем руководстве в соответствии с Международной анатомической номенклатурой (NOMINA ANATOMICA) принята структурная классификация, основанная на трёх типах ткани, разделяющей окончания костей в суставе.

Фиброзные суставы.

1. Синдесмоз.
2. Шов.
3. Гомфоз (вколачивание).

Хрящевые суставы.

1. Симфиз.
2. Синхондроз.

Синовиальные суставы.

Фиброзные суставы

У фиброзных суставов нет суставной полости. Сочленяющиеся кости находятся почти в непосредственном контакте друг с другом и удерживаются **фиброзной соединительной тканью**. Имеются три тина фиброзных суставов: малоподвижные **синдесмозы**, неподвижные **швы и гомфозы** (вколачивания), которые являются своеобразным типом сустава с крайне ограниченной подвижностью (рис. 1-23).

1. Синдесмозы

Единственным истинным синдесмозом тела (в соответствии с NOMINA ANATOMICA) является **дистальный межберцовый сустав**[1]. Фиброзные связки скрепляют в этом суставе дистальные концы большеберцовой и малоберцовой костей, которые лишь слегка подвижны в сочленении (**амфиартроз**).

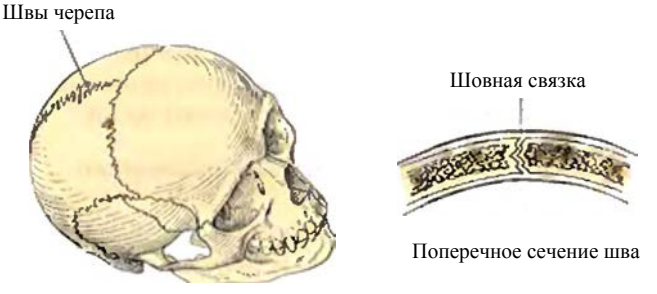
2. Швы

Швами соединяются кости черепа. Они соединяются зубчатыми краями, которые удерживаются фиброзными связками. Вследствие чего движения в них чрезвычайно ограничены, а у взрослых считаются полностью неподвижными, или **синартрозами**.

[1] Clemente CD: *Cray's anatomy*, ed. 13, Philadelphia, 1985, Lea & Febiger (p. 322).



Дистальный межберцовый сустав — единственный истинный синдесмоз
1. **Синдесмоз-** амфиартроз (незначительная подвижность)



Швы черепа.
2. **Швы** — синартрозы (неподвижные)



Корень зуба

3. **Гомфоз -** амфиартроз (ограниченная подвижность)

Рис. 1-23. Три типа фиброзных суставов

Небольшие движении в этих соединениях типа «сближение-расхождение» могут наблюдаться у детей в процессе родов, но во взрослом возрасте эти швы полностью или **почти полностью зарастают.**

3. **Гомфозы (вколачивания)**

Гомфоз — третий тип фиброзного сустава, когда конусообразный отросток кости входит в лунку другой кости. Строго говоря, такого рода суставы имеются только между корнями зубов и лунками верхней и нижней челюстей и обладают весьма ограниченной подвижностью

Хрящевые суставы

В хрящевых суставах также отсутствует суставная полость и суставные концы костей **плотно соединены хрящем**. Подобно фиброзным суставам они лишены подвижности или малоподвижны. Поэтому их относят к синартрозам или амфиартрозам. По виду скрепляющего их хряща суставы делят на симфизы и синхондрозы

1. Симфизы

Характерной чертой симфиза является **наличие** между сочленяющимися поверхностями костей **широкого плоского диска из фиброзного хряща.** Эти фиброзно-хрящевые диски образуют довольно толстую прокладку, способную сжиматься и смещаться, допуская некоторую подвижность сочленяющихся костей (**амфиартроз**).

Примерами таких симфизов служат межпозвоночные диски (между телами позвонков) и лобковый симфиз (или лонное сочленение — между двумя лонными костями таза).

2. Синхондрозы

Типичный синхондроз — это **временная форма сочленения** с помощью **гиалинового хряща** (который у длинных трубчатых костей называется эпифизарной пластинкой), который вс взрослом возрасте превращается в кость. Такие временные типы растущих соединений относят к неподвижный **синартрозам**.

Примеры таких соединений: эпифизарная пластинка между эпифизам и диафизом длинных костей и соединения трех костей таза, образующие суставную впадину тазобедренного сустава.

Синовиальные суставы

Третий тип суставов — синовиальные, полностью подвижные суставы в основном верхней и нижней конечностей, с характерной для них фиброзной капсулой, содержащей **синовиальную жидкость**. Концы костей в синовиальном суставе могут соприкасаться. Но при этом они полностью разделены и располагаются в суставной полости, что и обеспечивает им высокую степень подвижности. Синовиальные суставы относят к полностью подвижным или **диартрозам**. (Исключением является слабо подвижное крестцово-подвздошное сочленение таза — амфиартроз).

Сочленяющиеся поверхности костей покрывает тонкий **суставной гиалиновый хрящ**. Полость сустава содержит вязкую смазку в виде **синовиальной жидкости**. Суставная полость полностью закрыта и окружена **фиброзной капсулой**, усиленной **добавочными связками.** Эти связки ограничивают движения в нежелательном направлении. Считается, что синовиальную жидкость секретирует внутренняя поверхность фиброзной капсулы.

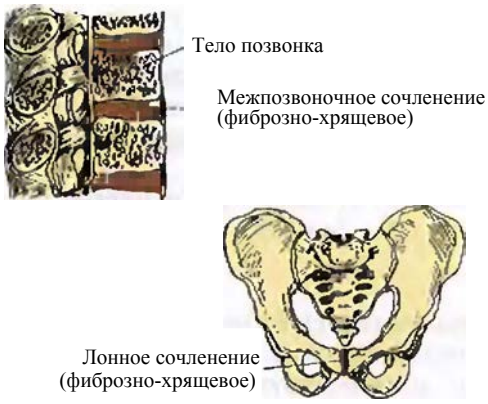
Типы движения в синовиальных суставах

Синовиальные суставы в зависимости от характера движеиия с них подразделяются на 6 видов. Они приводятся в последовательности возрастания степени подвижности. Сначала дается предпочтительное название вида, а в скобках более старые названия или синонимы (этот принцип соблюдается в руководстве и в дальнейшем).

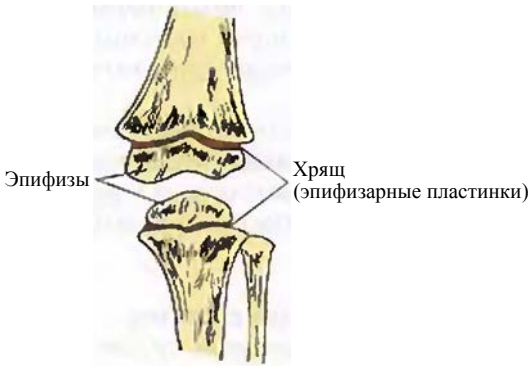
1. Плоские (скользящие) суставы

Этот тип суставов позволяет наиболее ограниченные движения, а именно, как это следует из их названия, **скольжение между двумя суставными поверхностями**.

Примерами являются **межпястные, запястно-пястные и межзапястные суставы кисти**.



1. Симфизы - амфиартрозы (слабоподвижные)



2. Синхондрозы — синартрозы (неподвижные)

Рис. 1-24. Хрящевые суставы. Два типа

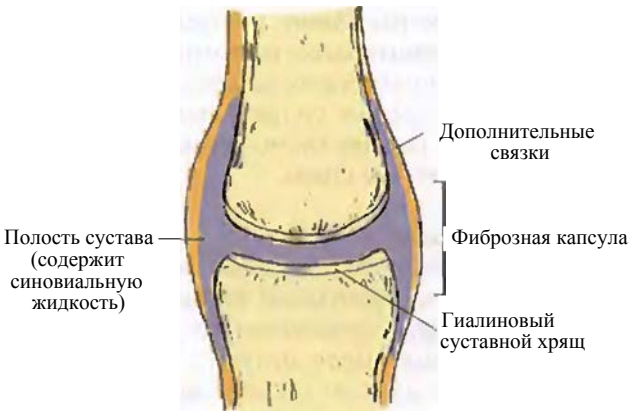


Рис. 1-25. Синовиальные суставы — диартрозы (свободно подвижные)



Рис. 1-26. Плоские (скользящие) суставы

2. Блоковидные (шарнирные) суставы

Суставные поверхности блоковидных суставов так соотносятся по отношению друг к другу, чтобы позволять выполнять в основном только **сгибание или разгибание** соответствующей части конечности. Суставная капсула этих суставов в области сгибания истончена, но усилена боковыми связками, которые надежно крепят края костей к капсуле.

Примеры подобных суставов: **межфаланговые** сочленения пальцев кистей и стоп, **коленный, локтевой и голеностопный суставы.**

3. Цилиндрические (осевые) суставы

Цилиндрические суставы образуются костным шарнирообразным отростком, который окружен кольцевидными связками и/или костной структурой, что позволяет совершать вращательное движение вокруг одной оси.

К этим суставам относятся: **проксимальный и дистальный лучелоктевой суставы**, в которых происходит шарнирообразное вращение друг относительно друга при вращении кисти и запястья.

Другим таким суставом является соединение **между первым и вторым шейными позвонками**. Зубовидный отросток второго позвонка (аксиса С2) служит осью, а передняя дуга атланта (С1) с задними связками образует вращающееся вокруг него кольцо.

4. Эллипсовидные (мыщелковые) суставы

В эллипсовидном, или мыщелковом, суставе основное движение осуществляется в одной плоскости при некотором повороте оси вращения в этой же плоскости. Вращательное движение ограничено наличием определенных связок и сухожилий.

В суставах этого типа возможны движения в четырех направлениях: **сгибание-разгибание** и **отведение-приведение**. Возможны также и **вращательные конусовидные движения** за счет последовательного сочетания вышеуказанных движений.

Примерами эллипсовидных суставов являются **II—V пястно-фаланговые суставы пальцев кисти, лучезапястный сустав и плюснефаланговые суставы стопы**.

5. Седловидные суставы

Термин «седловидный» хорошо описывает форму этого сустава с приподнятыми вогнуто-выпуклыми костными краями в противоположном друг другу направлении (рис. 1-30). (Две седловидные структуры входят одна в другую.)

Движения в таких двуосных суставах аналогичны эллипсовидным суставам. А именно - **сгибание-разгибание** и **отведение-приведение** и **вращение.** Самым характерным истинного седловидного сустава является **первый запястно-пястный сустав кисти**.

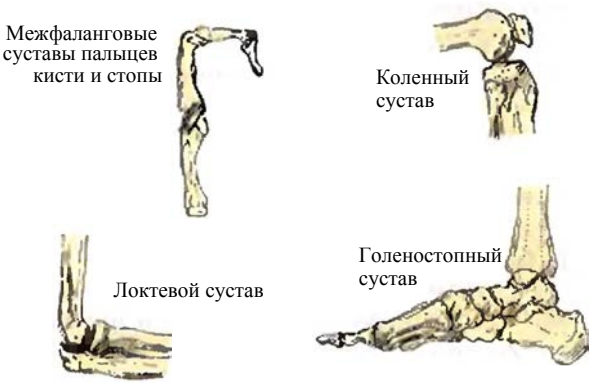


Рис. 1-27. Блоковидные (шарнирные) суставы

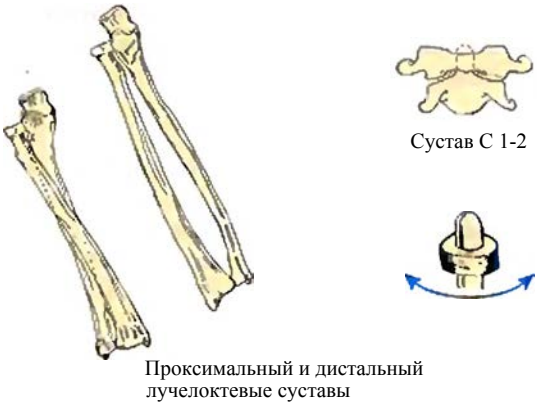


Рис. 1-28. Цилиндрические суставы



Рис. 1-29. Эллипсовидные (мыщелковые) суставы

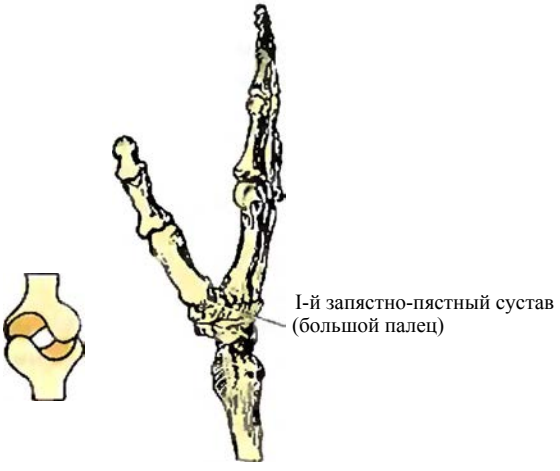


Рис. 1-30. Седловидные суставы

6. Шаровидные (чашеобразные) суставы

Шаровидные суставы обеспечивают наибольшую свободу движения. Дистальная кость, входящая в сустав, может совершать движения вокруг почти любой оси с одним центром вращения.

Чем глубже суставная впадина, тем более ограничена подвижность в суставе, однако тем более устойчив и крепок этот сустав. Например, тазобедренный сустав более крепок по сравнению с плечевым, но и диапазон движений в нем меньше, чем в плечевом суставе.

В шаровидном суставе возможны следующие движения: **сгибание-разгибание, отведение-приведение, круговое вращение и медиальная и латеральная ротация**.

Примерами шаровидных суставов являются **тазобедренный и плечевой суставы**.



Тазобедренный сустав



Плечевой сустав

Рис. 1-31. Шаровидные суставы

КЛАССИФИКАЦИЯ СУСТАВОВ

ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ	ТИП ПОДВИЖНОСТИ	ТИПЫ ДВИЖЕНИЙ	ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ	ПРИМЕРЫ
Фиброзные соединения	Амфиартрозы (слабо подвижные)			
Синдесмозы	Синартрозы (неподвижные)	—	—	Дистальный межберцовый сустав
Швы		—	—	Швы черепа
Гомфозы	Крайне ограниченная подвижность	—	—	Пространство вокруг корней зубов
Хрящевые соединения				
Симфизы	Амфиартрозы (слабо подвижные)	—	—	Межпозвоночные диски Лобковый симфиз
Синхондрозы	Синартрозы (неподвижные)	—	—	Эпифизарные пластинки длинных костей и между тремя костями таза
Синовиальные суставы	Диартрозы (свободно подвижные), за исключением крестцово-подвздошного соединения (синовиальный сустав с крайне ограниченной подвижностью — амфиартроз)	Плоские (скользящие)	Скольжение	Межпястные, межзапястные и пястно-запястные суставы
		Блоковидные	Сгибание и разгибание	Межфаланговые суставы кистей и стоп, коленный, голеностопный и локтевой суставы
		Цилиндрические	Вращение	Проксимальный дистальный лучелоктевой сустав и между С1 и С2 позвонками
		Эллипсовидные (мыщелковые)	Сгибание — разгибание Отведение — приведение Круговое вращение	2-5 пястно-фаланговые и лучезапястный суставы
		Седловидные	Сгибание — разгибание Отведение — приведение Круговое вращение	Первый запястно-пястный сустав (большой палец кисти)
		Шаровидные	Сгибание — разгибание Отведение — приведение Круговое вращение Медиальная и латеральная ротация	Тазобедренный и плечевой суставы

Примечание: в данном разделе артрологии рассматриваются только общие принципы устройства суставов человеческого тела, более детально артрология излагается в последующих главах.



Б. ТЕРМИНОЛОГИЯ В РЕНТГЕНОГРАФИИ

Укладка для рентгенографии (укладка пациентов) — это учение о методах позиционирования пациента для наилучшей визуализации изучаемых органов. Каждый, кто собирается стать профессионалом в области медицинской рентгенографии, должен отчетливо понимать все термины, которые используются при укладке. В этом разделе главы 1 даются определения и иллюстрации терминов, наиболее часто употребляемых при укладке и выборе проекции, в соответствии с *American Registry of Radiologic Technologists* (*ARRT*)[1].

Эти термины в основном совпадают с терминами, используемыми в Канаде, в соответствии с *Canadian Association of Medical Radiation Technologists* (*CAMRT*).

Проекции, названные по именам авторов, обозначаются в тексте как **метод** (например, «метод Тауна, Уотерса или Колдвелла»). ARRT и CAMRT употребляют именное название метода в скобках после названия проекции или укладки.

Общие термины

Рентгенограмма (снимок). Рентгенограммой (снимком) называется проявленное изображение какого-либо анатомического объекта пациента на пленке или другом материале, полученное путем воздействия рентгеновского излучения на приемник изображения.

Рентгенография. Получение рентгенограммы и/или другого вида рентгеновского графического изображения.

Рентгеновская пленка (пленка). На практике этот термин часто используются как синоним снимка. Пленкой является собственно физический лист материала, на котором получено рентгеновское изображение. Термином **снимок (рентгенограмма)** обозначают как саму пленку, так и изображение на ней.

Рентгенографическое изображение. Рентгенографическое изображение можно получать, рассматривать и архивировать в виде твердой копии (**рентгенограммы**) или в виде цифрового изображения, которое можно обрабатывать, просматривать и архивировать в электронном (**цифровом**) виде.

Выполнение рентгенодиагностического исследования (процедуры)

На рисунке (рис. 1-33) показана укладка пациента рентгенолаборантом для стандартной рентгенографии грудной клетки. Рентгенографическое исследование состоит из следующих этапов.

1. Укладка пациента относительно приемника изображения и пучка рентгеновского излучения (центрального луча).
2. Выбор средств защиты пациента.
3. Установка параметров экспозиции (кВ, мАс и т.п.) на пульте управления.
4. Объяснение пациенту правил поведения при исследовании (дыхание) и выполнение экспозиции.
5. Получение изображения.

Анатомическая позиция

Тело находится в вертикальном положении, руки опущены и приведены к телу, ладони повернуты вперед, голова и стопы направлены строго вперед. Такое специальное положение тела (рис. 1-34) приведено в качестве основного в терминологии укладок.

Примечание. При учете расположения одной части тела пациента по отношению к другой рентгенолаборант всегда должен представлять себе пациента как бы **стоящим перед ним в вертикальном положении**, даже если он находится в лежачем положении. Иначе может возникнуть неправильное понимание описания позиции.



Рис. 1-32. Рентгенограмма грудной клетки



Рис. 1-33. Рентгенодиагностическое исследование



Рис. 1-34. Анатомическая позиция

Просмотр рентгенограмм. Общим правилом при просмотре рентгенограмм является такое их положение по отношению к наблюдателю, как будто **пациент смотрит прямо на него** и находится в **анатомической позиции.** Более подробно это будет описано ниже в этой главе.

[1] ARRT educator's handbook, ed. 3. St. Paul. 1990, The American Registry of Radiologic Technologists, and personal communication and correspondence with ARRT, November 1999.

Плоскости, сечения и линии тела

Термины, описывающие наклон центрального луча (ЦЛ) или соотношения между частями тела, часто связаны с понятиями **воображаемых плоскостей**, проходящими через тело в **анатомической позиции.** В компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в основном используется анатомия слоев, располагающихся соответственно плоскостям, описанным ниже.

В рентгенографии используют следующие плоскости.

Сагиттальная плоскость

Сагиттальной плоскостью называется **продольная** плоскость, делящая тело на правую и левую части.

Срединная сагиттальная плоскость, иногда называемая **медиальной** плоскостью, делит тело **на равные части - правую и левую**. Она проходит приблизительно через сагиттальный черепной шов. Любая плоскость, параллельная срединной сагиттальной, называется **сагиттальной** плоскостью.

Фронтальная (корональная, или венечная) плоскость

Фронтальной, или корональной, плоскостью называют любую **продольную** плоскость, делящую тело на **переднюю и заднюю части**.

Срединная фронтальная плоскость делит тело на **равные переднюю и заднюю части**. Она называется венечной, поскольку проходит приблизительно через венечный черепной шов. Любая иная плоскость, параллельная срединной фронтальной, называется **фронтальной** плоскостью.

Горизонтальная (аксиальная, или поперечная) плоскость

Горизонтальной, или аксиальной, плоскостью называют любую поперечную плоскость, идущую **перпендикулярно к продольной оси** и делящую тело на **верхнюю и нижнюю части**.

Косая плоскость

Косой плоскостью называют **продольную** или **поперечную** плоскость, наклоненную под определенным углом и **не параллельную** сагиттальной, фронтальной или поперечной плоскости.

СЕЧЕНИЕ (СРЕЗ ИЛИ СЛОЙ)

Продольные сечения — сагиттальное, фронтальное и косое.

Эти сечения ориентированы **продольно** в направлении длинной оси тела или какой-либо его части независимо от положения тела (вертикальное или горизонтальное)

Продольные сечения могут быть в **сагиттальной, фронтальной или косой плоскости**.

Поперечные, или аксиальные сечения

Этим термином называются изображения сечений тела в любой его точке **под прямым углом к продольной оси** тела или его части.

Сагиттальные, фронтальные и аксиальные изображения.

В этих плоскостях получают изображения в компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии (МРТ-изображения показаны на рис. 1-37 — 1 -39).

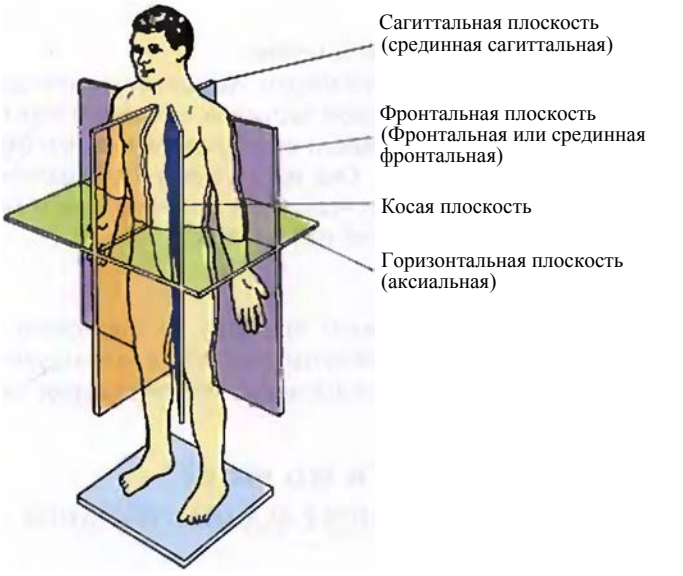


Рис. 1-35. Сагиттальная, фронтальная, косая и горизонтальная плоскости тела

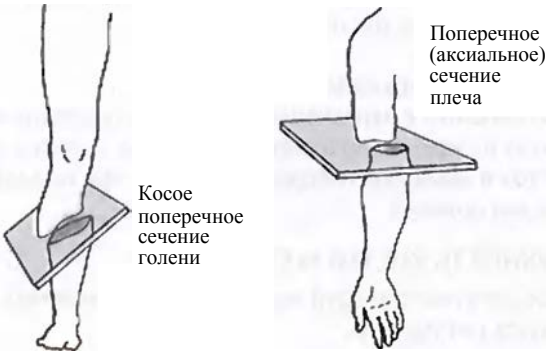


Рис. 1-36. Поперечное и косое сечения части тела



Рис. 1-37. Сагиттальный срез

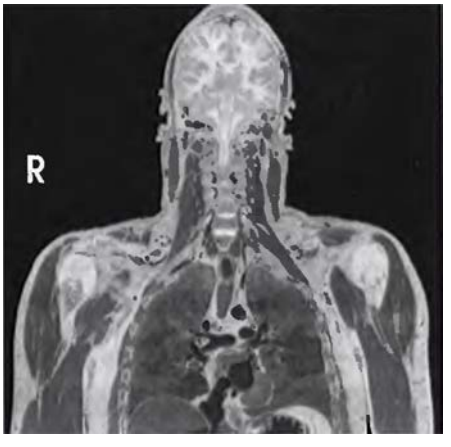


Рис. 1-38. Фронтальный срез



Рис. 1-39. Аксиальный (поперечный) срез грудной клетки

ПЛОСКОСТИ ЧЕРЕПА

Основная (базовая) плоскость черепа

Плоскость проходит по двум линиям, идущим от нижних краев обеих глазниц к верхним краям наружных слуховых отверстий. Ее иногда называют **антропологической плоскостью, или франкфуртской горизонталью**[1]. Она используется в ортодонтии и топографической анатомии черепа для отсчета от нее и локализации анатомических точек или структур.

Окклюзионная плоскость

Эта горизонтальная плоскость проходит по контактным поверхностям зубов при сомкнутых челюстях и используется в качестве референтной плоскости при рентгенографии зубов и черепа.

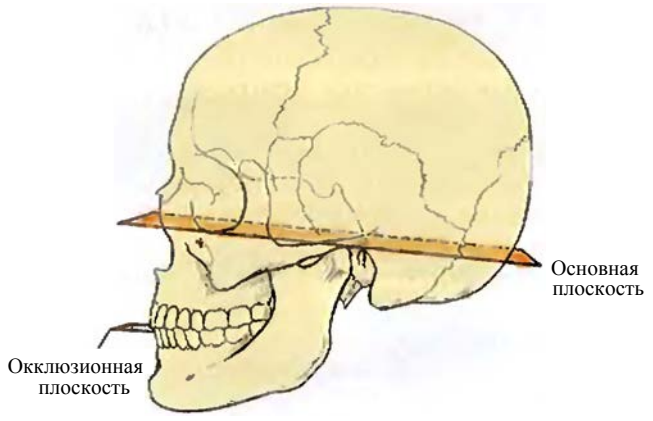


Рис. 1-40. Плоскости черепа

Поверхности тела и его части

ТЕРМИНЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЗАДНЕЙ И ПЕРЕДНЕЙ ЧАСТЯМ ТЕЛА

Задняя, или дорсальная

Относится к **задней половине** тела пациента, т.е. той части, которая видна, если смотреть на пациента со спины, включая пяточную область и тыльную поверхность рук, при положении пациента в анатомической позиции.

Передняя, или вентральная

Термин относится к **передней половине** тела пациента, которая видна при взгляде на него спереди, включая тыльную поверхность стоп и ладонную поверхность кистей, при взгляде с анатомической позиции.

ПОВЕРХНОСТЬ КИСТЕЙ И СТОП

Для описания поверхностей верхних и нижних конечностей используются три термина.

Подошвенная (плантарная) поверхность.

Относится к нижней поверхности стопы.

Тыльная (дорсальная) поверхность.

Стопа: относится к **верхней** поверхности стопы.

Кисть: относится к **задней** поверхности кисти.

Примечание. Понятие дорсальный относится преимущественно к области спины Вместе с тем для стопы понятие «дорсальный» означает ее **верхнюю (переднюю)** поверхность, тогда как у руки дорсальной будет ее **задняя** (тыльная) поверхность, противоположная ладонной поверхности[2, 3].

Ладонная поверхность

Относится к ладонной поверхности **кисти**. В анатомической позиции это **передняя, или вентральная**, поверхность руки.

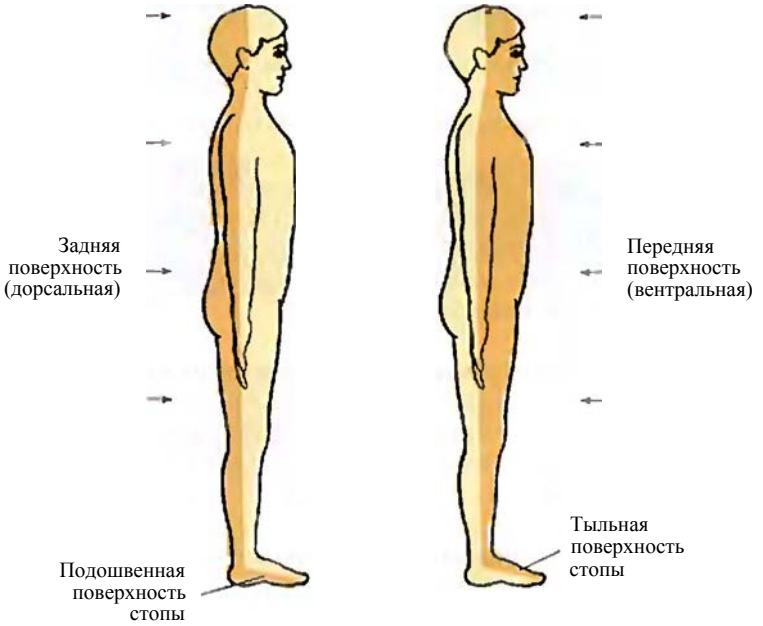


Рис. 1-41. Передняя и задняя поверхности тела

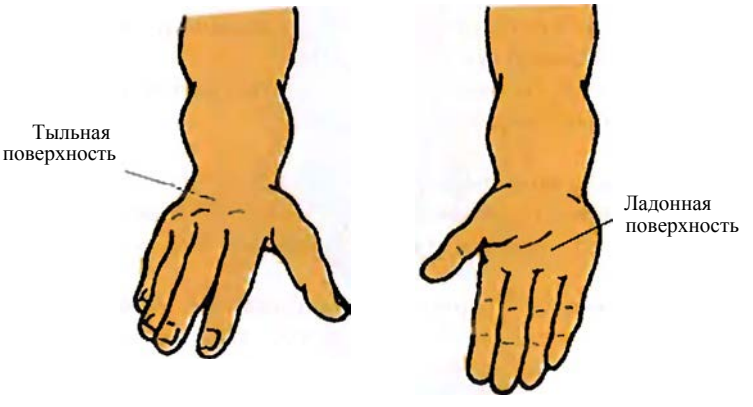


Рис. 1-42. Тыльная и ладонная поверхности кисти

---

[1] Термин был принят в 1926 г. на съезде ученых в городе Франкфурт, Германия. — *Ред.*

[2] *Dorland's illustrated medical dictionary*, ed. 28, Philadelphia, 1994, WB Saunders.

[3] *Mosby's medical, nursing & allied health dictionary*, ed. 5, St Louis, 1998, Mosby.

Рентгенографические проекции

Проекцией называют **направление, или ход, центрального луча** (ЦЛ) пучка рентгеновского излучения в теле пациента, формирующего проекционное изображение на приемнике излучения (чаще всего в нашем руководстве - кассете).

ОБЩИЕ ПРОЕКЦИОННЫЕ ТЕРМИНЫ

Передняя (заднепередняя[1]) проекция

Проекция, при которой рентгеновский пучок **облучает заднюю поверхность пациента**, а приемник изображения находится при этом **на передней поверхности пациента. Прямой (истинной) передней проекцией** называют укладку без какого-либо преднамеренного поворота пациента. ЦЛ при этом должен быть перпендикулярен корональной плоскости тела и параллелен сагиттальной плоскости, если только к названию проекции специально не добавляется термин, обозначающий дополнительным поворот ЦЛ.



Рис. 1-43. Передняя проекция

Задняя (переднезадняя) проекция

Проекция, при которой рентгеновский пучок **облучает переднюю поверхность пациента**, а приемник изображения находится при этом **на задней поверхности пациента. Прямой (истинной) задней проекцией** называют укладку без какого-либо преднамеренного поворота пациента. ЦЛ при этом должен быть перпендикулярен сагиттальной плоскости тела и параллелен корональной плоскости, если только к названию проекции специально не добавляется термин, обозначающий дополнительный попорот ЦЛ.



Рис. 1-44. Задняя проекция

Задняя или передняя косая проекция

Так называются задняя или передняя проекции верхних или нижних конечностей с их поворотом в отличие от прямых проекций. Поэтому к названию проекции **должен специально добавляться термин**, указывающий, в какую сторону выполнен поворот конечности, а именно **наружу** или **внутрь** (в латеральном или медиальном направлении от анатомической позиции) от задней или передней проекции (рис. 1-45 и 1-46).



Рис. 1-45. Задняя косая проекция с медиальной (внутренней) ротацией (от переднезадней проекции)



Рис. 1-46. Передняя косая проекция с латеральной (наружной) ротацией (от передней проекции)

Медиолатеральная и латеромедиальная проекции

Название боковой проекции **определяется ходом ЦЛ**. **Медиолатеральная** проекция голеностопного сустава показана на рис. 1-47, а **латеромедиальная** проекция кисти — на рис. 1-48. Определение медиальной или латеральной сторон следует из основной на анатомической позиции пациента.



Рис. 1-47. Медиолатеральная проекция (голеностопный сустав)

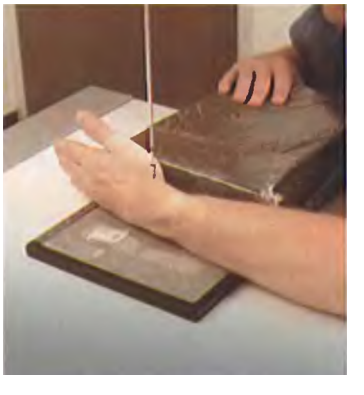


Рис. 1-48. Латеромедиальная проекция (кисть)

---

[1] По отечественной традиции тип проекции - задняя или передняя - определяется по расположению кассеты. Если кассета расположена с передней стороны пациента, то проекция — передняя и т.п. В мире принято обозначать направление движения луча, например — Posteroanterior (PA) — задне-передняя (ЗП) или Anteroposterior (AP) - переднезадняя (ПЗ) проекции.
Мы постараемся использовать отечественную традицию, там где это возможно, но в некоторых случаях обозначение проекции по направлению движения луча более корректно, в таких случаях мы будем использовать международную терминологию.
Направление проекции изнутри наружу или снаружи внутрь у нас могут обозначать по правой или левой стороне части тела, к которой прилежит кассета. Например, на рис. 1-47 изображена левая боковая проекция голеностопного сустава левой ноги. - *Ред.*

Укладки

Название укладки может отражать либо **общее положение тела**, как описано ниже, либо **специальное положение тела** относительно приемника изображения или поверхности, на которой лежит пациент (с. 19)

ОБЩИЕ УКЛАДКИ ТЕЛА

При рентгенографии используют 8 общих укладок (позиций) тела.

Супинационная укладка, или укладка лежа **на спине, лицом вверх**.

Пронационная укладка, или укладка **лежа на животе** (голова может быть повернута в сторону).

Вертикальная укладка, или укладка в положении **стоя** или **сидя**, **выпрямившись**.

Горизонтальная укладка.

Лежа в любой из позиций (на спине, на животе, на боку и т.д.)

- **Дорсальная лежа** (лежа на спине).
- **Вентральная лежа** (лежа на животе).
- **Боковая лежа** (лежа на боку — правая или левая боковая)

Укладка по Тренделенбургу[1]

Наклонное положение всего тела **с головой ниже ног**.

Укладка по Симу (полупронационная)

Наклонное косое положение, при котором пациент лежит **на левом боку** с вытянутой левой ногой и с полусогнутой в колене и бедре правой ногой.

Модифицированное положение но Симу используют для введения клизменного наконечника при ирригоскопии (см. главу 15).

Укладка по Фоулеру [2]

Наклонное положение всего тела **с головой выше ног**.

Литотомическая укладка

Укладка **лежа на спине** (супинационная): ноги в коленях и бедрах согнуты, бедра разведены и согнуты наружу, ноги лежат на специальных подставках.

[1] Фридрих Тренделенбург, немецкий хирург (1814-1924).

[2] Джордж Фоулер, американский хирург (1848-1906).



Рис. 1-49. Укладка - лежа на спине, лицам вверх - супинационная



Рис. 1-50. Укладка — лежа на животе — пронационная



Рис. 1-51. Укладка по Тренделенбургу голова ниже ног



Рис. 1-52. Укладка по Симу



Рис. 1-53. Укладка но Фоулеру — ноги ниже головы



Рис. 1-54. Модифицированная литотомическая укладка (для ретроградной урографии)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ УКЛАДКИ

Кроме обозначения общих положений тела название **укладки** может обозначать ту часть тела, которая располагается **ближе всего к приемнику изображения** (при косых и боковых укладках) или **поверхность, на которой лежит пациент**.

Боковая (латеральная) укладка

Называется по той части тела, которая расположена **ближе к кассете** (рис. 1-55 и 1-56).

Точной (истинной) боковой укладке соответствует положение тела под 90°, т.е. под прямым углом, к точной задней или передней проекции. Если этот угол отклоняется от 90°, то такая укладка является косой.

Косая укладка

Укладка с некоторым поворотом тела пациента, когда ни сагиттальная, ни корональная плоскости тела не перпендикулярны к плоскости кассеты.

Косая укладка грудной клетки, живота, таза **называется по части тела, ближайшей к кассете.**

Левая и правая задняя косая (ЛЗК и ПЗК) укладки

Название укладки указывает, какая — **левая** или **правая - задняя** поверхность тела располагается ближе к кассете (рис. 1-57 и 1-58). Соответственно, ЦЛ выходит из левой или правой части тела.

Косые укладки верхних и нижних конечностей, однако, точно определяются через термины ПЗ или ЗП косых проекций, но следует добавлять определитель — **с наружным (латеральным) или внутренним (медиальным) поворотом** (рис. 1-45 и 1-46).

Правая и левая передняя косая (ППК и ЛПК) укладки

Название укладки указывает, какая — **правая** или **левая — передняя** поверхность тела располагается ближе к кассете при вертикальном или горизонтальном положении тела (рис. 1-59 и 1-60).



Рис. 1-55. Вертикальная правая боковая укладка



Рис. 1-56. Правая боковая укладка в горизонтальном положении



Рис. 1-57. Вертикальная левая задняя косая (ЛЗК) укладка



Рис. 1-58. Левая задняя косая (ЛЗК) укладка в горизонтальном положении



Рис. 1-59. Вертикальная правая передняя косая (ППК) укладка



Рис. 1-60. Правая передняя косая (ППК) укладка в горизонтальном положении

Укладки для латерографии

Данный вид укладок **обозначается по той стороне тела, на которой лежит пациент — на спине (дорсальная), на животе (вентральная) или на боку (латеральная или латеропозиция).**
Латерография выполняется **горизонтально направленным рентгеновским пучком**. Эти исследования имеют особое значение для выявления уровней газа и жидкости в полостях, в частности в грудной и брюшной полости, поскольку газ всегда поднимается в максимально возможную верхнюю часть полости.

Правая или левая боковая латеральная латерографическая укладка (задняя или передняя проекция).
Пациент лежит **на боку, и рентгеновский пучок направлен горизонтально спереди назад (задняя проекция)** (рис. 1-61) **или сзади кпереди (передняя проекция)** (рис. 1-62).

При этом можно в скобках добавить название проекции (задняя) или (передняя), чтобы точно обозначить направление ЦЛ по отношению к телу.

Данная укладка может быть либо **левой латеральной латерографической** (рис. 1-61), либо **правой латеральной латерографической** (рис. 1-62), в зависимости от того, на каком боку лежит пациент.

Примечание: укладка пациента в данном случае аналогична боковой укладке в положении лежа, но горизонтальное направление пучка рентгеновского излучения превращает ее в **латерографическую укладку (в задней или передней проекции).**

Латерография в положении лежа на спине (дорсальная латерографическая укладка) правая или левая
Пациент **лежит на спине**, рентгеновский **пучок направлен горизонтально** (рис. 1-63).

Название — «правая» или «левая» - определяется боком пациента, к которому прилегает кассета.

Примечание: укладка пациента в данном случае аналогична супинационной укладке (лежа на спине), но пучок в данном случае направлен не вертикально, а горизонтально, что и дает название укладке — **дорсальная латерографическая**.

Латерография в положении лежа на животе (вентральная латерографическая укладка) правая или левая
Пациент **лежит на животе, рентгеновский пучок направлен горизонтально.** (рис. 1-64).

Название — «правая» или «левая» — определяется боком пациента, к которому прилегает кассета.



Рис. 1-61. Левая латеральная латерографическая укладка (задняя проекция)

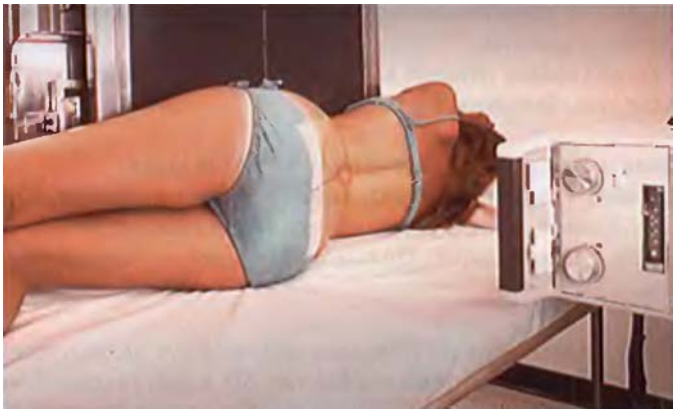


Рис. 1-62. Правая латеральная латерографическая укладка (передняя проекция)



Рис. 1-63. Дорсальная латерографическая укладка (левая)



Рис. 1-64. Вентральная латерографическая укладка (правая)

Дополнительные специальные проекционные термины

Ниже приведены дополнительные термины, обычно употребляемые при описании проекций. Как это видно из их определений, эти термины также указывают на ход ЦЛ и поэтому, скорее, описывают проекцию, а не укладку.

Аксиальная проекция

Понятие аксиальный относится к **продольной оси** тела или его части.

Термин **верхненижняя**, или **краниокаудальная** (cephalocaudal), описывает истинную аксиальную проекцию, при которой ЦЛ направлен вдоль длинной оси тела от головы (сверху) к ногам (т.е. каудально) (рис. 1-65).

Специальные проекции — аксиальные ПЗ и ЗП. В рентгенографии термином аксиальный обозначают **наклон ЦЛ по отношению к продольной оси тела на угол не более 10°**[1]. Но в более точном смысле слова, при аксиальной проекции ЦЛ направлен строго вдоль (параллельно) продольной оси тела или его части. Отклонение же его на любой угол от этого направления более точно следует называть полуаксиальной проекцией. Но чтобы не отклоняться от терминологии других руководств, мы будем пользоваться термином «аксиальная» как для собственно аксиальных, так и для полуаксиальных проекций (рис. 1-65 — 1-67).

Нижневерхняя и верхненижняя аксиальные проекции

Нижневерхняя проекция часто применяется для рентгенографии плечевого и тазобедренного сустава, когда ЦЛ входит в объект снизу и направлен вверх, как это обозначено на рис. 1-67.

Проекция, противоположная этой — **верхненижняя**, используется, например, при специальной укладке для снимков носовых костей (рис. 1-65).

Тангенциальная проекция

При этой проекции ЦЛ **касается изогнутой поверхности только в одной точке**, т.е. луч как бы скользит по части тела, проецируя ее в профиль и отдельно от остальных структур,

Примеры.

Проекиия скуловой дуги (рис. 1-68).

Проекция свода черепа для выявления его вдавленных переломов (рис. 1-69).

Специальная проекция надколенника (рис. 1-70).

Переднезадняя аксиальная проекция в лордотической укладке

Специальная проекция грудной клетки для демонстрации верхушек легких. Иногда ее также называют **апикальной лордотической проекцией**. В этом случае наклоняется больше продольная ось тела, чем ЦЛ.

Термин **лордотическая** происходит от слова **лордоз**, которое обозначает изгиб шейного и поясничного отделов позвоночника выпуклостью кпереди (см. рис. 1-84 и 1-85). Позвоночник пациента в этой позиции сильно изогнут (рис. 1-71), что и дало ей соответствующее название.



Рис. 1-65. Аксиальная (верхненижняя) проекция



Рис. 1-66. Задняя аксиальная (полуаксиальная) проекция (ЦЛ наклонен на 30° каудально)



Рис. 1-67. Нижневерхняя аксиальная проекция



Рис. 1-68. Тангенциальная проекция

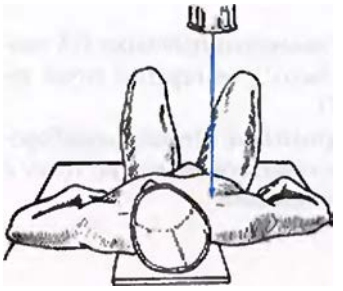


Рис. 1-69. Тангенциальная проекция (перелом свода черепа)

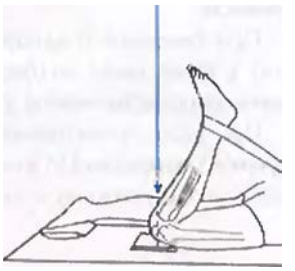


Рис. 1-70. Тангенциальная проекция (надколенник)



Рис. 1-71. Задняя аксиальная лордотическая проекция грудной клетки

[1] Ballinger PW, Frank ED: *Merrill's atlas of radiographic positions and radiologic procedures*, ed. 9, vol. 1, St Louis, 1999, Mosby.

Трансторакальная боковая проекция (правая боковая укладка) Боковая проекция через грудную клетку. Термин требует дополнения, указывающего на правую или левую укладку, в зависимости от снимаемого плечевого сустава.

Примечание. Это название является специальной адаптацией проекционного термина, подчеркивающее, что центральный луч проходит через грудную клетку, в данном случае неважно направление. На практике это обычная боковая проекция плечевого сустава, которая носит название **правая или левая боковая трансторакальная проекция плечевого сустава.**



Рис. 1-72. Трансторакальная боковая проекция плечевого сустава (правая боковая укладка)

Подошвенная (тыльно-подошвенная) и тыльная (подошвенно-тыльная) проекции.

Применяются как синонимы задней и передней проекций стопы.

Тыльно-подошвенная проекция обозначает ход **ЦЛ от тыльной** (передней) поверхности стопы к **подошвенной** (задней) (рис. 1-73).

Специальная подошвенно-тыльная проекция пяточной кости называется аксиальной **тыльной (подошвенно-тыльной) проекцией**, поскольку наклонный ЦЛ входит с подошвенной поверхности стопы и выходит из тыльной (рис. 1-74).

Примечание. Помните, что понятие «**тыльный**» у стопы относится к ее **передней** поверхности (рис. 1-41).



Рис. 1-73. Задняя, или тыльно-подошвенная, проекция стопы



Рис. 1-74. Аксиальная подошвенно-тыльная проекция пяточной кости

Носолобная (теменно-акантиальная) и задняя полуаксиальная (акантио-теменная) проекция.

При **носолобной (теменно-акантиальной) проекции** ЦЛ входит через **теменную кость** и выходит у **акантиона** (граница между верхней губой и носом) (рис. 1-75).

Задняя полуаксиальная (акантио-теменная) проекция образуется обратным ходом луча (рис. 1-76).

Эти обе проекции для рентгенографии лицевых костей называются также **задней проекцией по Уотерсу и обратной (передней) проекцией по Уотерсу.**



Рис. 1-75. Теменно-акантиальная проекция (передняя по Уотерсу)



Рис. 1-76. Акантио-теменная проекция (обратная проекция по Уотерсу)

Теменная (подбородочно-теменная) и подбородочная (теменно-подбородочная) проекции

Проекции применяются для рентгенографии **черепа и нижней челюсти.**

При **теменной (подбородочно-теменной) проекции** ЦЛ входит в точке ниже подбородка и выходит **в верхней точке теменной области черепа** (рис. 1-77).

При реже применяемой **подбородочной (теменно-подбородочной) проекции** ЦЛ входит через верхнюю теменную точку и выходит под нижней челюстью (не показано).



Рис. 1-77. Подбородочно-теменная проекция

Термины направлений

Ниже приводятся парные термины-антонимы, описывающие соотношения частей тела.

Медиальный/латеральный

По направлению к центру/от него (от срединной плоскости). В анатомической позиции **медиальной** является любая часть тела, располагающаяся ближе **к срединной плоскости**. **Латеральной** называют часть тела, **наиболее удаленную от срединной плоскости или срединной линии**.

Примеры: в анатомической позиции большой палец руки располагается латерально от кисти. Латеральная часть живота и грудной клетки - это та часть, которая находится кнаружи от срединной плоскости.

Проксимальный/дистальный

Проксимальный обозначает расположение **ближе к началу, дистальный - значит дальше от него**. У верхней или нижней конечности проксимальной или дистальной называется часть тела по отношению ее к началу конечности, т.е. туловищу.

Примеры: локтевой сустав находится проксимальнее запястья. Сустав пальца, расположенный ближе к запястью, называется проксимальным межфаланговым сочленением, а сустав ближе к кончику пальца — дистальным межфаланговым сочленением (см. главу 4).

Краниальный — каудальный

Краниальный обозначает лежащий **ближе к голове** (от cranium — череп), а **каудальный** (от cauda хвост) — **дальше от головы, к ногам**.

Угол в **краниальном** направлении — любой угол, направленный в сторону головы (рис. 1-79 — 1-81).

Угол в каудальном направлении - любой угол, направленный в сторону ног или в сторону от головы (рис. 1-80).

В анатомии человека краниальное и каудальное направление могут описываться также понятиями **кверху** (к голове) и **книзу** (к ногам).

Примечание. Как показано на иллюстрациях, эти термины употребляются для указания положения угла, под которым направлен ЦЛ, при всех аксиальных проекциях, по отношению к любой части тела, а не только для головы.



Рис. 1-78. Медиальный — латеральный, проксимальный - дистальный



Рис. 1-79. Краниальный наклон ЦЛ (книзу)



Рис. 1-80. Каудальный наклон ЦЛ (кверху)



Рис. 1-81. Краниальный наклон (ПЗ аксиальная проекция крестца)

Внутренний — наружный

Внутренний обозначает — расположенный внутри чего-либо, ближе к центру; **наружный** — расположенный снаружи вне чего-либо.

Приставка «внутри» — например, «внутривенный».

Приставка «меж(ду)» — например, межреберный.

Приставка «вне» — например, внесердечный.

Поверхностный — глубокий

Поверхностный — значит ближе к коже; **глубокий** — значит дальше внутрь от кожи.

Примеры: изображение поперечного анатомического среза на рис. 1-83 показывает, что плечевая кость лежит глубже кожи. Другим примером может быть поверхностная опухоль или повреждение по сравнению с более глубоко расположенной в теле опухолью или повреждением.

Ипсилатеральный — контрлатеральный

Ипсилатеральный — расположенный на той же стороне; **контрлатеральный** — расположенный на другой, противоположной стороне.

Пример: правый большой палец кисти и правый большой палец стопы — ипсилатеральны; правый коленный сустав и левая кисть — контрлатеральны.

Названия изгибов позвоночника

Лордоз — кифоз

Оба термина описывают **дуговидный изгиб позвоночника** в переднезаднем направлении.

Лордоз — дугой кпереди, обычно он имеется в поясничном отделе; **кифоз — дугой назад**, обычно имеется в грудном отделе.

Сколиоз

Сколиозом называется **изгиб позвоночника вбок**, влево или вправо (более полная информация — см. главу 8).

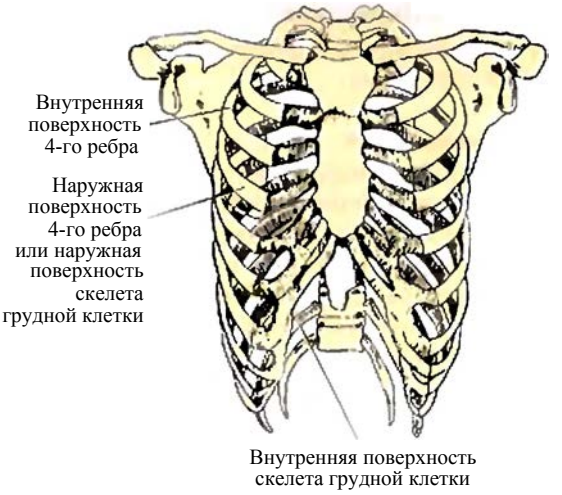


Рис. 1-82. Кости грудной клетки

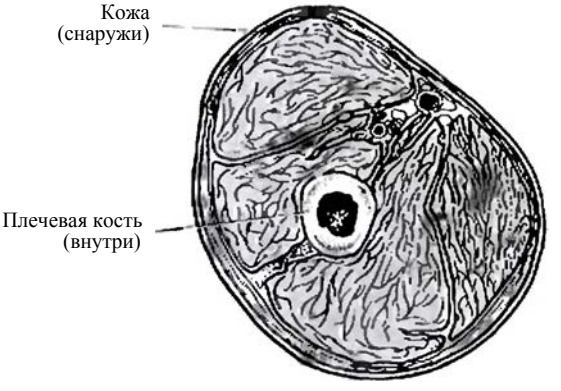


Рис. 1-83. Поперечный анатомический срез руки

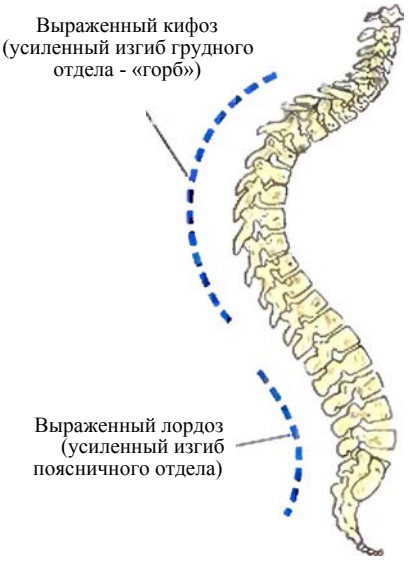


Рис. 1-84. Лордоз и кифоз

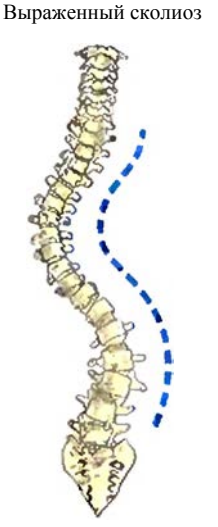


Рис. 1-85. Сколиоз

Термины движения

Последняя группа терминов, которые необходимо знать рентгенолаборанту для укладки пациента, относится к различным видам движений. Большая их часть носит парный характер и обозначает движения в противоположных направлениях.

Сгибание/разгибание

При сгибании или разгибании происходит **уменьшение или увеличение угла в суставе** (см. примеры сгибания в коленном, локтевом и лучезапястном суставах) (рис. 1-86).

Разгибание увеличивает угол по мере того, как согнутая часть тела переходит в выпрямленное состояние. Это видно на вышеупомянутом рисунке.

Переразгибание

Разгибание в суставе дальше за пределы выпрямленного состояния или нейтрального положения.

Ненормальное переразгибание: переразгибание в локтевом или коленном суставе происходит, если разгибание продолжается далее, за пределы выпрямленного или нейтрального состояния. Такое явление не является нормой, а может быть следствием повреждения сустава или его травмы.

Нормальное сгибание и переразгибание позвоночника: сгибание позвоночника происходит при наклоне вперед, а разгибание - при возврате в вертикальное (неигральное) положение. Разгибание назад за пределы нейтральной позиции называется переразгибанием позвоночника. На практике термины *сгибания* и *разгибания* применяются и по отношению к этим крайним степеням сгибания и разгибания позвоночника (рис. 1-87).

Нормальное переразгибание кисти: другим примером специального использования понятия переразгибания является кисть, где в состоянии специально предпринятого **переразгибания** за пределы нейтральной позиции выполняется рентгенография запястного костного канала. Это движение кисти называют также **тыльный или задним, сгибанием** (рис. 1-88 слева).

Полное сгибание кисти: требуется для специальной тангенциальной проекции для изображения запястного канала в прямой тыльной проекции (рис. 1-88, справа).

Локтевое отклонение — лучевое (радиальное) отклонение кисти

Отклонением (девиацией) называют попорот в сторону от обычного расположения[1].

Локтевое отклонение — сгибание кисти в лучезапястном суставе в сторону локтевой кости, а лучевое отклонение — в сторону лучевой кости.

Примечание: в некоторых руководствах это движение называют локтевым и лучевым сгибанием[2], но в профессиональной среде, в том числе и среди ортопедов, предпочитают пользоваться термином отклонение (девиация). По этой причине мы также будем пользоваться в этом руководстве термином *локтевое и лучевое отклонение*.

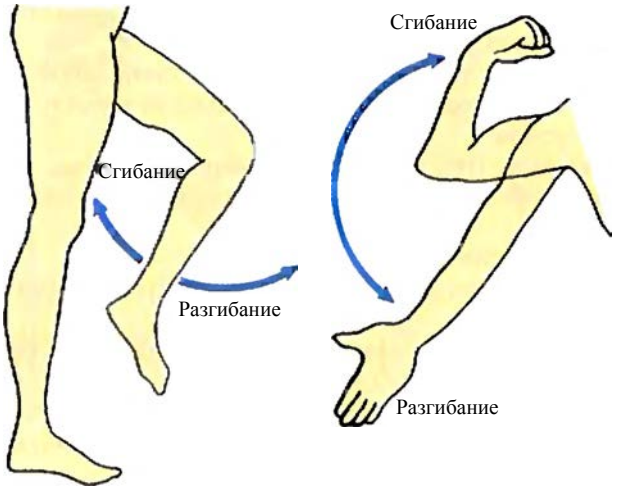


Рис. 1-86. Сгибание и разгибание



Рис. 1-87. Сгибание, разгибание и переразгибание позвоночника



Рис. 1-88. Переразгибание и сгибание в лучезапястном суставе

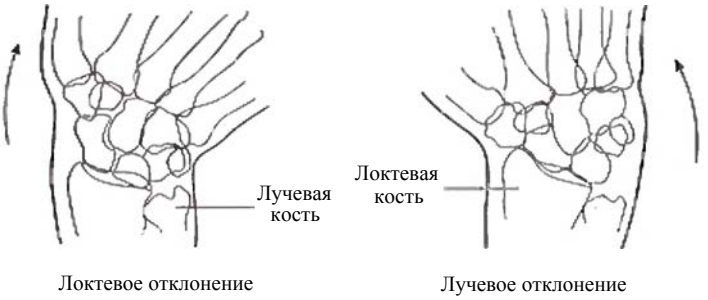


Рис. 1-89. Локтевое и лучевое отклонение кисти

[1] *Dorland's illustrated medical dictionary*, ed. 26, Philadelphia, 1994, WB Saunders.

[2] Frank ED, Ballinger PW, Bontrager KL: Two terms, one meaning. *Radiologic Technology* 69:517, 1998.

Тыльное сгибание/подошвенное сгибание стопы

Тыльное сгибание стопы: уменьшает угол между углом стопы и голенью, поднимая стопу вверх.

Подошвенное сгибание стопы: движет стопу книзу из ее нормального положения; сгибает и увеличивает угол в голеностопном суставе.

Примечание. Сравните тыльное сгибание стопы (рис. 1-90) с тыльным сгибанием кисти (рис. 1-88) на предыдущей странице.

Эверсия/инверсия

Эверсия — поворот стопы в голеностопном суставе с усилием наружу.

Инверсия — поворот стопы в голеностопном суставе с усилием **внутрь**, но без ее вращения.

Подошвенная поверхность стопы при инверсии поворачивается к срединной плоскости тела, а при эверсии — кнаружи от нее (рис. 1-91 и 1-92).

Нога при этом не должна вращаться, и сила прикладывается к внутренней или наружной стороне стопы для оценки возможного расширения суставной щели голеностопного сустава.

Вальгусный/варусный

Понятие **вальгусный** описывает отклонение части тела **кнаружи от срединной плоскости** тела. Вальгусным иногда называют силовое отклонение стопы при ее эверсии.

Понятие **варусный** обозначает отклонение части тела **в сторону срединной плоскости** тела. Варусным иногда называют силовое отклонение стопы при ее инверсии.

Примечание. Варусной или вальгусной называют также деформацию костей при их переломе (см. термин переломов № 6 в главе 19).

Медиальная (кнутри)/латеральная (кнаружи) ротация

Медиальная ротация — вращение части тела, при котором **передняя** ее поверхность поворачивается **внутрь** (в сторону срединной плоскости).

Латеральная ротация — вращение части тела, при котором передняя ее поверхность поворачивается **наружу** (в сторону от срединном плоскости).

Примечание. Имейте в виду, что при укладке для рентгенографии эти понятия описывают движение передней поверхности вращаемой конечности. Так, при ротации предплечья (рис. 1-93) передняя его поверхность поворачивается внутрь при медиальном вращении и кнаружи — при латеральном. Другой пример: медиальная и латеральная косая проекция коленного сустава, при которой передняя поверхность сустава поворачивается медиально или латерально при любой, передней или задней, проекции (глава 6).



Рис. 1-90. Движения в голеностонном суставе

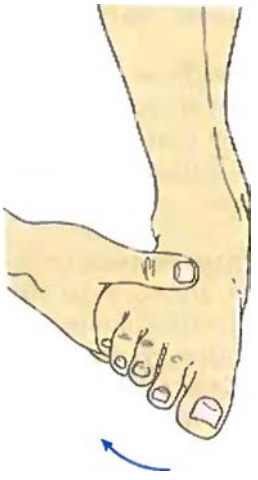


Рис. 1-91. Эверсия (вальгусное отклонение)



Рис. 1-92. Инверсия (варусное отклонение)

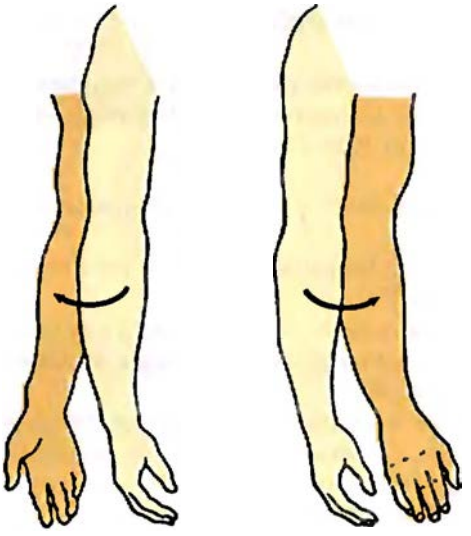


Рис. 1-93. Вращательные движения верхней конечности

Отведение (абдукция)/приведение (аддукция)

Отведение — движение конечности **в сторону от туловища**. Абдукцией называется также *разведение* пальцев кисти или стопы в стороны.

Приведение — движение конечностей **в сторону туловища**, т.е. к средней линии тела. Аддукцией называется также сведение вместе пальцев кисти или стопы.

Супинация/пронация

Супинация — поворот руки в анатомическую позицию (ладонь вверх в положении лежа или ладонью вперед в положении стоя).

При этом движении лучевая кость вращается кнаружи (латерально) вокруг своей продольной оси.

Пронация — поворот руки в направлении противоположном ее анатомической позиции (ладонью вниз или назад).

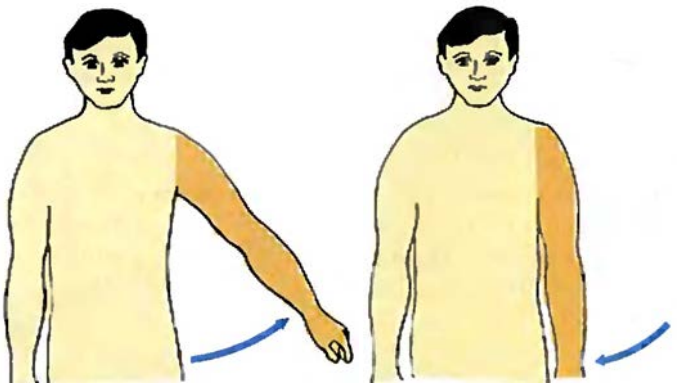
Примечание. Чтобы лучше запомнить эти понятия, можно связать их с супинационным (лицом и ладонями вверх) или пронационным (лицом и ладонями вниз) положением тела.

Протракция (отведение вперед)/ретракция (отведение назад)

Протракция — движение кпереди от нормальной позиции.

Ретрация — движение назад от нормальной позиции.

Пример. Протракцией называется выдвижение нижней челюсти вперед подбородком или движение плечами вперед. Ретракция — движения в обратном направлении: втягивание нижней челюсти назад или отведение плечей назад (как при стойке «смирно»).



Отведение Приведение

Рис. 1-94. Движения верхней конечности



Супинация Пронация

Рис. 1-95. Движения руки

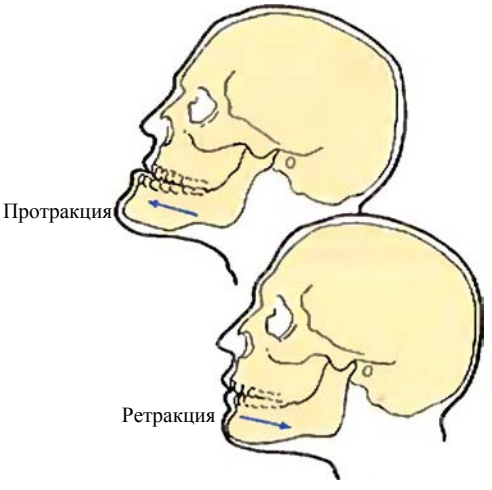


Рис. 1-96. Протракция и ретракция

Подъем/опускание

Подъем — поднятие части тела кверху.

Опускание — опускание части тела книзу.

Пример: плечи поднимаются и опускаются вниз при «пожимании плечами».

Круговращение

При **круговращении** часть тела **описывает конус**. Это движение состоит из последовательного сочетания сгибания, отведения, разгибания и приведения в тех суставах, в которых возможны все эти движения (например, пальцы кисти, вся кисть, рука, нога).

Наклон/поворот

Наклоном называют поворот части тела по отношению к продольной ее оси. На рис. 1-99 голову наклоняют на 15° и поворачивают также на 15° таким образом, что ЦЛ направлен или параллелен длинной оси, а длинная ось головы не совпадает с длинной осью туловища.

Примечание: 15° наклон и 15° поворот головы необходим для тангенциальной проекции скуловой дуги, чтобы ее изображение не накладывалась на другие костные структуры черепа.

Вращение (ротация) — это поворот части тела **вокруг ее оси**.

В примере на рис. 1-100 голову поворачивают на 37° от передней проекции.

Примечание: обратите внимание, что наклона головы при этом не происходит и длинная ось головы совпадает или параллельна длинной оси тела.

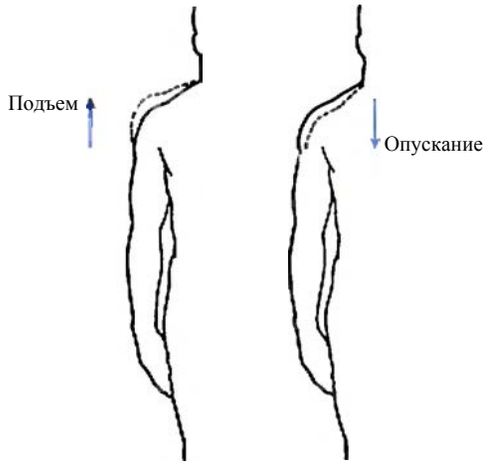


Рис. 1-97. Подъем и опускание плечей

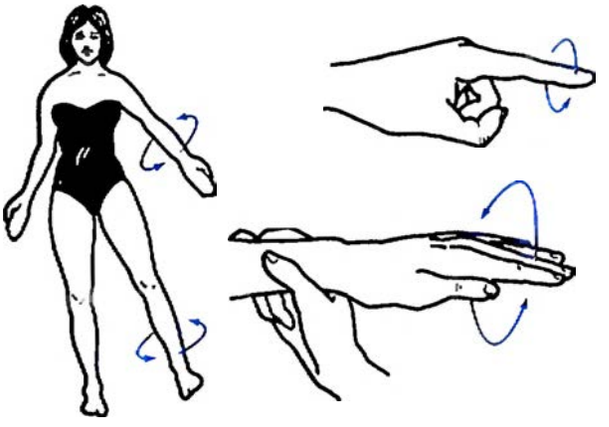


Рис. 1-98. Круговращательные движения

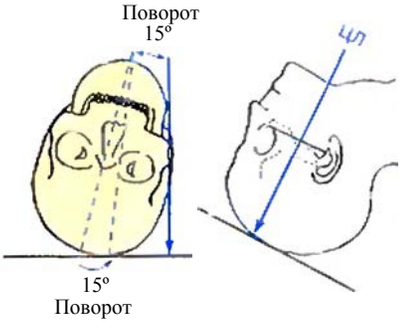


Рис. 1-99. 15° наклон и 15° поворот (тангенциальная проекция скуловой дуги)

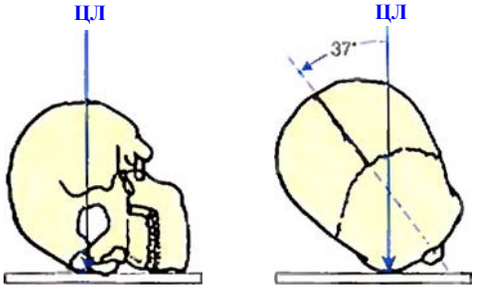


Рис. 1-100. 37° поворот из передней проекции (теменно-орбитальная проекция зрительного отверстия)

Правильное употребление терминов

Два термина — «укладка» и «проекция» — иногда путают и используют некорректно.

Укладка

Укладка характеризует общее физическое положение тела в пространстве, в частности супинационное, пронационное, наклонное, вертикальное.

Термин укладка также употребляется для описания специальных положений тела, при которых определенная его часть располагается ближе к приемнику изображения (например, боковые и косые укладки).

Проекция

Название **проекции** точно определяет направление или ход ЦЛ, формирующего изображение на приемнике изображения.



Рис. 1-101. Просмотр рентгенограмм

ПРОЕКЦИИ И УКЛАДКИ

Название проекции		Общие укладки тела	Специальные укладки тела (по части тела ближайшей к кассете)
По расположению кассеты	(по ходу ЦЛ)	Анатомическая	
Передняя	Заднепередняя (ЗП)	Супинационная (лежа на спине)	Правая или левая боковая
Задняя	Переднезадняя (ПЗ)	Пронационная (лежа на животе)	Косые
	Медиолатеральная	Вертикальная	• Левая задняя (ЛЗК)
	Латеромедиальная	Горизонтальная	• Правая задняя (ПЗК)
Задняя или передняя косая	ПЗ или ЗП косая	По Тренделенбургу	• Левая передняя (ЛПК)
Задняя или передняя аксиальная	ПЗ или ЗП аксиальная	По Симу	• Правая передняя (ППК)
	Тангенциальная	По Фоулеру	Латеропозиции
			• Левая боковая
	Трансторакальная	Литотомическая	• Правая боковая
	Тыльно-подошвенная		• Вентральная
	Подошвенно-тыльная		•Дорсальная
	Нижневерхняя аксиальная		Лордотическая
	Верхненижняя аксиальная		
	Аксио-латеральная		
	Подбородочно-теменная		
	Теменно-подбородочная		
	Теменно-акантиальная		
	Аканто-теменная		
	Краниокаудальная		
	Орбито-теменная		
	Теменно-орбитальная		

ТЕРМИНОЛОГИЯ УКЛАДОК

Плоскости, сечения и линии тела

Продольные плоскости или сечения
- Сагиттальная
- Корональная
- Косая

Поперечные плоскости или сечения
- Горизонтальная, аксиальная или поперечная
- Косая

Основная (базальная) плоскость
Окклюзионная плоскость
Орбитомеатальная линия
Поверхности тела
Задняя
Передняя
Подошвенная
Тыльная
Ладонная

Термины направлений

Медиальный/латеральный
Проксимальный/дистальный
Краниальный/каудальный
Ипсилатеральный/контрлатеральный
Внутренний/наружный
Поверхностный/глубокий
Лордоз/кифоз (сколиоз)

Термины движения

Сгибание/разгибание
Резкое сгибание/переразгибание
Локтевое/лучевое отклонение
Тыльное сгибание/подошвенное сгибание
Эверсия/инверсия
Вальгусный/варусный
Медиальная ротация/латеральная ротация
Приведение/отведение
Супинация/пронация
Протракция/ретракция
Подъем/опускание
Наклон/поворот
Круговращение

Рентгенографические критерии

Задача каждого рентгенолаборанта сделать не просто удовлетворительный снимок, а снимок оптимального качества, **соответствующий строго определенным критериям**.

В качестве примера справа даны 5 критериев оценки бокового снимка предплечья, который вместе с фотоснимком укладки приведен справа внизу (см. также главу 4).

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕНТГЕНОГРАММЫ

Для оценки, насколько выполненная рентгенограмма отвечает определенному стандарту качества, рентгенолаборант должен определенным образом ее проанализировать. Этот процесс можно разбить на **5 этапов**.

1. **Видимые структуры.** Точная оценка наличия и хорошей видимости на снимке изучаемых анатомических структур.
2. **Укладка.** Оценка двух параметров: 1) положения снимаемой части тела на приемнике изображения и 2) соблюдение главных критериев правильной укладки для данного снимка.

Так, например, основным фактором правильной укладки для боковой проекции предплечья являются: 1) расположение лучевой и локтевой кости вдоль продольной оси кассеты, 2) согнутый на 90° локтевой сустав и 3) отсутствие ротации предплечья от истинно боковой укладки.

3. **Диафрагмирование и направление центрального луча.** Анализируются два параметра: 1) положение контуров шторок диафрагмы по отношению к снимаемой части и 2) направление центрального луча.

Правильное направление ЦЛ приобретает особое значение при использовании рентгеноэкспонометра (системы автоматического контроля экспозиции). При рентгенографии суставов конечностей ЦЛ во избежание искажения изображения должен быть точно направлен на суставную щель.

В описании укладки на каждой странице в тех случаях, когда центровка должна быть выполнена очень аккуратно, дается небольшой значок  . Для бокового снимка предплечья к положению ЦЛ не предъявляются очень строгие требования, поэтому просто сообщается, что ЦЛ направляется на середину предплечья без более точного указания.

Точка прохождения центрального луча определяется на снимке как пересечение диагоналей прямоугольного (в большинстве случаев) диафрагмированного поля.

4. **Параметры экспозиции**. Анализируется, насколько избранные параметры (кВ, мА и время экспозиции) оказались оптимальными для получения изображения данного объекта.

В первую очередь, **не должно быть нерезкости изображения из-за движения объекта**. При этом в тексте сообщается, каким образом установить наличие или отсутствие нерезкости. (Уменьшение динамической нерезкости от движения объекта принимается во внимание при выборе времени экспозиции.)

5. **Маркировка снимка**. Пятый критерии оценки связан с наличием на снимке маркировки — идентификационного номера (Ф.И.О., дата рождения или возраст) пациента, маркеров правой и левой сторон, положения пациента, даты и времени исследования. Все эти маркеры должны быть видны на снимке, но не перекрывать важные анатомические структуры.

Примечание. Эти критерии являются общими для всех укладок и должны учитываться каждый раз при оценке качества снимка.

ПРИМЕР ОЦЕНКИ БОКОВОГО СНИМКА ПРЕДПЛЕЧЬЯ

Критерии качества снимка

Видимые структуры. • Боковая проекция охватывает всю лучевую и локтевую кости, проксимальный ряд костей запястья, локтевой сустав и дистальный конец плечевой кости. • Видны окружающие мягкие ткани: подкожные жировые подушки, тени сухожилий и связок кисти и локтевого сустава.

Укладка. • Длинная ось предплечья направлена продольно по кассете. • Локтевой сустав согнут под 90º • Нет признаков отклонения от истинно боковой укладки, а именно: головка локтевой кости накладывается на лучевую кость, надмыщелки локтевой кости накладываются друг на друга, головка лучевой кости накладывается на венечный отросток и бугристость лучевой кости видна в профиль.

Диафрагмирование и центральный луч. • Края шторок диафрагмы видны вблизи контуров кожи вдоль всего предплечья при минимальном диафрагмировании по концам костей, так что видны суставы. • ЦЛ и центр поля диафрагмирования приходятся на середину костей предплечья

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст изображения без нерезкости от движения, резкие контуры компактного слоя кости, четкая трабекулярная структура костей. Видимость жировых подушек и сухожильных теней около лучезапястного и локтевого суставов.

Маркировка снимка: идентификационный номер пациента, время исследования, обозначения сторон и укладки пациента должны быть размещены на снимке так, чтобы они не накладывались на диагностически значимые анатомические структуры.

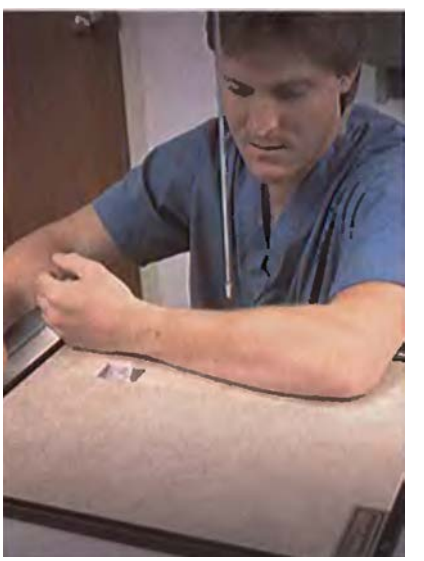


Рис. 1-102. Правильная укладка при рентгенографии предплечья в боковой проекции



Рис. 1-103. Рентгенограмма предплечья в боковой проекции

Маркировка снимка и идентификационные данные пациента

На каждом снимке должны располагаться как минимум два вида маркеров: **1) идентификатор пациента с датой исследования** и **2) маркеры анатомических сторон.**

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАЦИЕНТА И ДАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (НА СТАНДАРТНЫХ КАССЕТАХ С УСИЛИВАЮЩИМИ ЭКРАНАМИ)

Обычно эта информация: дата исследования, фамилия и инициалы пациента, номер больничной карты, название лечебного учреждения — набирается на специальной карточке и затем отпечатывается с помощью оптического маркера через специальное окошечко на краю кассеты. Если окошка нет, то на краю обычной кассеты должен быть обозначен участок для идентификации (рис. 1-104), но необходимо следить, чтобы этот участок не попадал на какую-либо важную для диагностики структуру.

В данном руководстве всегда будет указываться предпочтительное место расположения идентификационного поля по отношению к снимаемому объекту. На снимках грудной клетки рекомендуется помещать идентификационное поле на верхнем краю, а на снимках живота — на нижнем краю приемника изображения (указано малыми стрелками на рис. 1-105). Этот маркер не должен как можно меньше перекрывать важные анатомические структуры.

МАРКЕРЫ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТОРОНЫ

С помощью специальных маркеров (обычно буквы П (R) и Л (L)) на снимке обязательно должна быть помечена правая или левая сторона туловища или конечности. Лучше всего эти маркеры помещать непосредственно на кассету ближе к соответствующей (правой или левой) боковой границе диафрагмированного поля, но так, чтобы маркер не наложился на важную анатомическую часть объекта.

Учтите, что маркеры изготовлены из материала, поглощающего рентгеновские лучи, и их надо помещать только внутри диафрагмированного поля, так чтобы они появились на изображении.

Оба вида маркеров — идентификатор пациента и стороны объекта — должны быть на **ВСЕХ** снимках. Распространенная практика надписывания снимков уже после их обработки крайне нежелательна, так как может привести к серьезным, юридически наказуемым ошибкам из-за неправильной маркировки. **Снимок, сделанный без этих двух видов маркеров должен быть переделан**, что сопряжено с дополнительным облучением пациента и является серьезной ошибкой рентгенолаборанта.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВИДЫ МАРКИРОВКИ

При необходимости можно использовать и некоторые другие виды маркировки, в частности инициалы рентгенолаборанта, которые, как правило, помещаются на маркеры правой или левой стороны, чтобы можно было установить, кто именно несет ответственность за данный снимок. Иногда помещается и номер кабинета.

Обычно также помещают **указание времени исследования**, например 1, 5, 15 и 20 мин на серии внутривенных урограмм.

Другим важным идентификатором является маркер снимков, сделанных в латеропозиции, в виде, например, стрелок, указывающих, **какая сторона находится вверху**. Для отличия рентгенограмм грудной клетки в вертикальном или лежачем положении пациента следует использовать маркер «стоя» или «лежа».

В особых ситуациях маркируются переднезадние снимки грудной клетки, сделанные на вдохе или выдохе (маркеры **«на вдохе», «на выдохе»**). На снимки, сделанные с поворотом (предплечье или плечевой сустав), ставятся макеты **«поворот внутрь»** или **«поворот наружу»**. Образцы маркеров приведены на рис. 1-106.

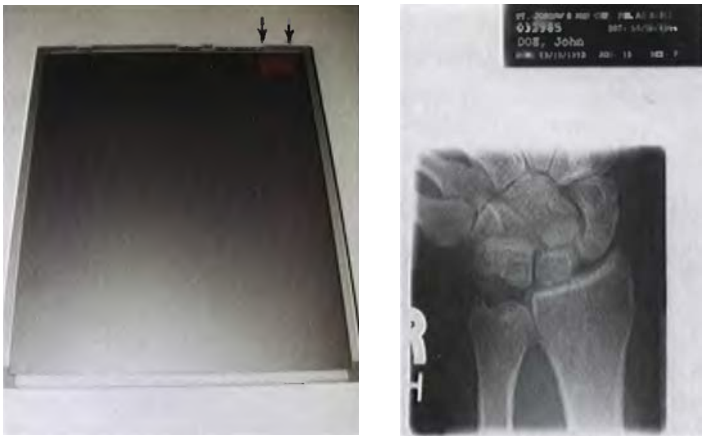


Рис. 1-104. Идентификатор пациента

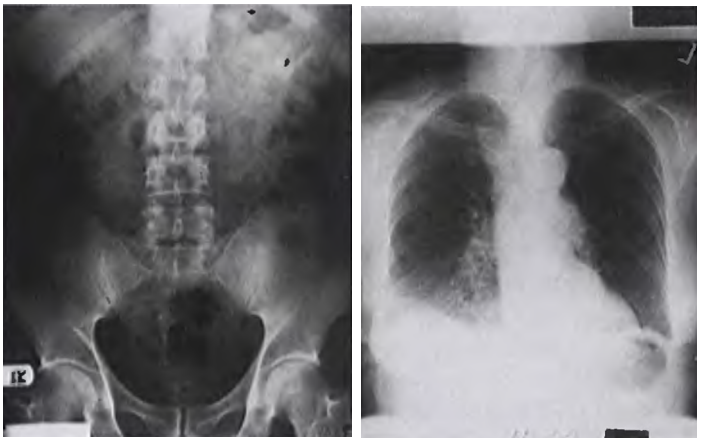


Рис. 1-105. Правильно размещенные маркеры стороны и идентификатор пациента (правая сторона пациента находится слева по отношению к зрителю)



Рис. 1-106. Образцы маркеров

Параметры экспозиции при рентгенографии и качество изображения

Параметры экспозиции при рентгенографии влияют на качество получаемого изображения. Часть этих параметров непосредственно связана с укладками, и они рассмотрены ниже.

ПАРАМЕТРЫ ЭКСПОЗИЦИИ

При любом исследовании рентгенолаборант устанавливает на пульте управления три технических параметра экспозиции (рис. 1-107).

1. **Высокое напряжение вкиловольтах (кВп[1])**
2. **Миллиамперы (мА)** } **мАс**
3. **Время экспозиции (с)** }

Миллиамперы (мА) и время экспозиции в секундах (с) обычно объединяются в единое значение — мАс, которое определяет количество рентгеновских гамма-квантов, излученных рентгеновской трубкой за время экспозиции.

Каждый из этих параметров определенным образом влияет на характеристики изображения. Кроме умения правильно выполнять укладку пациента, рентгенолаборант должен отчетливо понимать физический смысл и действие экспозиционных параметров.

Примечание: использование системы **автоматического контроля экспозиции (рентгеноэкспонометра)** облегчает труд рентгенолаборанта, так как время экспозиции в этом случае определяется автоматически.

КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Ряд показателей, по которым оценивается качество рентгенографического изображения, называются **факторами качества изображения.** Четыре основных фактора качества изображения

1. **Оптическая плотность снимка.**
2. **Контрастность.**
3. **Четкость.**
4. **Геометрические искажения.**

Объясним взаимосвязь между параметрами экспозиции у факторами качества изображения.

Оптическая плотность снимка

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Плотность обработанного снимка может быть определена как степень его почернения. Чем больше плотность, тем меньше света проходит сквозь изображение.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОПТИЧЕСКУЮ ПЛОТНОСТЬ СНИМКА

Основным фактором, влияющим на оптическую плотность рентгенограммы, является величина экспозиции мАс, которая прямо пропорциональна количеству рентгеновских гамма-квантов, излученных рентгеновской трубкой за время экспозиции. Удвоение этого показателя удваивает количество гамма-квантов и удваивает плотность снимка.

Другим дополнительным фактором изменения оптическим плотности является расстояние от рентгеновской трубки до кассеты или **«расстояние источник-приемник» (РИП)**. Согласно закону обратного квадрата расстояния, двукратное увеличение РИП уменьшит интенсивность излучения на приемнике изображения в четыре раза и, следовательно, во столько же раз уменьшит плотность снимка. Таким образом, расстояние существенные образом влияет на плотность снимка, но поскольку при рентгенографии обычно пользуются стандартным расстоянием, основным параметром, изменяющим плотность снимка, остается экспозиция мАс.

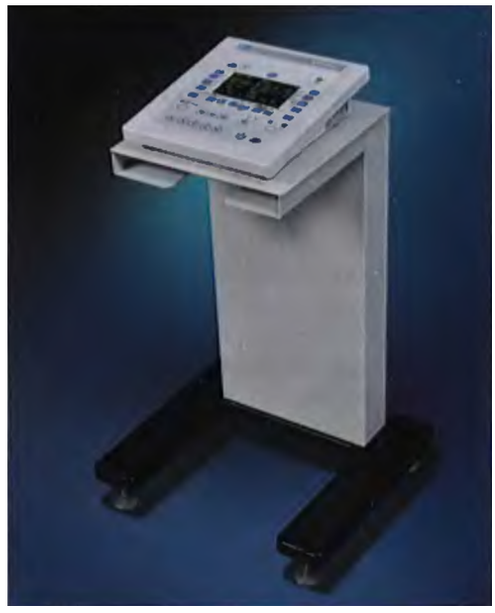


Рис. 1-107. Пульт управления рентгеновского аппарата, предоставлено VILLA SISTEMI MEDICALI, Италия



Рис. 1-108. 2,5 мАс (60 кВ) - снимок недоэкспонирован



Рис. 1-109. Снимок переделан при удвоенной экспозиции — 5 мАс (60 кВ)

ПРАВИЛО ИЗМЕНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ

В общем виде это правило гласит, что при ручном выборе параметров съемки на обычную кассету с пленкой и усиливающими экранами **при пересъемке недоэкспонированного (слишком прозрачного) снимка необходимо как минимум вдвое увеличить мАс.** Так, например, если снимок кисти при 2,5 мАс оказался недоэкспонированным и требует пересъемки (рис. 1-108), то при этом надо увеличить мАс не менее чем до 5 мАс, при условии, что кВ и другие параметры не меняются (рис. 1-109).

Вместе с тем, как об этом будет сказано ниже, **при цифровой (ЦР) или компьютерной рентгенографии (КР)**, где используются не пленка с экранами, а специальные детекторы рентгеновского излучения, можно изменить плотность и контраст полученного изображения, не повторяя экспозиции.

Резюме. Для правильной передачи снимаемых органов и тканей необходима оптимальная плотность изображения, которая регулируется в первую очередь показателем мАс. Слишком малая (недоэкспонирование) или слишком большая плотность (переэкспонирование) не смогут правильно передать на изображении изучаемые ткани и структуры.

---

[1] В дальнейшем мы будем использовать более привычную размерность величины электрического напряжения, подаваемого на рентгеновскую трубку, - кВ, но в этот раз хотим обратить ваше внимание на то, что во всем мире в данном случае применяется размерность кВп (kVp) - величина напряжения в пике. При этом средняя энергия рентгеновского пучка составляет примерно 2/3 от максимального (пикового) значения. - *Ред.*

Контрастность

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Рентгенографический контраст определяется **разностью оптических плотностей прилежащих участков рентгеновского изображения.** Чем больше эта разность, тем контрастнее изображение и наоборот. Это хорошо демонстрирует изображение ступенчатого клина на рентгенограмме грудной клетки на рис. 1-110, где заметна выраженная разница плотностей смежных участков, что свидетельствует о **высокой** контрастности изображения. На рис. 1-111, наоборот, заметны малая разница плотностей смежных ступеней клина и **низкая** контрастность самой рентгенограммы.

Котрастность иногда характеризуют **длинной или короткой шкалой контрастности**, имея в виду длину диапазона оптических плотностей от самой яркой до самой темной. Это видно на рис. 1-110 с **короткой шкалой высокой контрастности** и большой разностью смежных плотностей и меньшим количеством ступеней плотности, чем на рис. 1-111.

НАЗНАЧЕНИЕ КОНТРАСТНОСТИ

Назначение или функция контрастности изображения **максимально выявлять анатомические детали на изображении.** Следовательно, важно получать оптимальную контрастность изображения и понимать ее роль, как критерия оценки качества рентгенограммы.

Сама по себе степень контрастности не может быть хорошей или плохой. Так, низкая контрастность (длинная шкала контрастности) желательна на рентгенограммах грудной клетки, где требуется множество оттенков серого цвета, чтобы видеть очень тонкие элементы легких. Это видно при сравнении двух рентгенограмм грудной клетки на рис. 1-110 и 1-111. На низкоконтрастной рентгенограмме (длинная шкала) на рис. 1-111 заметно больше теневых элементов, о чем говорит, в частности, видимость позвонков через тень сердца и средостения. А на более контрастной рентгенограмме на рис. 1-110 тени позвонков хуже видны через структуры средостения.

Контрастность регулируется в основном значением кВ, как это будет сказано ниже, и диапазон кВ, принятый в рентгеновском кабинете данного ЛПУ, может отличаться от рекомендованных значений, приведенных в нашем руководстве.

РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основным параметром управления контрастностью является значение кВ. Он определяет проникающую способность пучка рентгеновского излучения («жесткость» излучения). Чем больше показатель кВ, тем больше средняя энергия пучка излучения, том меньше разница в поглощении рентгеновских лучей тканями различной плотности. То есть более высокая жесткость излучения (высокое значение кВ) уменьшает контрастность изображения.

Величина кВ является также вторичным фактором управления оптической плотностью изображения. При более высоком значении кВ и большей проникающей способности излучения основная его часть проходит через объект и достигает приемника, что увеличивает общую оптическую плотность изображения. Общее правило гласит, что **подъем кВ на 15% повышает плотность изображения так же, как и удвоение мАс.**

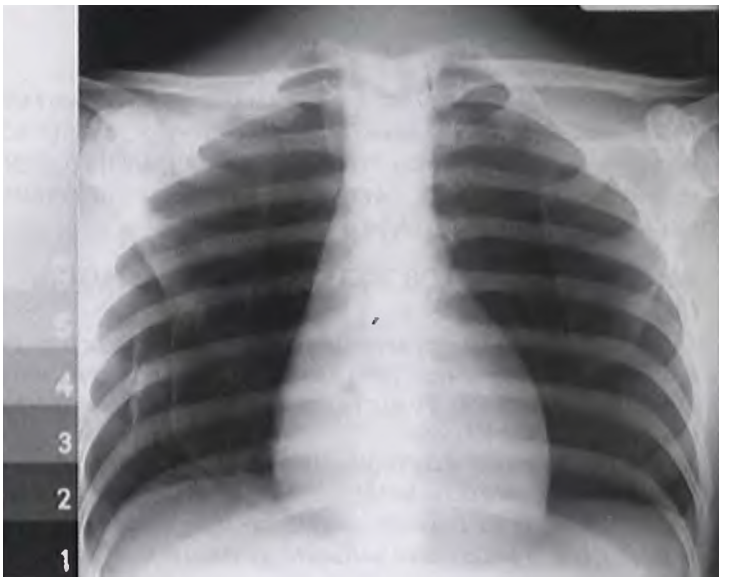


Рис. 1-110. Высокий контраст, короткая шкала (50 кВ, 800 мАс)



Рис. 1-111. Низкий контраст, длинная шкала (110 кВ, 10 мАс)

Отсюда следует, что при низком диапазоне кВ, например от 50 до 70 кВ, подъем значения кВ на 8-10 кВ увеличит плотность снимка вдвое (что равноценно удвоению мАс), тогда как в диапазоне 80-100 кВ для этого необходим подъем уже на 12-15 кВ. Эта закономерность имеет значение для защиты от облучения, поскольку, увеличив кВ, можно существенно снизить мАс и тем самым уменьшить облучение пациента.

Резюме. При каждом рентгенографическом исследовании следует использовать самое высокое значение кВ и наиболее низкое значение мАс, достаточные для получения необходимой диагностической информации. Одновременно такой подход обеспечивает и снижение дозы облучения пациента[1].

---

[1] Statkiewicz-Sherer MA, Visconti PJ, Ritenour ER: *Radiation protection in medical radiography*, ed. 3, St Louis, 1998, Mosby.

Четкость[1]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Четкость иногда определяется как видимая резкость деталей изображения. Резкость деталей изображения определяется ясностью и резкостью тонких структур линий и границ полученные на рентгенограмме структур. Плохая видимость деталей называется **нечеткостью (нерезкостью)**.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ НА ЧЕТКОСТЬ СНИМКА

Качественный снимок характеризуется высокой резкостью видимых на нем элементов (этот параметр всегда обсуждается при описании снимка). Резкость зависит от ряда геометрических факторов и движения.

Геометрические факторы. Три геометрических фактора влияют на четкость изображения. **1) размер фокусного пятна трубки, 2) расстояние «источник—приемник изображения» (РИП) и 3) расстояние «объект—приемник изображения» (РОП).**

Чем меньше размер фокусного пятна, тем меньше геометрическая нерезкость изображения (см. рис. 1-117 на следующей странице). Поэтому при рентгенографии всегда, когда это возможно, следует выбирать малый фокус.

Сочетание **малого фокусного пятна и большого РИП при минимальном РОП** дает **наименьшую геометрическую нерезкость**, что повышает общую резкость изображения, о чем будет сказано в разделе об искажениях изображения.

Чувствительность системы пленка/экран. Чувствительность системы пленка/экран влияет на резкость, так как позволяет уменьшить время экспозиции и тем самым влияние движения объекта, о чем будет сказано ниже в разделе защиты от облучения.

Движение. Единственным фактором, связанным с укладкой пациента и ухудшающим резкость, является движение. Можно выделить два вида движения: произвольное и непроизвольное

Произвольное движение, связанное с дыханием или другими движениями снимаемой части тела, можно контролировать путем **задержки дыхания и фиксации** пациента. В последнем случае эффективно использование различных подкладок, мешочков с песком и прочего. Такой метод более всего используется при рентгенографии конечностей, что будет показано ниже.

Непроизвольное движение пациент по своей воле контролировать не может (например, перистальтику желудка и кишечника). Если на снимке имеются нерезкие элементы, рентгенолаборант должен установить, непроизвольными или произвольными движениями они вызваны. Это очень важно установить, так как методы устранения нерезкости от этих двух типов движения различны.

РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ ПРОИЗВОЛЬНЫМИ И НЕПРОИЗВОЛЬНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ

Произвольное движение, которое контролировать легче, характеризуется **общей нерезкостью** изображения взаимосвязанных структур, как, например, нерезкость контуров диафрагмы и верхних органов брюшной полости (рис. 1-112).

Непроизвольное движение распознается по ограниченности, локальности **зоны нерезкости**. Его обнаружить труднее, но на снимках живота оно может проявляться локальным размазыванием контуров кишечника на небольшом протяжении, тогда как остальные отделы кишки выглядят резкими (газ в кишке на рентгенограмме выглядит темным). При внимательном рассмотрении рис. 1-113 видна некоторая нерезкость изображения только в левой верхней части брюшной полости (указано стрелками). Контуры остальных отделов кишечника выглядят четкими и резкими. На рис. 1-112, наоборот, видно размазывание изображения как диафрагмы, так и всех отделов кишечника.

[1] В отечественной рентгенодиагностике принят термин «пространственное разрешение», который может быть измерен и имеет размерность — пары линий на мм (п.л./мм). Но в мировой практике при обсуждении пленочных рентгенограмм чаще употребляют термин «четкость». — *Ред.*



Рис 1-112. Произвольное движение (дыхание) - размазывание контуров диафрагмы и общая нерезкость изображения



Рис. 1-113. Непроизвольное движение (перистальтика) - ограниченное размазывание контуров в верхних отделах брюшной полости слева (стрелки)

В определенных случаях устранить или ослабить нерезкость от непроизвольных движений помогают некоторые приемы расслабления (релаксации) или тщательное инструктирование пациента о задержке дыхания. Лучшим же способом ослабить такого вида нерезкость служит сокращение времени экспозиции.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ЧЕТКОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ

1. **Малое фокусное пятно рентгеновской трубки.** Используйте его всегда, когда это возможно
2. **РИП.** Используйте большое расстояние источник-приемник.
3. **РОП.** Используйте минимальное расстояние между объектом и приемником изображения.
4. **Минимальное время экспозиции.** Сокращайте по возможности время экспозиции.
5. **Чувствительность системы пленка/экран.** Применяйте высокочувствительную пленку и усиливающие экраны для устранения нерезкости от произвольных и непроизвольных движений.

Геометрическое искажение изображения

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Четвертым фактором качества изображения является его **геометрическое искажение, т.е. неправильное проекционное отображение на приемнике изображения реальной формы и размеров объекта.** Увеличение размеров объекта иногда выделяют в виде отдельного фактора, но поскольку оно является частным случаем искажения размера, то правильнее его рассматривать как проявление этого вида деформации.

В действительности рентгеновское изображение какого-либо отдела тела не является его абсолютно точным отображением, поскольку всегда происходит определенное увеличение и искажение объекта из-за наличия **расстояния объект — приемник и расхождения лучей в пучке.** Тем не менее все возможные виды деформации изображения должны быть при рентгенографии приняты во внимание и минимизированы.

РАСХОЖДЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ПУЧКА

Понимание феномена расхождения рентгеновского пучка является исключительно важным для укладки пациента. Оно возникает вследствие вылета рентгеновских лучей из очень небольшого участка анода рентгеновской трубки и их геометрического расхождения на пути к приемнику изображения (рис. 1-114).

Размер пучка регулируется с помощью глубинной диафрагмы (коллиматора), которая поглощает периферическую часть пучка со всех четырех сторон и задает размер поля диафрагмирования. Чем больше это поле и чем короче РИП, тем больше угол наклона лучей на краях кассеты, что усиливает искажения на краях изображения.

Только **центральный луч** в пучке (ЦЛ) проходит через объект, не отклоняясь и перпендикулярно (под углом 90°) падает на плоскость кассеты. По этой причине **именно в этой точке искажение изображения минимально**. На всех других участках кассеты лучи падают на нее под разными углами, отличающимися от 90°, со все большим углом расхождения, возрастающим к периферии пучка.

На рис. 1-114 показано, как при проекции трех точек объекта (А, В и С) на кассету возникает увеличение изображения объекта. Из-за эффекта расхождения пучка и практически всегда имеющегося расстояния объект-приемник (РОП), устранить этот вид искажения полностью невозможно, но его, как и другие виды искажений, следует контролировать.

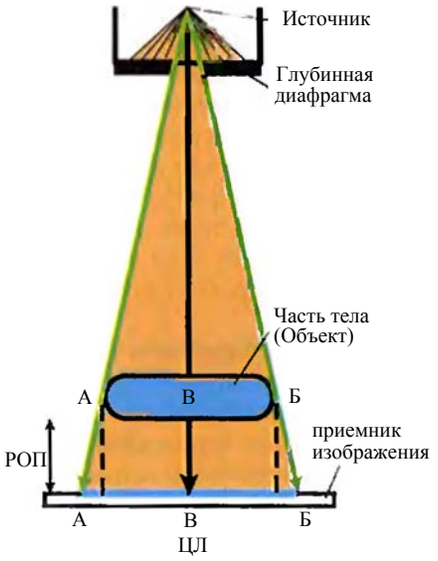


Рис. 1-114. Расхождение пучка рентгеновского излучения

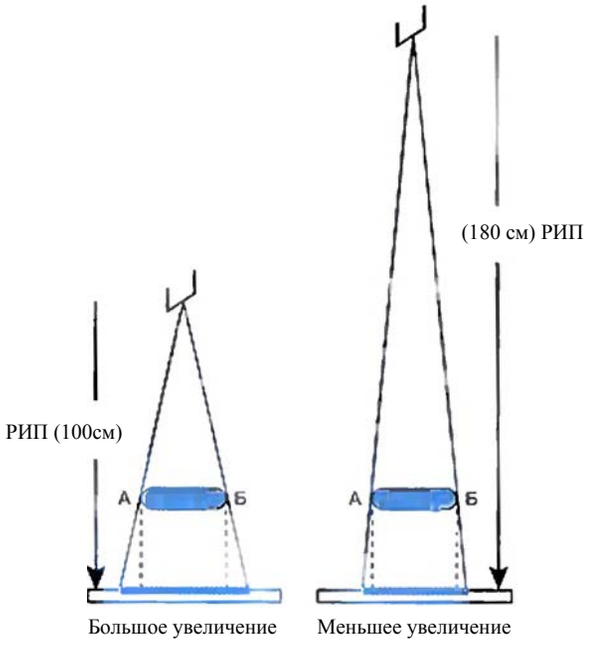


Рис. 1-115. Влияние РИП на увеличение изображения

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ИСКАЖЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

К четырем основным факторам относятся: 1) расстояние **источник-приемник (РИП),** 2) расстояние **объект-приемник (РОП),** 3) **расположение объекта по отношению к приемнику изображения** и 4) **направление ЦЛ**.

1. **РИП**. Влияние РИП на искажение изображения показано на рис. 1-115. Обратите внимание на то, что **чем больше РИП, тем меньше увеличение изображения объекта**. Вот почему рентгенограммы грудной клетки предпочтительнее делать с РИП 180 см, а не с традиционным значением 100 см. При РИП 180 см увеличение размеров сердца и других анатомических структур грудной клетки существенно меньше, чем при РИП 100 см.

Минимальное РИП — 100 см. На протяжении многих лет при большинстве видов рентгенографии как стандарт использовали РИП 100 см. Но в дальнейшем в целях **уменьшения облучения** пациента и улучшения передачи деталей на изображении стали применять РИП 110-120 см. Было показано, что увеличение РИП со 110 до 120 см снижает дозу облучения пациента на 12,5%[1].

Добавим, что вследствие эффекта расхождения пучка, описанного выше, увеличение РИП снижает коэффициент увеличения, и уменьшает геометрическую нерезкость изображения, что в конечном итоге улучшает качество рентгенограммы.

Рентгенолаборантам невысокого роста бывает трудно достать до трубки при большом РИП. Также не всегда есть техническая возможность увеличить мАс, так как при увеличении РИП со 100 до 120 см необходимо увеличить мАс на 50%. Поэтому во многих отделениях продолжают пользоваться стандартным РИП 100 см. Также во многих отделениях используют РИП 110 см при рентгенографии с отсеивающим растром и РИП 100 при рентгенографии с кассетой на деке стола, поскольку о большинстве снимочных столов расстояние между поверхностью деки и кассетодержателем решетки составляет от 8 до 10 см. Однако ряд новых моделей рентгеновских трубок с небольшим углом наклона анода и меньшим размером фокусного пятна требуют РИП более 100 см из-за «пяточного анодного эффекта» (см. ниже).

Поэтому в данном руководстве будет указываться в качестве **минимального** РИП 100 см, но в качестве **рекомендуемого** - РИП 110 см. Каждый рентгенолаборант может сам выбирать РИП в качестве стандарта для своего кабинета.

[1] Kebart RC, Jame CC. Benefits of increasing focal film distance. *Radiologic Technology* 62(6):434, 1991.

2. РОП. На рис. 1-116 показано влияние РОП на увеличение и искажение размеров объекта. **Чем ближе снимаемым объект к приемнику изображения, тем меньше увеличение и искажение объекта и тем лучше передача деталей.**

По этой причине лучше снимать верхние и нижние конечности на кассету помеченную прямо на деку стола, а не в кассетодержатель с отсеивающим растром[1]. Пленка в кассетодержателе в большинстве снимочных столов отстоит от поверхности деки на 8-10 см, что увеличивает РОП. А это не только увеличивает размер и искажение формы объекта, но и ухудшает резкость изображения.

Размер фокусного пятна и нерезкость (рис. 1-117). Для понимания принципа расхождения рентгеновского пучка начало рентгеновского пучка в трубке обозначалось как точка. На самом же деле этот участок на аноде трубки занимает определенную **площадь**, которую называют фокусным пятном. Выбор при рентгенографии **малого фокусного пятна** на двухфокусных трубках приводит к **меньшей нерезкости** изображения, что связано с эффектом полутени по краям объекта. Термином «полутень» обозначается зона размытости краев элементов изображения.

Выбор малого или большого фокуса производится самим рентгенолаборантом, однако даже при самом малом размере фокусного пятна эффект полутени в определенной степени все же сохраняется.

3. **Расположение объекта по отношению к приемнику изображения.** Третьим важным фактором искажения, связанным с укладкой, является расположение объекта по отношению к приемнику изображения. Имеется в виду **положение плоскости снимаемого объекта по отношению к плоскости кассеты.** Если плоскость объекта не параллельна плоскости кассеты, то происходит искажение объекта на изображении. Чем больше угол наклона объекта, тем больше это искажение.

Эффект неправильного расположения объекта наиболее выражен на изображении суставов или концов костей. Так, например, если при рентгенографии пальца кисти он будет не параллелен плоскости пленки, межфаланговые щели суставов будут перекрыты накладывающимися на них концами костей (рис. 1-118). Это же видно и на двух косых проекциях кисти на следующей странице.

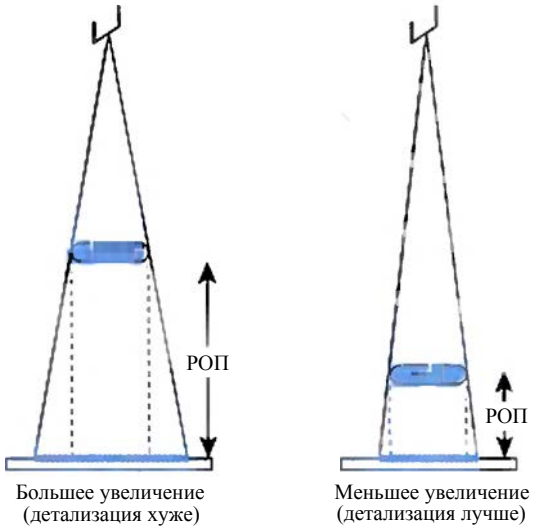


Рис. 1-116. Влияние РОП на увеличение изображения

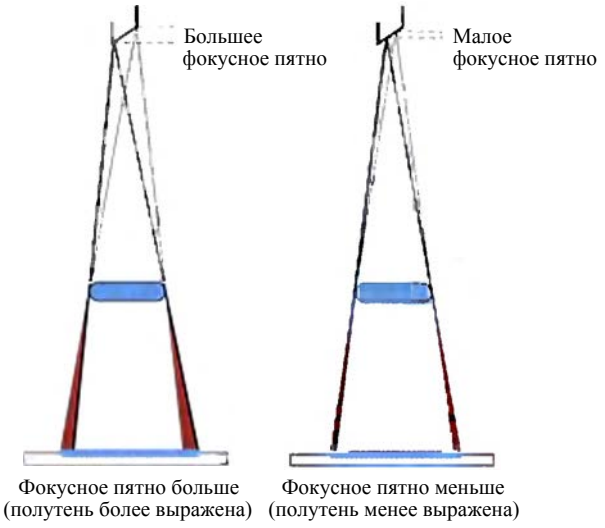


Рис. 1-117. Влияние размера фокусного пятна на образование полутени по краям изображения объекта

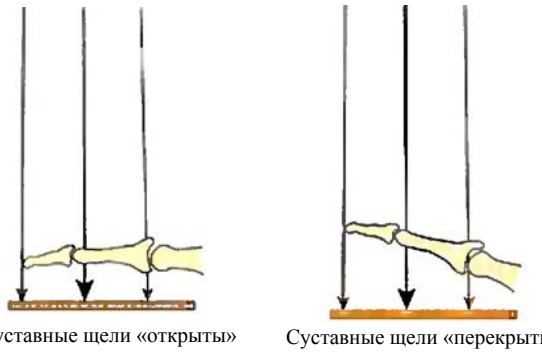


Рис. 1-118. Расположение обьекта и искажение его изображения

[1] В 1913 году берлинский рентгенолог Густав Букки (Gustav Bucky) предложил для уменьшения вклада рассеянного излучения использовать алюминиевую пластину с нанесенными на нее полосками свинца (две серии параллельных полосок, пересекающиеся под прямым углом). Он назвал пластину - растром (что буквально переводится словом «решетка» - нем. Raster, англ. grid). Полоски были достаточно широкими, и их изображение оставалось на рентгенограмме. Эту проблему решил в 1920 году американский ученый Холлис Поттер, предложив двигать пластину во время экспозиции. Возвратно-поступательное движение растра выполнялось системой электромагнит-пружина либо электромотором, оснащенным эксцентриком специальной формы.

С тех пор устройства, которые используют движущийся растр при получении рентгеновского изображения, во всем мире называют устройствами «Поттера-Букки». У нас в рентгеновских кругах для устройства Поттера-Букки сложился термин «решетка». Нам кажется верным называть растром (решеткой) саму пластину, а все устройство - кассетодержателем с подвижным или неподвижным растром. - *Ред.*

Эффект неправильного положения объекта но отношению к кассете. На рис. 1-119 пальцы зафиксированы **параллельно кассете** и щели межфаланговых суставов выглядят открытыми.

На рис. 1-120, где пальцы не параллельны кассете, эти суставы перекрываются концами костей, вследствие чего на снимке можно не увидеть переломы в этой зоне (а они здесь часто случаются). Сравните также, как выглядят открытые суставы на рис. 1-121 по сравнению с рис. 1-122 (стрелки).

Эти примеры демонстрируют влияние правильной укладки. Снимаемый объект должен располагаться максимально параллельно плоскости кассеты, что уменьшает искажение его изображения и раскрывает суставную щель.

4. Направление центрального луча (ЦЛ). Еще одним важным принципом укладки и четвертым фактором, влияющим на геометрическое искажение изображения является **правильное направление центрального луча.** Как уже говорилось, реально в пучке не отклоняется от перпендикулярного направления к плоскости кассеты только центральный луч. Поэтому **проекционно не искажается только часть объекта, расположенная по ходу Центрального луча**, по мере же увеличения угла расхождения от центра рентгеновского пучка к его периферии увеличивается и искажение объекта. По этой причине для его минимизации необходимо очень точно направлять ЦЛ по отношению к объекту.

На рис. 1-123 приведен пример правильного позиционирования центрального луча по отношению к коленному суставу в его задней проекции, чтобы изображение суставной щели искажалось в наименьшей степени, и она выглядела открытой.

На рис. 1-124 показано правильное расположение ЦЛ при выполнении задней проекции бодра с перпендикулярным направленном ЦЛ к кассете и на среднюю часть бедренной кости. Однако при этом суставная щель коленного сустава проецируется косо направленными лучами (стрелка), что искажает ее изображение. Суставная щель на таком снимке не раскрыта, и поэтому для исследования коленного сустава нужно выполнить второй снимок с направлением ЦЛ на середину сустава.

Наклон ЦЛ. В большинстве случаев ЦЛ направляют перпендикулярно (под 90°) к плоскости кассеты. Но в ряде случаев специально нужно наклонить ЦЛ, и тогда в описании укладки указывается угол наклона ЦЛ от перпендикулярного направления в градусах.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ

ПАРАМЕТР ИЗОБРАЖЕНИЯ	РЕГУЛИРУЮЩИЙ ПАРАМЕТР
1. Плотность	мАс (мА х время)
2. Контрастность	кВ
3. Четкость	Геометрические факторы: • Размер фокусного пятна • РИП • РОП Чувствительность комплекта пленка/экран
4. Геометрическое искажение	Движение (произвольное и непроизвольное) • РИП • РОП • Положение объекта по отношению к кассете • Направление ЦЛ



Рис. 1-119. Пальцы параллельны кассете - суставные щели открыты



Рис. 1-120. Пальцы непараллельны кассете - суставные щели перекрыты



Рис 1-121. Пальцы параллельны - суставные щели открыты



Рис. 1-122. Пальцы непараллельны - суставные щели перекрыты



Рис. 1-123. Правильное направление ЦЛ при задней проекции коленного сустава



Рис. 1-124. Правильное направление ЦЛ при задней проекции бедра (искажение изображения коленного сустава)

Анодный пяточный эффект

Этот эффект заключается с том, что **интенсивность рентгеновского излучения увеличивается по направлению от анодного к катодному окончанию рентгеновского излучателя.** Эффект связан с наклоном мишени анода. Электроны падают на поверхность анода перпендикулярно и поглощаются на первых миллиметрах поверхности анода (которая чаще всего выполнена из вольфрама). Возникающее при торможении электронов рентгеновское излучение поглощается материалом анода. При этом максимальный вылет рентгеновских гамма-квантов наблюдается в направлении, перпендикулярном поверхности анода, в направлении же вдоль поверхности анода интенсивность излучения равна нулю.

Исследованиями показано, что разница в интенсивности излучения от катодного к анодному концу пучка излучения может составлять от 30% до 50% в зависимости от угла наклона анода при размере приемника излучения 43 см и РИП 100 см (рис. 1-125)[1].

Вообще говоря, чем меньше фокусное пятно, тем сильнее выражен пяточный эффект. Сильнее всего он проявляется **при малом РИП**. так как чем больше РИП, **тем** более однородную часть пучка мы используем, чтобы перекрыть поле исследования (рис. 1-125) Таким образом, **пяточный эффект наиболее выражен при больших размерах кассеты, малом РИП и малом фокусном пятне.**

Примечание: более острый угол наклона анода также увеличивает пяточный эффект, особенно это важно учитывать при исследованиях на поворотных столах штативах с РИП около 75 см. В таком случае применение трубки с углом наклона анода менее 15° приведет к обрезанию края изображения на кассете размером 35 х 35 см.

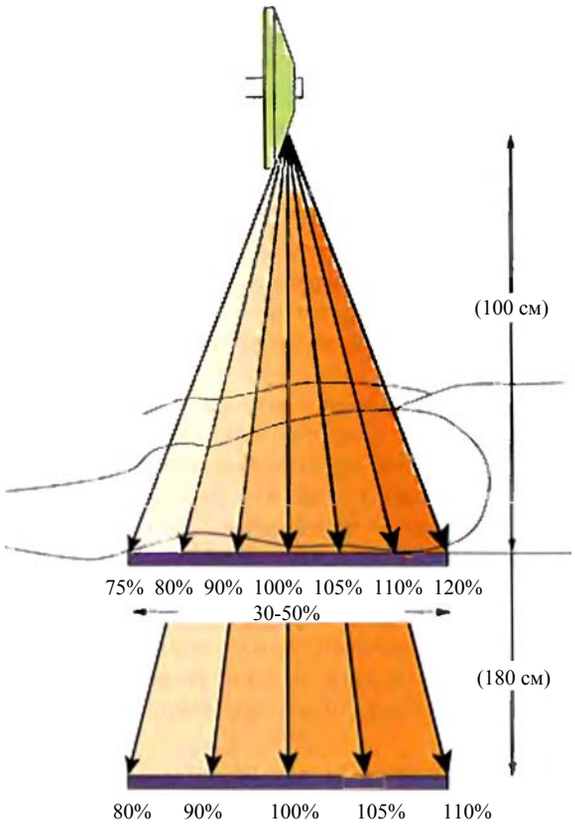


Рис. 1-125. Анодный «пяточный» эффект

УЧЕТ ПЯТОЧНОГО ЭФФЕКТА ПРИ УКЛАДКЕ

При расчете оптимальной экспозиции объекта, имеющего разную толщину, следует принимать во внимание пяточный эффект и **помещать более толстую (плотную) часть объекта ближе к катодному концу излучателя** (расположение катода и анода обычно помечаются на кожухе излучателя).

К таким объектам относятся живот, позвоночник, длинные кости конечностей (например, бедренная и берцовые кости)[2].

В таблице справа приведены отделы тела и проекции, при которых следует учитывать пяточный эффект. (Об этом также говорится и и разделе укладок в каждом конкретном случае.) Первые три позиции в таблице (расположены по мере убывания значимости) являются наиболее важными для учета пяточного эффекта.

Исключение: учет пяточного эффекта не всегда возможен и не всегда имеет практическое значение (зависит от состояния пациента и имеющеюся рентгеновского оборудования).

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «ПЯТОЧНОГО» ЭФФЕКТА

ПРОЕКЦИЯ	АНОДНАЯ СТОРОНА	КАТОДНАЯ СТОРОНА
Грудной отдел позвоночника • Задняя	Голова	Ноги
Поясничный отдел позвоночника • Боковая	Голова	Ноги
Бедро • Задняя и боковая (рис. 1-125)	Ноги	Голова
Плечевая кость • Задняя и боковая	Локоть	Плечо
Голень (берцовые кости) • Задняя и боковая	Голеностопный сустав	Колено
Предплечье • Задняя и боковая	Запястье	Локоть

[1] Cratale P., Wright DL, Daughtry L; Using the anode heel effect for extremity radiography/ Radiologic Technology (61)3:195, 1990.

[2] В маммографии пяточный эааекг используется вместо выравнивающего фильтра. — *Ред*.

Профессиональная этика и обращение с пациентом

Рентгенолаборант[1] является ответственным членом медицинского персонала, выполняющего рентгенологические исследования, к которому предъявляются определенные этические требования (этический кодекс).

Профессиональный этический кодекс содержит правила поведения представителей определенной профессии.

Этический кодекс CAMRT (Canadian Association of Medical Radiation Technologists — Канадская ассоциация медицинских рентгенолаборантов)

Ассоциация считает своей обязанностью создавать и пропагандировать профессиональные протоколы работы и поведения персонала. Соблюдение этих стандартов является личной и персональной ответственностью каждого работника. Настоящий Этический кодекс предусматривает, что каждый член Ассоциации обязан:

- выполнять свою работу с достоинствам и при безусловном уважении ко всем лицам, независимо от их расовой, национальной или этнической принадлежности, цвета кожи, пола, сексуальной ориентации, религиозных взглядов, возраста, вида заболевания, психического или физического состояния;
- заслуживать доверие общества своей профессиональной компетенцией и поведением;
- выполнять все процедуры и исследования с соблюдением действующих стандартов безопасности, если они существуют;
- применять только такие процедуры, в которых член Ассоциации имеет соответствующий навык или разрешение соответствующих административных органов, если он прошел соответствующую подготовку на нужном уровне;
- использовать в своей практике только те методы рентгенодиагностики, в которых он получил сертификат Ассоциации и которыми владеет в настоящее время;
- понимать, что пациент должен получать диагностическую информацию только от своего врача, но мнение рентгенолаборанта относительно выполненного им исследования, высказанное другому медицинскому специалисту, может способствовать диагностике и лечению пациента;
- понимать и соблюдать конфиденциальный характер любой информации, полученной им от пациента, за исключением тех случаев, когда эта информация должна быть доведена до компетентных лиц по закону или необходима для лечения пациента;
- сотрудничать с представителями других медицинских профессий;
- развивать научные и практические основы рентгенодиагностики;
- профессионально участвовать в деятельности Ассоциации.

Принят Канадской Ассоциацией медицинских технологов-радиологов в июне 1997 г.

Этический кодекс ASRT (American Society of Radiologic Technologists — Американская ассоциация рентгенолаборантов)

1. Рентгенолаборант действует профессиональным образом в соответствии с интересами пациента и сотрудничает с коллегами в обеспечении пациенту качественной медицинской помощи.
2. Рентгенолаборант стремится к совершенствованию принципов профессиональной деятельности в целях служения людям и с уважением к их чувству достоинства.
3. Рентгенолаборант обеспечивает пациентам медицинскую помощь независимо от их личных качеств или характера заболевания, без какой-либо дискриминации по половой или расовой принадлежности, религиозным или политическим убеждениям и общественному положению.
4. В зависимости от поставленной задачи рентгенолаборант использует аппаратуру и технологию исследования, основанные на получениях им теоретических знаниях и принципах.
5. Рентгенолаборант оценивает ситуацию, обеспечивает пациенту необходимую помощь с достаточной осторожностью и здравым смыслом при полном учете интересов пациента и несет ответственность за свои профессиональные решения.
6. Рентгенолаборант действует как представитель врача-рентгенолога, для обеспечения его информацией, необходимой для диагностики и лечения пациента, сознавая при этом, что диагностическая интерпретация полученных данных не входит в его профессиональную обязанность.
7. Рентгенолаборант использует аппаратуру и приспособления, применяет методику исследования и выполняет все необходимые манипуляции в соответствии с принятыми стандартами, проявляя при этом полную компетентность в защите пациента, себя самого и другого медицинского персонала от избыточного облучения.
8. Рентгенолаборант действует в полном соответствии с принципами профессиональной этики, соблюдая право пациента на качественную радиологическую помощь.
9. В соответствии с правами пациента, рентгенолаборант соблюдает необходимую в рамках профессии конфиденциальность полученной информации и передает ее только в случаях, предусмотренных законам, или в интересах безопасности индивидуума или общества.
10. Рентгенолаборант постоянно повышает свою квалификацию, участвуя в системе профессионального непрерывного образования и в иной профессиональной деятельности, делится своими знаниями с коллегами, изучает нововведения в своей профессии

Пересмотренный вариант Кодекса принят Американским обществом рентгеновских технологов и Американским регистром рентгеновских технологов в 1994 году.

[1] Здесь и всюду в тексте принятое в мировой практике обозначение профессии «medical radiographer» или «technician» мы заменяем более адекватным по функции названием «рентгенолаборант», принятым к отечественной практике. Хотя для сотрудника кабинетов КТ, МРТ и УЗИ более подходит название «лучевой технолог». Заметим, однако, что в мировой практике врач-рентгенолог не принимает участия в получении диагностической информации, а занят только диагностикой, за что и несет уголовную ответственность. Medical radiographer - рентгенолаборант выполняет всю работу по укладке, выбору параметров экспозиции и предоставлению врачу диагностической информации. — *Ред*.

Протокол и порядок проведения рентгенографии общего назначения[1]

В каждом рентгеновском отделении должны существовать согласованные и утвержденный порядок и протоколы, в соответствии с которыми выполняются все рентгенографические исследования общедиагностического назначения. Это необходимо в целях поддержания общего стандарта исследований для всего персонала отделения.

Ниже приводятся примеры протокола для пленочной и цифровой компьютерной рентгенографии, принятые в Midwestern University Hospital (г. Айова, США).

ПЛЕНОЧНАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ

1. Прочтите и проанализируйте направление на исследование. Особое внимание обратите на вид укладки, который потребуется для данного исследования, и на возможные параметры экспозиции для него.
2. Выберите комбинацию пленка/экраны, размер и количество кассет.
3. Сложите нужные кассеты в переносной контейнер.
4. Подготовьте рентгеновский кабинет.
5. Проверьте, что пациент соответствует указанному в направлении Ф.И.О. (Переспросите у пациента фамилию, имя и отчество.)
6. Попросите пациента раздеться соответствующим исследованию образом.
7. Объясните пациенту, что вы будете делать и что потребуется от него.
8. Поместите соответствующим образом кассету в кассетодержатель или на деку стола.
9. Помогите пациенту разместиться необходимым образом.
10. Измерьте толщину снимаемого участка тела.
11. Используйте отсеивающий растр, если толщина обьекта более 12 см.
12. Определите необходимые значения кВ и мАс и установите их на пульте управления.
13. Аккуратно выполните укладку.
14. Поместите маркеры правой или левой анатомической стороны.
15. При необходимости зафиксируйте пациента.
16. Всем пациентам моложе 50 лет обеспечьте гонадную защиту.
17. При необходимости снабдите возможных помощников при исследовании защитными фартуками и перчатками.
18. Дайте пациенту команду о задержке дыхания (если это нужно).
19. Наблюдая за пациентом через окно, выполните экспозицию.
20. Для каждого последующего снимка повторите этапы с 8 по 18.
21. Не оставляйте пациента одного в кабинете, пока не освободите его от фиксирующих устройств и не дадите в руки устройство для вызова персонала.
22. Объясните пациенту, что идете проявлять снимки и проверить их качество.
23. С помощью идентификационной карты промаркируйте каждую отснятую кассету.
24. Проявите снимки.
25. Запишите в регистрационном документе Ф.И.О, дату, время, количество снимков, номер кабинета, метод исследования и номер истории болезни пациента.
26. Тщательно оцените снимки. Если снимки не нуждаются в повторении, поместите их в ящик для хранения или, если необходимо, отдайте их пациенту.
27. Зарегистрируйте в компьютере правильно заполненную карточку пациента с указанием латы, времени, номера кабинета, числа снимков (в том числе забракованных).
28. Помогите пациенту сойти со стола и, если нужно, сесть в кресло-каталку или лечь на каталку.
29. Откройте дверь пациенту.
30. Вызовите следующего пациента и укажите ему, где он должен находиться.
31. Приведите в порядок кабинет, смените белье, протрите деку спиртом.
32. Вымойте руки.

ЦИФРОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ

1. Прочтите и проанализируйте направление на исследование Особое внимание обратите на вид укладки, который потребуется для данного исследования и на возможные параметры экспозиции для него.
2. Определите тип, размер и число пластин, которые вам потребуются. Выбирайте минимально возможные размеры. Если пластины не использовались последние 48 часов, сотрите их.
3. Сложите нужные кассеты в переносной контейнер.
4. Подготовьте рентгеновский кабинет.
5. Проверьте соответствие пациента указанному в направлении Ф.И.О. (Переспросите у пациента фамилию, имя и отчество.)
6. Попросите пациента раздеться соответствующим исследованию образом.
7. Объясните пациенту, что вы будете делать и что потребуется от него.
8. Поместите кассету в кассетодержатель или на деку стола так, чтобы ее красный угол был направлен каудально или к левой стороне, а зеленая полоска - краниально или к правой стороне пациента.
9. Помогите пациенту занять нужное положение. Удостоверьтесь, что область съемки приходит на центр кассеты. При выполнении нескольких снимков конечности на одной пленке делайте, их как можно ближе друг к другу и перекрывайте неэкспонированную масть свинцовым экраном.
10. Измерьте толщину снимаемого участка тела.
11. Используйте отсеивающий растр, если толщина объекта более 12 см
12. Определите необходимые значение кВ и мАс и установите их на пульте управления.
13. Аккуратно выполните укладку.
14. Поместите маркеры правой или левой анатомической стороны.
15. При необходимости зафиксируйте пациента.
16. Всем пациентам моложе 50 лет обеспечьте гонадную защиту.
17. При необходимости снабдите возможных помощников при исследовании защитными фартуками и перчатками.
18. Дайте пациенту команду о задержке дыхания (если это нужно).
19. Наблюдая за пациентом через окно, выполните экспозицию.
20. Для каждого последующего снимка повторите этапы с 8 по 18.
21. Не оставляйте пациента одного в кабинете, пока не освободите его от фиксирующих устройств и не дадите в руки устройство для вызова персонала.
22. Объясните пациенту, что идете проявлять снимки и проверить их качество.
23. Вставьте кассету в считывающее устройство красными уголками вперед и белой поверхностью кверху.
24. Введите идентификатор пациента в сканер.
25. Выберите и установите вид исследования и метод обработки изображения.
26. Подождите, пока сканер не сообщит, что изображение обработано, а пластина стерта, после чего извлеките ее из сканера.
27. Зарегистрируйте дату, время, число снимков, Ф.И.О. и номер истории болезни пациента, номер кабинета, технические условия снимка.
28. Оцените качество изображений. Если изображения не требуют повторения, направьте их на рабочую станцию врача и сделайте, если нужно, твердые копии.
29. Зарегистрируйте в компьютере правильно заполненную карточку пациента с указанием даты, времени, номера кабинета, числа снимков (в том числе забракованных).
30. Помогите пациенту сойти со стола и, если нужно, сесть в кресло-каталку или лечь на каталку.
31. Откройте двери пациенту.
32. Вызовите следующего пациента и укажете ему, где он должен находиться.
33. Приведите в порядок кабинет, смените белье, протрите леку спиртом.
34. Вымойте руки.

[1] Внесены некоторые изменения в соответствии с отечественными нормами. — *Ред.*

Подготовка к исследованию

После подготовки помещения (протоколы 1-4 на предыдущей странице), обмена приветствиями с пациентом и уточнения его фамилии, имени и отчества и подробного разъяснения ему предстоящей процедуры (протоколы 5-8) рентгенолаборант начинает укладку пациента.

Приемы и этапы укладки

Основную часть работы рентгенолаборанта составляют действия, обозначенные в протоколе позициями 9-19. Они предусматривают тщательное и аккуратное размещение пациента таким образом, чтобы исследуемая часть тела наилучшим образом получила отражение на приемнике изображения в соответствии с диагностической задачей, указанной врачом. Для рентгенолаборантов владение укладками является основой профессии.

НЕПОДВИЖНАЯ И ПЛАВАЮЩАЯ ДЕКИ СНИМОЧНОГО СТОЛА

Характер и последовательность действий по укладке зависят от вида оборудования, в частности от наличия более экономичной **неподвижной** деки стола или **плавающей** ее разновидности. Большинство современных снимочных столов имеют плавающую деку, которая позволяет рентгенолаборанту вместе с ней перемещать пациента в любом направлении, не двигая его вместе с подложенной простыней, как это приходится делать при неподвижной деке. Некоторые плавающие деки перемещаются вручную с помощью специальной рукоятки с включателем блокировки в продольном или поперечном направлении при отключении блокировки. В других моделях дека передвигается автоматически при флюороскопии или ангиографии. Кнопки управления расположены или сбоку от стола, или на пульте управления аппаратом (левая рука лаборанта на рис. 1-127).

Кассетодержатель и отсеивающий растр

Оба типа снимочных столов оснащены кассетодержателем с подвижным отсеивающим растром, который расположен под декой стола.

Действия рентгенолаборанта и их последовательность при укладке, как при пленочной, так и при цифровом технике выполнения рентгенографии по сути своей не отличаются.

УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ПУЧКА

Во всех современных рентгеновских установках имеются глубинные диафрагмы (коллиматоры) со световой индикацией поля облучения, позволяющие весьма точно устанавливать границы поля облучения со всех четырех сторон. Автоматические диафрагмы обычно работают с кассетодержателями, оснащенными системой распознавания размера кассеты. В таком случае поле облучения устанавливается автоматически под размер используемой кассеты. Начиная с 1974 по 1993 год в США и Канаде было запрещено использовать рентгеновские аппараты, не оснащенные автоматическими диафрагмами (см. об этом в следующем разделе).

Диафрагмы проецируют на объект световое поле с перекрестьем, указывающим положение центрального луча, как это видно на рис. 1-128, на коленном суставе, а также оснащены световым центратором (см. рис. 1-128). При частично выдвинутом кассетодержателе кассету удобно центрировать. Такая система позволяет точно видеть истинные размер и положение проекции рентгеновского пучка на снимаемый объект. Световое поле, создаваемое коллиматором, содержит также центральное перекрестье или круг, помечающий положение центрального луча на объекте.



Рис. 1-126. Стол снимков с неподвижной декой (пациента приходится передвигать физически)



Рис. 1-127. Стол снимков с плавающем декой (пациент передвигается вместе с декой)



Рис. 1-128. Диафрагма (световое поле имеет разметку положения центрального луча). На кассетоприемнике видна проекция линии светового центратора для удобства размещения кассеты

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ УКЛАДКИ (ПРОТОКОЛЫ 9-19)

По мере приобретения опыта каждый рентгенолаборант создает свою последовательность действий при укладке пациента, наиболее соответствующую его оборудованию. Тем не менее в процессе обучения сначала следует ознакомиться с основными этапами и принципами укладки, которые в систематизированной последовательности излагаются в дальнейшем для конкретных протоколов Такой подход предупреждает появление неадекватных и вредных навыков, которые ведут к непоследовательной и небрежной работе.

Этап 1-й. Общее размещение пациента (протокол 9)

При рентгенографии на снимочном столе процесс укладки начинается с помощи пациенту разместиться на столе в одном из положений: лежа на спине, на животе, на боку или в косом положении (рис. 1-129).

В кассетодержатель с отсеивающим растром в продольном (портретном) или поперечном (панорамном) положении относительно пациента помещается кассета соответствующего размера. А при съемке без растра ее кладут непосредственно на деку стола под снимаемую часть тела.

Примечание: необходимо предварительно убедиться, что центральный световой луч диафрагмы направлен на центральную линию стола, который находится в зафиксированном центральном положении (Это следует сделать еще до размещения пациента на столе.) Тем самым обеспечивается правильное направление рентгеновского пучка и его центрального луча по отношению к кассете независимо от ориентации кассеты в кассетодержателе.



Рис. 1-129. Этап 1-й: размещение пациента на снимочном столе

Этап 2-й. Измерение толщины объекта (протокол 10)

Затем измеряют толщину снимаемой части тела и на пульте управления устанавливают соответствующие технические параметры экспозиции (протокол 12). При использовании рентгеноэкспонометра измерять толщину объекта не требуется.



Рис. 1-130. Этап 2-й: измерение толщины снимаемого объекта

Этап 3-й. Укладка исследуемой части тела (протокол 13)

Для большинства проекций исследуемая часть тела, прежде всего, располагается по отношению к центральному лучу (ЦЛ). Пациент поворачивается или подвигается так, чтобы правильно поместить снимаемую часть тела по отношению к ЦЛ, На рис. 1-131 пациент и плавающая дека стола передвигаются таким образом, чтобы правильно поместить снимаемый объект (коленный сустав) по отношению к ЦЛ, который обозначается в световом поле диафрагмы перекрестьем (+).



Рис. 1-131. Этап 3-й: укладка снимаемой части тела. Объект (коленный сустав) располагается на столе с плавающей декой по отношению к ЦЛ

Этап 4-й. Центровка кассеты

После размещения снимаемой части тела по отношению к ЦЛ но отношению к нему же центрируется также кассета, т.е. или традиционная кассета с экранами и пленкой, или кассета с люминофорной пластиной для компьютерной рентгенографии.

Это делается путем перемещения кассетодержателя продольно вдоль стола, так чтобы центральная ось кассеты совпала с линией, проецируемой световым центратором (рис. 1-132).

Значок центрального луча. Этот значок дается на каждой странице укладки для тех проекции, где правильное направление ЦЛ имеет первостепенное значение и напоминает рентгенолаборанту о необходимости обратить особое внимание на положение ЦЛ при укладке.

Точность центровки ЦЛ особенно важна при рентгенографии конечностей, где обычно особой зоной интереса являются суставы и ЦЛ должен быть точно направлен в середину сустава. Это также касается и случаев использования рентгеноэкспонометра, а также цифровых приемников, поскольку от правильности направления ЦЛ зависит и правильная экспозиция изображения.

Диафрагмирование. Границы светового поля диафрагмы устанавливаются так, чтобы охватить только исследуемую область снимаемого объекта.



Рис. 1-132. Этап 4-й: размещение кассеты. Кассета устанавливается в кассетодержатель с отсеивающим растром поперечно (панорамно) относительно пациента

Маркеры. На кассете помещаются маркеры правой или левой анатомической стороны, так чтобы они попали на экспонируемое поле, но не наложились бы на важные анатомические структуры.

Заключительный этап укладки. Прежде чем выполнить экспозицию, следует еще раз проверить правильность расположения гонадной защиты (протокол 16) и дать указания пациенту о характере дыхания во время экспозиции (протоколы 18 и 19).

Основные проекции

СТАНДАРТНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Ряд стандартных, или основных, проекций даются в этой книге для каждого наиболее часто исполняемого рентгенологического исследования. К ним относятся **наиболее часто используемые в практике проекции при условии полностью контактного пациента.** Конечно, они могут видоизменяться в зависимости от личного опыта рентгенолаборанта.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ (ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ) ПРОЕКЦИИ

В дополнение к стандартным, или основным, проекциям в разделы конкретных исследований включены также некоторые специальные, или альтернативные, проекции. **Ими называются проекции, которые обычно используют, чтобы лучше отразить кикую-либо специальную анатомическую структуру или патологическое состояние, а также проекции, которые приходится применять при работе с малоконтактными пациентами.**

Автор рекомендует всем изучить и уметь продемонстрировать преимущества всех основных и специальных проекций, приводимых в главах. Справа в качестве примера приведены такие проекции из главы 2 (Грудная клетка). Знание всех этих проекций гарантирует учащимся умение работать рентгенолаборантом.

Основные принципы стандартных укладок

Два общих правила, или принципа, помогут запомнить и понять причины выполнения нескольких проекций при исследовании некоторых органов.

НЕОБХОДИМЫ МИНИМУМ ДВЕ ПРОЕКЦИИ ОБЪЕКТА (ПОД ПРЯМЫМ УГЛОМ ДРУГ К ДРУГУ)

Первым главным правилом диагностической рентгенографии является необходимость в большинстве случаев выполнять снимки как **минимум в двух проекциях** под углом 90° друг к другу. Исключением является только рентгенография грудной клетки в задней проекции на передвижном аппарате и обзорные снимки живота (для исследования почек, мочеточников и мочевого пузыря), а также задняя проекция таза. В этих случаях для получения исходной информации бывает достаточно одной проекции.

Это правило имеет 3 причины.

1. Суперпозиция теней различных органов на рентгеновском изображении. Ряд патологических состояний (некоторые виды переломов, небольшие опухоли) могут быть не видны только в одной проекции.

2. Локализация поражений и инородных тел. Для определения расположения любого очага поражения или инородного тела необходимы как минимум две взаимоперпендикулярные проекции (рис. 1-133).

Пример: в мягких тканях кисти имеются инородные металлические тела (белые очажки). Обратите внимание, что для точной локализации этих тел нужны две проекции — передняя и боковая.

3. Определение хода линии перелома. При всех переломах необходимы как минимум две взаимоперпендикулярные проекции (пол углом 90º или как можно ближе к нему), чтобы получить полное представление о расположении перелома и фрагментов костей (рис. 1-134 и 1-135).

Грудная клетка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, 72
- Боковая, 72

Грудная клетка
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя лежа на спине или полунаклонная, 76
- Латеропозиция, 77
- Задняя лордотическая, 78
- Передняя косая, 79
- Задняя косая, 80

Верхние дыхательные пути
ОСНОВНОЕ ПРОЕКЦИЙ
- Боковая, 81
- Задняя, 82

Примеры основных и специальных проекций из главы 2 (Грудная клетка)

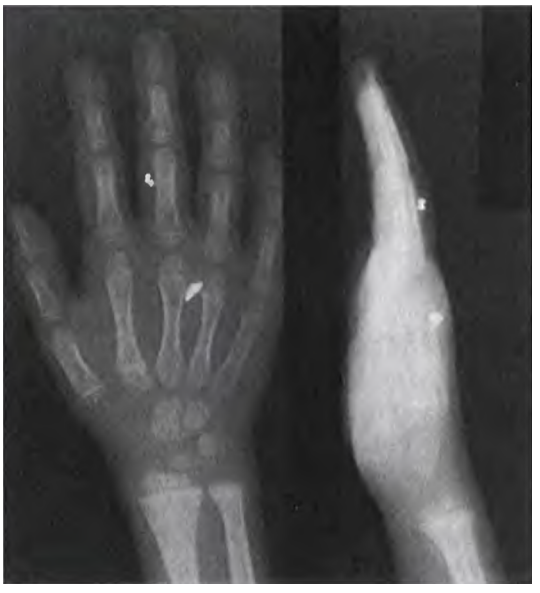


Рис. 1-133. Инородные тела (металлические частицы в мягких тканях тыльной стороны кисти)



Рис. 1-134. Для выравнивания отломков



Рис. 1-135. Для выравнивания отломков

ПРИ РЕНТГЕНОГРАФИИ СУСТАВОВ НЕОБХОДИМЫ КАК МИНИМУМ ТРИ ПРОЕКЦИИ

Рентгенография суставов требует как минимум **трех**, а не двух проекций: **задней** или **передней**, **боковой** и **косой**. Так, например, из-за сложности суставных поверхностей костей, расположенных под разными углами, небольшие косо расположенные трещины или иные изменения в суставе могут оказаться невидимыми на передней и боковой проекциях, но хорошо заметны на косой.

Объекты, обычно требующие рентгенографии в трех проекциях
Объекты, требующие **двух** проекций

- Пальцы рук
- Пальцы ног
- Кисти
- Запястье
- Локтевой сустав
- Голеностопный сустав
- Стопа
- Коленный сустав

РАЗМЕРЫ ПРИЕМНИКА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- Предплечье
- Плечевая кость
- Бедро
- Тазобедренный сустав
- Большеберцовая и малоберцовая кости
- Грудная клетка
- Кости верхней и нижней конечностей после репозиции перелома (для определения взаимоотношения отломков достаточно двух проекций, даже если областью интереса является сустав)

ПРИ СТАНДАРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Приемники изображения имеют различные размеры в английской и метрической системах (СИ). В последнее время обычно используется метрическая система размеров кассет, пленки, усиливающих экранов, а также люминофорных пластин для компьютерной рентгенографии. Однако для стран, пользующихся английской системой мер, производители продолжают выпускать приемники с размерами в дюймах.

ТАБЛИЦА СТАНДАРТНЫХ РАЗМЕРОВ ПРИЕМНИКОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ

ВИД ИССЛЕДОВАНИЯ	МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (СИ)	АНГЛИЙСКАЯ (ТРАДИЦИОННАЯ)
Маммография	**18 x 24 см**[1]	(7,1 x 9,5 дюймов)
Общее назначение	(20,3 x 25,4 см)	**8 x 10 дюймов**
Просвечивание (УРИ)	**23 см (диаметр УРИ)**	(9,0 дюймов)
Кассеты с растром	(25,4 x 30,5 см)	**10 x 12 дюймов**
Общее назначение и маммография	**24 x 30 см**	(9,5 x 11,8 дюймов)
Верхние и нижние конечности	**18 x 43 см**	(7,1 x 16,9 дюймов)
Верхние и нижние конечности	(17,8 x 43,2 см)	7 x 17 дюймов
Общее назначение	**35 x 35 см**	(13,8 x 13,8 дюймов)
Общее назначение	**35 x 43 см**	(13,8 x 16,9 дюймов)
Общее назначение	(35,6 x 43,2 см)	**14 x 17 дюймов**
Позвоночник стоя	(35,6 x 91,4 см)	**14 x 36 дюймов**
Вся нижняя конечность	(35,6 x 129,6 см)	**14 x 51 дюймов**
Нижняя челюсть	(12,7 x 30,5 см)	**5 x 12 дюймов**
(Панорамный)	(22,9 x 30,5 см)	**9 x 12 дюймов**
Люминофорные пластины для цифровой рентгенографии		
Общее назначение	**18 x 24 см**	**8 x 10 дюймов**
Общее назначение	**24 x 30 см**	**10 x 12 дюймов**
Общее назначение	**35 x 35 см**	13,8 x 13,8 дюймов
Общее назначение	**35 x 43 см**	13,8 x 16,9 дюймов
Детекторы для прямой цифровой рентгенографии («плоские панели»)		
Универсальный детектор для рентгенографии	**Максимум 43 x 43 см** (17 x 17 дюймов)	
Маммография	**Максимум 19 x 23 см** (7,5 x 9 дюймов)	

[1] Наиболее распространенные размеры выделены жирный шрифтом — *Ред.*

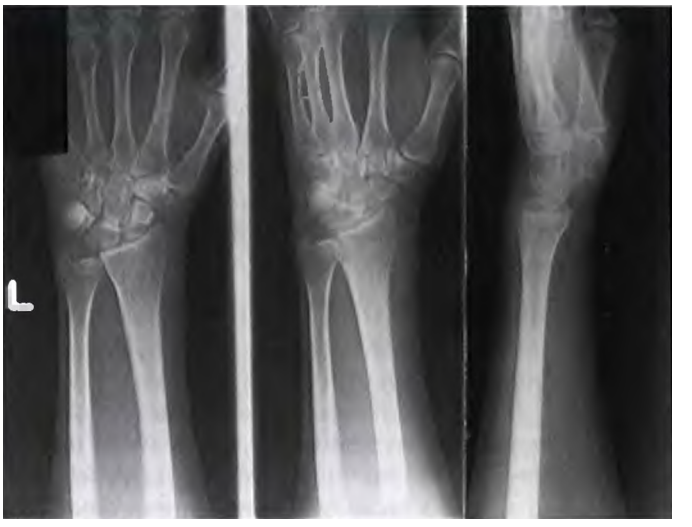


Рис. 1-136. Запястье — необходимы три проекции



Рис. 1-137.



Рис. 1-138.

Дистальный отдел нижней конечности — необходимы две проекции
Примечание: это тот же пациент, что и на рис. 1-134 и 1-135 на предыдущей странице, но с уже со сросшимся переломом в хорошем положении отломков

ТАБЛИЦА ПЕРЕВОДА МЕТРИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ

Английские/метрические
1 дюйм = 2,54 см
1 см = 0,3937 дюйма

Топографические ориентиры для укладок

Укладка пациента для рентгенографии требует знания расположения специфических структур или органов тела, многие из которых не видны снаружи. Поэтому в целях такой локализации в качестве ориентиров используются определенные точки скелета, указанные на рисунках, которые определяются путем легкой пальпации.

Пальпацией называется процесс определения указанных ориентиров путем легкого надавливания кончиками пальцев. Делать это надо достаточно осторожно, поскольку пальпация может оказаться чувствительной или болезненной для пациента. Кроме того, пациента всегда нужно предупреждать о целях такой пальпации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОСТНЫХ ОРИЕНТИРОВ

Ряд костных ориентиров в тех случаях, когда требуется укладка какого-либо конкретного органа или анатомического отдела, будет демонстрироваться на живых людях в купальниках. Однако на практике у пациентов под больничной одеждой ориентиры зачастую не видны и для точной укладки бывает необходимо определить их пальпацией.

Примечание: прощупывание некоторых ориентиров, и частности подвздошной бугристости (10) или лонного сочленения (9), может смущать пациента и тогда рентгенолаборанту придется воспользоваться другими подходящими ориентирами, которые будут описаны ниже.

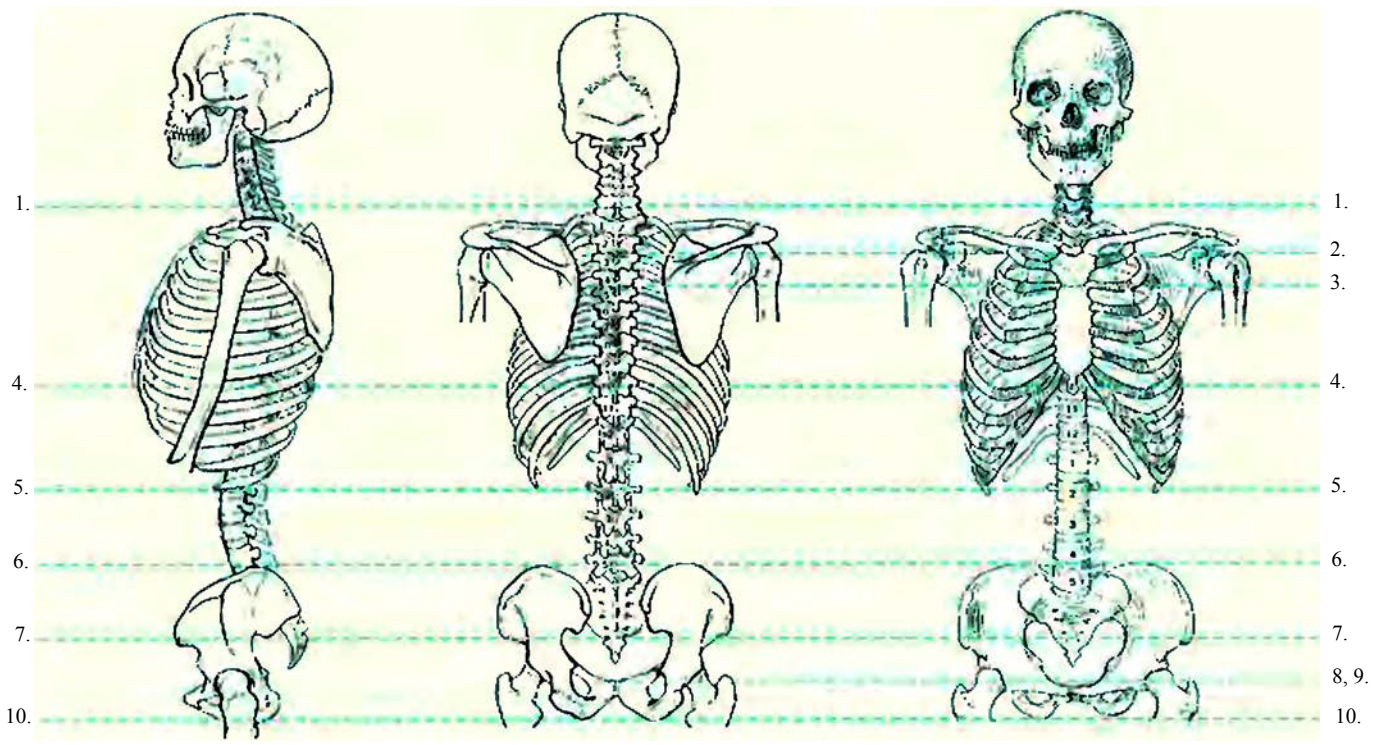


Рис. 1-139. Ориентиры для укладки

ОРИЕНТИР	ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ УКЛАДКИ СЛЕДУЮЩИХ ОТДЕЛОВ	УРОВЕНЬ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПОЗВОНКАМ
1. **Выступающий позвонок** (vertebra prominens) - длинный остистый отросток С7	Верхнего края грудной клетки, шейных или грудных позвонков	С7 — Th1
2. **Яремная вырезка** (верхний край грудины)	Грудная клетка, грудина, ключница, грудные позвонки	Th2 — Th3
3. **Угол грудины** (приподнятый участок области соединения рукоятки грудины с ее телом)	Грудная клетка. Грудина	Th4 — Th5
4. **Мечевидный отросток** (дистальная часть грудины)	Грудина, желудок, желчный пузырь, грудные позвонки, верхние отделы живота	Th9 — Th10
5. **Реберная дуга** (наружный край нижней части грудной клетки)	Желудок, желчный пузырь, ребра	1.2 — 1.3
6. **Подвздошный гребень** (верхний край подвздошной кости таза)	Средний отдел живота, желудок, желчный пузырь, толстая кишка, поясничный отдел позвоночника, крестец	Межпозвоночный диск 1.4 — 1.5
7. **Верхняя передняя подвздошная ость** (выступающая передняя часть подвздошного гребня)	Таз, тазобедренные суставы, крестец	S1-S2
8. **Большой вертел** (костный отросток проксимального отдела бедренной кости; прощупывается при вращении нижней конечностью)	Живот, таз, тазобедренные суставы	Дистальный отдел копчика или несколько ниже него
9. **Лобковый симфиз** (лонное сочленение)	Нижний отдел живота, таз, тазобедренные суставы, крестец, копчик	Примерно на 2,5 см ниже дистального отдела копчика
10. **Седалищная бугристость** (самый нижний, лежащий кзади костный отросток таза)	Живот в положении лежа на животе, толстая кишка, копчик	2,5-5 см ниже дистального отдела копчика

Виды телосложения

При укладке следует учитывать различия в строении пациентов. Телосложение оказывает существенное влияние на форму и расположение внутренних органов. Поэтому рентгенолаборант должен уметь различать типы телосложения и их влияние на положение внутренних органов, о чем сообщается в каждой главе в разделе укладок. На рис. 1-140 приведены 4 основных типа телосложения с указанием частоты их встречаемости.

Гиперстеник. Они составляют лишь 5% населения и являются плотно сложенными, массивными людьми. У них короткая, широкая и глубокая грудная клетка с высоким расположением диафрагмы и широкая верхняя часть живота, что влияет на положение желчного пузыря, желудка и толстой кишки. Это показано на рисунке и описано в последующих главах.

Нормостеник (50%). Это средний, несколько плотный тип сложения с хорошо развитой мускулатурой. Органы грудной клетки и живота имеют среднюю форму и положение, но с тенденцией к гиперстеническому сложению, как это видно на рисунке.

Гипостеник (35%). Это также средний тип, но с несколько более худощавым и высоким сложением. Желчный пузырь и желудок расположены более низко и ближе к средней линии, толстая кишка тоже расположена ниже в брюшной полости.

Астеник. Это тип с наиболее тонким телосложением (10%), с узкой, длинной и плоской грудной клеткой, низким положением диафрагмы. Верхний отдел живота также узкий вверху и расширяется книзу, вследствие чего большинство брюшных органов расположены низко.

Типы телосложения в общей популяции. На фотографиях показаны наиболее типичные виды телосложения и их частота среди населения.

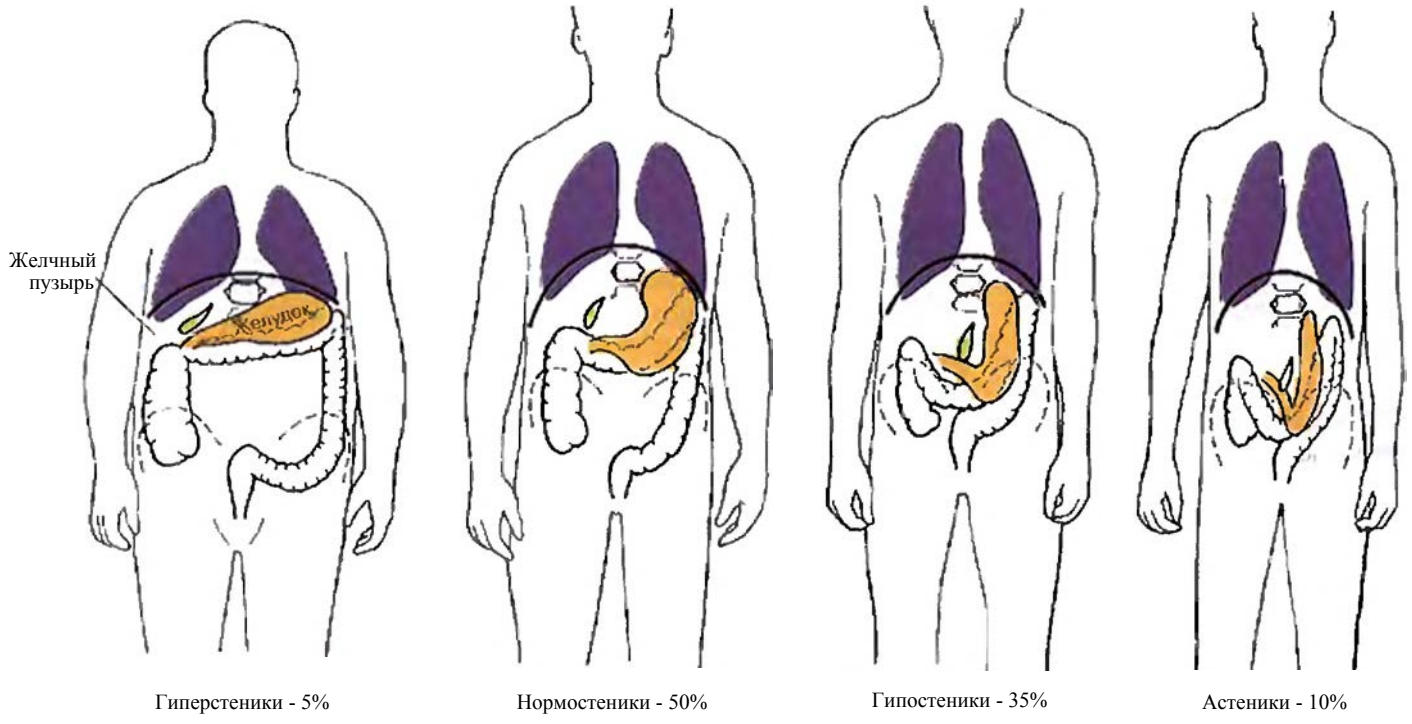


Рис. 1-140. Типы телосложения



Рис. 1-141. Гиперстеник/нормостеник



Рис. 1-142. Нормостеник



Рис. 1-143. Гипостеник/астеник

Просмотр рентгенограмм

Рентгенограммы размещаются для просмотра на негаскопе в зависимости от предпочтений рентгенолога и общепринятых в данной стране правил. В США и Канаде снимки помещают так, как будто пациент стоит в анатомической позиции **лицом к зрителю**. **В этом случае левая сторона пациента всегда располагается справа от зрителя как при задней, так и при передней проекции.**

Боковые проекции маркируются буквами П (R) или Л (L) в зависимости от того, каким боком пациент прилежит к кассете. Размещение же боковых снимков для их просмотра зависит от предпочтений самого рентгенолога. Общепринято размещать их так, как будто зритель смотрит на снимок с позиции рентгеновской трубки. В таком случае, если пациент прилежит к кассете левым боком и на снимке стоит маркер Л, пациент должен на снимке смотреть вправо от зрителя и наоборот (рис. 1-148). Однако некоторые рентгенологи помещают боковые снимки так, как будто они смотрят на пациента с позиции приемника изображения, и тогда установка снимка оказывается обратной описанной. Рентгенолаборантам следует определиться со способом размещения боковых снимков в своем отделении.

Передние и задние косые проекции устанавливаются для просмотра так же, как и прямые передние и задние проекции, т.е. правой стороной пациента слева от зрителя.

Снимки грудной клетки и живота в латеропозиции обычно рассматривают так, как будто на них «смотрит» рентгеновская трубка. Располагающаяся сверху при снимке сторона пациента на просмотровом устройстве должна быть также повернута кверху (рис. 1-147).

Снимки верхних и нижних конечностей просматриваются так, как они проецируются на приемник изображения; маркеры стороны должны располагаться наверху снимка. Снимки, захватывающие пальцы рук или ног, помещаются пальцами вверх. Другие снимки конечностей устанавливаются в анатомической позиции (конечность опущена вниз) (рис. 1-150).

Просмотр КТ- и МРТ-изображений

КТ и МРТ изображения поперечных слоев принято устанавливать так же, как и обычные рентгенограммы, т.е. **правая сторона пациента располагается влево от зрителя** (рис. 1-149).



Рис. 1-144. Просмотр рентгенограммы грудной клетки (правая сторона пациента в задней и передней проекциях располагается слева от зрителя)



Рис 1-145. Передняя проекция грудной клетки (маркер левой стороны показан перевернутым)



Рис. 1-146. Задняя проекция грудной клетки (маркер левой стороны справа от зрителя)



Рис. 1-147. Левая боковая латеропроекция грудной клетки



Рис. 1-148. Левая боковая проекция грудной клетки

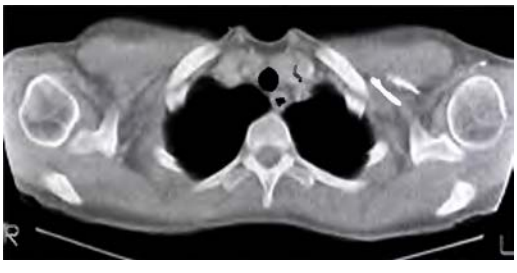


Рис. 1-149. Поперечная компьютерная томограмма грудной клетки (уровень Т3). Правая сторона пациента слева от зрителя



Рис. 1-150. Просмотр снимка верхней или нижней конечности (пальцы кверху)

Д. ЦИФРОВАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Стандартная пленочно-экранная рентгенография с химическим проявлением снимков существует уже более 100 лет с момента открытия рентгеновских лучей в 1895 г. и по сей день остается преобладающим метолом рентгенографии.

Однако развитие **компьютерных методов** получения и обработки рентгеновского изображения за последние 20 — 30 лет ввели в обращение абсолютно **новый формат медицинского изображения — цифровой**.

Пленочно-экранная рентгенография с химическим проявлением скорее всего будет вытесняться из практики по мере совершенствования цифровых технологий. Однако это не отменяет необходимости изучать и знать рентгеновскую анатомию и укладки, как это изложено в данном руководстве.

Профессионалам, занятым в рентгенодиагностике, следует все время быть в курсе развития новых систем визуализации, способов получения, обработки, передачи и архивирования цифровых изображений. В этом разделе главы 1 рассматриваются различные системы цифровой рентгенографии и их применение в настоящее время.

Методы цифровой визуализации развиваются настолько быстро, что стандартная терминология в этой области еще окончательно не создана, но ряд терминов, описывающих различные цифровые методы и устройства обработки изображений, уже существуют и приводятся ниже.

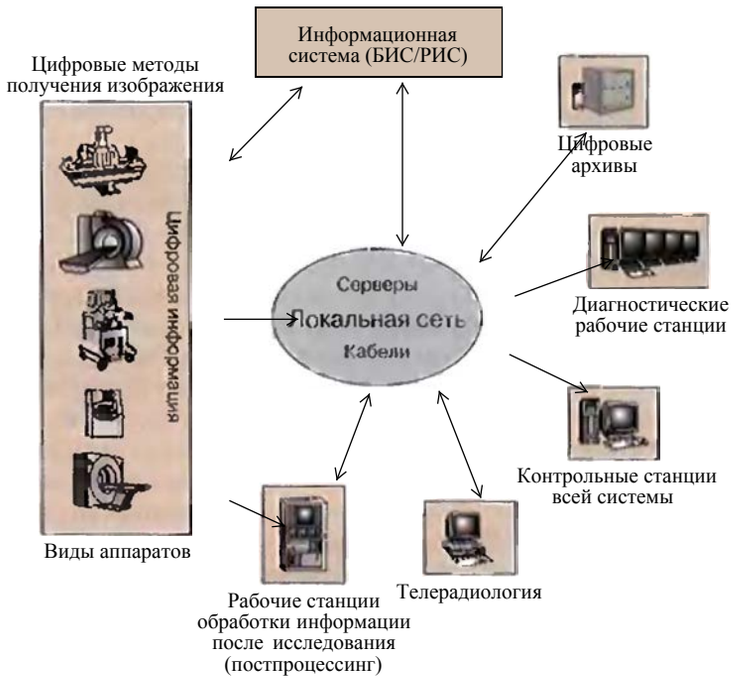


Рис. 1-151. Полная PACS-сеть, включающая рентгенодиагностические,) аппараты, получающие цифрове изображение, линии связи, системы протоколирования и архивирования

Система архивирования и передачи изображений (PACS — Picture Archiving and Communication System)

Прогресс компьютерной индустрии и сетевых технологии усиливает тенденцию перехода отделений лучевой диагностики от пленочно-экранной технологии получения изображений к **цифровым изображениям и архивам**. Это означает переход от пленочных рентгенограмм с их обработкой, просмотром на негатоскопе и хранением в архиве к электронным изображениям на экране монитора, их компьютерной обработке и хранению в электронном архиве.

Компьютерная система архивирования и передачи медицинских изображений (PACS) создана именно для работы с такими изображениями.

Английская аббревиатура **PACS** расшифровывается следующим образом:

P — Picture: изображение. **A — Archiving**: архивирование. **C — Communication**: передача (отсылка и получение) изображений. **S — System**: система.

PACS — состоит из **аппаратной части (компьютеры, объединенные в локальную сеть и отдельный блок хранения информации) и программного обеспечения**, связывающего в единую сеть различные диагностические установки, работающие с цифровыми изображениями (радионуклидная диагностика, ультразвуковые сканеры, КТ, МРТ, ангиография, маммография, рентгенографии), как показано на рис. 1-151.

Компьютерная томография (КТ)

КТ появилась в конце 1970-х годов и стала первым методом в лучевой диагностике, в котором для получения медицинского изображения использовались компьютеры и для диагностики стало использоваться цифровое изображение.

В компьютерном томографе в процессе исследования рентгеновская трубка движется вокруг пациента, выполняя множество проекций под разными углами строго диафрагмированным рентгеновским пучком. Полученные во время такого сканирования данные обрабатываются компьютером, который восстанавливает цифровое изображение тканей сканированного слоя и



Рис. 1-152. Компьютерный томограф (предоставлено Philips Medical Systems)

воспроизводит его на экране монитора без наложения расположенных вне этого слоя структур. Это изображение можно сравнить с нарезанным тонкими ломтиками батоном. Если обычная рентгенография дает изображение всего «батона», то КТ дает изображения **отдельных тонких слоев**, которые можно рассматривать по отдельности.

В настоящее время КТ является исключительно ценным и широко применяемым в различных областях диагностики методом (КТ подробно описывается в главе 22).

Цифровая флюороскопия (ЦФ)

Примерно в то же время, что и КТ (1970-1980-е годы), появился другой метод получения цифрового изображения в рентгенодиагностике — **цифровая флюороскопия (флюорография).** Рентгеновское изображение формируется с помощью РЭОП усилителя рентгеновского изображения (рис. 1-153). Возникающее на выходном окне РЭОП видимое (аналоговое) изображение регистрируется видеокамерой с высоким разрешением и затем преобразуется в цифровую форму (см. верхнюю схему на рис. 1-154). Динамическое изображение результатов цифровой флюороскопии воспроизводится на экране монитора как в ходе самого исследования, так при необходимости и после его завершения. Изображение может по желанию исследователя обрабатываться различным образом, а также его можно изучать с любого рабочего места локальной сети. Изображения можно распечатать на принтере и (или) архивировать в цифровом виде.

Новые технологии[1]. Самым последним достижением в цифровом просвечивании на время создания этого руководства стала **прямая регистрация изображения цифровым детектором (типа «плоская панель»)**. В этой системе вместо РЭОП с видеокамерой установлен цифровой детектор, непосредственно трансформирующий видимое изображение в цифровой формат (сравните схемы обеих систем на рис. 1-154). Такая новая система улучшает качество изображения за счет снижения уровня шума и искажений, которые более выражены в длинной цепи преобразований первой системы (более подробное объяснение см. на стр. 55).

Компьютерная рентгенография (КР) на запоминающих люминофорных пластинах

Примерно в тот же период, в 70 - 80-е годы 20-го века, появился третий популярный сегодня метод создания цифрового изображения - **компьютерная рентгенография (КР).** Основным ее элементом являются **запоминающие люминофорные пластины, считывающее устройство (сканер) и рабочая станция.**

Люминофорная запоминающая пластина. В системе КР используются обычная рентгеновская трубка и снимочный стол (рис. 1-155), но вместо обычной кассеты с экранами и пленкой в кассетодержатель вставляется **кассета со специальной люминофорной пластиной.** На пластине во время экспозиции образуется скрытое изображение, подобное тому, которое возникает на рентгеновской пленке под воздействием рентгеновских лучей.

Люминофорные пластины могут быть использованы многократно, кассеты с ними можно даже на короткое время открывать на свету без риска потери скрытого изображения. Пластины выпускаются всех стандартных размеров, которые приведены на стр. 48.

Данные о пациенте можно внести в КР-изображение электронным способом через штрихкод или клавиатурой считывающего устройства или рабочей станции. Поэтому на этих кассетах нет окошек для оптического впечатывания данных пациента.

[1] На момент публикации русского перевода Руководства динамические варианты «плоских панелей» (см. стр. 55) существуют только в виде прототипов. - *Ред.*

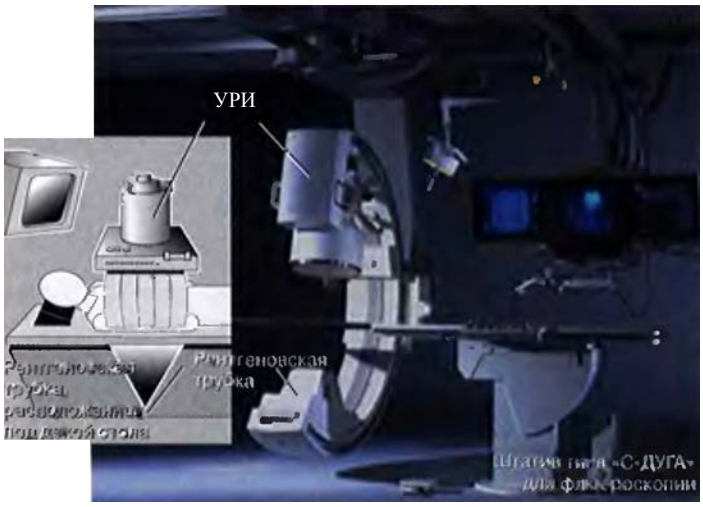


Рис. 1-153. Цифровая флюороскопия (предоставлено Philips Medical Systems)

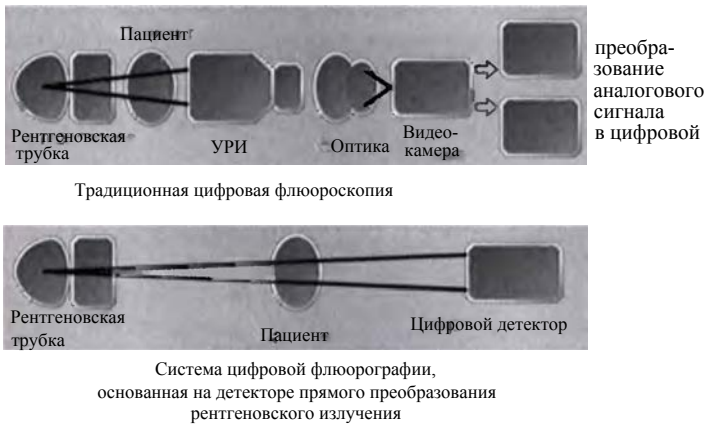


Рис. 1-154. Сравнение двух систем цифровой флюороскопии (из иллюстративного материала GE Medical Systems)

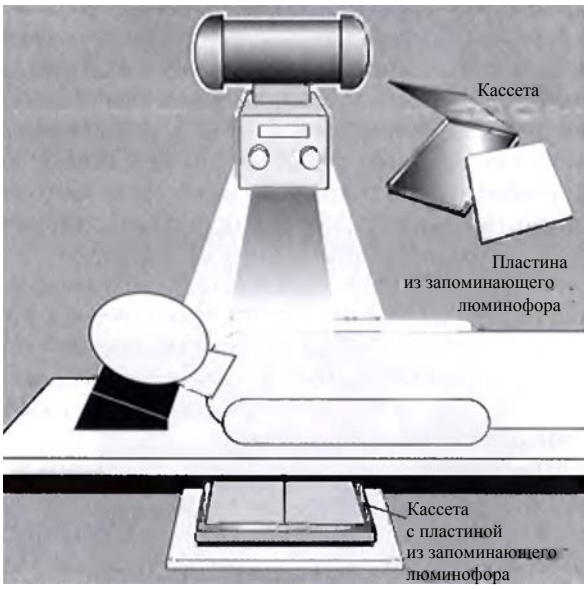


Рис. 1-155. Компьютерная рентгенография

Считывающее устройство (сканер). После экспонирования кассеты с люминофорной пластиной ее помещают в считывающее устройство. Внутри него пластина автоматически извлекается из кассеты, и скрытое изображение считывается с пластины путем ее построчного сканирования лазером. При сканировании лазером люминофор высвобождает электроны, при переходе с метастабильного уровня, на котором они оказались после экспозиции, в основное состояние, излучающие свет. Световой сигнал оцифровывается, что позволяет его в дальнейшем обрабатывать, просматривать и при необходимости распечатывать. Затем пластина в считывающем устройстве стирается, вновь вставляется в кассету и выдается наружу для повторного использования. Весь процесс занимает от 20 с до 3 мин.

Компьютерная рабочая станция. Станция, кроме системного блока, может включать в себя **штрихкодовое считывающее устройство** (опционально), **монитор** для воспроизведения изображения и **клавиатуру** с мышью или трекболом для управления параметрами изображения. После этого изображение либо архивируется в цифровом виде, либо распечатывается **медицинским принтером.**

Передача изображения (телемедицина). Цифровой файл с изображением можно передать на другие мониторы высокого разрешения для анализа рентгенологом или лечащим врачом. Его можно также передать по телефонной линии или спутниковой связи в более удаленные точки, где его можно будет рассматривать или распечатать.

Выбор параметров экспозиции на системах компьютерной рентгенографии

Методика экспозиции при КР не отличается от стандартной рентгенографии, но компьютер рабочей станции может выполнить **компенсацию экспозиции** в соответствии с заранее заданным алгоритмом после считывания изображения с пластины. Производители используют множество названий для подобных систем компенсации экспозиции, но в каждой из них имеется функция компенсации яркости и контрастности изображения. Кроме того, они могут изменять размер изображения и повышать его резкость.

Наиболее существенным преимуществом КР перед экранно-пленочной рентгенографией является **возможность компенсировать почти пятикратное переэкспонирование и 80%-ное недоэкспонирование**, если параметры экспозиции были установлены вручную, а рентгеноэкспонометр не использовался. Это преимущество позволяет резко снизить или даже устранить совсем необходимость повторной съемки из-за неправильном экспозиции, что бывает особенно важно при исследовании пациентов с травмой с помощью мобильных аппаратов.

Однако и при КР следует пользоваться стандартными параметрами экспозиции с установкой соответствующего значения кВ, поскольку преднамеренное переэкспонирование ведет к **повышенному облучению пациента**, а существенное недоэкспонирование связано с повышенным уровнем шума на изображении и **потерей качества изображения.**

Предупреждение: при ручной установке параметров экспозиции (без рентгеноэкспонометра) возможность переэкспонирования становится весьма реальной, учитывая способность системы компенсировать 5-кратное переэкспонирование. Поэтому при работе с системой **КР** следует **тщательно контролировать параметры экспозиции и не допускать их превышения.**

Укладка пациента при работе с системой компьютерной рентгенографии

При КР особое значение приобретает **правильное центрирование**, так как в большинстве подобных систем используется принцип **центрального доминирующего поля**, параметры которого используются для компенсации экспозиции. То есть если в центре находится объект неправильной оптической плотности, то все изображение может быть приведено к его усредненной оптической плотности (аналогично принципам рентгеноэкспонометрии).

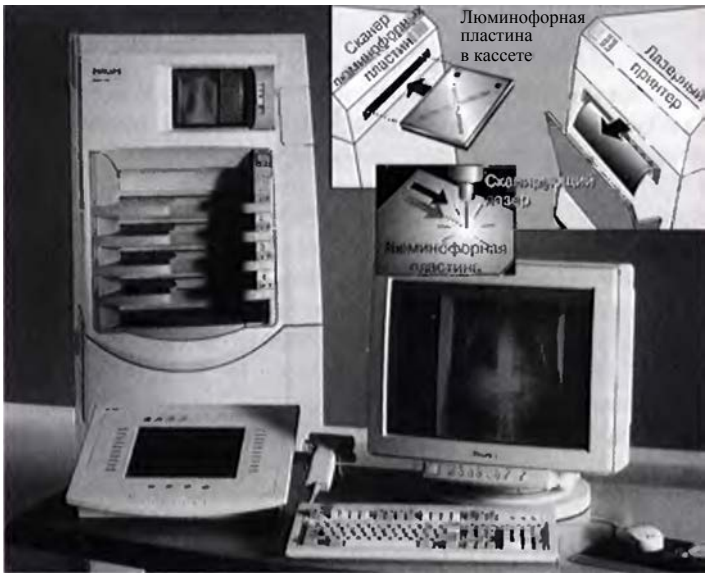


Рис. 1-156. Считывающее устройство (процессор) и компьютерная рабочая станция (предоставлено Philips Medical Systems)



Рис. 1-157. Свинцовые экраны на кассете и точное диафрагмирование необходимы при использовании люминофорных пластин

При КР также следует соблюдать **точность диафрагмирования** поля изображения по размеру снимаемой анатомической области, поскольку сканер в большинстве случаев запрограммирован так, чтобы считывать данные только в пределах границ поля облучения. То есть если границы поля облучения неоправданно расширены, то алгоритм компенсации экспозиции будет усреднять внешние темные области с данными из рабочей области и в результате создавать слишком темное изображение. Поэтому следует очень точно устанавливать границы поля облучения в соответствии с анатомическими границами, чтобы получить оптимальное по качеству изображение [1].

Для получения на одной пластине нескольких изображений необходимо перекрывать рентгенозащитным экраном неэкспонируемую часть кассеты, даже если используется очень точное диафрагмирование изображения. Это связано с высокой чувствительностью пластин. Даже незначительное количество рассеянного излучения от соседней части тела может попасть на незащищенную сторону пластины, несмотря на точное диафрагмирование.

При КР также очень важно использовать отсеивающий растр из-за высокой чувствительности люминофорных пластин к рассеянному излучению.

[1] В любом случае оператор вручную может установить необходимые параметры яркости и контрастности изображения. - *Ред.*

Прямая цифровая рентгенография (ПЦР)

В последнее время создан другой метод получения цифрового изображения, в котором используется **детектор, непосредственно преобразующий рентгеновское изображение в цифровой формат.** В этих системах используются так называемые «плоские панели», детекторы рентгеновского излучения большой площади (до 43 х 43 см), созданные на базе матриц из аморфного кремния или селена.

Система автоматического контроля экспозиции обеспечивает правильное экспонирование изображения, однако оператор в случае неправильного экспонирования может после экспозиции внести необходимые коррективы в параметры изображения и избежать тем самым повторения исследования. Почти моментальный вывод изображения на экран монитора позволяет рентгенолаборанту при необходимости исправить ошибки укладки и сразу же выполнить повторную экспозицию.

Указанная система не требует использования кассет, что существенно экономит время рентгенолаборанта. Система ПЦР в будущем сможет заменить систему цифровой флюороскопии, описанную на стр. 53, рис. 1-154.

Система ПЦР для грудной клетки. Впервые такие системы появились в начале 1990-х годов. Они позволяли эффективно обследовать большие контингенты пациентов, не используя кассеты и химическую обработку пленки. Система этого типа стала широко применяться в отделениях с большим объемом исследований органов грудной клетки, причем она может быть подключена в сеть PACS. Размеры детекторов для грудной клетки варьируются у разных производителей от 41 х 41 см (16 х 16 дюймов) до 43 х 49 см (17 х 19 дюймов) [1].

Цифровой снимочный стол с отсеивающим растром. Последним достижением в ПЦР стало создание таких снимочных столов, в которых обычный кассетодержатель заменен **ПЦР детектором типа «плоская панель»**, размером 43 х 43 см (17 х 17 дюймов). В этом случае используется неподвижный растр большой плотности (60-80 линий на мм). Обычно аппарат оснащается несколькими растрами с различным фокусным расстоянием (120, 150 и 180 мм). Для рентгенографии небольших объектов толщиной менее 10-12 см растр можно удалить (рис. 1-159).

Цифровая маммография. Цифровая маммография все еще находится в стадии разработки[2]; в некоторых подобных системах используется рентгенография на люминофорных пластинах. Многообещающей системой является **прямая цифровая маммография** с ПЦР детектором типа «плоская панель» (рис. 1-160). Преимущество такой системы в **высоком качестве изображения** и широком диапазоне рентгеновских плотностей при пониженной дозе, что особенно важно для маммографии. Возможность последующей обработки изображения позволяет значительно улучшить различимость микрокальцинатов и других деталей, не прибегая к повторным экспозициям.

Укладки при ПЦР

Принципы укладки пациента при работе с системой ПЦР аналогичны таковым при работе с системами компьютерной рентгенографии. А именно:

- точная направленность ЦЛ;
- точное диафрагмирование;
- правильное использование отсеивающего растра.



Рис. 1-158. Система прямой цифровой рентгенографии грудной клетки (предоставлено Philips Medical Systems)



Рис.1-159. Стол с отсеивающим растром для цифровой рентгенографии (растр для рентгенографии кисти в прямой проекции удален) (предоставлено Philips Medical Systems)

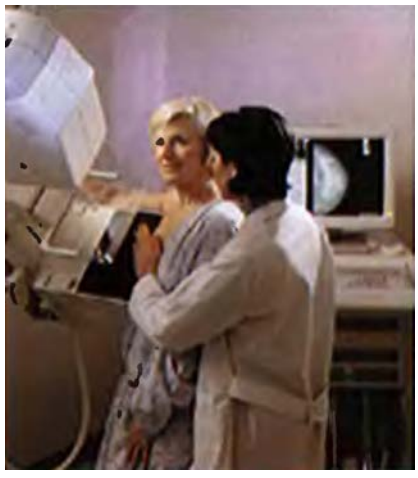


Рис. 1-160. Аппарат для прямой цифровой маммографии (предоставлено GE Medical Systems)

[1] В последнее время размер детектора 43 х 43 см считается универсальным для систем ПЦР. - *Ред.*

[2] Цифровая маммография на момент публикации перевода настоящего Руководства ушла далеко вперед, гораздо дальше, чем динамическая ПЦР.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ PACS

Преимущества

- Устранение малоэффективного традиционного пленочного архива
- Устранение ошибок с идентификацией рентгенограмм и отсутствие поврежденных рентгенограмм
- Простота поиска изображений и извлечения их из архива
- Быстрая передача изображений между медицинскими учреждениями
- Одновременный просмотр изображений в разных местах
- Простота организации консультаций отдаленных специалистов (телемедицина)
- Уменьшение негативного влияния химического процесса обработки пленок на окружающую среду и здоровье

Недостатки

- высокая стоимость создания сети PACS

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

Преимущества

- возможность ее использования на обычном оборудовании (пленочно-экранные кассеты заменяются кассетами с люминофорными пластинами)
- Возможность компьютерной обработки и коррекции полученного изображения (уменьшается количество пересъемок, особенно на передвижных аппаратах и в неотложной медицине)
- Возможность использования в системах телемедицины и PACS

Недостатки

- Опасность переоблучении пациента при ручной установке параметров экспозиции[1]
- Ограниченная эффективность (все еще требуется использование кассет)
- Наличие предела использования пластин (дорогостоящая замена)

[1] Такая опасность существует и при ручном выборе параметров экспозиции для обычной пленочной рентгенографии. - *Ред.*

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРЯМОЙ ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

Преимущества

- Высокая эффективность (отсутствие кассет и химической обработки)
- Позитивное влияние на окружающую среду и здоровье (отсутствие контакта с химикалиями)
- Уменьшение облучения пациентов из-за уменьшения случаев пересъемок
- Преимущества использования телемедицины и PACS

Недостатки

- высокая стоимость оборудования

ВИДЫ ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

СОКРАЩЕННОЕ НАЗВАНИЕ	ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ	ОПИСАНИЕ
Нет	Телемедицина (телерадиология)	Система передачи цифрового изображения на расстояние по телефону, спутниковой связи или кабельным линиям для просмотра или консультации
PACS	Система архивирования и передачи медицинских изображений	Компьютеры, объединенные в локальную сеть и программное обеспечение, связывающее устройства цифровой визуализации, электронный архив и рабочие места
RIS	Информационная система радиологического отделения	Различные виды программного и аппаратного обеспечения для передачи и хранения информации о пациенте, которая может включаться в общую сеть PACS
HIS	Больничная информационная система	
DICOM	Digital Imaging Communications in Medicine	Набор стандартов, используемый производителями при создании медицинского изображения для гарантированного подключения оборудования к другими системам PACS
КТ (CT)	Компьютерная томография	Получение рентгеновских изображений тонких срезов, реконструированных компьютером, с возможностью их последующей обработки, просмотра и архивизации
ЦФ (DF)	Цифровая флюороскопия • Старая система: трансформирует видимое изображение (аналоговое) в цифровое • Новая система: прямая цифровая конверсия изображения	Система просвечивания, основанная на конверсии видимого (аналогового) рентгеновского изображения компьютером в цифровой формат с возможностью последующей обработки, просмотра и архивации
КР (CR)	Компьютерная рентгенография на люминофорных пластинах	Система для рентгенологического исследования общего назначения с записью изображения на запоминающую люминофорную пластину с последующим ее сканированием и конверсией изображения в цифровой формат на считывающем устройстве с обработкой и архивацией
ПЦР (DR)	Прямая цифровая рентгенография — детекторы прямого захвата и цифровой конверсии изображения	Система с детектором тип «плоская панель», непосредственно воспринимающим и трансформирующим рентгеновское изображение в цифровое для последующей обработки, просмотра и архивации

E. РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

совместно с R. Geise, Ph. DC

Рентгенолаборанты несут ответственность за защиту своих пациентов, себя и своих коллег от избыточного облучения. Каждый рентгенолаборант должен хорошо понимать принципы радиационной безопасности, но данная тема находится за пределами этого руководства, посвященного рентгеновской анатомии и укладкам. Тем не менее нижеприведенные принципы и прикладные аспекты радиационной безопасности являются неотъемлемой частью курса рентгенографии.

Традиционные дозиметрические величины и единицы

ЕДИНИЦА РЕНТГЕНОВСКОЙ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ - РЕНТГЕН (Р) [1]

Рентген является внесистемной единицей измерения **радиационной экспозиции в воздухе** и определяется степенью ионизации воздуха.

ЕДИНИЦЫ ПОГЛОЩЕННОЙ И ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ ИЗЛУЧЕНИЯ - РАД [2] И БЭР [3]

Рад и Бэр служат внесистемными единицами измерения поглощенной и эквивалентной **дозы** (поглощенная доза — это величина энергии, переданная от излучения ткани, а эквивалентная доза определяет степень воздействия поглощенного излучения на ткань). В рентгенодиагностике все три единицы считаются эквивалентными (1 Р = 1 рад = 1 бэр).

Дозиметрические величины и единицы в системе СИ

Международная, или метрическая, система единиц СИ использует следующие единицы измерения.

ПОГЛОЩЕННАЯ ДОЗА — величина энергии ионизирующего излучения, переданного веществу. Единица поглощенной дозы — Грей (1 Гр = 1 Дж/кг = 100 рад).

ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ДОЗА — поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий коэффициент (свой для каждого вида излучений, но для рентгеновского излучения = 1). Единица эквивалентной дозы — Зиверт (1 Зв = 100 бэр).

Радиационная защита персонала

В январе 1994 г. Комиссия по ядерному урегулированию (Nuclear Regulatory Commission) внесла некоторые изменения в стандарты максимально допустимых доз (**рекомендации по ограничению дозы**).

Предельная годовая доза. Для лиц, профессионально имеющих дело с источниками ионизирующего излучения, установлен **годовой предел эффективной дозы (ПД) 50 мЗв [4] на все тело.** ПД **для населения** [5] установлен в **1 мЗв в год** при непрерывном или частом облучении и **5 мЗв в год** при разовом или нечастом облучении.

Предельная накопленная доза. Предел накопленной дозы за период жизни для персонала, связанного с источниками ионизирующего излучения, составляет **10 мЗв, помноженное на количество прожитых лет.** Так, например, для 50-летнего рентгенолаборанта максимально допустимая накопленная доза равна 500 мЗв. Однако из-за низкого риска воздействия низких доз облучения и течение длительного периода рентгенолаборанты должны стремиться к **максимально возможному ограничению облучения** ниже допустимой величины 50 мЗв в год.

Величину облучения каждого профессионала в области лучевой диагностики следует тщательно регистрировать. Если доза может превысить **1 мЗв в год**, его рабочее место должно быть обследовано специалистом по лучевой безопасности.

Дети. **Дети моложе 18 лет** не могут быть профессионально связаны с источниками ионизирующего излучения. ПД для них та же, что и для населения, — 1 мЗв в год.

Беременные рентгенолаборанты должны максимально ограничивать воздействие излучения на плод. Рекомендуемый ПД на плод равна 0,5 мЗв в месяц и не более **5 мЗв за весь период беременности.**

Кроме того беременная должна носить **под защитным фартуком** в области живота **второй** пленочный дозиметр, который должен быть помечен соответствующим образам.

ТАБЛИЦА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЛУЧЕВОЙ ЗАЩИТЕ

Профессиональные работники (эффективная доза на все тело):
годовая = 50 мЗв
Накопленная пожизненная = 10 мЗв х возраст в годах

Население:
Годовая = 1 мЗв при частых экспозициях
= 5 мЗв при редких экспозициях

Лица моложе 18 лет: Как у населения при редких экспозициях (не применяется при частых экспозициях или профессиональном облучении)

Беременные рентгенолаборанты (необходимо ношение второго пленочного дозиметра под защитным фартуком):
0,5 мЗв за любой месяц
5 мЗв за весь период беременности

ПЕРЕВОД ТРАДИЦИОННЫХ ЕДИНИЦ В СИ

ДЛЯ ПЕРЕВОДА ИЗ ТРАДИЦИОННЫХ ЕДИНИЦ	В СИ	СЛЕДУЕТ УМНОЖИТЬ НА:
Рентген (Р)	Кл/кг (Кулон на кг воздуха)	$2{,}58 \times 10^{-4}$ (0,000258)
Рад (поглощенная доза)	Грей (Гр)	10^{-2} (0,01)
Бар (эквивалентная доза)	Зиверт (Зв)	10^{-2} (0,01)

[1] Рентген — внесистемная единица измерений, определяющая величину ионизации воздуха под действием рентгеновского излучения. (1 Рентген — это ионизация воздуха при комнатных условиях на расстоянии 1 метр от 1 грамма радия). 1 Р = $2{,}58 \times 10^{-4}$ Кл/кг.

[2] Рад — внесистемная единица измерений, определяющая величину поглощенной дозы. 1 Рад = 0,01 Грей.

[3] Бэр — «Биологический Эквивалент Рентгена», внесистемная единица измерений, определяющая величину эквивалентной дозы. 1 Бэр = 0,01 Зиверт.

[4] По САНПИН 2.6.1.1192-03 персонал группы А может получать до 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год.

[5] По САНПИН 2.6.1.1192-03 Население может получать до 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год.

Индивидуальный контроль. Весь персонал, который может получить более четверти максимально допустимой дозы, в обязательном порядке должен носить **пленочные или термолюминесцентные дозиметры**. Носить их следует на **талии или на груди**, и только при **флюороскопии** их следует помещать на **воротник снаружи защитного фартука.** Наиболее часто применяемые пленочные дозиметры должны меняться и считываться каждый месяц, а термолюминесцентные — каждые три месяца.

Принцип ALARA

Принцип защиты под названием **ALARA** идет значительно дальше в деле защиты от облучения, чем оценка его по эффективной дозе. В соответствии с этим принципом доза облучения должна быть **«как можно более низком в разумных пределах» (As Low As Reasonably Achievable)**. Все рентгенолаборанты должны стремится следовать этому важному принципу. Ниже приведены четыре основных способа следования ему .

1. Всегда носите пленочный или иной дозиметр. Конечно, индивидуальный дозиметр сам по себе не защищает облучения, но длительный и регулярный дозиметрический контроль с его помощью играет в защите от облучения важную роль.
2. Во всех случаях, где это возможно, используйте **средства фиксации пациента**, и только в самых крайних ситуациях кто-нибудь может придерживать пациента прямо в процедурной, но **только не персонал рентгеновского кабинета.** При этом тот, кто держит пациента, не должен находиться в зоне действия прямого пучка излучения и обязательно должен надевать защитный фартук и перчатки.
3. Всегда используйте **максимальное диафрагмирование, фильтрацию первичного пучка, оптимальные значения кВ, высокочувствительные усиливающие экраны и пленки и как можно реже переделывайте снимки.** Облучение рентгенолаборанта происходит в основном за счет рассеянного излучения от пациента и других объектов, так что уменьшение облучения пациента служит также и снижению облучения рентгенолаборанта.
4. **Следуйте главному тройному правилу** защиты от облучения: **время — расстояние — экранирование**. Это значит, что рентгенолаборант должен как можно сильнее уменьшать **время** экспозиции, находиться при этом к**ак можно дальше** от источника излучения и пользоваться при нахождении в зоне излучения **рентгенозащитными средствами**.

Все это особенно важно в случаях выполнения исследования травм при рентгенографии мобильными аппаратами, в особенности **передвижными рентгеноскопическими цифровыми аппаратами типа С-дуги** (рис. 1-162). Их используют в ортопедической хирургии и хирургии желчных путей, для локализации инородных тел, при установке кардиостимуляторов и при сосудистых интервенционных процедурах. В подобных случаях возможен особенно высокий уровень облучения пациента и персонала (см. главу 19).

Классификация дозовой нагрузки на пациента

РЕНТГЕНОГРАФИЯ

Поверхностная экспозиционная доза (доза, получаемая кожей). При рентгенодиагностическом исследовании из общей дозовой нагрузки на пациента можно выделить несколько важных компонентов. Наиболее часто упоминается, например, поверхностная доза, т.е. экспозиционная доза на кожу в месте вхождения рентгеновского пучка в тело — **входная кожная доза (ВКД)**. Эта доза самая большая в количественном отношении из всех видов доз, но имеет наименьшее биологическое воздействие при рентгенографии. По мере нахождения излучения через тело человека, по пути к приемнику изображения, его интенсивность падает в несколько сот раз. Оценка средних доз.



Рис. 1-161. Рентгенолаборант с индивидуальным пленочным дозиметром

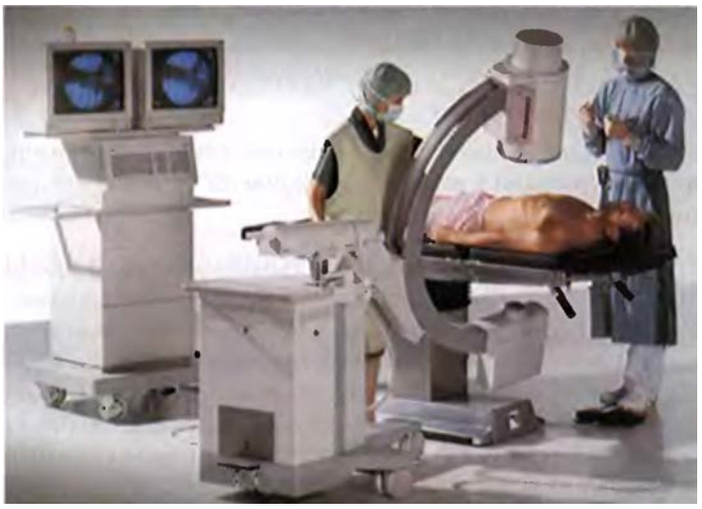


Рис. 1-162. Аппарат для рентгеноскопии со штативом типа С-дуга (предоставлено Philips Medical Systems)

которые получают разночувствительные органы, полезна при определении риска возникновения онкологических образований в результате рентгенодиагностики.

Эффективная доза (ЭД) - величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствии от облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет собой сумму всех поглощенных доз, умноженных на взвешивающие коэффициенты, рассчитанные биологами для каждого органа. Единица эквивалентной дозы — Зиверт.

Эффективную дозу можно использовать **для сравнения дозовой нагрузки, полученной всем телом человека при радиологической процедуре, с действием естественного фонового излучения.**

В таблице на следующей странице для сравнения показаны **входные кожные дозы, дозы на определенные органы и эффективные дозы для пациента среднего сложения.**

В ней демонстрируется различие доз при использовании задней и передней проекции при разных кВ, а также эффект от радиационной защиты гонад специальными экранами или защитным передником и общие показатели ЭД у женщин и мужчин.

Из таблицы также видно, что **у мужчин** самая высокая ЭД при **задней проекции тазобедренного сустава без экранирования** (№ 10) (840 мкЗв). Это в первую очередь вызвано высокой дозой на яички, которую можно резко снизить (до 140 мкЗв) экранированием гонад.

У женщин наивысшая эффективная доза — **задняя проекция грудного отдела позвоночника на кассету 35 х 43 см без экранирования молочных желез** (№ 4) (630 мкЗв). Это вызвано в основном высокой дозой на молочные железы, которую можно снизить путем их экранирования или диафрагмированием поля облучения до формата 18 х 43 см (ЭД снижается до 350 мкЗв).

ТАБЛИЦА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НА ПАЦИЕНТА

СРАВНЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ	ОРГАН	КВ	МАС	ВКД (МР)	ОКРУГЛЕННЫЕ ДОЗЫ В МКГР						ЭД(МКЗВ)	
					ЯИЧКИ	ЯИЧНИКИ	ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА	КОСТНЫЙ МОЗГ	ЛЕГКИЕ	МОЛОЧНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ	МУЖ	ЖЕН
1.Задняя	Грудная клетка	120	2	12	0	0	40	10	70	100	20	50
Передняя	(РИП - 180 см)	120	2	12	0	0	10	20	70	10	20	20
2. Задняя	Череп	80	25	302	0	0	920	40	10	10	30	50
Передняя	(24 х 30 см)	80	25	302	0	0	80	100	0	0	30	30
3. Задняя	Пищевод	110	6	142	0	0	480	90	660	1240	150	540
Передняя		110	6	142	0	0	90	160	690	100	160	200
4. Задняя (35 х 43)	Позвоночник	75	20	209	0	0	230	80	720	1580	150	**630**
Задняя (18 х 43)	(торакальный отдел)	80	20	241	0	0	260	50	340	940	60	350
5 Задняя (18 х 43)	Позвоночник	80	40	483	2	74	0	100	160	40	100	290
Задняя (35 х 43)	(поясничный	75	40	418	2	92	0	170	330	80	170	420
Задняя (35 х 43) с гонадной защитой	отдел)	75	40	418	1	92	0	170	330	80	170	420
6. Задняя	Верхний отдел	110	15	356	0	26	20	210	990	130	260	370
Передняя	ЖКТ	110	15	356	0	**14**	20	430	900	90	280	340
Боковая		110	30	1100	10	18	50	330	1470	200	420	530
7. 80 кВ — задняя	Живот	80	22	266	6	68	0	130	40	10	100	260
70 кВ — задняя		70	41	365	6	80	0	130	40	10	130	310
70 кВ — задняя с гонадной защитой		70	41	365	2	80	0	130	40	10	110	310
8. Задняя	Ирригоскопия	110	10	237	8	89	0	220	60	40	120	320
Передняя		110	10	237	5	78	0	510	50	40	150	340
Передняя с гонадной защитой		110	10	237	1	78	0	510	50	40	140	340
9. Задняя	Таз	80	40	483	45	100	0	230	10	0	260	390
Задняя с гонадной защитой		80	40	483	6	100	0	230	10	0	160	390
10. Задняя	Бедренный	80	40	483	322	59	0	90	0	0	**840**	180
Задняя с гонадной защитой	сустав (24 х 30)	80	40	483	42	14	0	90	0	0	140	70

Примечания: РИП - 100 см, если не указано иначе. Размер пленки - 35 х 43 см, если не указано иначе. Чувствительность комбинации «усиливающий экран - пленка» - 400. «Экранирование» обозначает гонадную защиту у мужчин и женщин: - мужской защитный экран, - женский защитный экран. Толщина пациента - 20см в задней и передней проекции 3-4 см в боковой. Эффективная доза (ЭД) может сравниваться со средней годовой фоновой дозой в США - 3 мЗв. Дозовая нагрузка взята из таблиц в Handbook of Radiation Doses in Nuclear Medicine and Diagnostic X-ray. JG Keriakes and M. Rosenslein, Boca Raton, 1980, CRC Press.

ДОЗОВАЯ НАГРУЗКА ПРИ ФЛЮОРОСКОПИИ

Справа в таблице показаны типичные экспозиционные дозы при просвечивании желудочно-кишечного тракта, включая приблизительные входные кожные дозы при флюороскопии и прицельных снимках на ЭСУ. В таблице нет доз от обзорных снимкой на столе, которые выполняются с помощью потолочного излучателя. Они могут быть оценены по данным таблицы. Флюороскопия, как правило, сопряжена со **значительно большей дозовой нагрузкой, чем обзорные снимки,** с ней связанные, из-за необходимости «пробить» контрастный препарат в пищеварительном тракте и длительном времени, которое требуется для манипуляций с контрастным веществом в организме пациента. К счастью, объем облучаемых тканей при флюороскопии и прицельной рентгенографии на ЭСУ достаточно мал.

Использование увеличения изображения при флюороскопии обычно увеличивает дозовую нагрузку, но уменьшает объем облучаемой ткани. Для уменьшения облучения можно использовать импульсное просвечивание (режим пульс-флюоро), при котором чем меньше импульсов в секунду тем меньше доза. Можно также уменьшать дозу, работая в режиме цифровом флюорографии (см. главу 14).

ТАБЛИЦА ДОЗ ПРИ ФЛЮОРОСКОПИИ

Стандартное исследование верхнего отдела желудочно-кишечного тракта

Всего	Максимум на одну локализацию
17 прицельных снимков (на ЭСУ)	5 прицельных снимков по 400 мР каждый
5 мин просвечивания	1,5 мин просвечивания при 3 Р/мин

Общая максимальная кожная доза: 6,5 Р (6500 мР)

Стандартная ирригоскопия с двойным контрастированием

Всего	Максимум на одну локализацию
11 прицельных снимков	3 прицельных снимка по 233 мР каждый
7 мин просвечивания	1,5 мин просвечивания при 4 Р/мин

Общая максимальная кожная доза: 6,7 Р (6700 мР)

Защита персонала во время флюороскопии

ЗОНЫ ОБЛУЧЕНИЯ И ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛА

Во время обычного просвечивания желудочно-кишечного тракта персонал подвергается действию рассеянного излучения от пациента и других облучаемых объектов. Доза облучения резко падает с удалением сотрудника от пациента и штатива. На рис. 1-163 показаны зоны интенсивности рассеянного излучения сбоку от усилителя рентгеновского изображения (УРИ) при отсутствии бокового защитного фартука.

УРИ, боковой подэкранный фартук, защита на щели кассетоприемника ЭСУ, рентгеновский стол, подножка для пациента к даже сам врач-рентгенолог — все это служит защитой для рентгенолаборанта.

Очень важный **защитный экран на щели кассетоприемника** закрывает пространство в 5-8 см под декой. Обратите внимание на то, что область «Е» за рентгенологом, также как и самая дальняя зона, слева (рис. 1-164) имеет наименьшую мощность дозы, менее 25 мР в час.

Когда усилитель рентгеновского изображения максимально приближен к пациенту, воздействие от рассеянного излучения на глаза и шею рентгенолога существенно уменьшается. При этом также резко уменьшается зона облучения и общее количество рассеянною излучения.

УРОВНИ ЭКСПОЗИЦИИ

ЗОНА	мР/час	мР/мин
А	>400	>6,7
Б	400 ▼ 200	6,7 ▼ 3,3
В	200 ▼ 100	3,3 ▼ 1,7
Г	100 ▼ 50	1,7 ▼ 0,8
Д	50 ▼ 25	0,8 ▼ 0,4
Е	<25	<0,4

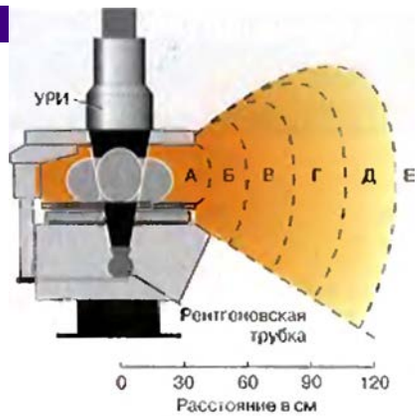


Рис. 1-163. Зоны интенсивности рассеянного излучения **без бокового подэкранного рентгенозащитного фартука**

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА

Даже если рабочее место правильно экранировано и УРИ максимально приближен к пациенту, все же полностью избавиться от рассеянного излучения в рабочей зоне невозможно (рис. 1-164). Зона обследования равномерно рассеивает рентгеновское излучение во все стороны, но между пациентом и рентгенологом расположен рентгенозащитный подэкранный фартук, а с противоположной стороны роль защиты играет механизм крепления УРИ. Этим объясняется вид изодозных кривых на рис. 1-164. Персонал, находящийся в процедурной, может резко сократить получаемую дозу, если будет находиться в зонах с минимальной дозовой нагрузкой.

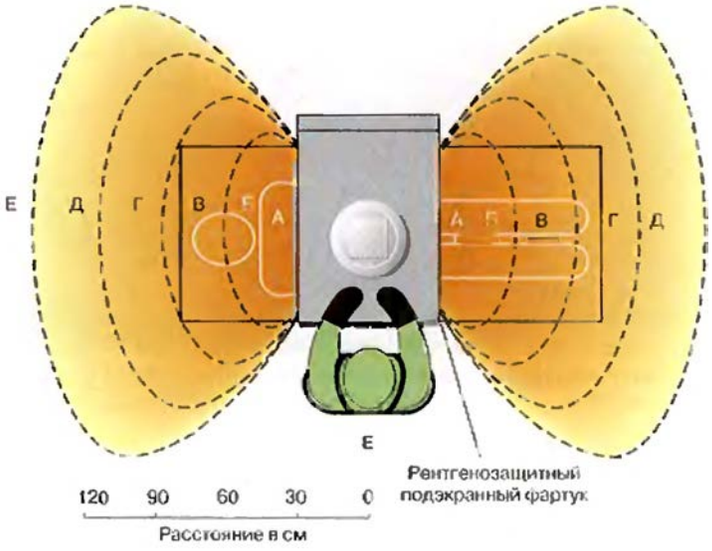


Рис. 1-164. Зоны интенсивности рассеянного излучения **при наличии бокового подэкранного рентгенозащитного фартука** и при максимальном приближении УРИ к телу пациента

Все, кто принимает участие во флюороскопическом обследовании, должны использовать рентгенозащитный фартук. Такой фартук со свинцовым эквивалентом 0,5 мм Pb сокращает дозу от рассеянною излучения на все тело более чем в 10 раз. Этого обычно достаточно, чтобы сократить риск от облучения до приемлемого уровня. Обычная доза за фартуком — менее 100 мкЗв в месяц (при замере пленочным дозиметром) в отделениях с низкой нагрузкой и не более 200 мкЗв в месяц для рентгенологов, выполняющих только исследования желудочно-кишечного тракта.

Персоналу следует проявлять осторожность при использовании так называемых «облегченных» фартуков или фартуков с большими вырезами для рук и низким шейным вырезом спереди. В этом случае возможно повышенное облучение радиочувствительных органов — щитовидной железы, легких, а под определенным углом — и молочных желез.

У многих фартуков старой конструкции нет специальной защиты для щитовидной железы. В таком случае вместе с фартуком, имеющим шейный вырез, нужно дополнительно использовать рентгенозащитный воротник (рис. 1-165) или пользоваться новым типом фартука с высоким воротником, закрывающим щитовидную железу (рис. 1-166).

Постоянная защита щитовидной железы предусматривается правилом ALARA, но общее снижение эффективной дозы облучения таким воротником невелико. Также заметим, что использование рентгенолаборантом, участвующим в исследовании желудочно-кишечного тракта, защитных перчаток и очков, как правило, не требуется.

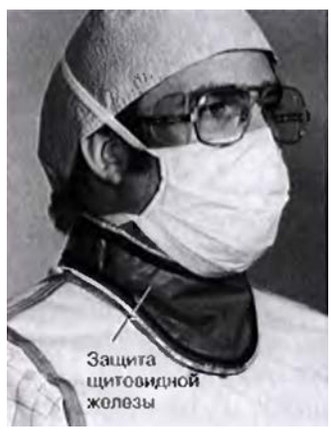


Рис. 1-165. Защитный воротник для щитовидной железы с фартуком со стандартным шейным вырезом (предоставлено Nuclear Assoc., Carle, N.Y.)



Рис. 1-166. Фартук с высоким воротником (предоставлено Shielding International, Inc., Madras, Ore.)

Пределы мощности экспозиционной дозы при просвечивании

Федеральными стандартами США установлены пределы мощности экспозиционной дозы в 10 Р/мин при флюороскопии, так как существует риск переоблучения пациента и рентгенолога при этом виде обследования. Для современных рентгеновских аппаратов эта доза обычно составляет **3-4 Р/мин.**

Защита пациента

Рентгенолаборанты подписывают профессиональный этический кодекс, в котором предусматривается ответственность за контроль и ограничение облучения пациентов при рентгенодиагностике. Поскольку это весьма серьезная ответственность, следует хорошо понимать приводимые ниже 7 способов уменьшения облучения пациента и постоянно использовать их на практике.

1. Минимальное количество пересъемок.
2. Правильная фильтрация рентгеновского пучка.
3. Точное диафрагмирование.
4. Защита специфических областей тела (гонад и молочных желез).
5. Защита беременных.
6. Использование комбинаций экран—пленка высокой чувствительности (не при цифровой рентгенографии).
7. Уменьшение облучения пациента путем выбора оптимальных по дозе проекций и экспозиционных факторов, в частности:
   - использование высоких значений кВ и низких значений мАс (см. главу 7, задняя проекция таза);
   - предпочтительное использование передней, а не задней проекции, при рентгенографии верхнего отдела грудной клетки для снижения облучения щитовидной железы и грудных желез) (см. главу 9, Сколиоз позвоночника).

Примечание. При определении эффективной дозы доза на глаза не учитывается. Дозы же более высокие, чем это допускается нормативами диагностической рентгенологии, способны вызвать катаракту.

1. МИНИМУМ ПОВТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основным и наиболее важным способом ограничить излишнее облучение пациента является **сокращение числа ненужных пересъемок.** Одной из наиболее частых причин такой повторной рентгенографии является **плохой контакт рентгенолаборанта с пациентом.** Нечеткие и непонятые пациентом указания по задержке дыхания чаще всего ведут к нерезкости изображения от движения и становятся причиной повторной съемки.

В тех случаях, когда пациенту недостаточно ясно разъяснили характер процедуры, она вызывает у него беспокойство и напряженность перед непонятной ситуацией, что несомненно ухудшает его способность полноценно сотрудничать с рентгенолаборантом. Чтобы этого не происходило, рентгенолаборанту следует не жалеть времени (даже при трудоемком и сложном исследовании), чтобы **подробно объяснить пациенту понятным для него языком, как ему следует дышать во время экспозиции, а также весь ход исследования.**

Пациента следует предупредить обо всех движениях аппаратуры, возможных при этом посторонних шумах, а также об ощущении жара или других непривычных ощущениях при введении контрастного вещества.

Другой частой причиной повторной съемки является **неаккуратность укладки пациента или неправильный выбор технических параметров съемки.**

Правильная укладка пациента требует от рентгенолаборанта хорошего знания анатомии, так как именно это позволяет ему правильно рассчитать размер, форму, расположение снимаемой структуры. Этим объясняется сочетание анатомических данных и способов укладки в каждой главе этой книги.

2. ПРАВИЛЬНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ

Фильтрация первичного пучка излучения снижает облучение пациента за счет устранения низкоэнергетической части излучения, которая не участвует в формировании изображения, но непосредственно воздействует на кожу и поверхностные ткани пациента. Конечным эффектом фильтрации является более жесткий спектр пучка излучения и повышение его проникающей способности.



Рис. 1-167. Четкое и точное объяснение процедуры пациенту успокаивает его и избавляет рентгенолаборанта от ненужных пересъемок

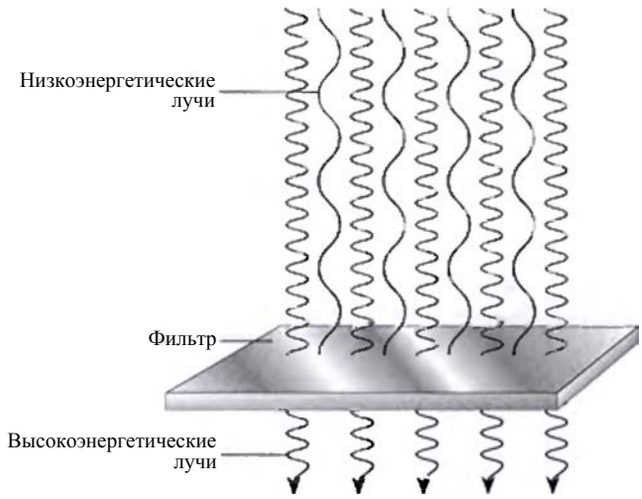


Рис. 1-168. Фильтрация устраняет низко энергетическую часть рентгеновского излучения (не участвующую в формировании изображения), но сохраняет высокоэнергетическую составляющую с высокой проникающей способностью

Фильтрацию удобно разбить на два типа. Во-первых, **собственная фильтрация рентгеновского излучателя** — окошко рентгеновского излучателя, стекло трубки, масло (в большинстве случаев около 0,5 мм алюминиевого эквивалента) и второй вид, более важный для рентгенолаборанта - **дополнительная фильтрация**. Она состоит из дополнительных фильтров, устанавливаемых между рентгеновской трубкой и коллиматором и в самом коллиматоре (включая собственную фильтрацию от зеркала коллиматора). Для аппарата, работающего в диапазоне значений высокого напряжения выше 70 кВ, **суммарная фильтрация (собственная и дополнительная) должна составлять не менее 2,5 мм Al**. В качестве материала для фильтров обычно используется алюминий, а в маммографии также молибден (Mo). Величина дополнительной фильтрации устанавливается федеральным законодательством и зависит от диапазона жесткости используемого в аппаратуре излучения. Производители оборудования обязаны соблюдать эти стандарты.

Периодическая проверка фильтрации

Проверка фильтрации рентгеновского оборудования должна выполняться ежегодно, а также после больших ремонтных работ — замены трубки или диафрагмы (коллиматора) Проверкой должен заниматься квалифицированный сервисный инженер. Рентгенолаборант обязан удостовериться, что для каждой трубки проверен и установлен необходимый фильтр из соответствующего материала.

3. АККУРАТНОЕ ДИАФРАГМИРОВАНИЕ

Аккуратное диафрагмирование является одним из важнейших способов уменьшения облучения пациента путем **ограничения размера и формы рентгеновского пучка только областью клинического интереса** или только зоной, соответствующей размеру приемника изображения. В нашем руководстве тщательному диафрагмированию уделяется особое внимание,

На хорошо калиброванном аппарате размер рентгеновского поля устанавливается по световому полю диафрагмы, по которому достаточно точно видна зона облучаемых тканей. Стандарты безопасности предусматривают отклонение размера светового поля от реального пучка не более чем на **2% от РИП**.

При диафрагмировании пучка нужно учитывать эффект его расхождения: световое поле, которое видно на поверхности тела пациента, всегда меньше реального размера снимаемой анатомической зоны. Это особенно выражено при боковой проекции грудной клетки или поясничного отдела позвоночника (рис. 1-169), когда поверхность кожи отстоит от приемника и изображения в кассетодержателе отсеивающей решетки. В подобных случаях световое поле на коже из-за расхождения лучей должно быть несколько меньше по размеру снимаемой анатомической структуры.

Диафрагмирование и входная кожная доза. Диафрагмирование в точном соответствии с размерами зоны интереса резко уменьшает дозу облучения в стороне от края диафрагмированного пучка. Так, например, в 3 см от края экспонируемого поля доза будет составлять всего 10% от дозы в поле. На расстоянии 12 см эта доза будет составлять лишь 1 % от дозы в поле.

Автоматическая глубинная диафрагма (коллиматор). Для всех рентгеновских аппаратов общего назначения, выпущенных в США и Канаде между 1974 и 1993 годами, требовалось оснащение их автоматическими диафрагмами, которые устанавливали поле облучения в соответствии с размерами кассеты (с 3 мая 1993 г. в связи с изменением федерального стандарта это требование перестало быть обязательным). Устройство автоматического диафрагмирования состоит из сенсоров на кассетодержателе, которые определяют размер установленной кассеты и передают сигнал об этом на диафрагму, шторки которой занимают положение, соответствующее размеру кассеты и РИП. Автоматический механизм можно отключать, но это следует делить лишь в тех случаях, когда требуется ручная установка большего размера поля. При этом загорается красный сигнал, напоминающий об отключении (рис. 1-170).

Ручная диафрагма (коллиматор). Даже при автоматическом диафрагмировании поля рентгенолаборант может вручную изменить его размеры. Это следует делать при всех исследованиях, когда размер приемника изображения больше, чем снимаемая зона. Точное ручное диафрагмирование также требуется при исследовании верхних и нижних конечностей с кассетой на деке стола при отключенном автоматическом диафрагмировании. На страницах этого руководства, посвященным укладкам, даются указания о правильном диафрагмировании в целях снижения облучения пациента.

Ограничение поля облучения только зоной интереса снижает облучение пациента за счет **двух факторов**. Во-первых, **уменьшается объем непосредственно облучаемых тканей**, а во-вторых, **уменьшается вторичное рассеянное излучение.** Рассеянное излучение при неаккуратном диафрагмировании или неправильном использовании экранирующих средств не только ненужным образом увеличивает облучение пациента, но и ухудшает качество изображения за счет возникновения



Рис. 1-169. Точное диафрагмирование по всем четырем краям. (Поле диафрагмирования может казаться слишком малым из-за расхождения рентгеновских лучей.)



Рис. 1-170. Автоматическая глубинная диафрагма

«вуали» на пленке. (В особенности это относится к таким объемным областям, как живот и грудкая клетка.)

Три причины необходимости диафрагмировать поле по четырем сторонам. Кроме снижения облучения пациента и улучшения качества изображения основанием прибегать к видимому диафрагмированию со всех четырех сторон является проверка того, что **вы достигли пределов диафрагмирования.** Если на рентгенограмме не видна граница диафрагмирования, то нельзя быть уверенным, что поле с этой стороны вообще было ограничено.

Дополнительным основанием для некоторого ограничения поля со всех четырех сторон является уверенность в правильном расположении центрального луча. Как было уже сказано выше, его можно определить по центру воображаемого перекрестия диагоналей, исходящих из углов светового поля диафрагмы.

Правило диафрагмирования. Основным положением нашего руководства является требование **ограничения поля облучения только зоной интереса и видимость границ диафрагмирования со всех сторон на приемнике изображения**, если его размеры достаточно велики, чтобы охватить все нужные анатомические структуры.

4. ЭКРАНИРОВАНИЕ ОСОБЫХ ОБЛАСТЕЙ

Такие особенно радиочувствительные органы и ткани, как щитовидная железа, **молочные железы и гонады**, если они оказываются в зоне или вблизи непосредственного расположения рентгеновского пучка, требуют специальной защиты. В частности, таким примером могут быть защитные средства для молочных желез у женщин и гонад у мужчин и женщин при рентгенологическом исследовании позвоночника по поводу сколиоза.

Наибольшее значение придается защите от облучения **репродуктивных органов — гонад**, если они оказываются вблизи от первичного пучка излучения. Имеются два основных типа такой защиты — **затеняющие и контактные экраны**.

Затеняющие экраны. Как говорит само название, к ним относятся приспособления, располагающиеся обычно на глубинной диафрагме между рентгеновской трубкой и пациентом и как бы отбрасывающие свою тень на экранируемую область. Образец такого экрана представлен на рис. 1-171. Экран прикреплен к гибкому держателю, так что он может отбрасывать свою тень в поле оптического центратора на область гонад или другую защищаемую область.

Более распространенный современный вариант такого экрана показан на рис. 1-172, когда экраны для защиты гонад и молочной железы на магнитах крепятся непосредственно к нижней части глубинной диафрагмы. Они могут сочетаться с рентгенопоглощающим свинцовым компенсационным фильтром, который обеспечивает более равномерное экспонирование неравномерной по толщине или плотности снимаемой области, как например, при рентгенографии грудного или поясничного отдела позвоночника по поводу сколиоза (рис. 1-173).

Контактные экраны для гонад. Плоские контактные экраны для гонад чаще всего применяются при рентгенографии пациента в положении лежа на спине. Это могут быть рентгенозащитные покрывала большой площади, изготовленные из свинцового поливинилхлорида с эквивалентом 0,5 мм Pb и покрытые специальным материалом, допускающим мокрую чистку и дезинфекцию, которые защищают от рассеянного излучения область гонад (рис. 1-174). Эти покрывала делают из такого же материала, который используется в защитных фартуках.

Контактная гонадная защита, поглощающая от 95 до 99% интенсивности первичного пучка в диапазоне 50-100 кВ, **требуют эквивалента не менее 1 мм Pb при их размещении в зоне прямого пучка.** В этих целях могут использоваться пластины различной формы, вырезанные из свинцового винила, которые помещаются непосредственно на гонады (рис. 1-175 и 1-176).

Мужчины. Экраны для мужских гонад помещаются дистальнее лонного симфиза, перекрывая область яичек и мошонки (рис. 1-175). Верхний край экрана должен располагаться на уровне лонного симфиза. У детей и подростков применяются экраны меньших размеров. Они несколько суживаются вверху и расширяются книзу, чтобы лучше прикрыть яички и мошонку, не закрывая таза и тазобедренных суставов.

Женщины. Размещение экранов у женщин для защиты яичников, фаллопиевых труб и матки, несколько более затруднительно. Общим правилом для взрослых женщин можно считать защиту области на 11-13 см проксимальнее (кверху) от симфиза и на 8-9 см в стороны от средней линии таза. Нижний край экрана должен быть на уровне или несколько выше симфиза, а верхний край располагаться немного над уровнем передней верхней подвздошной ости (рис. 1-176).

Можно применять защитные экраны для женских гонад различной формы, но они должны быть шире наверху, чтобы закрыть область яичников, и уже книзу, чтобы как можно меньше закрывать таз и тазобедренные суставы. У детей экраны должны быть соответственно меньше. Например, у годовалой девочки нужен экран всего 6-7 см в ширину и 5 см в высоту, накладываемый прямо на лонный симфиз[1].

Если экраны для гонад уложены правильно, они снизят гонадную дозу, при расположении гонад в прямом пучке, на 30-90%.

[1] Godderidge C, *Pediatric imaging*, Philadelphia, 1995, WB Saunders.



Рис. 1-171. Загоняющий экран на гибком держателе (предоставлено Nuclear Associates, Carle, N.Y.)

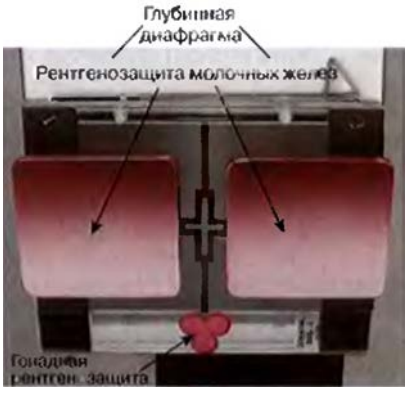


Рис. 1-172. Затеняющий экран, прикрепленный магнитами к глубинной диафрагме (предоставлено Nuclear Associates)



Рис. 1-174. Экран из просвинцованного поливинилхлорида, скрывающий область гонад при рентгенографии средней и дистальной части бедра в боковой проекции



Рис. 1-173. Рентгенография позвоночника в задней проекции при сколиозе с компенсационным фильтром и экранами над молочными железами и гонадами (предоставлено Nuclear Associates, Garle, N.Y.)



Рис. 1-175. Снимок крестца в прямой задней проекции. Плоский контактный защитный экран. (Эквивалент 1 мм Pb.)



Рис. 1-176. Правый тазобедренный сустав в задней проекции. Плоский контактный защитный экран (Эквивалент 1 мм Pb.)

-Мужской экран для гонад



Возможные формы

-Женский экран для гонад



Возможные формы

Общие правила защиты критических областей. Последовательная и правильная защита критических областей тела является дополнительной нагрузкой для рентгенолаборанта, поскольку требует специальных приспособлений и дополнительной траты времени. Но необходимость защищать радиочувствительные органы и гонады у детей и взрослых в репродуктивном возрасте от излишнего облучения служит дополнительной мотивацией для рентгенолаборанта придерживаться о своей практике следующих трех правил.

1. **Применять защиту у всех лиц репродуктивного возраста**. В рентгеновском отделении должны строго придерживаться этою правила.
2. **Защита должна применяться во всех случаях, когда радиочувствительная зона лежит в области первичного пучка или вблизи него (около 5 см), если только экранирующее устройство не скроет при этом диагностически значимую информацию.**
3. Экранирование должно сопровождаться **точным диафрагмированием и укладкой пациента.** Защита особых радио чувствительных областей имеет большое значение, но тем не менее она является вторичным средством защиты и не отменяет необходимости точного диафрагмирования

5. ЗАЩИТА БЕРЕМЕННЫХ

Установленная или предполагаемая беременность требует особого подхода к женщине, так как развивающийся плод особо чувствителен к излучению, особенно первые два месяца беременности, когда будущая мать может еще и не знать о своей беременности.

В прошлом, согласно требованиям Международной комиссии по защите от облучения (ICRP), в целях предупреждения облучения в случаях скрытой беременности применялось «**правило 10 дней**». Согласно нему, все рентгеновские исследования, захватывающие таз и нижнюю область живота, должны производиться только в течение 10 дней с момента наступления менструации, поскольку в этот период вероятность возникновения беременности невелика. Но затем это правило было отклонено ICRP и Американской коллегией радиологов (ACR) из-за опасности, что отказ от крайне необходимого рентгеновского исследования в этот период может нанести ущерб здоровью пациентки. Исследования показали, что если рентгеновская процедура клинически обоснована, то она может быть проведена и в этот период. Исключением могут быть только исследования с высокой дозовой нагрузкой на область таза или просвечивание, если они без ущерба для пациентки могут быть отложены на несколько недель. И все же в рентгеновских процедурных и комнатах для ожидания отделения лучевой диагностики должны быть установлены листовки и плакаты, обращающие внимание пациенток на необходимость предупреждать врача-рентгенолога о своей возможной беременности (рис. 1-178),

Если рентгеновское исследование проводится в период возможной беременности, следует использовать все ранее описанные средства защиты, в особенности тщательное диафрагмирование.

В случае **установленной беременности** выполнение нижеуказанных исследований, сопряженных с повышенным облучением эмбриона и плода, требует специального подтверждения от лечащего врача и рентгенолога.

- Поясничный отдел позвоночника.
- Крестец и копчик.
- Внутривенная урография.
- Просвечивание (живот).
- Таз.
- Проксимальный отдел бедра и тазобедренный сустав.
- Компьютерная томография.

6. ОПТИМАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КОМБИНАЦИИ «ЭКРАН-ПЛЕНКА» (НЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ)

Шестое правило предусматривает использование высокочувствительных комбинаций экран-пленка, которые резко снижают дозу облучения пациента. В большинстве комбинаций экран-пленка более 99% рентгеновского изображения формируется за счет световой эмиссии усиливающих экранов и только менее 1 % за счет собственно первичного рентгеновского излучения. Таким образом, чувствительность усиливающих экранов оказывает большое влияние на экспозиционную дозу при рентгенографии.

ЕСЛИ ВЫ БЕРЕМЕННЫ, ПРЕДУПРЕДИТЕ ОБ ЭТОМ ВРАЧА-РЕНТГЕНОЛОГА!

Рис. 1-177. Табличка с предупреждением.

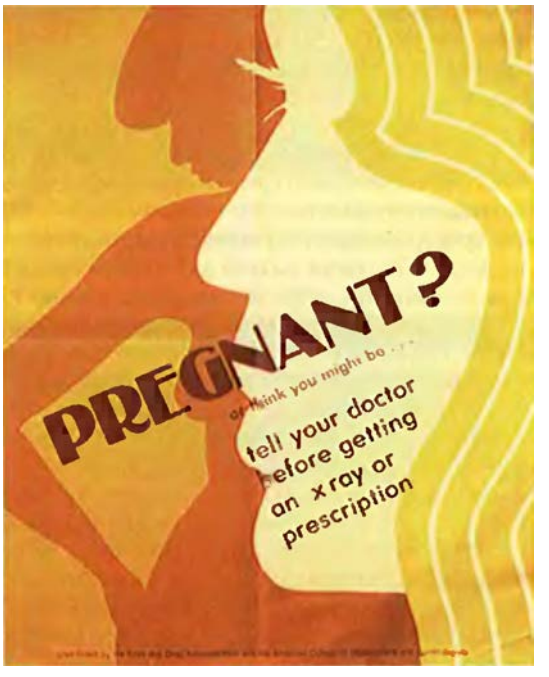


Рис. 1-178. Плакат с предупреждением: «Если Вы беременны или предполагаете это...
Предупредите об этом своего врача или рентгенолога до того, как вас направят на рентгеновское исследование»

Некоторые редкоземельные экраны высокой чувствительности, используемые в настоящее время, в 4 раза или более чувствительнее стандартных экранов класса 100. Следовательно, с ними облучение пациента может быть снижено более чем в 4 раза.

Некоторые виды пленок с толстым эмульсионным слоем или специальными красителями в эмульсии также чувствительнее обычных и тоже уменьшают дозу облучения. Однако использование более чувствительных экранов и пленок сопряжено с некоторой потерей пространственного разрешения, т.е. передачи деталей на изображении, и рентгенологу приходится балансировать между снижением облучения пациента и возможным ухудшением детализации изображения. Обычно при рентгенографии без отсеивающего растра (например, при снимках верхних и нижних конечностей), когда требуется хорошая передача мелких деталей, используют менее чувствительные экраны класса 100.

Более чувствительные экраны обычно используют при рентгенографии более толстых частей тела, когда требуется прибегать к отсеивающему растру и более жесткому излучению.

Правило использования комбинаций «экран-пленка». Для получения диагностически информативных снимков применяйте максимально чувствительные комбинации экран-пленка.

Примечание: сложившаяся практика или технологические протоколы рентгеновского отделения обычно устанавливают вид комбинации «экран-пленка», который следует применять при конкретном виде исследования, так что этот выбор, как правило, не принадлежит самому рентгенолаборанту.

7. МИНИМИЗАЦИЯ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА ПУТЕМ ВЫБОРА ПРОЕКЦИЙ И ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ

Седьмой и последний способ уменьшения дозы облучения пациента - знание рентгенолаборантом величин доз облучения, которые получает пациент при каждой экспозиции. В частности, рентгенолаборанту следует знать, каким образом влияют параметры экспозиции на дозу. Ему также следует знать какую дозовую нагрузку получает щитовидная и молочные железы при задней и передней проекциях головы, шеи и верхнего отдела грудной клетки. Необходимо также ориентировочное знание доз при различных рентгенографических проекциях.

Если вследствие каких-то ошибок при укладке или установке параметров экспозиции придется повторить снимок, то какую дополнительную дозу получит при этом пациент? Как изменяется доза при увеличении кВ и уменьшении мАс? Насколько снижается доза облучения яичников при рентгенографии тазобедренного сустава, если правильно экранировать гонады? Насколько увеличивается облучение яичек при аксиально-латеральной или нижневерхней проекции тазобедренного сустава по сравнению с другими боковыми его проекциями?

Для ответов на эти вопросы для каждой проекции приводятся средние значения доз, справа вверху и объяснено ниже.

РАСЧЕТ ДОЗЫ

Кожная доза (КД). Кожная доза определяется такими параметрами, как расстояние источник - кожа и эффект обратного рассеяния. При этом экспозиция в рентгенах (Р), эмиттируемая рентгеновской трубкой, пересчитывается в поглощенную дозу на коже в микрогреях (мкГр).

Срединная доза (СД). Эта доза аналогична дозе на критические органы в срединной зоне тела. Все нижеперечисленные дозы требуют точного диафрагмирования в соответствии с зоной обследования.

Гонадная доза (Гон). Гонадные дозы указаны для мужчин (М) и для женщин (Ж) в условиях отсутствия специальных защитных средств. В последнем случае эти лозы уменьшаются на 50-90% от указанных.

Гонадные дозы указаны именно в условиях отсутствия защиты, чтобы напомнить рентгенолаборанту крайнюю важность гонадной защиты во всех случаях, когда гонады оказываются в сфере воздействия прямого пучка или вблизи от него, если гонадные экраны не перекрывают полностью эту область.

При исследовании конечностей, головы и шеи гонадные дозы обозначены сокращением НСЗ (не имеет существенного значения), т.е. проведенные измерения показали, что вклад экспозиционной дозы в гонадную несущественен.

Дозы на щитовидную и/или молочные железы. При некоторых проекциях головы, шеи и грудной клетки воздействие на эти радиочувствительные органы первичного или вторичного излучения так велико, что при возможности их желательно экранировать. В подобных случаях вместо гонадных доз указываются дозы на эти органы, чтобы обратить внимание на необходимость экранировать их или по возможности заменить заднюю проекцию передней.

ТАБЛИЧКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ И ДОЗ ПРИ ЗАДНЕЙ ПРОЕКЦИИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Параметры экспозиции и доза — задняя проекция

	см	кВ	мАс	КД	СД	Гон
80 кВ	17	80	15	2120	620	М- 10 Ж -270
92 кВ	17	92	8	1760	510	М- 10 Ж -210

мкГр

Величины и Уставки (параметры экспозиции)
См (17) — размер поясничного отдела в переднезаднем направлении для данного типа пациента (см. Примечание 1).

кВ (80 или 90) — значение высокого напряжения, необходимого для исследования данного типа пациента.
мАс (15 или 8) — величина мАс при данном значении кВ.

Дозы, получаемые пациентом в мкГр при 80 кВ, 15 мАс и при 92 кВ, 8 мАс
КД — кожная доза на входе
СД — срединная доза
Гон. — гонадные дозы для мужчин (М) и женщин (Ж) при условии точного диафрагмирования и отсутствии специальной гонадной защиты.
(При проекциях, включающих верхнюю часть тела, гонадные дозы заменяются дозой на щитовидную железу и/или молочные железы, когда величина этих доз приобретают значимый характер, а гонадная доза не имеет существенного значения.)

Дополнительные факторы

- РИП 100 см
- Усиливающие экраны Кодак чувствительностью 100 для рентгенографии без отсеивающего растра
- Усиливающие экраны Кодак 400 для рентгенографии с отсеивающим растром
- Отношение растра 12:1 для стационарного аппарата и 6:1 — для мобильного (палатного).

Примечание 1. Некоторые уставки, показанные в этом руководстве, предназначены для типа пациента меньшего размера, чем средний взрослый человек. То есть приведенные величины кВ и мАс меньше, чем значения для среднего пациента. При увеличении размера пациента величина доз увеличится пропорционально увеличению значений параметров экспозиции.

Примечание 2. Параметры экспозиции (кВ и мАс) приводятся лишь как основа для расчета дозы и не являются обязательными величинами для использования в рентгеновском отделении. Конкретные технические параметры рентгенографии устанавливаются с учетом таких переменных факторов, как чувствительность усиливающих экранов и пленки, отношение растра, параметры проявления, РИП, фильтры и калибровка оборудования.

Примечание 3. Все приводимые в руководстве дозы рассчитаны при РИП 100 см и 6 мР/мАс при 80 кВ для трехфазного генератора и слое половинного ослабления — 3 мм алюминия при 80 кВ.

Примечание 4. Дозы рассчитаны с использованием таблиц руководства J. Keriakes, M. Rosenstein. Handbook of Radiation Doses in Nuclear Medicine and Diagnostic X-ray. CRC Press, Boca Raton, 1980.
Дозы на критические органы рассчитаны на основе данных из Computer Program for Tissue Doses in Diagnostic Radiology (CD 13) из Center for Devices and Radiological Health, Rockville, Maryland.

ГЛАВА 2

Органы грудной клетки

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ. Karen Brown, RT(R), Kathy Martensen, BS, RT(R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Грудная клетка, 63

Дыхательная система, 68

Гортань, 69

Трахея, 70

Правый и левый главные бронхи, 71

Легкие, 72

Рентгенограмма грудной клетки в прямой передней проекции, 73

Средостение, 74

Укладки

Телосложение и глубина вдоха, 75

Укладка - общие вопросы, 76

Инструкции по дыханию во время исследования, 77

Обоснование для исследования органов грудной клетки в положении стоя, 77

Критерии оценки рентгенограммы, 78

Укладка грудной клетки для прямой передней проекции, 78

Укладка грудной клетки для боковой проекции, 79

Положение центрального луча и методика укладки, 80

Размеры легких и поперечное расположение кассеты, 81

Диафрагмирование, 81

Альтернативные методы исследования грудной клетки, 82

Клинические показания, 82

Сводная таблица клинических показаний, 84

Результаты опроса по США и Канаде, 86

Основные и специальные проекции, 86

Органы грудной клетки (основные проекции):

- Прямая передняя проекция, 87, 88
- Боковая проекция, 89, 90

Органы грудной клетки (специальные проекции):

- Задняя проекция — укладка в полувертикальном положении или лежа на спине, 91
- Боковая латерографическая укладка (задняя проекция), 92
- Задняя лордотическая проекция, 93
- Передняя косая, 94
- Задняя косая, 95

Верхние дыхательные пути (стандартные проекции):

- Боковая, 96
- Задняя, 97

Приложение — метод локализации центрального луча при укладке грудной клетки и измерительная линейка, 98

Упражнения по рентгенограммам, 99

Грудная клетка

Рентгенография органов грудной клетки — одна из самых распространенных диагностических процедур. С нее начинают свою клиническую практику студенты, изучающие рентгенодиагностику. Но перед тем как приступить к практическим занятиям, следует изучить и понять анатомию грудной клетки, включая взаимоотношение органов грудной полости.

Грудная клетка — верхняя часть туловища, располагающаяся между шеей и животом. Рентгеноанатомия грудной клетки делится на три части: анатомию **костей грудной клетки**, собственно **дыхательной системы** и **средостения**.

КОСТИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Кости грудной клетки являются частью скелета и обеспечивают защиту органов дыхания и кровообращения, расположенных в грудной полости. **Органы грудной клетки** — термин, использующийся для легких и органов средостения.

Спереди расположена **грудина**, состоящая из трех отделов. Верхний отдел — **рукоятка**, средний — **тело** и самый маленький нижний отдел — **мечевидный отросток**.

Сверху расположены **две ключицы**, соединяющие грудину с двумя лопатками. **12 пар ребер** окружают грудную полость, **12 грудных позвонков** расположены сзади. Детальное описание костей грудной клетки приведено в главе 10.

Топографические ориентиры

Для правильной укладки необходимы топографические ориентиры. Они необходимы для правильной локализации центра кассеты — так, чтобы все важные анатомические образования были отображены на пленке в выбранной специфической проекции. Эти топографические ориентиры должны легко отыскиваться на теле.

Для правильной укладки при исследовании грудной клетки используются два ориентира — **остистый отросток седьмого шейного позвонка (С7)** и **яремная вырезка рукоятки грудины**.

Остистый отросток седьмого шейного позвонка

Остистый отросток седьмого шейного позвонка (С7) является важным ориентиром для выбора направления центрального луча при рентгенографии в прямой передней проекции. Его можно пальпировать со стороны спины у большинства пациентов в нижней части шеи. Остистый отросток С7 — первый выступающий остистый отросток, пальпируемый на задней поверхности шеи при наклоненной вперед голове. При небольшой тренировке этот ориентир легко обнаруживается у большинства пациентов, особенно при наклоне шеи и головы пациента вперед.

Яремная вырезка

Яремная вырезка — важный ориентир при рентгенографии в прямой задней проекции. Яремная вырезка легко пальпируется как углубление на верхней части рукоятки грудины ниже щитовидного хряща (известного как адамово яблоко).

Середина грудной клетки — уровень седьмого грудного позвонка (Th7) легко определяется с использованием этих ориентиров (описано ниже в этой главе).

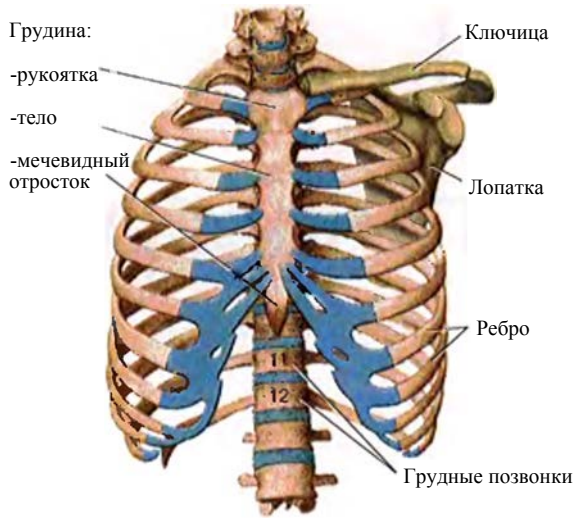


Рис. 2-1. Кости грудной клетки

Мечевидный отросток — нижний конец грудины, положение мечевидного отростка соответствует уровню Th9 или Th10 (девятому или десятому грудному позвонку). Отросток можно легко пальпировать. Его положение соответствует положению передних отделов диафрагмы, которая разделяет грудную и брюшную полости. Однако мечевидный отросток не может быть надежным ориентиром для укладки из-за вариабельности строения грудной клетки и положения нижних границ легких в задних отделах, которые могут достигать уровня Th11 - Th12 при вдохе, как показано на рис. 2-2.

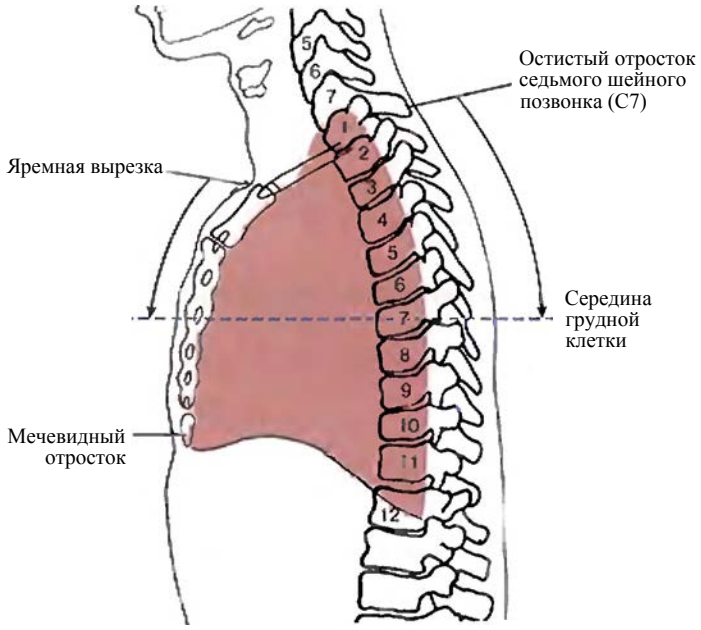


Рис. 2-2. Топографические ориентиры

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода и удаление углекислого газа. Дыхательная система делится, как показано на рис. 2-3, на четыре части: **глотку, трахею, бронхи и легкие**.

Важный элемент дыхательной системы — **диафрагма**, основная мышца, управляющая дыханием. Каждая половина диафрагмы называется куполом диафрагмы — правым или левым. При движении диафрагмы вниз объем грудной полости **увеличивается**. Это происходит синхронно с другими движениями грудной клетки, описанными ниже в этой главе, внутригрудное давление **понижается**, возникает всасывающий эффект, в результате воздух поступает в легкие через нос, рот, глотку, гортань, трахею и бронхи.

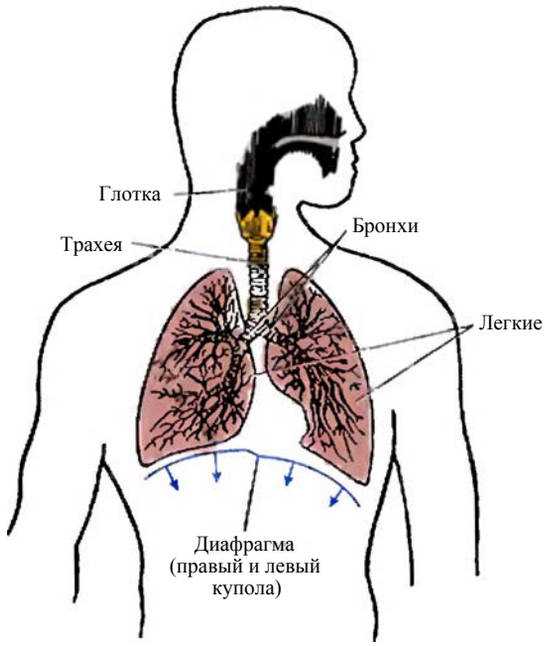


Рис. 2-3. Дыхательная система

Глотка

Глотка (верхние дыхательные пути) — отдел или тракт, важный для дыхательной системы, потому что воздух должен пройти через нее перед поступлением в собственно дыхательную систему, которая начинается с гортани. Глотка, тоже относящаяся к верхним дыхательным путям или к верхнему респираторному тракту, — область, находящаяся позади рта и носа, над гортанью и пищеводом, расположенными ниже. **Через нее проходит не только воздух, но еще пища и жидкость, что определяет ее принадлежность как к пищеварительной, так и к дыхательной системе.** По этой причине глотка не является частью собственно дыхательной системы.

Глотка имеет три отдела, как показано на рис. 2-4: **носоглотку, ротовую часть глотки (ротоглотку) и гортанную часть глотки (гортаноглотку).** Внутренняя часть глотки соединяется с другими полостями, сверху с носом (носоглотка), со ртом (ротовая часть глотки), гортанью (гортанная часть глотки) и пищеводом внизу. **Твердое и мягкое нёбо** образуют свод полости рта. Задняя нижняя часть мягкого нёба называется **язычком**, он является границей между носоглоткой и ротоглоткой.

Гортанная часть глотки лежит над и позади гортани и простирается от верхнего края **надгортанника** до места, где гортаноглотка сужается для соединения с пищеводом.

Свободная верхняя часть надгортанника расположена кверху в сторону языка и играет роль крышки, закрывающей гортань. Во время глотания надгортанник опускается вниз и прикрывает гортань, предотвращая попадание жидкости и пищи в легкие.

Кроме того, на сагиттальном разрезе видны **подъязычная кость, щитовидный хрящ** гортани (адамово яблоко), **щитовидная железа, трахея**. Они будут описаны более подробно в следующих разделах.

Дыхательный тракт. Синяя пунктирная линия показывает путь воздуха из окружающей среды в трахею и легкие. Заметьте, что воздух, проходя через нос или рот, должен пройти через часть глотки.

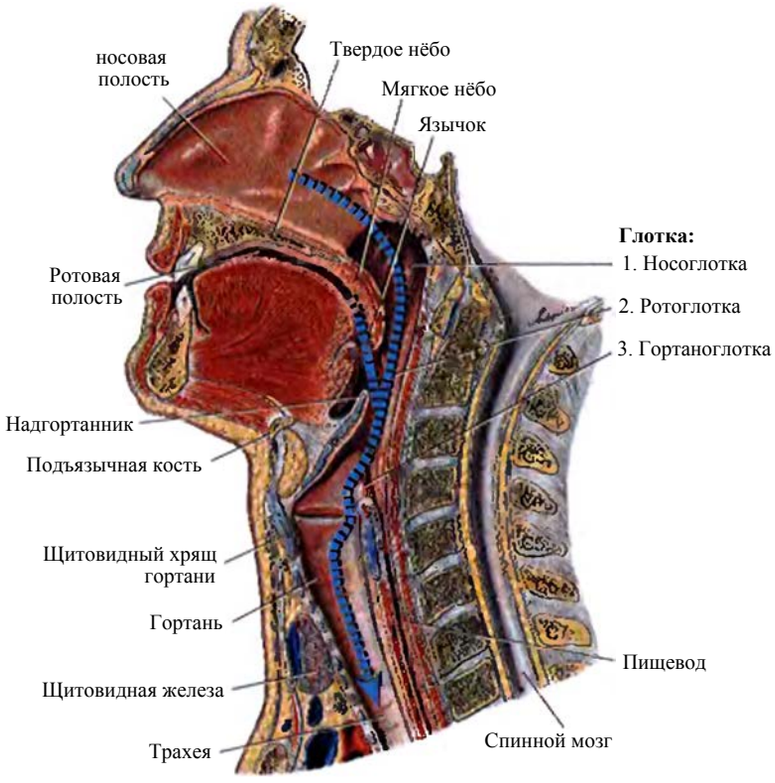


Рис. 2-4. Глотка, верхние дыхательные пути (срединный сагиттальный разрез)

Пищевод

Пищевод — отдел пищеварительной системы, соединяющий глотку с желудком. Обратите внимание на расположение пищевода, глотки и гортани. Он начинается в дистальном конце гортаноглотки и проходит вниз до желудка позади гортани и трахеи. (В главе 14 пищевод описан детально вместе с верхними отделами пищеварительного тракта.)

Четыре отдела дыхательной системы

Следующие четыре важных отдела собственно дыхательной системы имеют большое значение для рентгенодиагностики грудной клетки.

1. **Гортань**
2. **Трахея**
3. **Правый и левый главные бронхи**
4. **Легкие**

Гортань, трахея и бронхи образуют сообщающуюся систему трубок, по которым воздух может проходить из носа и рта в легкие, как показано на рис. 2-3 и 2-4 на предыдущей странице.

Примечание: помните, глотка служит для прохождения как воздуха, так и нищи и не является частью только дыхательной системы.

Гортань

Гортань — окруженная хрящами камера протяженностью около 4—5 см у взрослых, Гортань расположена в передней части шеи, и поддерживается небольшой **подъязычной** костью (рис. 2-5). Подъязычная кость расположена сразу под языком или дном рта (рис. 2-4). Подъязычная кость не является частью гортани.

Гортань служит органом звукообразования. Звук образуется при прохождении воздуха между **голосовыми складками**, расположенными в гортани (рис. 2-6). Верхний край гортани расположен на уровне **C3** (третий шейный позвонок). Нижний край — область соединения с трахеей, на уровне **C6** (шестой шейный позвонок).

Гортань окружена хрящами, связками и мышцами, при совместной работе которых происходит звукообразование. Самый большой и менее всего подвижный из хрящей **щитовидный хрящ** состоит из двух пластинок, образующих переднюю стенку гортани. Выступающая передняя часть щитовидного хряща легко пальпируется и известна как **гортанный выступ**, или адамово яблоко. Гортанный выступ является важным ориентиром, так как легко отыскивается, он находится примерно на уровне **C5** (пятый шейный позвонок).

Перстневидный хрящ имеет форму кольца и формирует заднюю стенку гортани. Он прикреплен к первому кольцу трахеи.

Один из хрящей, придающий гортани уникальное строение — **надгортанник**, имеющий форму листа с узким стеблем, соединяющим его со щитовидным хрящом. Как описано на предыдущей странице, надгортанник закрывает трахею во время глотания (см. стрелки, рис. 2-6).

Аксиальное (поперечное) изображение гортани. Рентгенолог должен распознавать анатомические структуры на поперечных срезах, получаемых при КТ (компьютерная томография) и МРТ (магнитно-резонансная томография). На рис. 2-7 показано аксиальное изображение средних отделов гортани на уровне C5 (пятый шейный позвонок). Обозначены только крупные образования. Более детально анатомия аксиальных срезов грудной клетки описана в главе 22.

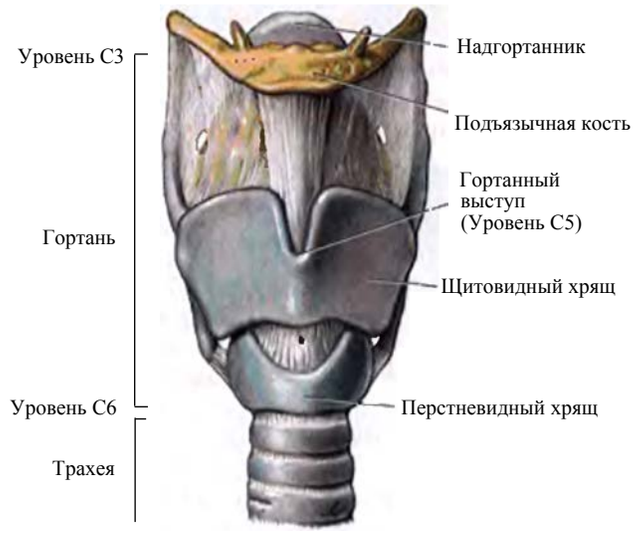


Рис. 2-5. Гортань (вид спереди)

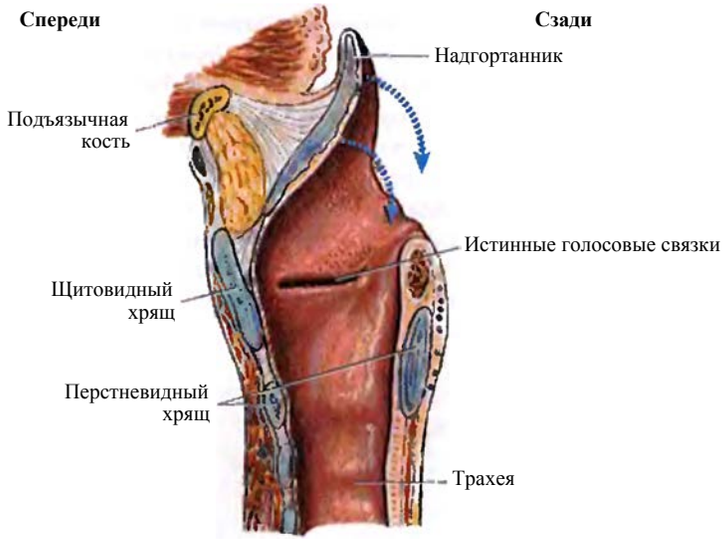


Рис. 2-6. Гортань (вид сбоку)



Рис. 2-7. Аксиальное КТ-изображение гортани на уровне C5

Трахея

Трахея - второй отдел дыхательной системы, являющийся продолженном гортани. Это фиброзно-мышечная трубки около 2 см в диаметре и 11 см в длину. Около 20 С-образных хрящевых колец составляют стенку трахеи. Эти плотные кольца поддерживают просвет трахеи открытым и предотвращают смыкание стенок во время вдоха.

Трахея расположена перед пищеводом (см. рис. 2-4), и выходит из гортани на уровне С6 (шестой шейный позвонок) и достигает внизу уровня Th4 или Th5 (четвертый или пятый грудной позвонок), где разветвляется на правый и левый главные бронхи.

Возле гортани и трахеи расположены **щитовидная, паращитовидные и вилочковая железы**.

Щитовидная железа — богато васкуляризированный орган, расположенный в передних отделах шеи сразу ниже гортани, правая и левая доли железы и перешеек лежат по обе стороны и перед трахеей (рис. 2-8). У взрослых железа весит 25-30 г и имеет богатое кровоснабжение. Как и другие железистые органы, щитовидная железа более чувствительна к излучению, чем другие ткани или органы. Знание размеров и топографии железы помогает уменьшить дозовую нагрузку на железу, насколько это возможно, а также облегчает применение средств защиты и правильное диафрагмирование зоны обследования.

Одно из уникальных свойств железы — возможность накапливать гормоны, а затем постепенно их выделять в соответствии с потребностями метаболизма. Эти гормоны регулируют рост и развитие тела, активность нервной системы, особенно у детей.

Паращитовидные железы — мелкие шаровидные железы, расположенные на задней поверхности долей щитовидной железы. Обычно две паращитовидные железы лежат на каждой боковой доле щитовидной железы, как показано на рис. 2-8. Они содержат и выделяют гормоны, помогающие специфическим функциям крови, включая поддержание уровня кальция в ней.

Вилочковая железа (тимус) — расположена дистальнее щитовидной (см. рис. 2-8). Она показана и описана ниже в этой главе как один из органов средостения (см. рис. 2-22).

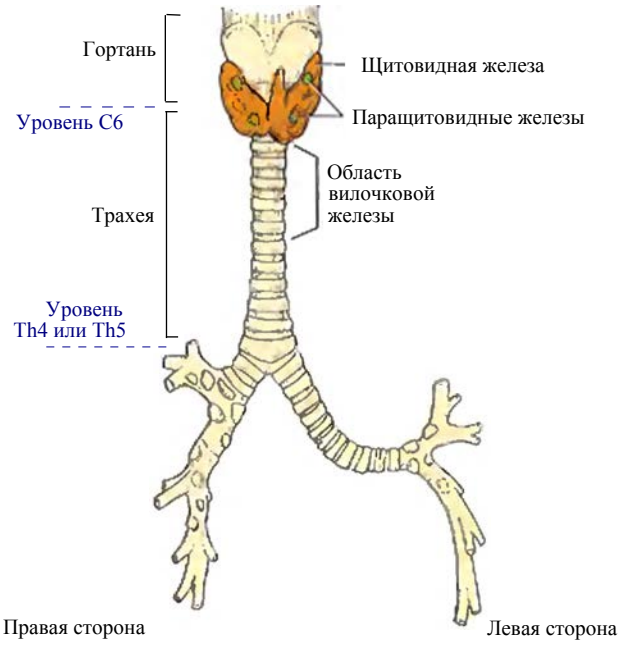


Рис. 2-8. Трахея

Рентгенография

Прямая задняя и боковая рентгенограммы верхних дыхательных путей позволяют увидеть трахею, наполненную воздухом, и гортань. Задняя проекция (рис. 2-9) демонстрирует воздушный столб в верхних отделах трахеи, как видно на рентгенограмме (темная область, стрелки). На таком снимке могут быть выявлены увеличение или другие изменения тимуса или щитовидной железы, а также другие патологии верхних дыхательных путей.



Рис. 2-9. Прямая задняя проекция верхних дыхательных путей

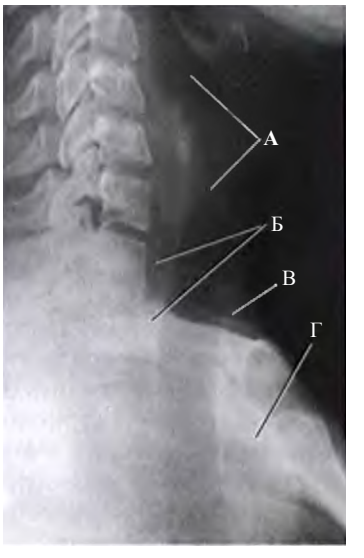


Рис. 2-10. Боковая проекция верхних дыхательных путей

Боковая рентгенограмма (рис. 2-10) демонстрирует заполненные воздухом трахею и гортань (А), область пищевода (Б) и показывает их соотношение. Пищевод расположен позади, а трахея впереди. Также показано расположение щитовидной железы (В) и тимуса (Г).

Аксиальное (поперечное) изображение трахеи

На рис. 2-11 — КТ-изображение верхних отделов грудной клетки, примерно на уровне третьего грудного позвонка (Th3). Видно, что трахея расположена перед пищеводом и оба они перед позвоночником. Верхние отделы легких расположены по сторонам от трахеи и грудного отдела позвоночника.

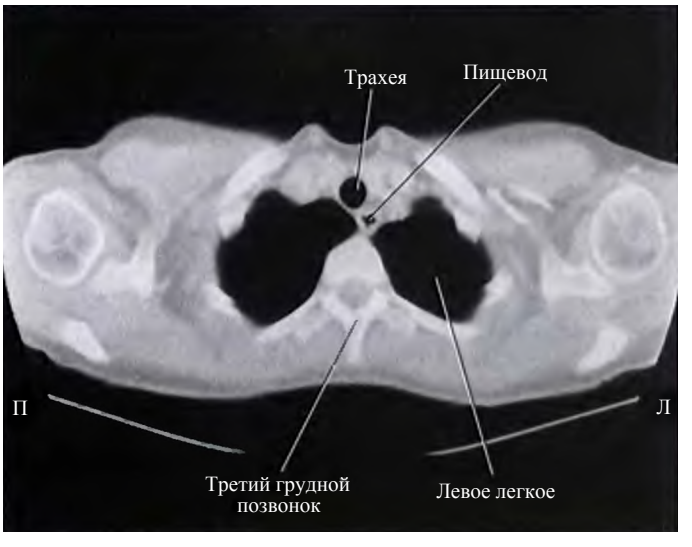


Рис. 2-11. Аксиальное сечение на уровне Th3

Правый и левый главные бронхи

Третий отдел дыхательной системы включает **правый и левый главные бронхи.**

Правый главный бронх более широкий и короткий, чем левый. Правый главный бронх расположен более отвесно; угол отхождения его от трахеи меньше, чем левого. Разница в размерах и положении важна, так как кусочки пищи или другие инородные объекты, случайно попадающие в дыхательные пути, чаще оказываются в правом бронхе.

Правый бронх около 2,5 см длиной и около 1,3 см в диаметре. Угол отхождения правого бронха около 25°.

Левый бронх меньшего диаметра (1,1 см), чем правый, но почти вдвое длиннее (5 см). Угол отхождения левого бронха около 37°. Больший угол отхождения от трахеи и меньший диаметр уменьшают вероятность попадания в него кусочков пищи или других инородных тел.

Бифуркация трахеи — специфический выступ, или гребень, самого нижнего хряща трахеи, расположенный в месте разветвления трахеи на правый и левый бронхи. При бронхоскопии гребень бифуркации кажется лежащим слева от средней линии и правый бронх кажется более открытым, чем левый, что объясняет, почему инородные тела легче проникают в него.

Как показано на рис. 2-12, гребень бифуркации расположен в нижней части трахеи на уровне деления на правый и левый главные бронхи. Это приблизительно соответствует уровню пятого грудного позвонка (Th5). Место бифуркации трахеи используется в качестве специфического ориентира в компьютерной томографии (КТ); грудной клетки, как это описано в главе 22.

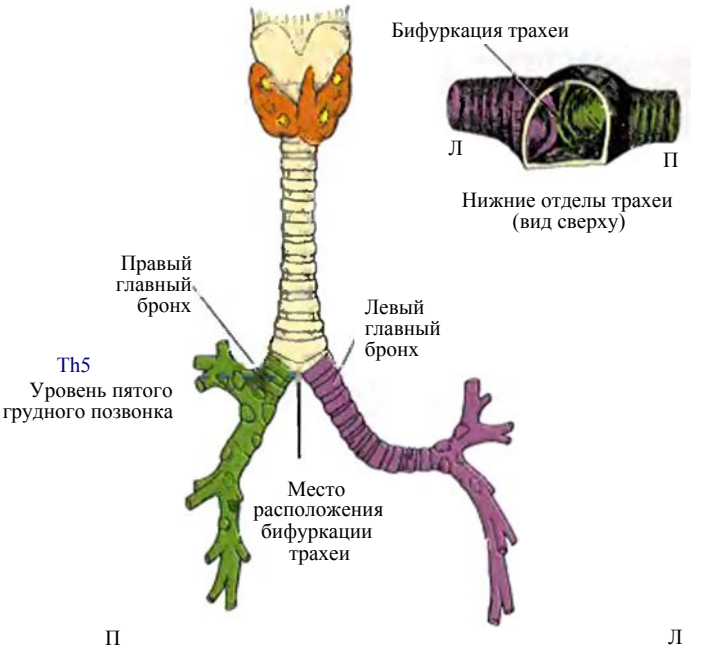


Рис. 2-12. Бронхи

Долевые бронхи, доли, и альвеолы

В дополнение к отличиям в размерах и положении между правым и левым бронхами другим важным отличием является то, что правый бронх делится на три долевых бронха, а левый только на два, каждый из них входит в свою долю легкого. Так, в правом легком три доли, а в левом две, как показано на рис. 2-13 и 2-15. Долевые бронхи делятся на более мелкие сегментарные и еще более мелкие, заканчивающиеся бронхиолами.

Каждая из мелких бронхиол заканчивается в очень маленьком воздушном мешочке — альвеоле. В двух легких насчитывается от 500 до 700 миллионов альвеол. В альвеолах через тонкую мембрану происходит обмен кислорода на двуокись углерода из крови.



Рис. 2-13. Долевые бронхи и альвеолы

Аксиальное изображение бронхов и легких

На рис. 2-14 представлено аксиальное (поперечное) изображение примерно на уровне седьмого грудного позвонка (Th7)



Рис. 2-14. Аксиальное изображение легких (поперечным срез), сердца на уровне седьмого грудного позвонка (Th7)

Легкие

Четвертый и последний отдел дыхательной системы представлен двумя **легкими**, расположенными с двух сторон в грудной полости. Легкие заполняют все свободное пространство и не окружены другими органами. Обратите внимание, что в правом легком **три** доли **верхняя**, **средняя** и **нижняя**, они разделены **двумя междолевыми щелями.** В левом легком только две доли — **верхняя и нижняя**, они разделены **одной междолевой щелью**.

Легкие представляют собой легкую, губчатую, но очень эластичную ткань, называемую паренхимой. Такое строение необходимо для растяжения и сжатия легких во время дыхательных движений, доставки кислорода и удаления двуокиси углерода из крови через тонкие стенки альвеол.

Каждое легкое заключено в тонкий мешок с двойной стенкой (мембраной), именуемой **плеврой**, она видна на фронтальном изображении (рис. 2-15) и на поперечном срезе (рис. 2-16). Наружный листок плеврального мешка, выстилающий внутреннюю поверхность грудной стенки и диафрагму, — **париетальная (пристеночная) плевра**. Внутренний листок, окутывающий легкие и заходящий в междолевые щели, называется **легочной, или висцеральной, плеврой** (рис 2-16).

Пространство между листками плевры называется плевральной полостью, в ней содержится смазывающая жидкость, позволяющая плевральным листкам скользить друг относительно друга во время дыхания. Если легкое спадается, между листками скапливается воздух или жидкость, тогда плевральная полость становится видна при рентгенографии. Состояние, при котором в плевральной полости накапливается газ или воздух, называется пневмотораксом, повышение давления газа или воздуха в плевральной полости может стать причиной коллапса легкого.

Скопление жидкости в плевральной полости — **гидроторакс**, крови — **гемоторакс**.

Воспаление в плевральных листках называют **плевритом**, при воспалении нарушается скольжение плевральных листков, что может вызывать боль при дыхании.

Легочная эмфизема (может быть вызвана курением) — патологическое состояние, характеризующееся **увеличением легких**. Герминальные бронхиолы расширяются, теряют эластичность, дыхание становится затрудненным. Повышение прозрачности легочной ткани в этом случае требует **уменьшения кВ и/или мАс** для предотвращения избыточной экспозиции и излишнего почернения рентгенограммы.

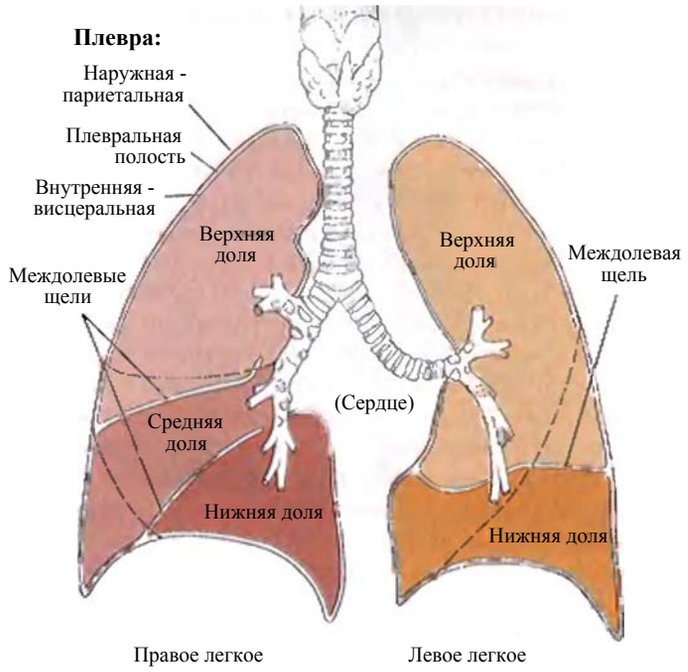


Рис. 2-15. Легкие

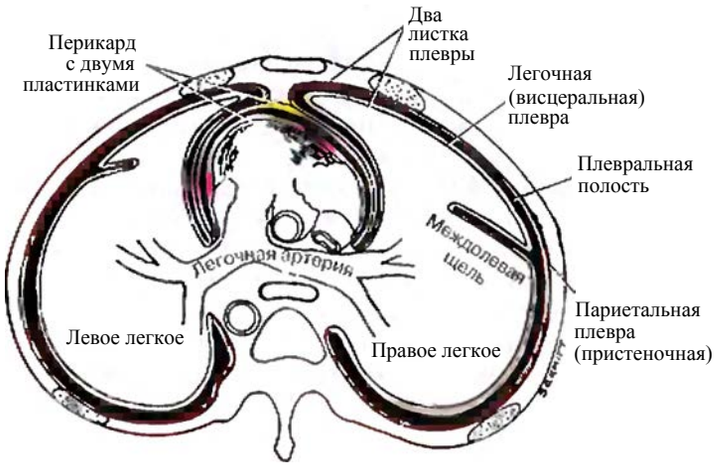


Рис. 2-16. Поперечный срез на уровне нижнего средостения и легких (уровень девятого грудного позвонка (Th9))

Поперечный срез легких и сердца

На рис. 2-16 представлен поперечный срез на уровне нижней трети средостения и легких. Хорошо видны листки плевры и перикарда, окружающие легкие и сердце. Наружный листок — **париетальная плевра**, внутренний листок — **легочная**, или **висцеральная плевра**, хорошо видна щель между ними — **плевральная полость**.

Так же видны листки перикарда, окружающего сердце. Рисунок показывает соотношение листков перикарда, окружающего сердце и плевры, окружающей легкие. Размеры плевральной и перикардиальной полостей на рисунке намеренно преувеличены. В норме ни плевральная, ни перикардиальная полости не видны.

Поперечный КТ-срез

Компьютерная томограмма (рис. 2-17) на уровне довятого грудного позвонка (Th9) показывает расположение сердца, нисходящего отдела аорты и легких. Сердце расположено срединно и **слева**, это можно видеть и на рентгенограмме в прямой передней проекции. Сердце расположено в передних отделах грудной полости, сразу за грудиной. Пищевод расположен позади сердца вместе с нисходящим отделом аорты, расположенным между пищеводом и грудными позвонками.

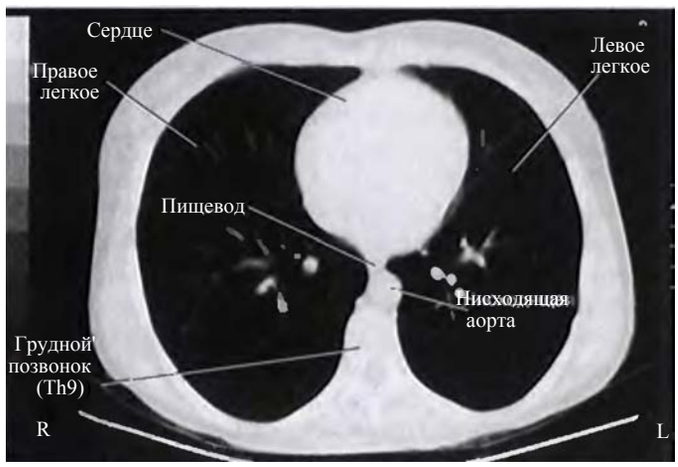


Рис. 2-17. Поперечный КТ-срез на уровне девятого грудного позвонка (Th9)

Рентгенограмма грудной клетки в прямой передней проекции

Огромное количество медицинской информации дает правильно экспонированная рентгенограмма, полученная при аккуратной укладке пациента в прямой передней проекции. Хотя технические условия разработаны для оптимальной визуализации легких и других мягких тканей, кости грудной клетки тоже должны быть видны. Ключицы лопатки и ребра можно распознать при внимательном изучении рентгенограммы грудной клетки (рис. 2-18). Изображение грудины и грудных позвонков накладывается на изображение структур средостения, таких как сердце и крупные сосуды, поэтому грудина и позвонки на прямой передней рентгенограмме видны не очень хорошо.

Легкие и трахея (см. рис. 2-18, обозначена пунктирными линиями, А) хорошо видны на снимке, а бронхи обычно неразличимы. Первый отдел дыхательной системы, гортань, обычно расположен выше верхней границы рентгенограммы и не попадает в область снимка. Сердце, крупные сосуды обычно видны хорошо.

Элементы, выделенные на рентгенограмме, показаны также на рис. 2-19 (фронтальное изображение грудной клетки с удаленными костями). Щитовидная железа, крупные кровеносные сосуды и вилочковая железа также показаны в их относительном положении с легкими и сердцем.

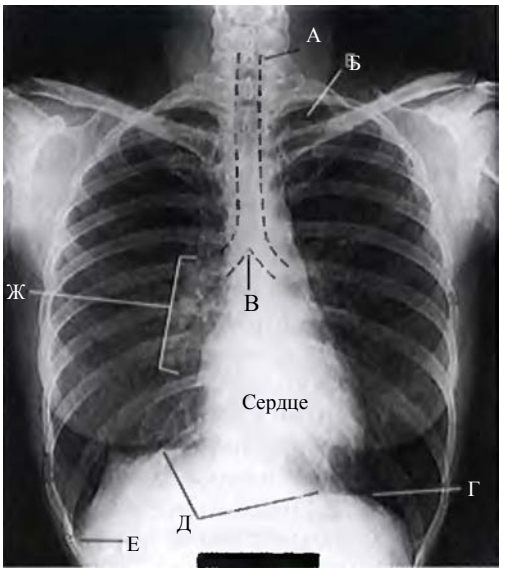


Рис. 2-18. Рентгенограмма грудной клетки в прямой передней проекции

Отделы легких

Назовем следующие значимые для рентгенодиагностики отделы легких (рис. 2-18 и 2-19)

Верхушка легкого (Б) — дугообразная сверху область, расположенная над уровнем ключиц. Верхушки легких простираются в нижнюю область шеи над первым грудным позвонком (Th1). Эта важная часть легких, которая обязательно должна быть представлена на рентгенограмме.

Точка бифуркации (В) видна как место разветвления трахеи, гребень разделения трахеи на правый и левый бронхи.

Основание легкого (Г) — нижняя вогнутая область каждого легкого, лежащая на диафрагме (Д). Диафрагма — это мышечная перегородка, разделяющая грудную и брюшную полости.

Реберно-диафрагменный угол (Е) — направленный вниз крайний нижний угол каждого легкого, где диафрагма прилежит к ребрам. При укладке для рентгенографии грудной клетки учитывайте взаиморасположение самых верхних и нижних отделов легких, именуемых верхушками и реберно-диафрагмальными углами, чтобы быть уверенными, что они будут показаны на рентгенограмме. Небольшое количество жидкости, будет отчетливо видно в реберно-диафрагмальном угле при вертикальном положении пациента.

Ворота (Ж), также известные как область корня, — центральная часть каждого легкого, где бронхи, кровеносные сосуды, лимфатические сосуды и нервы входят и выходят из легких.

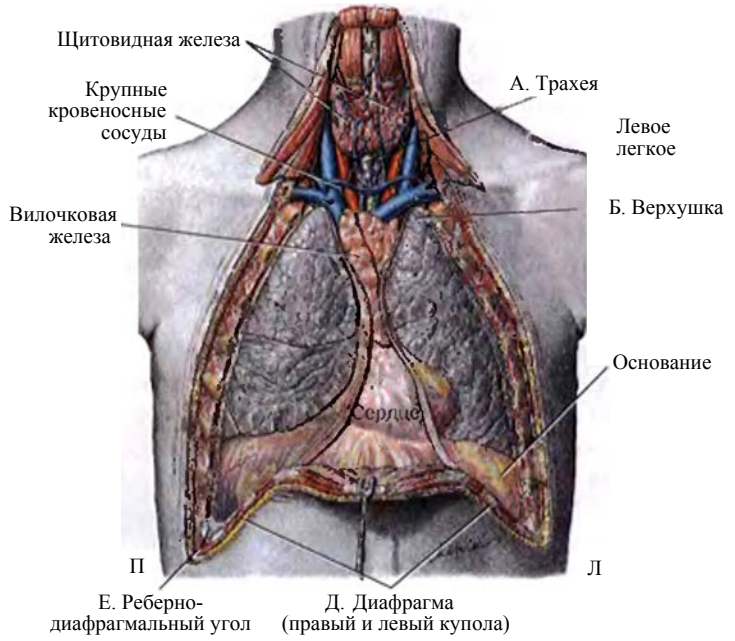


Рис. 2-19. Легкие

Боковая проекция грудной клетки

На боковой рентгенограмме грудной клетки (рис. 2-20) обозначены те же элементы что и на рис. 2-21, на котором показано строение левого легкого. Так как это левое легкое, то видны только две доли. Обратите внимание, что часть нижней доли расположена сзади над воротами, тогда как часть верхней доли спереди расположена ниже ворот. Задняя часть диафрагмы — это ее самая низкая часть. Глубокая косая щель разделяет две доли левого легкого, как снова показано, заканчивается на изображении бронха в области ворот.

Правое легкое обычно примерно на 2,5 см короче, чем левое. Причина этого отличия — большое пространство, занятое печенью в верхних правых отделах брюшной полости, которая поднимает правый купол диафрагмы. Правый и левый купола диафрагмы (Е) показаны на боковой рентгенограмме, на рис. 2-20. Выше расположен правый купол диафрагмы, что также видно на прямой передней рентгенограмме (рис. 2-18).

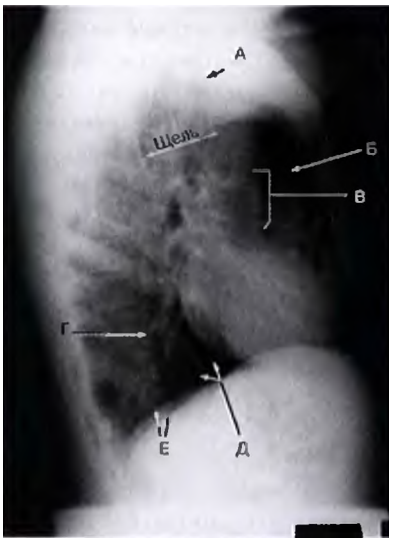


Рис. 2-20. Боковая рентгенограмма грудной клетки

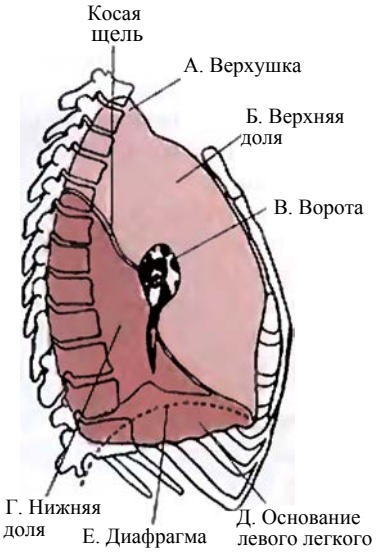


Рис. 2-21. Левое легкое (схема)

СРЕДОСТЕНИЕ

Медиальная часть грудной полости, расположенная между легкими, называется средостением. Щитовидная и паращитовидные железы как сказано выше в этой главе, не являются структурами средостения, так как они расположены выше и в средостение не включены. В средостении расположена вилочковая железа, которая находится ниже щитовидной железы и перед трахеей и пищеводом (рис. 2-22).

В средостении расположены четыре структуры, значимые для рентгенодиагностики: **вилочковая железа, сердце и крупные сосуды, трахея,** и **пищевод**.

Вилочковая железа

Вилочковую железу, расположенную за верхней частью грудины, называют временным органом, потому что она очень выражена у детей; достигает максимальных размеров (около 40 грамм весом) в период полового созревания подростка, затем существенно уменьшается, иногда почти до полного исчезновения у взрослых. В период максимального развития она по размеру больше, чем показано на рис. 2-22. Она может быть видна на рентгенограммах грудной клетки у детей, но почти неразличима у взрослых, потому что плотная лимфоидная ткань железы замещается менее плотной жировой тканью. В период максимального развития вилочковая железа лежит над и кпереди от сердца и перикарда.

Вилочковая железа в детском и юношеском возрасте в первую очередь принимает участие в работе иммунной системы организма. На сегодняшний день существуют предположения, что она участвует в синтезе антител, обеспечивающих отторжение инородных тканей и клеток.

Сердце и крупные сосуды

Сердце и корни **крупных сосудов** заключены в двухслойный мешок, называемый перикардом, как ранее было показано на рис. 2-16. Сердце расположено за телом грудины и перед грудными позвонками от пятого до восьмого. Оно лежит косо в полости средостения, и приблизительно две трети сердца лежат слева от срединной плоскости.

Крупные сосуды средостения — это нижняя и верхняя полые вены, аорта и крупные легочные артерии и вены. **Верхняя полая вена** — крупная вена, возвращающая в сердце кровь из верхней половины тела (рис. 2-22). **Нижняя полая вена** — крупная вена, возвращающая кровь из нижней половины тела.

Аорта — самая крупная артерия организма (в среднем 2-5 см в диаметре у взрослых). Через свои множественные ветви она разносит кровь по всему телу. Аорта делится на три части: **восходящую аорту**, идущую вверх от сердца; **дугу аорты** и **нисходящую аорту**, проходящую через диафрагму в живот, где она становится абдоминальной (брюшной) аортой.

Различные **легочные артерии и вены**, представленные в средостении, показаны на рис. 2-23 и 2-24. Они доставляют и возвращают кровь из всех сегментов легких. В артериальной сети, окружающей маленькие воздушные мешочки или альвеолы, происходит обмен кислорода и двуокиси углерода в крови.

См. главу 21 для более полного представления о сердце и крупных сосудах, как части общей системы кровообращения организма.

Трахея и пищевод

Трахея в средостении делится на главные правый и левый бронхи и на долевые бронхи, как показано на рис. 2-23.

Проксимальный отдел пищевода расположен позади трахеи и направляется вниз через средостение **от нисходящей аорты** кпереди, пока не проходит через диафрагму в желудок.

Обратите внимание также на рис. 2-24 — сердце расположено в самых **передних** отделах грудной полости, сразу за грудиной.

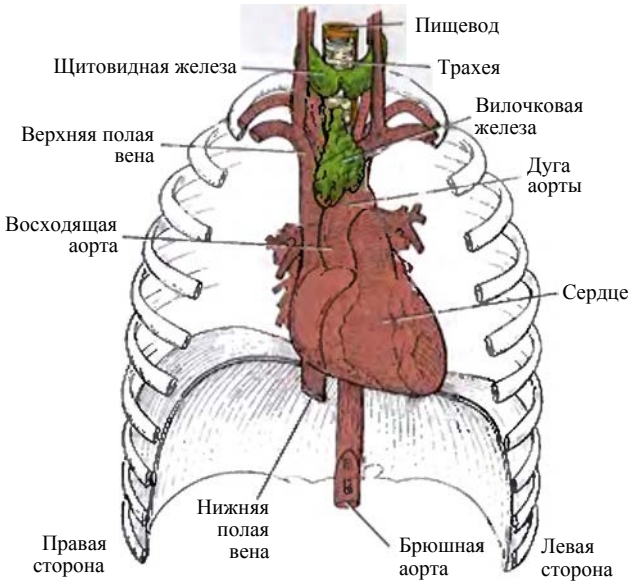


Рис. 2-22. Органы средостения (вид спереди)

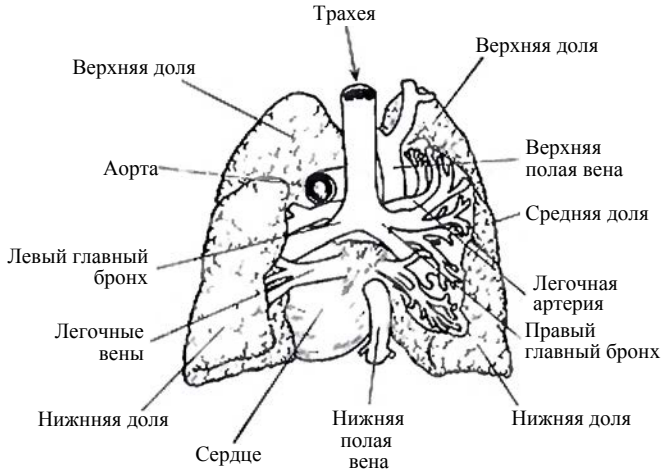


Рис. 2-23. Легкие и органы средостения (вид сзади)

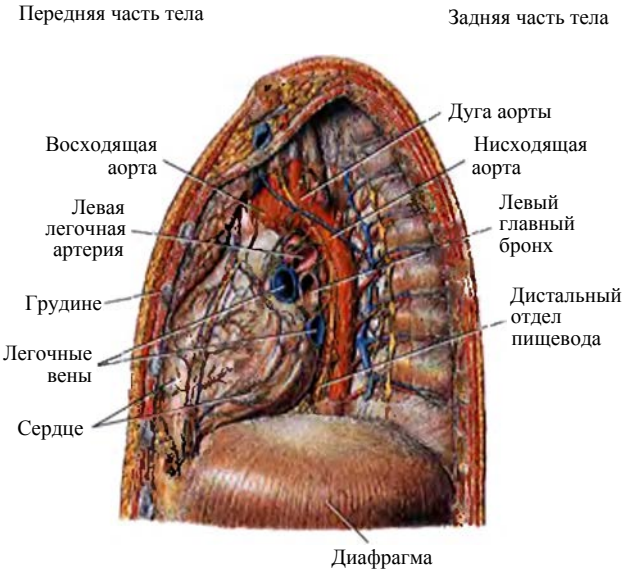


Рис. 2-24. Топография средостения, вид слева, левое легкое удалено

Телосложение

Телосложение имеет особенное значение о рентгенографии грудной клетки. Например, у крупно сложенного **гиперстеника** грудная клетка очень **широкая** и очень **глубокая** в переднезаднем направлении, **но небольшая** в вертикальном направлении, как показано на прямой передней рентгенограмме на рис. 2-26 Поэтому необходима аккуратность, чтобы края или реберно-диафрагмальные углы не были обрезаны на снимке в прямой передней проекции, которая выполняется на поперечно (панорамно) расположенную кассету. Правильное расположение центрального луча необходимо и при выполнении боковой проекции — убедитесь, что передний и задний края тела попадут на снимок.

Другая крайность — худой **астеник**. Эта грудная клетка **узкая** и **неглубокая** в переднезаднем направлении, но очень **вытянутая** по вертикали. Поэтому при укладке для такой грудной клетки убедитесь, что кассета имеет достаточную мину для охвата как верхушек, которые выходят в область над ключицами, так и реберно-диафрагмальных углов. Ближе к среднему **гипостенический** тип грудной клетки, прямая передняя рентгенограмма показана на рис. 2-27. Для таких пациентов тоже необходимо аккуратно диафрагмировать область снимка по вертикали, чтобы не обрезать нижние края реберно-диафрагмальных углов.

Дыхательные движения

Движения костей грудной клетки во время вдоха и выдоха сильно изменяют ее размеры и, следовательно, ее объем. Во время вдоха грудная полость увеличивается в размерах в **трех направлениях**.

Первое из них — **вертикальный диаметр**, который увеличивается в первую очередь вслед за сокращением и перемещением вниз диафрагмы, вследствие этого увеличивается объем грудной клетки.

Поперечный диаметр — второе направление, в котором увеличивается грудная клетка. Ребра разворачиваются наружу и вверх, что увеличивает поперечный диаметр грудной клетки.

Третье направление — **переднезадний диаметр**, тоже увеличивающийся при вдохе из-за движения ребер, особенно на уровне шестых ребер.

Во время выдоха эластическая тяга легких вместе с весом грудных стенок приводит к возвращению трех диаметров к нормальным размерам.

Глубина вдоха

Для определения глубины вдоха на рентгенограмме грудной клетки нужно сосчитать на ней пары ребер. Труднее всего найти первую и вторую пару. При выполнении рентгенограммы пациент должен сделать максимально глубокий вдох и задержать дыхание для равномерного заполнения легких воздухом. Затем (после выдоха) следует выполнить глубокий повторный вдох и задержать дыхание перед выполнением снимка. Это позволит максимально наполнить легкие воздухом (см. стр. 77).

Лучший способ определить глубину вдоха — посмотреть, насколько опустилась диафрагма по количеству пар ребер над ней. Основное правило для среднего взрослого пациента — показать минимум десять пар на хорошей рентгенограмме в прямой передней проекции. Для подсчета начните сверху, с первого ребра, и считайте вниз до десятого или одиннадцатого по задним отделам. Задний отдел каждого ребра, где оно соединяется с грудными позвонками, — самая верхняя его часть. Диафрагма должна быть расположена, по крайней мере, ниже десятого ребра. (На рис. 2-30 видны задние отделы одиннадцатых ребер, чего можно ожидать у большинства здоровых пациентов.)

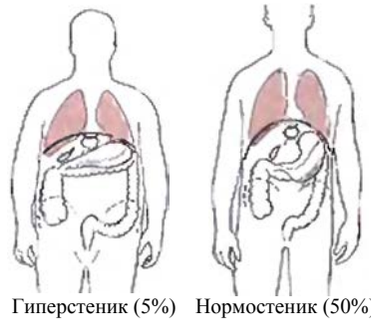


Рис. 2-25. Телосложение



Рис. 2-26. Передняя прямая проекция (гиперстеник)



Рис. 2-27. Передняя прямая проекция (гипостеник)



Рис. 2-28. Выдох

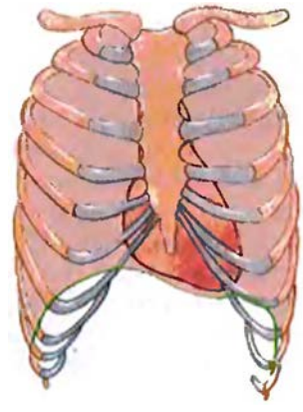


Рис. 2-29. Вдох

Увеличение в трех направлениях:

- В вертикальном (диафрагма опускается)
- В поперечном
- О передиезаднем



Рис. 2-30. Задние отделы ребер

Укладка — общие вопросы

Подготовка пациента дли рентгенографии грудном клетки начинается с удаления всех предметов, изображение которых может появится на снимке, с области шеи и груди, включая одежду с кнопками, застежками, крючками, или других объектов, которые будут видны на рентгенограмме как тени. Чтобы убедиться, что все такие предметы удалены с области груди, обычно просят пациента снять всю одежду, включая бюстгальтер, бусы или другие предметы с шеи. После этого пациент надевает больничную одежду, обычно открытую со спины.

Длинные волосы, косы или волосы, связанные в пучки резинками или скрепленные застежками, могут быть причиной подозрительных теней на рентгенограмме, если они были спроецированы на грудную клетку. Воздуховоды или провода водителя ритма сердца должны быть осторожно передвинуты насколько это возможно в сторону.

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

Пациент должен быть защищен от ненужного облучения при всех диагностических рентгенодиагностических исследованиях, особенно при рентгенографии грудной клетки, гак как это самое частое исследование.

Повторное исследование. Хотя рентгенографическое исследование грудной клетки обычно считается самой простой из рентгенологических процедур, оно чаще всего выполняется повторно. Поэтому при повторных исследованиях очень внимательно отнеситесь к укладке, положению центрального луча и правильно выберите время экспозиции, если не используется экспонометр. Уменьшайте дозу облучения, насколько это возможно, используя правильную радиационную защиту, применяя диафрагмирование области снимка и экранирование гонад.

Диафрагмирование. При рентгенографии грудной клетки важно точно выполнить диафрагмирование. Ограничение области облучения уменьшает не только дозу, получаемую пациентом, но и количество рассеянного излучения, что в свою очередь улучшает качество изображения.

Защита гонад. В дополнение к адекватному диафрагмированию должны быть использованы рентгенозащитные средства для гонад. Это особенно важно для детей, беременных женщин и для всех женщин в детородном возрасте. **Как минимум защита гонад должна выполняться для всех пациентов в репродуктивном возрасте.** Во многих отделениях тем не менее есть общее правило защиты гонад для всех пациентов при рентгенографии грудной клетки.

Для рентгенозащиты гонад при рентгенографии грудной клетки иногда используются передвижные рентгенозащитные ширмы (экраны) с регулируемой высотой, располагаемые между пациентом и рентгеновской трубкой. Они могут быть закреплены на стойке снимков. Чаще всего используются рентгенозащитные фартуки и юбки. Оба этих вида защитных средств должны обеспечивать защиту с уровня подвздошных гребней или немного выше, до середины бедер.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКСПОЗИЦИИ

Киловольты (кВ). В общем, рентгенография органов грудной клетки выполняется при достаточно высоких значениях кВ, которые позволяют добиться нужной (низкой) контрастности и продемонстрировать большое количество оттенков серого цвета при визуализации тонких легочных структур. Так, обычно в рентгенографии легких используется **длинная шкала** контрастности с большим количеством оттенков серого цвета. Для этого выбирают значения кВ в диапазоне от 110 до 130 кВ.

При меньших значениях кВ, что дает высокую контрастность снимка, не обеспечивается необходимая проникающая способность рентгеновских лучей для хорошей визуализации легочных структур, расположенных позади сердца и основания легких. Высокая контрастность на снимке легких очевидна, если изображение сердца и других органов средостения недоэкспонировано, тогда как легочные поля пересвечены.

Как правило, в рентгенографии грудной клетки использование высоких значений кВ (выше 100 кВ) **требует применения отсеивающих растров**. Могут быть использованы подвижные растры или неподвижные растры большой плотности (более 60 линий на см).

Исключением из этого правила является выполнение снимка грудной клетки с помощью мобильного (палатного) аппарата при напряжении 80-90 кВ. В этом случае может использоваться кассета без отсеивающего растра, но мы не рекомендуем это делать.

Время экспозиции и анодный ток (мАс = миллиамперы х секунды)

Обычно рентгенография грудной клетки требует использования высоких анодных токов (мА) и короткой экспозиции для уменьшения динамической нерезкости от движения органов во время снимка.

Для достижения на снимке нужной оптической плотности легких и структур средостения необходимо использовать высокие значения мАс. Критерием оценки правильности снимка является возможность на прямой передней рентгенограмме увидеть слабый контур, по крайней мере, средних и верхних позвонков и задних отрезков ребер на фоне сердца и других структур средостения.

Расположение маркеров на снимке. Во всех разделах об укладках в этой книге показано правильное или более предпочтительное расположение данных о пациенте и маркеров на снимке. В верхней части каждой страницы разделов, посвященных укладкам, показано правильное расположение кассеты (поперечное или продольное, и ее размер, а также лучшее расположение окна для данных о пациенте, положение и тип маркировки, используемой для каждой проекции и укладки.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Супинационно или вертикально. Обычно новорожденным и маленьким детям, когда при снимке необходима поддержка головы, рентгенограммы грудной клетки выполняются в прямой задней проекции в супинационной укладке. Для выявления уровня жидкости выполняют латерограммы тоже в положении на спине. Тем не менее выполнение более предпочтительных прямых передних и боковых проекций при вертикальном положении маленького пациента возможно с использованием приспособлений для фиксации ребенка типа **Pigg-O-Stat** (см. главу 20).

Параметры экспозиции. В педиатрии используются меньшие значения напряжения (от 60 до 70 кВ) и меньшие значения мАс, чем при исследовании взрослых пациентов. При этом необходима самая короткая экспозиция (для устранения динамической нерезкости снимка). В педиатрии для уменьшения экспозиционной дозы обычно используются высокочувствительные пленка и экраны. (Ткани и органы в состоянии роста более чувствительны к лучевой нагрузке.) См. главу 20 для получения подробной информации о специальных укладках, применяемых в педиатрии.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Ход центрального луча. Часто пожилые пациенты не могут сделать глубокий вдох, что ведет к уменьшению легочных полей на снимке, поэтому требуется **аккуратно позиционировать центральный луч** (на Th6-Th7, см. с. 80).

Параметры экспозиции. Некоторые патологические состояния, такие как пневмония или **эмфизема**, встречаются чаще у пожилых пациентов, что требуют выбора специальных параметров экспозиции, как это описано в Клинических показаниях, с. 82.

Инструкции и обращение с пациентом. Пожилые пациенты часто требуют больше внимания, времени и терпения для объяснения команд о дыхании и объяснения укладки. Помощь и поддержка для этих пациентов важны в процессе укладки. Многим пожилым пациентам нужны упоры для рук, для удержания их поднятыми над головой при рентгенографии в боковой проекции.

Инструкции по дыханию во время исследования

Инструкции по дыханию очень важны при рентгенографии легких, так как любые движения грудной клетки и легких во время экспозиции приведут к нерезкости рентгеновского снимка. Рентгенограмма грудной клетки должна быть выполнена на полном вдохе для получения изображения максимально расправленных легких.

ЗАДЕРЖКА ДЫХАНИЯ НА ВТОРОМ ВДОХЕ

Больше воздуха и без большого напряжения может поступить в легкие пациента при выполнении им **второго вдоха**. Поэтому пациента лучше попросить задержать дыхание во время **второго полного вдоха**, чем во время первого. Тем не менее не нужно форсировать вдох максимально, что ведет к нестабильным результатам. Это нужно объяснить пациенту во время укладки, до выполнения снимка.

ВДОХ И ВЫДОХ

За редкими исключениями снимки грудной клетки выполняются только на вдохе. В определенных случаях для сравнения выполняют рентгенограммы на **полном вдохе** и на **полном выдохе**. Показания для этого включают подозрение на небольшой **пневмоторакс** (воздух или газ в плевральной полости), неподвижность или ограничение нормального движения диафрагмы, наличие инородных тел, неопределенность между затемнением в легком или в ребре. Когда выполняются такие сравнительные рентгенограммы, то они должны быть маркированы: вдох и выдох.

Обратите внимание на небольшой пневмоторакс, показанный на рентгенограмме, на рис. 2-32 (стрелки). Он не очевиден на рентгенограмме на вдохе того же пациента, выполненной в то же время, рис. 2-31.

Обратите внимание также на количество ребер, видимых над диафрагмой, показывающее глубину вдоха (10 ребер) и выдоха (8 ребер).

РЕНТГЕНОГРАММЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ ПАЦИЕНТА

Рентгенография грудной клетки выполняется при вертикальном положении пациента, если его состояние это позволяет. Назовем три причины для этого.

1. Для того чтобы диафрагма сместилась вниз.

Вертикальное положение пациента приводит к смещению печени и других органов брюшной полости вниз, что позволяет диафрагме перемещаться максимально вниз на полном вдохе и дает возможность легким максимально заполниться воздухом.

2. Для лучшего выявления уровней воздуха и жидкости в грудной клетке.

Если в легких или плевральной полости есть и воздух, и жидкость, то более тяжелая жидкость, кровь или жидкость, оказавшаяся в плевральной полости вследствие инфекции или травмы, под действием силы тяжести перемещается вниз, а воздух вверх. В положении лежа на спине плевральный выпот распространится вдоль задней поверхности и легких, в результате изображение легких станет нечетким. В вертикальном положении жидкость будет скапливаться в основании легкого. На рентгенограмме органов грудной клетки в полувертикальном положении (рис. 2-33) видна жидкость в нижних отделах грудной полости справа. На рентгенограмме того же пациента в положении лежа (рис. 2-34) видно общее понижение прозрачности всего правого легкого из-за жидкости, разлившейся по правой половине грудной клетки.

3. Для предотвращения застоя и гиперемии в легочных сосудах.

Термин «застой» буквально означает заполненный жидкостью». Гиперемия — это избыток крови, отчасти зависящий от снижения тонуса мелких периферических кровеносных сосудов или артериол.

Вертикальное положение обычно ведет к уменьшению застоя и гиперемии в легочных сосудах, а лежачее положение к



Рис. 2-31. Вдох. (Любезно предоставлено Llori Lundh.)



Рис. 2-32. Выдох. (Любезно предоставлено Llori Lundh.)



Рис. 2-33. Полувертикальное положение, ясно видна жидкость в нижних отделах правого легкого



Рис. 2-34. На спине, РИП — 100 см. Тот же пациент показаны жидкость, разлитая вдоль всего правого легкого

его увеличению, что может изменить рентгенографическое изображение этих сосудов и легких в целом.

Прямая передняя проекция с фокусным расстоянием 180 см: Рентгенограмма грудной клетки, выполненная с расстояния 180 см, снятая в прямой задней проекции, вызовет большее увеличение тени сердца, чем в прямой передней проекции, что может усложнить диагностику возможного увеличения сердца. Причина увеличения — в расположении сердца в передних отделах средостения. То есть в передней проекции сердце находится ближе к пленке, поэтому его изображение получается с минимальным искажением. Большее фокусное расстояние — 180 см обеспечивает минимальное геометрическое увеличение органов грудной клетки (см. главу 1).

Критерии оценки рентгенограммы

Целью каждого рентгенолаборанта должна быть получение оптимальной рентгенограммы. Поэтому описание каждой проекции или укладки грудной клетки в этой главе включает раздел оценки полученной рентгенограммы. В этом разделе предложен **определенный стандарт**, по которому может быть оценена каждая рентгенограмма грудной клетки и при необходимости могут быть найдены способы ее улучшения.

Назовем важные критерии, общие для всех обычных передних и боковых рентгенограмм грудной клетки.

УКЛАДКА ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ДЛЯ ПРЯМОЙ ПЕРЕДНЕЙ ПРОЕКЦИИ

Истинная прямая укладка без ротации. Даже небольшая ротация грудной клетки в прямой передней проекции приведет к искажению размеров и формы тени сердца, так как оно расположено в передних отделах грудной клетки. Поэтому **важно, чтобы ротации не было.** Для предотвращения вращения тела убедитесь, что пациент одинаково стоит на обеих ногах, плечи повернуты вперед и вниз. Проверьте заднюю поверхность плеч так же, как нижние задние ребра и таз, чтобы удостовериться в отсутствии поворота. Сколиоз и чрезмерный кифоз усложняют эту задачу. **Сколиоз** — это боковое, или S-образное, искривление позвоночника, которое часто сочетается с чрезмерным **кифозом**, горбом. При таком искривлении позвоночника часто встречается некоторая ротационная деформация костей грудной клетки, сделать по-настоящему прямую рентгенограмму без поворота труднее или невозможно.

Степень поворота грудной клетки на прямой рентгенограмме может быть оценена по положению грудинных концов ключиц — по симметричности их расположения относительно позвоночного столба. На истинно прямой рентгенограмме без ротации **правый и левый грудинные концы ключиц будут расположены на одинаковом расстоянии от средней линии позвоночного столба**. Заметьте — поворот очевиден на рис. 2-36 из-за разного расстояния от грудинного конца правой ключицы до средней линии позвоночника по сравнению с грудинным концам левой ключицы.

Направление вращения может быть определено по грудинному концу ключицы, перекрывающему позвоночник. Например, на рис. 2-36 левая сторона грудной клетки подвинута в направлении кассеты (правая сторона отодвинута от кассеты), что создает небольшое проекционное искажение, которое уменьшает расстояние от левой ключицы до позвоночника на снимке.

Положение подбородка. Подбородок пациента должен быть приподнят и вытянут кпереди, шея вытянута в достаточной степени для того, чтобы изображение подбородка и шеи не закрывали или не накладывались на изображение верхних отделов легких (на верхушки легких). Это показано на двух рентгенограммах на рис. 2-37 и 2-38. Также, чтобы не обрезать верхушки легких, удостоверьтесь, что верхняя граница диафрагмирования расположена достаточно высоко.

Уменьшение теней от молочных желез. Пациенток с большими висячими молочными железами необходимо попросить поднять их вверх и в стороны, затем, прижавшись к стойке (приемнику изображения), убрать руки, удерживая молочные железы в таком положении. Это уменьшит тень от молочных желез на нижних легочных полях. Помните, что, несмотря на это, в зависимости от размеров и плотности молочных желез, их тени не могут быть полностью устранены в нижних боковых отделах легочных полей (рис. 2-39).



Рис. 2-35. Без поворота



Рис. 2-36. С поворотом (ближе к левой передней косой укладке, см. стр. 19)



Рис 2-37. Подбородок поднят



Рис 2-38. Подбородок опущен



Рис. 2-39. Тени от молочных желез

УКЛАДКА ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ДЛЯ БОКОВОЙ ПРОЕКЦИИ

Ближайшая к кассете сторона. Сторона пациента, ближайшая к кассете, лучше видна на рентгенограмме. Чаще всего выполняют **левую боковую проекцию**, если в направлении на исследование не указана другая проекция или если в правом легком нет патологического процесса, требующего исследования в правой боковой проекции. В левой боковой проекции будет лучше видна область сердца, так как оно расположено преимущественно в левой части грудной полости.

Истинно боковая проекция, без ротации или наклона. Удостоверьтесь, что пациент стоит прямо с равномерно распределенной на ноги нагрузкой и с поднятыми руками. Чтобы исключить поворот тела, убедитесь, что задние поверхности плеч и области таза расположены на одной линии и перпендикулярны кассете. Так как рентгеновский пучок расходится, то задние отделы ребер на рентгенограмме в истинно **боковой** проекции грудной клетки на стороне, которая удалена от кассеты будут немного увеличены и будут проецироваться немного позади от изображения задних отделов ребер, стороны, расположенной ближе к кассете. Это особенно заметно у широкоплечего пациента. Однако расстояние между изображениями задних отделов правых и левых ребер вследствие расхождения рентгеновского пучка при фокусном расстоянии 180 см **будет менее 1 см**. Если это расстояние больше, то это указывает на поворот грудной клетки от истинно боковой укладки[1].

Примечание: некоторые авторы рекомендуют небольшую умышленную ротацию кпереди стороны пациента, удаленной от кассеты, для совмещения на рентгенограмме изображений задних отделов ребер. Но это не имеет большого смысла, и традиционная истинная боковая укладка все-таки наиболее распространена.

На рис. 2-41 показана боковая рентгенограмма грудной клетки с чрезмерной ротацией, что видно по значительному расхождению изображений задних отделов правых и левых ребер и сильному расхождению изображении реберно-диафрагмальных углов. Это говорит о неправильной укладке и обычно требует повторения снимка.

Направление поворота. Направление поворота на боковой рентгенограмме грудной клетки иногда трудно распознать. Тем не менее обычно его можно заметить, идентифицируя левый купол диафрагмы по газовому пузырю желудка в животе или по нижней границе тени сердца, оба признака связаны с левым куполом диафрагмы[1].

Нет наклона. Не должно быть наклона пациента в сторону. Срединная сагиттальная плоскость должна быть параллельна кассете. Это значит, что, если плечи пациента расположены строго напротив стойки (кассеты), боковая поверхность грудной клетки в нижних отделах должна находиться на расстоянии 2-5 см от стойки. Это особенно важно для широкоплечих пациентов. Наклон, если он есть, может быть выявлен по закрытию межпозвонковых промежутков в грудном отделе позвоночника на рентгенограмме.

Руки подняты вверх. Удостоверьтесь, что пациент поднял обе руки вверх достаточно высоко для предотвращения их проецирования на верхние легочные поля. Слабые, неустойчивые пациенты могут нуждаться в опоре для рук (рис. 2-42).

Если руки пациента не подняты достаточно высоко, изображение мягких тканей плеч перекроют изображения легочных полей, как показано на рис. 2-43. Стрелками указаны края рук, накладывающиеся на легочные поля. Необходим повторный снимок с устранением ошибки.

[1] McQuillen-Marlensen K: *Radiographic critique*, Philadelphia, 1996, WB Saunders.

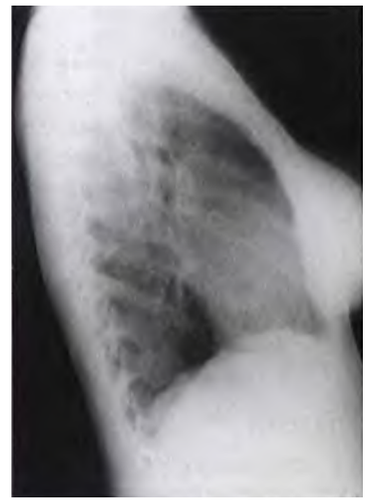


Рис. 2-40. Без чрезмерной ротации (ребра накладываются)



Рис. 2-41. С чрезмерной ротацию. **Неправильная укладка** (ребра не накладываются)



Рис. 2-42. Руки подняты вверх

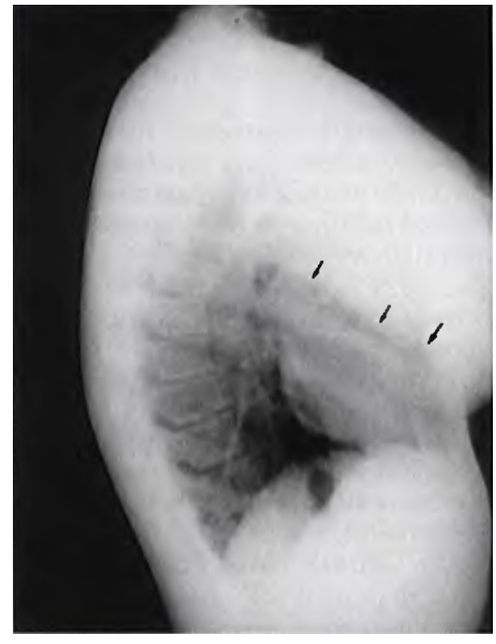


Рис. 2-43. Руки не подняты (неправильная укладка)

Центральный луч

Обычно для укладки как ориентир используются верхние края надплечий. Верхний край кассеты располагают примерно в 5 см над плечами и направляют центральный луч на центр кассеты. Однако этот метод укладки, учитывая различные размеры легких пациентов разного телосложения, не всегда применим, что показано на рис. 2-44 и 2-45. Маленький знак «О» на двух рентгенограммах указывает место проекции центрального луча, центр легких (обозначенный как «Х») практически совпадает с центром кассеты (и положением ЦЛ) у мужчины слева, но находится выше центра кассеты у пожилой женщины астенического телосложения справа. Поэтому этот метод не работает для пациентов небольшого размера.

Более того, неправильное диафрагмирование в случае пациентки, чья рентгенограмма приведена на рис. 2-45, привело к переоблучению верхней части живота. При укладке следует использовать метод, обеспечивающий максимальное **совпадение положения центрального луча с центром легочных полей, а также точное диафрагмирование по верхней и нижней границам.**

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЛ ПРИ УКЛАДКЕ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Для выбора направления проекции центрального луча следует использовать костные топографические ориентиры, которые устойчивы и надежны. Назовем два таких специфических ориентира для определения центра легочных полей.

Остистый отросток выступающего позвонка (С7) (укладка грудной клетки в прямой передней проекции). Остистый отросток седьмого шейного позвонка находится на уровне первого грудного позвонка (Th1) и верхнего края верхушек легких. Этот ориентир, который может быть пропальпирован в нижней части шеи, предпочтителен для определения точки проекции центрального луча при выполнении снимка грудной клетки в прямой передней проекции (рис. 2-46 и 2-47). Для средней женщины следует отступить от позвонка вниз примерно на 18 см; для мужчин - примерно на 20 см.

Это расстояние можно измерить, что называется на пальцах. Для средней руки расстояние между большим пальцем и мизинцем (см. рис. 2-48) составляет 18-20 см. Вам полезно измерить это расстоянии предварительно линейкой (см. стр. 98) и запомнить, что облегчит укладку по топографическим ориентирам в будущем.

Указанные отличия между мужчинами и женщинами справедливы для людей среднего телосложения во всей популяции, исключая крупных женщин атлетического типа, у которых могут быть большие легочные поля, и некоторых мужчин с небольшими легкими. Тем не менее для укладки грудной клетки **расстояние от выступающего позвонка (С7) до центра легких** может быть в среднем принято как **18 см для женщин** и **20 см для мужчин**.

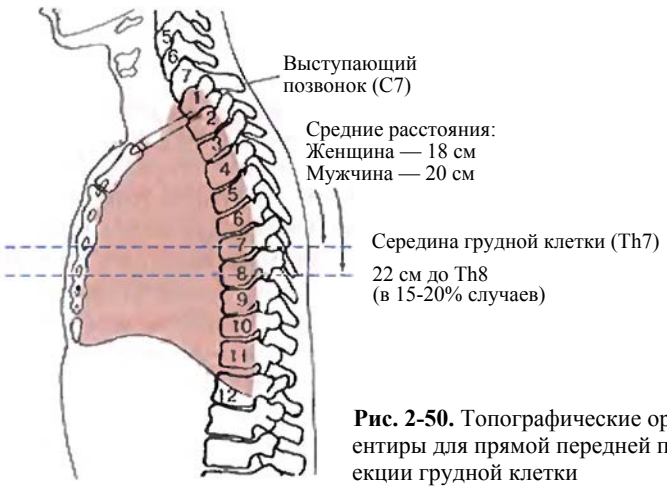


Рис. 2-50. Топографические ориентиры для прямой передней проекции грудной клетки



Рис. 2-44. Средний нормостеник/гипостеник (совпадение ЦЛ и середины легких)

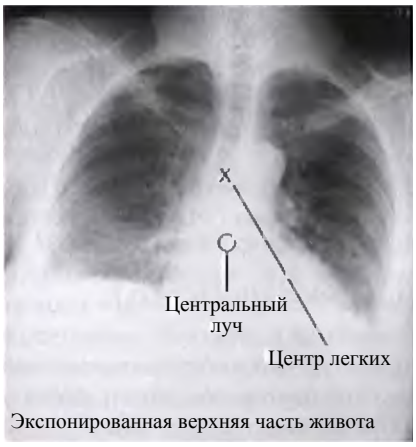


Рис. 2-45. Пожилая женщина астенического телосложения (несовпадение ЦЛ и середины легких)



Рис. 2-46. Правильное определение положения центрального луча от выступающего позвонка



Рис. 2-47. Правильное определение положения центрального луча от выступающего позвонка



Рис. 2-48. Расстояние между пальцами руки — 18-20 см



Рис. 2-49. Использование руки о качестве линейки

Исключения. Другие заслуживающие внимания исключения при нахождении положения ЦЛ зависят от вариантов телосложения. Например, автор обнаружил, что от 15% до 20% мужчин в популяции — это хорошо развитые нормостеники/гипостеники, у которых центр легких находится на уровне Th8, то есть на 20-25 см ниже выступающего позвонка. Около 5-10% численности популяции составляют гиперстеники, у которых центр легких находится на 15-18 см ниже выступающего позвонка.

Примечание: для большинства пациентов положение центрального луча в прямой передней проекции грудной клетки находится на уровне нижнего угла лопатки, который у среднего пациента соответствует уровню седьмого грудного позвонка (Th7).

Яремная вырезка (задняя проекция грудной клетки). При укладке грудной клетки для задней проекции следует в качестве топографического ориентира использовать яремную вырезку, которая легко пальпируется. Уровень седьмого грудного позвонка (Th7) у среднего взрослого примерно на 8-10 см ниже яремной вырезки. Для большинства пожилых пациентов или гиперстеников это расстояние составляет примерно 8 см. А для молодых и/или нормостсников/гипостеников атлетического склада — около 10 или даже 12 см.

Это расстояние тоже может быть определено на пальцах руки. Ширина руки среднего размера со сложенными вместе пальцами составляет около 8 см (рис. 2-52).



Рис. 2-51. Топографические ориентиры для задней проекции



Рис. 2-52. Поперечное расположение кассеты. Центральный луч на 8-11 см ниже яремной вырезки

РАЗМЕРЫ ЛЕГКИХ И РАСПОЛОЖЕНИЕ КАССЕТЫ

Передняя или задняя рентгенограммы грудной клетки чаще всего выполняются с кассетой, продольно ориентированной относительно пациента. Однако в противоположность общему мнению **ширина грудной клетки среднего пациента по горизонтали больше чем по вертикали** в передней или задней проекциях (смотри приложение в конце этой главы).

Исследование, описанное в приложении к этой главе, также показывает, что ширина или горизонтальный размер грудной клетки в передней или задней проекциях превышает 33 см у 15-20% пациентов. В таких случаях необходимо использовать кассету размером 35 х 43 см, которая должна быть расположена поперек грудной клетки, чтобы на рентгенограмме были отображены края легочных полей.

Передняя проекция грудной клетки. Большая часть прямых передних рентгенограмм выполняется на специальных устройствах, разработанных для исследования грудной клетки, которые могут не позволить расположить кассету поперек. В таком случае можно использовать кассету со встроенным неподвижным растром.

Перед выполнением снимка попробуйте оценить ширину легочных полей пациента, хотя бы на пальцах. Если есть какие-то сомнения в том, что обе стороны грудной клетки будут охвачены, помня о том, что высота среднего легочного поля меньше, чем ширина, надо расположить кассету поперек.

Примечание: новые цифровые устройства для исследования грудной клетки могут иметь приемник изображения больших размеров до 43 х 49 см, что устраняет это неудобство (см. главу 1, с. 48 и 55.)

Задняя проекция грудной клетки. Для рентгенограммы грудной клетки в задней проекции в положении лежа (обычно делается с расстояния меньше чем 180 см, что ведет к увеличению угла расхождения рентгеновских лучей) шанс обрезать края легких увеличивается, если кассета расположена вдоль пациента. Поэтому для большинства задних рентгенограмм грудной клетки рекомендуется использовать кассету 35 х 43 см, расположенную поперек. Положение центра кассеты и центрального луча должны совпадать в точке на 8-10 см ниже яремной вырезки (рис. 2-52).

ДИАФРАГМИРОВАНИЕ

Боковые границы области диафрагмирования (границы освещенного поля) должны быть установлены по контуру боковой поверхности пациента, по краям тела (с учетом увеличения размеров легких во время глубокого вдоха). Положение верхней и нижней границы диафрагмирования определить сложнее.



Рис. 2-53. Границы области диафрагмирования в передней проекции



Рис. 2-54. Диафрагмирование в передней проекции

ЦЛ — Th7 или Th8;
боковые границы — по краям тела;
верхняя граница — на выступающий позвонок

Надежный способ определения верхней и нижней границы — установить верхний край освещенного поля на выступающий позвонок, при этом из-за расхождения лучей верхний край снимка будет примерно на 4 см выше уровня С7 (рис. 2-53 и 2-54), а нижняя граница диафрагмирования автоматически будет установлена на 3-5 см ниже реберно-диафрагмальных углов, если найдено правильное положение для ЦЛ. Этот запас сверху и снизу по полю снимка позволяет вам немного ошибиться с положением ЦЛ.

Альтернативные методы исследования

ЛИНЕЙНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Линейная томография — традиционная рентгенологическая процедура, обычно выполняемая для определения уровня залегания патологии в средостении или легких. Сегодня для этих целей чаще всего используется **компьютерная томография** (КТ).

Спиральная компьютерная томография позволяет выполнять быстрое сканирование, что особенно важно при исследовании органов грудной клетки. Если для визуализации небольших образований в грудной клетке используется односрезовый КТ, без функции спирального сканирования, то возникают проблемы с неравномерной задержкой дыхания (пациент задерживает дыхание для каждого цикла сканирования, но легкие каждый раз принимают немного различную форму). (См. главу 22 для более подробной информации о КТ.)

БРОНХОГРАФИЯ

Бронхограммы в прошлом обычно делались для исследования бронхиального дерева и легких с помощью рентгеноконтрастного препарата, который вводился в бронхи через катетер. Передняя, боковая и часто косые рентгенограммы делались для выявления таких патологических процессов, как обструкции, свищи, опухоли, бронхиты или бронхоэктазы. Компьютерная томография, как исследование, более предпочтительное для этих целей, сегодня заменяет бронхографию,

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

УЗИ может применяться для выявления **плеврального выпота** (жидкость в плевральной полости) или для навигации при введении иглы для аспирации жидкости (торакоценгез).

Эхокардиография — ультразвуковое исследование для получения изображения сердца. (Заметьте, что это не то же самое, что электрокардиограмма, которая является совершенно другим методом исследования и изучает электрическую активность сердца.)

РАДИОНУКЛИДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для этих исследований применяются радионуклиды, которые используются для оценки и выявления диффузных легочных процессов или легочной эмболии.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Магнитно-резонансная томография (МРТ) может применяться для выявления и оценки врожденных пороков сердца, опухолей сердца, тромбов, образований перикарда, а также для оценки состоятельности трансплантатов, расслоения и аневризм аорты.

МРТ вряд ли заменит эхокардиографию в исследовании сердца, но тем не менее может использоваться как дополнение к КТ для получения мультипланарных изображений опухолей и объемных образований, для лучшей оценки патологии средостения, для диагностики расслоения и аневризм аорты.

Клинические показания

ВВЕДЕНИЕ

Клинические показания к исследованию грудной клетки, перечисленные ниже и в каждой главе этого руководства, не описывают все патологические состояния, которые необходимо знать рентгенолаборанту и которые изучаются в специальном курсе патологии. Тем не менее будут описаны наиболее часто встречающиеся болезни, знание и понимание которых мы считаем **обязательным** для всех рентгенолаборантов.

История болезни пациента с указанными патологическими симптомами поможет рентгенолаборанту выбрать оптимальные условия съемки и даст уверенность, что рентгенограммы будут выполнены в нужных укладках и в необходимых проекциях.

Кроме того, эта информация важна для понимания целей исследования и подготовки к возможной реакции пациента во время его проведения. Для грудной клетки эти патологические симптомы многочисленны и сложны. Наиболее общие из них для юных и взрослых пациентов перечислены в алфавитном порядке (см. главу 20 о симптоматике у детей).

ПОКАЗАНИЯ

Аспирация (механическая помеха) чаще всего встречается у детей, когда **инородные тела** проникают в дыхательные пути бронхиального дерева. Кусочки пищи могут попасть в бронхи и взрослым, что вызывает кашель (помощь оказывают по способу Хаймлиха (Heimlich)). Аспирация в нижних дыхательных путях может быть показана на передней прямой и боковой проекциях, а в верхних дыхательных путях — на задней прямой и боковой проекции.

Ателектаз[1] является скорее состоянием, чем болезнью; при ателектазе наблюдается коллапс части или всего легкого, например в результате закупорки бронха или перфорации (разрыва) воздушных путей. При уменьшение наполнения воздухом легочной ткани эта область представляется более плотной и рентгенопоглощающей, при этом может наблюдаться смещение трахеи и сердца в пораженную сторону.

Бронхоэктазы — врожденное или приобретенное (о результате бронхо-легочных заболеваний) необратимое расширение бронхов или бронхиол. Отдельные области стенок бронхов разрушаются и хронически воспалены, в результате увеличивается выделение мокроты, что вызывает хронический кашель и отхаркивание. Гной может скапливаться в расширенных участках бронхов, что ведет к понижению рентгенопрозрачности этих областей (в основном в нижних долях легких).

Бронхит — острое или хроническое состояние, при котором в бронхах выделяется чрезмерное количество мокроты, что вызывает кашель и нарушения дыхания. Часто причиной бронхита является курение. По этиологии различают вирусные и бактериальные бронхиты, от воздействия физических факторов, химиотоксические и пылевые. Бронхит обычно поражает нижние доли, что видно на рентгенограммах по вздутию легких и усилению легочного рисунка.

Хроническое обструктивное заболевание легких — форма постоянной закупорки воздушных путей, вызванной или эмфиземой, или хроническим бронхитом (курение — одна из основных причин этого заболевания). Заболевание средней тяжести обычно не выявляется при рентгенографии грудной клетки, но более тяжелые состояния диагностируются хорошо (см. эмфизема).

Кистозный фиброз — наиболее частое из наследственных заболеваний, при котором выделение густой мокроты вызывает прогрессирующее закупоривание бронхов и бронхиол. Это может быть выявлено на рентгенограммах грудной клетки как увеличение оптической плотности снимка в характерных участках легких вместе со вздутием или расширением бронхов вокруг них.

---

[1] Общепринятой классификации ателектаза не существует, но коллапсом легкого у нас называют только компрессионный ателектаз (А.И. Струков, 1971) — *Ред.*

Одышка — нарушение, затруднение дыхания, чаще всего встречается у пожилых людей. Обычно одышка возникает при физической нагрузке, может также быть вызвана сужением или закупоркой воздушных путей.

Одышка также может быть вызвана отеком легких, связанным с заболеваниями сердца. В таком случае для диагностики в первую очередь выполняются прямая передняя и боковая рентгенограммы грудной клетки.

Эмфизема — необратимое хроническое легочное заболевание, при котором воздушная емкость альвеол резко увеличивается вследствие разрушения и потери эластичности их стенками. Воздух полностью не удаляется из альвеол во время выдоха, вызывая затруднение дыхания с серьезными нарушениями газообмена в легких. Среди причин — курение или длительное вдыхание пыли. Эмфизема выявляется на рентгенограммах по **увеличению размеров легких**, бочкообразной форме грудной клетки с низким положением или уплощением диафрагмы, затемненными реберно-диафрагмальными углами и удлиненной тенью сердца. Легочные поля становятся очень **рентгенопрозрачными, легочный рисунок обедняется**, что требует, даже несмотря на увеличение размеров легких, значительного уменьшения экспозиции по сравнению с исследованием нормальной грудной клетки.

Эпиглоттит (воспаление надгортанника) чаще встречается у детей от 2 до 5 лет. См. главу 20 для большей информации об этом серьезном, опасном для жизни состоянии, которое может развиваться очень быстро. Можно увидеть отек и увеличение размеров мягких тканей в области надгортанника вокруг верхних дыхательных путей.

Кровохаркание (кашель с кровью) чаще встречается у взрослых, но может быть и у детей.

Обычно в первую очередь делают прямую переднюю (заднюю) и боковую рентгенограммы грудной клетки, затем КТ для дальнейшей оценки выявленных на них теней.

Опухоли легких

Опухоли могут быть доброкачественными или злокачественными.

Доброкачественные. Гамартома, наиболее распространенное новообразование, обычно обнаруживаемое в периферических отделах легких. Оно выглядит на рентгенограммах как небольшой плотный объект с ровными, четкими границами.

Злокачественные. Существует много разновидностей рака легкого, более чем в 90% случаев имеет бронхиальное происхождение (бронхогенная карцинома). Реже встречается альвеолярно-клеточная карцинома, которая берет начало в альвеолах. Кроме того, многие опухоли развиваются где-нибудь в других местах организма — в молочной железе, толстой кишке, предстательной железе и других органах, до того, как метастазируют в легкие. Исследования показали, что курение — основная причина 90% опухолей легких у мужчин и 70% у женщин.

Рак легкого на ранних стадиях виден на рентгенограммах как неинтенсивная тень или как более интенсивные множественные плотные массы в запущенных случаях. Злокачественные опухоли легких редко кальцифицируются, поэтому кальцифицированные плотные массы или узлы обычно имеют доброкачественную природу. На компьютерной томограмме могут быть видны небольшие узлы, которые не визуализируются на рентгенограммах. Тем не менее для выяснения, являются ли эти тени раком легкого или следствием воспаления, обычно выполняют биопсию.

Плевральный выпот (гидроторакс) — патологическое накопление жидкости в плевральной полости.

Виды плеврального выпота

Эмпиема (нагноение) — гной в плевральной полости. Эмпиема может быть вызвана травмой грудной клетки, закупоркой бронхов или разрывом абсцесса легкого. Она может развиться, если пневмония или абсцесс легкого распространяется в плевральную полость.

Хилоторакс — лимфа в плевральной полости. Может быть вызван повреждением или закупоркой главного лимфатического протока в грудной клетке.

Гемоторакс — кровь в плевральной полости. Распространенная причина правостороннего или двухстороннего гемоторакса — повреждение легких. Причиной левостороннего выпота может быть травма или инфаркт легкого, панкреатит или поддиафрагмальный абсцесс. Все виды плеврального выпота выявляются при латерографии как **уровень жидкости**. Небольшие количества жидкости лучше видны при укладках **на боку, поврежденной стороной вниз** (чтобы жидкость не была скрыта структурами средостения). Плеврит характеризуется воспалением (обычно вызванным вирусами или бактериями) плевры вокруг легких. Трение висцеральной и париетальной плевры во время дыхания вызывает сильную боль. Часто плеврит возникает из-за пневмонии или травмы грудной клетки. Плеврит может быть выявлен на рентгенограммах по сопутствующему выпоту. Состояние, называемое сухой плеврит, обычно не выявляется рентгенологически, так как не вызывает накопления жидкости.

Пневмония (пневмонит) — воспаление легких, ведущее к накоплению жидкости в определенной области легкого и вызывающее повышение рентгеновской плотности в зоне воспаления В ранней диагностике применяется прямая передняя и боковая вертикальные латерограммы. Обычно бывает нужно увеличить экспозицию чтобы пробить и визуализировать плотную область. Вид пневмонии определяется ее локализацией и возбудителем.

Виды пневмонии [1]

Аспирационная пневмония вызывается попаданием в легкие инородных объектов и пищи, которые раздражают бронхи и вызывают отек.

Бронхопневмония — бронхит обоих легких, чаще всего вызываемый стрептококком или стафилококком.

Долевая пневмония обычно ограничивается одной или двумя долями легких.

Вирусная пневмония (интерстициальная) — воспаление альвеол и стромы легких. Чаще она проявляется увеличением плотности в прикорневых областях.

Пневмоторакс — скопление воздуха в плевральной полости, вызывающее частичный или полный коллапс легкого и приводящее к быстро развивающемуся тяжелому нарушению дыхания и к боли в грудной клетке. Пневмоторакс может быть вызнан травмой или патологическим процессом, приводящим к спонтанному разрыву ослабленной области легкого. Рентгенологически поврежденное легкое выглядит оттесненным от грудной стенки. На рентгенограммах грудной клетки в месте отсутствующего легкого **отсутствует легочный рисунок**. Требуется внимание для идентификации края или границы легкого. Рентгенограммы грудной клетки для выявления пневмоторакса должны выполняться в положении **стоя**. Если пациент не в состоянии стоять, то выполняется латерограмма в положении **на боку, пораженной стороной вверх** (а не вниз, как при плевральном выпоте).

Вертикальные прямые проекции на вдохе/выдохе обычно делаются для выявления небольшою пневмоторакса, который лучше виден в верхушках на вертикальных прямых передних рентгенограммах с максимальным выдохом.

---

[1] Отечественная классификация пневмоний отличается от приведенной в данном руководстве. - *Ред.*

Отек легких — избыточное скопление жидкости в легких, чаще вызванное нарушением легочного кровообращения, что обычно связано с заболеваниями сердца, вызывающими застой. Обычная причина коронарная болезнь, при которой уменьшается кровоснабжение сердечной мышцы. Это приводит к неадекватному легочному кровотоку, вызывающему депонирование крови в легких. На рентгенограммах грудной клетки это состояние проявляется как диффузное повышение оптической плотности снимка в области ворот, уменьшающееся к периферии легких, и видимый уровень жидкости на латерограммах в более, тяжелых случаях.

Легочная эмболия — внезапно развившаяся закупорка легочной артерии. Большой тромб может вызвать внезапную смерть, но обычно другие артерии компенсируют и поддерживают кровоток в пораженной области, предотвращая гибель тканей (инфаркт легкого). Это состояние редко выявляется на рентгенограммах грудной клетки. Иногда клиновидное затемнение может навести на мысль об инфаркте легкого (некроз тканей).

Для диагностики применяют компьютерную томографию или радионуклидный метод, выявляющие границы пораженной области, где отсутствует кровоток, и позволяющие обнаружить легочный сегмент, не получающий кровь.

Респираторный дистресс-синдром (обычно именуемый **болезнью гиалиновых мембран** у детей и **взрослым респираторным дистресс-синдромом** у взрослых) — острое состояние, при котором альвеолы и капилляры легкого повреждены или инфицированы, что ведет к проникновению жидкости в межальвеолярные пространства или сами альвеолы с формированием гиалиновых (хрящевых) мембран.

Рентгенографически это выявляется как увеличение плотности легких, характер снимка напоминает зернистый рисунок, обусловленный заполнением жидкостью воздухоносных в норме пространств.

Туберкулез — заразное заболевание (потенциально смертельное), вызываемое аэробной бактерией. Одно время оно приводило к смертельному исходу в 30% случаев, но развитие вакцинации и применение стрептомицина в 1940-х и 50-х годах почти устранили угрозу этого заболевания. Тем не менее его распространенность стала расти снова вместе с появлением СПИДа и ростом антисанитарных условий проживания в условиях городского перенаселения.

Первичный туберкулез — впервые появившееся заболевание у пациентов, которые никогда раньше им не болели. Важный симптом первичного туберкулеза — расширение корней, вследствие увеличения медиастинальных лимфоузлов. Небольшие очаги могут быть обнаружены во всех отделах легких; обычно появляется односторонний плевральный выпот, особенно у взрослых.

Возвратный (вторичный) туберкулез обычно развивается у взрослых и чаще впервые обнаруживается рентгенографически в верхних долях с двух сторон в виде неравномерной кальцификации. Часто выявляется смещение корня вверх. Как проявление излечения формируется фиброзная ткань с кальцификацией вокруг спадающихся полостей, которые могут быть видны на томограммах. Рентгенограмма в задней лордотическои проекции тоже часто позволяет выявить кальцинаты и полости в верхушках и верхних долях легких.

Профессиональные болезни легких (формы пневмокониоза).

Антракоз вызывается накоплением угольной пыли. При длительном вдыхании (10 лет или больше) пыль скапливается в легких и проявляется на рентгенограммах грудной клетки как маленькие плотные очаги или конгломераты.

Асбестоз вызывается вдыханием асбестовой пыли (волокон), ведущим к пневмофиброзу. Это может привести к развитию рака, особенно у курящих.

Силикоз является следствием вдыхания кремниевой (кварцевой) пыли, разновидности песчаной пыли. Профессиональной вредности подвержены взрывники, пескоструйщики и рабочие сходных специальностей. Рентгенография грудной клетки дает характерный рисунок узелков и плотных тяжей.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ*
Аспирация (механическая помеха)	Передняя и боковая проекции грудной клетки и верхних дыхательных путей	Патологическое затемнение в легком	Как для мягких тканей верхних дыхательных путей (-)
Ателектаз (коллапс всего или части легкого)	Передняя и боковая проекции грудной клетки и передняя проекция на вдохе и на выдохе	Уплотнение легочной ткани со смещением сердца и трахеи в тяжелых случаях	Увеличить (+)
Бронхоэктазы	Передняя и боковая проекции, бронхография или КТ	Уплотнение в нижних отделах легких	Увеличить (+)
Бронхит	Передняя и боковая проекции грудной клетки	Вздутие (общее, повышение прозрачности) и усиление легочного рисунка в нижних отделах	Обычные для легких
Хроническая обструктивная болезнь легких	Передняя и боковая проекции грудной клетки	В тяжелых случаях проявляется как эмфизема (см. следующую страницу)	Уменьшить (-)
Муковисцидоз	Передняя и боковая проекции грудной клетки	Повышение плотности в определенных областях легких	Увеличить (+)
Одышка	Передняя и боковая проекции грудной клетки	Зависит от причины одышки	Зависит от случая

* Системы автоматического контроля экспозиции (АКЭ) разработаны для правильного автоматического управления уровнем экспозиции для пациентов различных размеров, и если система правильно настроена и используется по назначению, то ручной выбор параметров экспозиции не требуется. Тем не менее ручной выбор параметров экспозиции может потребоваться в специальных случаях или при повторных исследованиях, даже с экспонометром. Также важно уметь подгонять параметры экспозиции при работе на снимочном столе или на мобильных (палатных) аппаратах, где экспонометры не используются. *Продолжение на след. стр.*

СВОБОДНАЯ ТАБЛИЦА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ - продолжение

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1].
Эмфизема	Передняя и боковая проекции грудной клетки	Увеличенные размеры легких, бочкообразная грудная клетка, уплощенная диафрагма, рентгенопрозрачные легкие	Значительное уменьшение, в зависимости от степени (-)
Эпиглоттит	Мягкие ткани верхних дыхательных путей в боковой проекции	Сужение верхних дыхательных путей в области надгортанника	Условия для мягких тканей в боковой проекции (-)
Кровохарканье (кашель с кровью)	Передняя и боковая проекция грудной клетки	В зависимости от причины кровохарканья	В зависимости от причины
Опухоль легкого			
• доброкачественная (гамартома)	Передняя и боковая проекция грудной клетки	Плотный объект, с четкими границами, ткань может быть кальцифицирована (не прозрачна для рентгеновских лучей)	Увеличение (+)
• Злокачественная	Передняя и боковая проекция грудной клетки, КТ	Неинтенсивные тени на ранних стадиях, большие ограниченные плотные массы на поздних стадиях	Увеличение на поздних стадиях (+)
Плевральный выпот (гидроторакс) (жидкость в плевральной полости) • Эмпиема (гной) • Хилоторакс (лимфа) • Гемоторакс (кровь)	Вертикальная передняя и боковая проекция грудной клетки или боковая латеропроекция в положении лежа больной стороной вниз	Увеличение рентгеновской плотности, уровни жидкости, вероятное вертикальное смещение средостения (см. ателектазы)	Увеличение (+)
Плеврит	Передняя и боковая проекция грудной клетки	Возможны уровни жидкости или ее отсутствие при сухих плевритах	Обычно не меняются
Пневмония (пневмонит) • Апирационная пневмония • Бронхопневмония • Долевая (пневмонкоковая) • Вирусная (интерстициальная)	Передняя и боковая проекция грудной клетки	Неоднородный инфильтрат с увеличением оптической плотности	Увеличение (+)
Пневмоторакс	Вертикальная передняя и боковая проекция грудной клетки или боковая латеропроекция лежа пораженной стороной вверх, ЗП на вдохе/выдохе для небольшого пневмоторакса	Легкие перемещаются от грудной стенки, там не виден легочный рисунок	Уменьшение (-)
Отек легких (жидкость в легких)	Передняя и боковая проекция грудной клетки, и снимок с горизонтальным ходом лучей для выявления уровней	Диффузное понижение прозрачности в области ворот легких и уровень жидкости	Увеличение (+)
Легочния эмболия (внезапный блок легочной артерии)	Передняя и боковая проекция грудной клетки и радионуклидное исследование (ядерная медицина)	Эмболия редко видна на рентгенограммах грудной клетки, кроме возможного клиновидного затемнения	Обычно не меняются
Респираторный дистресс-синдром (обычно именуемый болезнью гиалиновых мембран у детей)	Передняя и боковая вертикальная проекции грудной клетки	Зернистое усиленно рентгеновской плотности по всем легочным полям, возможны уровни жидкости	Увеличение (+)
Туберкулез			
• Первичный туберкуз	Передняя и боковая проекция грудной клетки	Мелкие плотные пятна во всех легочных полях и увеличение корней на ранних стадиях	Обычно не меняются
• Возвратный (вторичный) туберкулез	Передняя и боковая проекция грудной клетки и ПЗ в гиперлордотическом положении, томография	Области кальцификации с полостями чаще в верхних отделах легких и верхушках с вертикальным смещением корней	Не меняются или немного увеличиваются (+)
Профессиональные болезни легких (формы пневмокониозов) • Антракоз (черные легкие)	Передняя и боковая проекция грудной клетки	Мелкие плотные очаги в легких	Увеличение (+)
• Асбестоз	Передняя и боковая проекция грудной клетки	Кальцификаты (плотные объекты), включая плевру	Увеличение (+)
• Силикозы	Передняя и боковая проекция грудной клетки	Характерный рисунок рубцов и плотных узлов	Увеличение (+)

[1] Системы автоматического контроля экспозиции разработаны для правильного автоматического управления уровнем экспозиции для пациентов различных размеров, и если система правильно настроена и используется по назначению, то ручной выбор параметров экспозиции не требуется. Тем не менее ручной выбор параметров экспозиции может потребоваться в специальных случаях или при повторных исследованиях, даже с экспонометром. Также важно уметь подгонять параметры экспозиции при работе на снимочном столе или на мобильных (палатных) аппаратах, где экспонометры не используются

Результаты опроса по США и Канаде

ГРУДНАЯ КЛЕТКА

Основные проекции: передняя и боковая — это две основные проекции в США и Канаде, по показаниям заменяются задней проекцией в положении лежа на спине.

Специальные проекции/уклади: наиболее общие **специальные проекции/укладки** в порядке предпочтения — **задняя лордотическая проекция, латерография в положении лежа на боку передние косые, и задние косые укладки**.

(По данным опроса по всем регионам США и Канады.)

Основные и специальные проекции

Определенные основные и специальные проекции для грудной клетки описаны на последующих страницах как рекомендуемый стандарт и как процедуры, которыми должны владеть все рентгенолаборанты.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные, или базовые, проекции (также иногда именуемые стандартными или рутинными) — это те проекции, которые чаще всего используются в диагностике.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции — это проекции, которые чаще всего используются в качестве дополнения для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела или когда полный контакт с пациентом затруднен.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Грудная клека — легкие
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, 87
- Боковая, 89

Грудная клетка — легкие
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя в полувертикальном положении или лежа на спине, 91
- Латерография в положении лежа на боку, 92
- Задняя лордотическая, 93
- Передняя косая, 94
- Задняя косая, 95

Верхние дыхательные пути
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая, 96
- Задняя, 97

ПРЯМАЯ ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Амбулаторный (активный) пациент

Органы грудной клетки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Передняя
• Боковая

Выявляемая патология

При выполнении стоя прямая передняя проекция выявляет: плевральный выпот, пневмоторакс, ателектазы и признаки инфекции.



Темные прямоугольники обозначают рабочие поля экспонометра

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 x 43 см, расположение продольное или поперечное (см. примечание).
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110-125 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
22	110	3	170	50	Щитовидная железа 10 Молочная железа 10

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита), рентгенозащитное покрывало, обернутое вокруг бедер, рентгенозащитный экран или передвижная ширма, устанавливаемая позади пациента.

Укладка пациента

- Пациент стоит прямо, ступни слегка раздвинуты, вес равномерно распределен на обе ступни.
- Подбородок приподнят и вытянут кпереди, опирается на специальный упор для подбородка на стойке снимков.
- Руки на поясе, ладони наружу, локти частично согнуты.
- Плечи повернуты вперед в сторону кассеты, чтобы отнести лопатки в стороны и открыть легочные поля. Кроме того, плечи опущены, чтобы сдвинуть ключицы ниже верхушек легких.

Укладка снимаемой области

- Средняя линия кассеты и ЦЛ пучка рентгеновского излучения должны лежать в срединной сагиттальной плоскости, поля между краями грудной клетки и краями кассеты должны быть равными.
- Удостоверьтесь, что грудная клетка прилегает к стойке равномерно, **без ротации туловища** относительно вертикальной оси.
- Установите центр кассеты на уровне седьмого грудного позвонка (Th7) для среднего пациента. (Верхний край кассеты должен быть расположен на 4-5 см выше надплечий для пациентов средних размеров.)

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен по срединной сагиттальной плоскости **на седьмой грудной позвонок (Th7)** (18-20 см ниже выступающего шейного позвонка (C7) или на уровне нижнего угла лопатки).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- РИП — 180 см.

Диафрагмирование выполняется по четырем сторонам области легочных полей. (Верхняя граница освещенного поля должна быть на уровне C7, а боковые границы по контурам внешних краев тела.)

Дыхание. Экспозиция выполняется после второго полного вдоха.

Примечание: располагайте кассету поперек (панорамно) в случае крупных пациентов или гиперстеников. См. с. 81 для дальнейших объяснений.



Рис. 2-55. Укладка для прямой передней проекции грудной клетки в положении пациента стоя



Рис. 2-56. Рентгенограмма грудной клетки в передней проекции

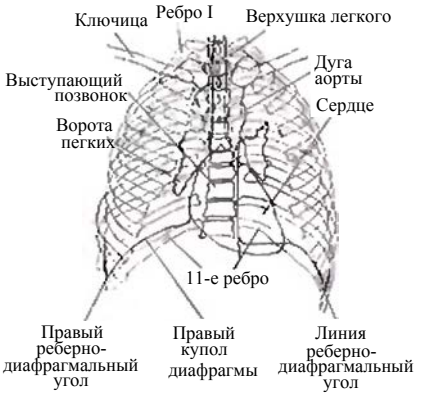


Рис. 2-57. Анатомическая схема грудной клетки в передней проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть виден легочный рисунок области ворот, изображение сердца, крупные сосуды, кости грудной клетки. Должны быть охвачены оба легких от верхушек до реберно-диафрагмальных углов и воздушный столб трахеи вниз от Th1.

Укладка. • Подбородок пациента должен быть достаточно поднят для предотвращения наложения его изображения на верхушки легких. • Плечи должны быть развернуты вперед для предотвращения наложения изображения лопаток на легочные поля • Тени от молочных желез (если таковые есть) должны быть расположена главным образом по краям легочных полей. • **Нет ротации:** оба грудинных окончания ключиц находятся на одинаковом расстоянии от средней линии позвоночника • Расстояние от наружных краев ребер до позвоночного столба должно быть одинаково с каждой стороны от верха до низа грудной клетки. **Примечание:** Сколиоз и кифоз также могут быть причиной асимметрии изображений грудинноключичных суставов и краев ребер соответственно правым или левым изгибам позвоночника.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования должны быть примерно одинаковы сверху и снизу, центр области диафрагмирования (ЦЛ) должен быть расположен в области Th7 у большинства пациентов • **Полный вдох без движений.** • Обычно видны минимум 10 (11 у многих пациентов) ребер над диафрагмой • Отсутствие движений определяется по четким границам ребер, диафрагмы и границам сердца так же, как по четкости легочного рисунка в области ворот и по всей области легких.

Параметры экспозиции. • Достаточно длинная шкала контрастности для хорошей визуализации сосудистого рисунка легких • Слабые очертания по крайней мере средних и верхних грудных позвонков и задних отделов ребер, видимых через сердце и структуры средостения.

ПРЯМАЯ ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

На носилках или каталку если пациент не может стоять

Органы грудной клетки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Боковая

Выявляемая патология

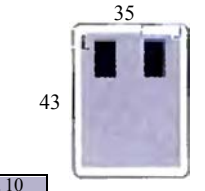
Плевральный выпот, пневмоторакс, ателектазы и признаки инфекции.

Технические условия исследования

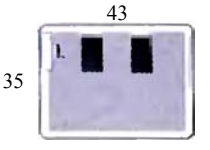
- Размер кассеты 35 х 43 см, расположение продольное или поперечное (см. примечание).
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110-125 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
22	110	3	170	50	Щитовидная железа 10 Молочная железа 10

мкГр



ИЛИ



Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита), защитное покрывало.

Укладка пациента

- Пациент сидит прямо, ноги на полу или свисают.
- Руки вокруг кассеты, если не используется стойка снимков, в этом случае укладку выполняют как для активных пациентов.
- Плечи развернуты вперед и опущены.
- **Нет ротации туловища**, грудная клетка равномерно прилегает к кассете или стойке снимков.

Укладка снимаемой области

- Расположите верх кассеты примерно на 4-5 см выше предплечий, а ЦЛ направьте на Th7.
- Если используется кассета, так как пациент не может стоять или сидеть около стойки снимков, то поместите подкладку или подушку на колени, чтобы приподнять и поддержать кассету, как показано на рисунке, но прислоните кассету к грудной клетке для уменьшения расстояния объект-пленка (РОП) (рис. 2-59).

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен по срединной сагиттальной плоскости **на седьмой грудной позвонок (Th7)** (18-20 см ниже выступающего шейного позвонка (С7) или на уровне нижнего угла лопатки).
- Центральный луч направлен на центр кассеты.
- РИП - 180 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте по области легочных полей. Верхний край освещенного поля должен быть на уровне **выступающего шейного позвонка С7**, с учетом расхождения рентгеновского пучка верхний край снимка будет находиться примерно на 4 см выше верхушек легких.

Дыхание. Экспозиция выполняется **после второго полного вдоха.**

Примечание: используйте компрессионный пояс или другие средства фиксации, чтобы пациент был неподвижен и не раскачивался и не двигался во время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

- Рентгенограмма должна быть такой же, как у амбулаторных (активных) пациентов, как описано на предыдущей странице.



Рис. 2-58. Укладка для прямой передней проекции грудной клетки в положении пациента сидя возле стойки снимков

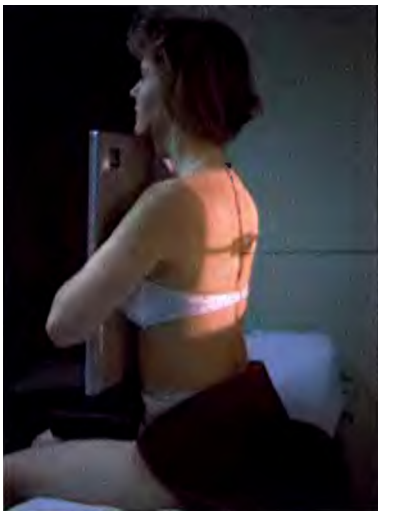


Рис. 2-59. Укладка для прямой передней проекции грудной клетки (пациент держит кассету)



Рис. 2-60. Рентгенограмма грудной клетки в передней проекции

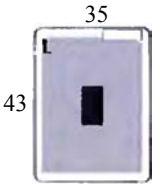
БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Амбулаторный (активный) пациент

Органы грудной клетки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Боковая

Выявляемая патология

Снимок под углом 90° к передней проекции может выявить патологические процессы, расположенные позади сердца, крупных сосудов и грудины.



Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 x 43 см, расположение продольное
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110-125 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
30	125	6	400	150	Щитовидная железа 30 Молочная железа 90

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита), рентгенозащитное покрывало, обернутое вокруг бедер, рентгенозащитный экран или передвижная ширма, устанавливаемая сбоку от пациента.

Укладка пациента

- Пациент стоит прямо, **левой стороной** к кассете, если патологический процесс не расположен справа, когда делается правая боковая проекция.
- Вес одинаково распределен на ноги.
- Руки подняты и скрещены над головой (в районе темени), подбородок поднят вверх.

Укладка снимаемой области

- Установите пациента центрально по ЦЛ и перпендикулярно кассете.
- Укладка соответствует **истинно боковой** (фронтальная плоскость перпендикулярна, а сагиттальная параллельна кассете, см. примечание 1).
- Опустите ЦЛ и кассету немного ниже чем при передней проекции, если необходимо (см. примечание 2).

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно на середину грудной клетки на уровне Th7 (8-10 см ниже яремной вырезки).
- РИП - 180 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть охвачены оба легких от верхушек до реберно-диафрагмальных углов и от грудины спереди до задних отделов ребер и грудной клетки сзади.

Укладка. • Подбородок и руки должны быть подняты достаточно высоко для предотвращения наложения изображения мягких тканей на верхушки легких • **Нет ротации:** задние отделы ребер и реберно-диафрагмальный угол стороны, дальней от кассеты, проецируются немного (1-2 см) позади из-за расхождения рентгеновского пучка.

Примечание: для определения направления поворота см. с. 79 и ошибки рентгенографии на с. 99.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования почти одинаковы сверху и снизу. • Область ворот должна быть примерно в центре кассеты.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движений проявляется четкими границами диафрагмы и четким легочным рисунком • Установите достаточный уровень экспозиции, используйте длинную шкалу контрастности для **визуализации границ ребер и легочного рисунка через тень сердца и верхних отделов легких** без переэкспонирования других отделов легких.



Рис. 2-61. Левая боковая укладка грудной клетки

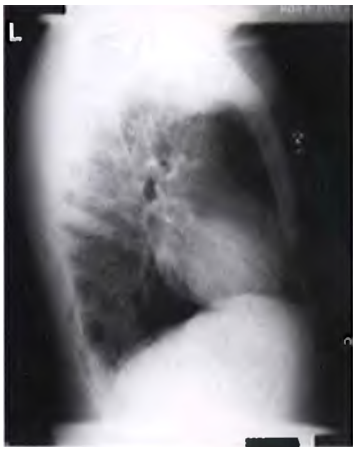


Рис. 2-62. Рентгенограмма грудной клетки и боковой проекции

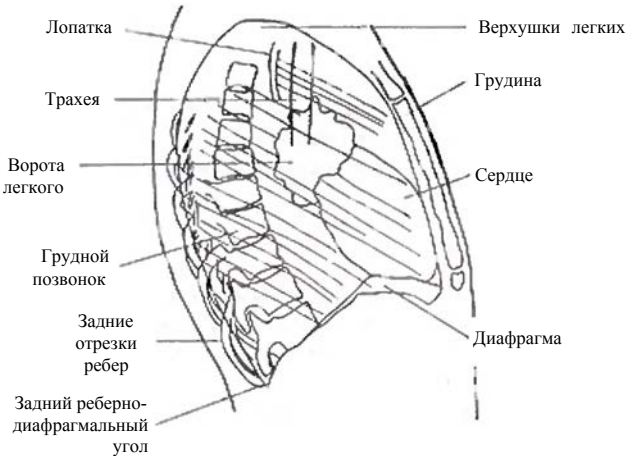


Рис. 2-63. Анатомическая схема грудной клетки в боковой проекции

Диафрагмирование по четырем сторонам области легочных полей (верхняя граница освещенного поля на уровне С7).

Дыхание. Экспозиция выполняется **после второго полного вдоха.**

Примечание 1: убедитесь, что **срединная сагиттальная плоскость параллельна кассете**, у худых, но плечистых пациентов бок и нижние отделы грудной клетки могут **не прилегать** к стойке снимков.

Примечание 2: увеличение РОП в нижних отделах грудной клетки приведет к тому, что реберно-диафрагмальные углы легких будут проецироваться ниже из-за расхождения рентгеновского пучка. Следовательно, **ЦЛ и кассета должны быть опущены минимум на 2 см** по сравнению с их положением в передней проекции для предотвращения срезания реберно-диафрагмальных углов.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

На носилках или каталке, если пациент не может стоять

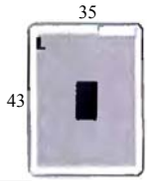
Органы грудной клетки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Боковая

Выявляемая патология

Патологические процессы, расположенные позади сердца, крупных сосудов и грудины.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 x 43 см расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110-125 кВ.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
30	125	6	400	350	Щитовидная железа 30 Молочная железа 90

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита), рентгенозащитное покрывало, обернутое вокруг бедер.

Укладка пациента на кровати-каталке

- Пациент сидит на кровати-каталке, ноги свешиваются через край, если это для него легче (убедитесь, что каталка зафиксирована).
- Руки подняты и скрещены над головой, или пациент держится за ручку над головой.
- Подбородок поднят вверх.

Укладка пациента на кресле-каталке

- Удалите ручки кресла, если возможно, или подложите подушку или другой предмет под пациента, чтобы изображение ручек не появилось на рентгенограмме в районе нижних отделов легких.
- Поверните пациента на кресле-каталке в боковую позицию и поместите его к стойке снимков настолько близко, насколько это возможно.
- Нужно наклонить пациента вперед и поместить за его спиной рентгенопрозрачную подушку, так, чтобы тело пациента расположилось вертикально. **Руки подняты и скрещены над головой**, или пациент держится за ручку над головой.

Укладка снимаемой области

- Центрируйте пациента по ЦЛ и перпендикулярно кассете.
- Опустите ЦЛ и кассету на уровень Th7.
- Осмотрите пациента, убедитесь, что его тело не повернуто от истинно боковой укладки.

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно на середину грудной клетки на уровне Th7 (8-10 см ниже яремной вырезки).
- РИП — 180 см.
- Верхний край кассеты должен быть расположен примерно на 2,5 см выше С7.

Диафрагмирование по четырем сторонам области легочных полей.

Дыхание. Экспозиция выполняется **после второго полного вдоха**.

Примечание: всегда пытайтесь усадить пациента максимально прямо, если это возможно. Тем не менее, если состояние пациента не позволяет этого, головной конец каталки может быть поднят в вертикальное положение, под спину пациента можно положить рентгенопрозрачную подушку (рис. 2-66).

Критерии оценки рентгенограммы

- Рентгенограмма должна быть такой же, как у амбулаторных (активных) пациентов, как описано на предыдущей странице.



Рис. 2-64. Левая боковая укладка на кровати-каталке



Рис. 2-65. Левая боковая укладка на кресле-каталке (руки наверху, подушка за спиной)



Рис. 2-66. Левая вертикальная боковая укладка (с опорой)

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Укладка в полувертикальном положении или лежа на спине (в стационаре или при использовании мобильного (палатного) аппарата

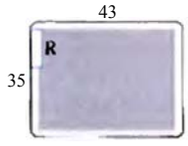
Органы грудной клетки
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Укладка в полувертикальном положении или лежа на спине

Выявляемая патология.

Эта проекция выявляет патологию легких, диафрагмы, средостения.

Для демонстрации уровней жидкости (плевральный выпот) и воздуха в грудной полости следует принести пациента в вертикальное положение и выполнить латерограмму, как при укладке для передней вертикальной проекции грудной клетки или выполнить латерографию грудной клетки в положении лежа.

Технические условия исследования



- Размер кассеты 35 х 43 см, расположение поперечное.
- Снимок выполняется на обычную кассету с усиливающими экранами.

При уставках высокого напряжения более 70-80 кВ рекомендовано использование стационарных растров большой плотности.

- 80-100 кВ.
- Уставки и доза.

см	кВ	мАс	КД	СД	
22	110	1,7	70	20	Щитовидная железа 10 Молочная железа 40

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита), рентгенозащитное покрывало, накинутое на бедра.

Укладка пациента

- Пациент лежит на каталке лицом вверх; если возможно, головной конец каталки или кровати должен быть поднят в полувертикальное положение (см. примечания ниже).
- Поворачивая руки пациента медиально (внутрь), добейтесь правильной ротации его плечей.

Укладка снимаемой области

- Поместите кассету под или позади пациента, совместив центр кассеты с ЦЛ (верхний край кассеты должен быть расположен примерно на 4-5 см выше плеч).
- Установите ЦЛ по центру пациента и кассеты; проверьте укладку пациента, глядя со стороны трубки на световое поле диафрагмы (рис. 2-68).

Центральный луч

- Центральный луч отклонен каудально примерно на 5°, так, чтобы он был перпендикулярен к длинной оси грудины (наклон ± 5° необходим, чтобы предотвратить наложение изображения ключиц на верхушки легких).
- ЦЛ на уровне Th7, на 8-10 см ниже яремной вырезки.

Критерии оценки рентгенограммы

• Критерии для оценки рентгенограмм грудной клетки в задней проекции на спине или в полувертикальной укладке должны быть такими же, как для передней проекции, описанной на предыдущей странице с тремя исключениями.

1. Сердце будет увеличено в результате меньшего РИП и увеличения РОП.
2. Возможный у этих пациентов плевральный выпот часто будет скрывать сосудистый легочный рисунок в сравнении с передней проекцией в вертикальном положении.
3. Обычно пациенту не удается выполнить полный вдох, и над диафрагмой будут видны только восемь или девять задних отделов ребер. Поэтому легкие будут выглядеть более плотными.

- **Правильный угол ЦЛ**: при задних отдела ребер должны быть видны над ключицами, указывая, что область верхушек не закрыта.



Рис. 2-67. Задняя укладка в положении лежа на спине (супинационно)



Рис. 2-68
Задняя полувертикальная укладка



Рис. 2-69.
Рентгенограмма грудной клетки в задней проекции

- Минимальное РИП — 100 см для положения, лежа на спине (см. примечания).

Диафрагмирование выполняется по области легочных полей.
Дыхание. Экспозиция выполняется **после второго полною вдоха**.

Примечание: поперечное положение кассеты рекомендовано для уменьшения шансов срезания боковых полей. Если используете неподвижный растр, то следует точно направить ЦЛ на центр кассеты без каудального отклонения для предотвращения срезания краев изображения самим растром.

Для полувертикальной укладки применяется РИП-180 см, если это возможно. Всегда указывайте используемое РИП; а также тип проекции — задняя в положении лежа на спине или задняя полувертикальная.

БОКОВАЯ ЛАТЕРОГРАФИЧЕСКАЯ УКЛАДКА (ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ): ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Выявляемая патология.

Небольшие плевральные выпоты выявляются по уровням жидкости и воздуха в плевральных полостях, на возможный пневмоторакс указывают небольшие скопления воздуха в плевральных полостях (см. примечания).

Органы грудной клетки
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя в полувертикальном положении или лежа на спине
- Задняя боковая латерографическая

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 х 43 см, расположение поперечное (по отношению к пациенту).
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110-125 кВ.
- **Используйте маркер латерографии (или стрелку).**
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
21	125	3	220	70	Щитовидная железа 60 Молочная железа 170

мкГр

Радиационная защита

Защитной юбка или передник (гонадная защита), рентгенозащитное покрывало, вокруг бедер.

Укладка пациента

- Желательно положить рентгенопрозрачную подкладку под пациента.
- Название укладки правая или левая определяются боком, на котором лежит пациент (см. примечания).
- Подбородок поднят, обе руки пациента подняты над головой, чтобы открыть легочные поля. Спина пациента плотно прижата к стойке снимков; каталка зафиксирована, чтобы она не поехала вперед, под головой пациента - подушка.
- Колени слегка согнуты, по фронтальная плоскость параллельна кассете (**тело не повернуто**).

Укладка снимаемой области

- Установите центр кассеты на уровне центра грудной клетки (см. примечания).
- Установите пациента и каталку так, чтобы ЦЛ был направлен на Th7 (верх кассеты примерно на 2,5 см над С7).

Центральный луч

- **ЦЛ направлен горизонтально**, на центр кассеты, на уровне Th7, 8-10 см ниже уровня яремной вырезки.
- РИП - 180 см.

Диафрагмирование по области легочных полей (см. примечания).

Дыхание. Экспозиция выполняется **после второго полного вдоха.**

Альтернативная укладка. Некоторые считают, что голова должна быть опущена на 10° ниже бедер для уменьшения подъема верхушек легких, что случается из-за того, что пациент лежит на плече. При этом надо использовать подкладку под бедра и стараться достичь горизонтального положения всей грудной клетки.

Примечание: установите соответствующий маркер для обозначения стороны легких, которая находится вверху.

Рентгенограмма может выполняться при укладке пациента на правом или левом боку. Для **выявления жидкости** в плевральной полости (плеврального выпота), предположительно пораженная сторона должна быть **внизу.** Не обрежьте эти стороны изображения грудной клетки на снимке.

Для выявления **небольшого скопления воздуха** в плевральной полости (пневмоторакс) поврежденная сторона должна быть **сверху**, и необходимо внимание, чтобы не обрезать изображение этой стороны грудной клетки.



Рис. 2-70. Левая боковая латерографическая укладка для задней проекции



Рис. 2-71. Латерограмма в задней проекции при левой боковой укладке

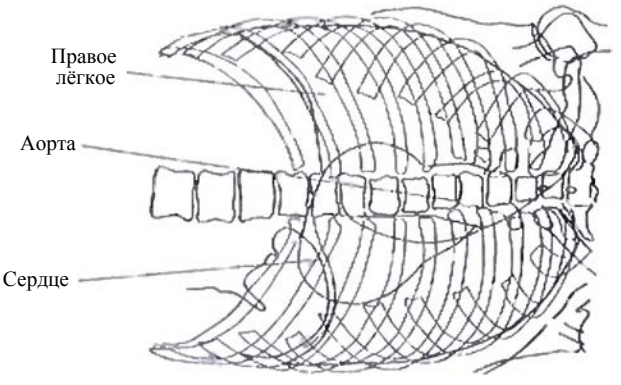


Рис. 2-72. Анатомическая схема грудной клетки и левой боковой латерографической укладке

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны все легкие, включая верхушки, оба реберно-диафрагмальных угла и обе боковые границы ребер.

Укладка пациента. • Нет поворота - должно быть одинаковое расстояние от позвоночного столба до боковых границ ребер с обеих сторон; грудиноключичные суставы должны быть на одинаковом расстоянии от позвоночного столба. • В верхних отделах легких не должно появляться теней от рук.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Центр поля диафрагмирования (ЦЛ) у пациентов средних размеров должен быть в области Th7.

Параметры экспозиции. • Нет движений: диафрагма ребра. границы сердца и легочный рисунок должны быть четкими. • Оптимальная контрастность и экспозиция должны допускать **слабую визуализацию позвонков и ребер через тень сердца.**

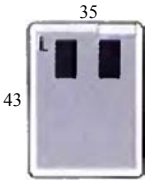
ЗАДНЯЯ ЛОРДОТИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ: ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Органы грудной клетки
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя в полувертикальном положении или лежа на спине
- Задняя боковая латерографическая
- Задняя лордотическая
- Передняя косая
- Задняя косая

Выявляемая патология.

Проекция выполняется главным образом для выявления кальцификатов и образований под ключицам.

Технические условия исследования



- Размер кассеты 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110-125 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
22	125	3,5	260	80	Щитовидная железа 80 Молочная железа 200

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента

- Пациент стоит на расстоянии примерно 30 см от стойки снимков и наклоняется назад, прислоняясь к стойке плечами, шеей и спиной.
- Обе руки пациента на поясе, ладони наружу; плечи повернуты вперед.

Укладка снимаемой области

- Средняя линия кассеты и ЦЛ пучка рентгеновского излучения должны лежать в срединной сагиттальной плоскости пациента.
- ЦЛ направлен на центр кассеты. (Верх кассеты должен быть на 7-8 см над плечами у среднего пациента.)

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете, направлен **на середину грудины** (9 см ниже яремной вырезки).
- РИП - 180 см.

Диафрагмирование выполняется по интересующей вас области легких.

Дыхание. Экспозиция выполняется **после второго годного вдоха.**

Исключение (рис. 2-75).

Если пациент ослаблен и неустойчив и/или не может принять лордотическую позицию, может быть выполнена задняя **полуаксиальная проекция** при положении пациента лежа на спине (на кассете). Плечи повернуты вперед, а руки расположены как в лордотической позиции. ЦЛ наклонен на 15-20° краниально и направлен на середину грудины.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть охвачены все легочные поля и ключицы.

Укладка. Ключицы должны быть расположены почти горизонтально и **над верхушками легких** с медиальной стороной ключиц, наложенной на первые ребра. • Изображения ребер оказываются искаженным с задними отделами, расположенными почти горизонтально и наложенными на изображение передних отделов ребер.

• **Нет ротации**: грудинные концы ключиц должны быть на одинаковом расстоянии от позвоночника с каждой стороны. Боковые границы ребер с обеих сторон должны быть на одинаковом расстоянии от позвоночного столба.

Диафрагмирование и ЦЛ. Центр поля диафрагмирования (ЦЛ) должен быть на середине грудины. Границы поля диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон.

Параметры экспозиции. • **Неподвижность**: границы диафрагмы, сердца и ребер должны быть резкими. • Оптимальная контрастность и экспозиция должны позволять видеть **сосудистый легочный рисунок, особенно в области верхушек легких.**



Рис. 2-73. Задняя лордотическая укладка



Рис. 2-74. Задняя лордотическая укладка



Рис. 2-75. Исключение: полуаксиальная задняя проекция о положении лежа на спине



Рис. 2-76. Рентгенограмма грудной клетки в задней лордотической проекции

ПЕРЕДНИЕ КОСЫЕ УКЛАДКИ (ППК и ЛПК): ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Органы грудной клетки
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя в положении лежа на спине или полунаклонная
- Задняя боковая латерографическая
- Задняя лордотическая
- Передняя косая (ППК и ЛПК)

Выявляемая патология

Патология легких, трахеи, структур средостения, включая размеры и границы сердца и крупных сосудов

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110-125 кВ.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
23	125	4	330	90	Щитовидная железа 10 Молочная железа 20

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента

- Пациент стоит прямо, повернут относительно плоскости кассеты на 45°, передней стороной левого плеча прижимаясь к стойке снимков (левая передняя косая укладка — ЛПК); или правым плечом — правая передняя косая укладка (ППК) (см. замечание о повороте на 60° при косой проекции).
- Рука пациента (ближняя к стойке снимков) согнута и прижата к стойке, кисть на поясе, ладонь лежит на бедре.
- Другая рука поднята, чтобы открыть легочное поле, и лежит на голове или держится за (пениальную ручку на стойке снимков.
- Пациент смотрит прямо вперед, подбородок поднят.

Укладка снимаемой области

- Глядя со стороны рентгеновской трубки, определите область снимка, направьте ЦЛ на центр кассеты с верхним краем кассеты примерно на 2,5 см над С7.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярно направлен на уровень Th7 (8-10 см ниже уровня С7).
- РИП - 180 см.

Диафрагмирование выполняется по области легочных полей **Дыхание.** Экспозиция выполняется **после второго полного вдоха**. **Примечание:** для передней косой укладки интересующая сторона обычно удалена от кассеты. То есть в правой передней косой укладке будет лучше показано левое легкое.

Определенные позиции для исследования сердца требуют косой проекции с увеличением угла поворота до 60°.

Меньший поворот (15-20°) может быть полезен для лучшей визуализации специальных областей легких при некоторых легочных заболеваниях.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть охвачены оба легких от верхушек до реберно-диафрагмальных углов. • Воздушный столб трахеи, границы крупных сосудов и сердца лучше видны в ЛПК при повороте на 60° (ППК под углом 45° также позволяет визуализировать эти структуры). **Укладка**. • Для оценки поворота на 45°: расстояние от наружных границ ребер до позвоночного столба па стороне, удаленной от кассеты, должно быть приблизительной в два раза больше расстояния на стороне, приближенной к кассете. **Диафрагмирование и ЦЛ.** • Верхняя и нижняя границы поля диафрагмирования должны быть примерно па одинаковом удалении от ЦЛ, направленного на Th7. **Параметры экспозиции.** • **Неподвижность:** границы диафрагмы и сердца должны быть четкими. • Оптимальная экспозиция и контрастность позволяют увидеть легочный сосудистый рисунок и границы ребер, кроме самых плотных областей сердца.



Рис. 2-77. 45° правая передняя косая укладка



Рис. 2-78. 45° левая передняя косая укладка



Рис. 2-79. Рентгенограмма в 45° ППК



Рис. 2-80. Рентгенограмма в 45° ЛПК



Рис. 2-81. Анатомическая схема грудной клетки в 45° ППК

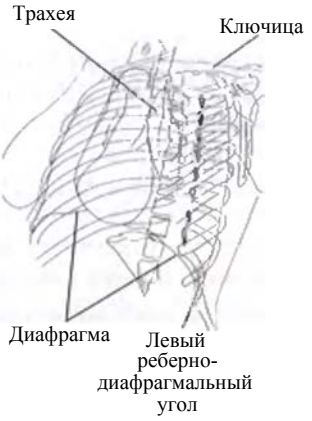


Рис. 2-82. Анатомическая схема грудной клетки в 45° ЛПК

ЗАДНИЕ КОСЫЕ УКЛАДКИ (ПЗК и ЛЗК): ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

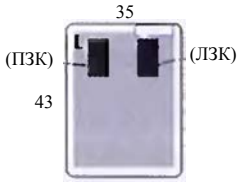
Органы грудной клетки
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя в положении лежа на спине или полунаклонная
- Задняя боковая латерографическая
- Задняя лордотическая
- Передняя косая (ППК и ЛПК)
- Задняя косая (ПЗК и ЛЗК)

Исключение: если пациент не в состоянии находиться в вертикальном положении для выполнения исследования или необходимо выполнить дополнительное исследование, то могут быть выполнены задние проекции в положении лежа.

Выявляемая патология

Патология легких, трахеи, структур средостения, включая размеры и границы сердца и крупных сосудов.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110-125 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
22	125	3	350	100	Щитовидная железа 100 Молочная железа 200

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента (вертикальная)

- Пациент стоит прямо, повернут относительно плоскости кассеты на 45°, задней стороной правого плеча прижимаясь к стойке снимков (правая задняя косая укладка — ПЗК); или левым плечом левая задняя косая укладка (ЛЗК).
- Рука пациента (ближняя к стойке снимков) поднята, чтобы открыть легочное поле, и лежит на голове или держится за специальную ручку на стойке снимков. Другая рука согнута, кисть на поясе, ладонь лежит на бедре.
- Пациент смотрит прямо вперед, подбородок поднят.

Укладка пациента (горизонтальная)

- Если пациент не может стоять или сидеть прямо, то можно выполнить горизонтальную косую укладку.
- Используйте для косой укладки рентгенопрозрачные подушки, которые надо подложить под голову, бедро и плечо пациента.

Укладка снимаемой области

- Верхний край кассеты расположен примерно на 2 см выше C7 или примерно на 12 см выше уровня яремной вырезки (5 см выше плеч).
- ЦЛ должен быть направлен на середину грудной клетки и кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярно направлен на уровень Th7 (8-10 см ниже уровня C7).
- РИП - 180 см.

Диафрагмирование выполняется по области легочных полей. **Дыхание.** Экспозиция выполняется **после второго полного вдоха.**

Примечание: задняя косая укладка лучше визуализирует сторону пациента, прилегающую к кассете. Анатомические структуры, изучаемые передними и задними косыми проекциями, одни и те же. ЛЗК соответствует ППК, а ПЗК - ЛПК.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Те же, что и для передних косых укладок. Однако из-за дополнительного увеличения изображения переднего купола диафрагмы легочное поле обычно выглядит короче в задней косой проекции по сравнению с передней косой проекцией. Сердце и крупные сосуды также получаются больших размеров в задней косой позиции, так как они дальше удалены от кассеты.



Рис. 2-83. Укладка ПЗК 45°



Рис. 2-84. Укладка ЛЗК 45°



Рис. 2-85. Рентгенограмма 45° ПЗК



Рис. 2-84. Рентгенограмма 45° ЛЗК позиция

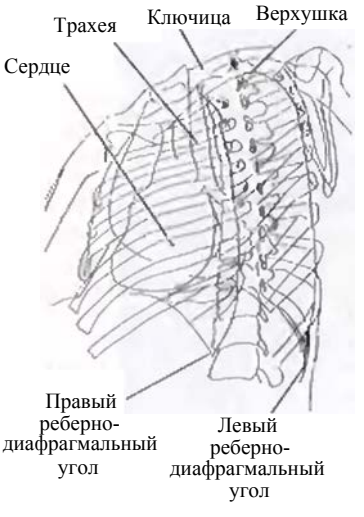


Рис. 2-87. Анатомическая схема грудной клетки в 45° ПЗК

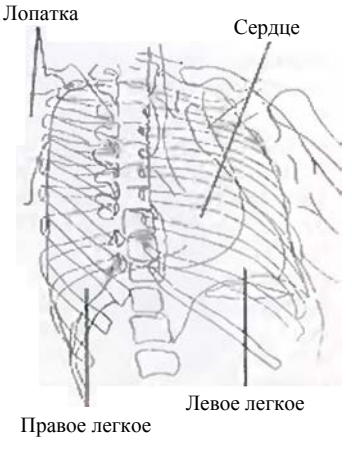


Рис. 2-88. Анатомическая схема грудной клетки в 45° ЛЗК

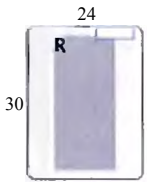
БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ВЕРХНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ

Верхние дыхательные пути
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Задняя

Выявляемая патология

Патология воздухоносной части гортани и трахеи, область щитовидной железы и тимуса, верхних отделов пищевода, если объект не рентгенопрозрачен или применено контрастное вещество. Мягкие ткани шеи часто исследуют для выявления эпиглоттита, который может быть опасен для жизни маленьких детей.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 6 кВ (см. примечание ниже).
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
22	80	3	90	40	Щитовидная железа 60 Молочная железа 10

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента

Вертикально, если возможно, сидя или стоя боком (правым или левым) можно выполнить проекцию в горизонтальном положении пациента на столе, если необходимо.

Укладка снимаемой области

- Расположите центр верхних дыхательных путей пациента по ЦЛ и по центру кассеты (гортань и трахея лежат перед шейными и грудными позвонками).
- Разверните плечи пациента назад, руки опущены вниз и сцеплены за спиной.
- Подбородок приподнят, пациент смотрит прямо вперед.
- Установите кассету высоко, так, чтобы верхний край находился на уровне НСП (наружного слухового прохода). (См. ниже, если трахея представляет больший интерес, чем гортань.)

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен к центру кассеты, направлен **на уровень С6 или С7**, в середину между выступом щитовидного хряща и яремной вырезкой грудины.
- РИП — 180 см (если возможно, для минимизации увеличения).

Диафрагмирование по области интереса.

Дыхание. Экспозиция **во время медленного глубокого вдоха** для уверенности в заполнении воздухом трахеи и верхних дыхательных путей.

Обратите внимание на положение ЦЛ и параметры экспозиции при исследования шеи: ЦЛ должен быть направлен на выступ гортани (С5), параметры экспозиции должны соответствовать исследованию мягких тканей шеи, если область интереса — это гортань и верхние отделы трахеи.

Положение ЦЛ и параметры экспозиции при исследовании дистальных отделов гортани и трахеи: если область интереса — это дистальные отделы гортани и верхние или средние отделы трахеи, то центр кассеты и ЦЛ должны быть смещены вниз на яремную вырезку (Th1), а параметры экспозиции должны быть, как для боковой проекции грудной клетки.



Рис. 2-89. Правая боковая проекция — верхние дыхательные пути



Рис. 2-90. Боковая рентгенограмма верхних дыхательных путей (дистальные отделы гортани и трахеи)

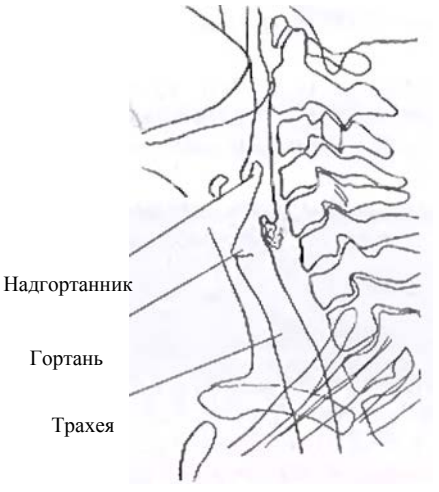


Рис. 2-91. Анатомическая схема верхних дыхательных путей в боковой проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Гортань и трахея должны быть заполнены воздухом и хорошо просматриваться.
Укладка. • При правильном направлении ЦЛ на область **шеи** (гортань и проксимальные отделы трахеи) должны быть включены наружный слуховой проход (НСП) на верхней границе изображения и Th2 или Th3 на нижней границе. Если **область интереса — дистальные отделы гортани и трахеи**, то ЦЛ должен быть локализован ниже для включения области от С3 до Th4 или Th5. • Тени от плеч должны быть сзади и не проецироваться на область трахеи.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования с обеих сторон должны быть минимальны (около 30 мм) сверху и снизу. Центр поля диафрагмирования должен соответствовать указанному выше положению ЦЛ.
Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция даст хорошую визуализацию мягких тканей, при этом воздушный столб гортани и верхних отделов трахеи не будет переэкспонирован. Шейные позвонки должны быть недоэкспонированы.

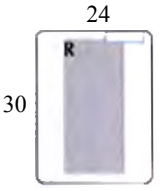
ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ВЕРХНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ

Верхние дыхательные пути
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Задняя

Видимая патология

Патология гортани и трахеи, области щитовидной железы и тимуса и верхних отделов пищевода, если объект не прозрачен или применено контрастное вещество.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты 24 x 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75-80 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	80	10	410	120	Щитовидная железа 320 Молочная железа 30

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента

- Если возможно в вертикальном положении, сидя или стоя с затылком и плечами, прижатыми к стойке снимков (если необходимо может быть выполнена в горизонтальном положении на столе).

Укладка снимаемой области

- Средняя линия кассеты и ЦЛ пучка рентгеновского излучения должны лежать в средней сагиттальной плоскости пациента.
- Подбородок пациента должен быть расположен так, чтобы **акантиомеатальная линия была перпендикулярна кассете** (линия от акантиона или области сразу под носом до наружного слухового прохода - НСП); пациент должен смотреть прямо перед собой.
- Установите кассету так, чтобы ее верхний край был примерно на 3-4 см ниже НСП. (См. примечание, где объясняется положение ЦЛ.)

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен к центру кассеты на уровне Th1-2, примерно на 2,5 см выше яремной вырезки.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по области интереса.

Дыхание. Экспозиция выполняется **во время медленного глубокого вдоха** для уверенности в заполнении воздухом трахеи и верхних дыхательных путей.

Примечание по экспозиции: параметры экспозиции для задней проекции верхних дыхательных путей должны быть примерно такими же, как при задней проекции для шейного и/или грудного отдела позвоночника.

Положение ЦЛ для верхних дыхательных путей и трахеи. Положение ЦЛ для этой задней проекции такое же, как и для боковой проекции дистальных отделов гортани и верхних отделов трахеи в укладке, описанной на предыдущей странице, потому что более проксимальные области гортани не видны в задней проекции из-за наложения основания черепа и нижней челюсти. Следовательно, большая часть трахеи может быть показана на снимке.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Гортань и трахея от C3 до Th4 должны быть заполнены воздухом и визуализироваться через тень позвоночника. Должны быть охвачены область проксимального шейного отдела позвоночника (нижний край тени от наложившихся друг на друга нижней челюсти и основания черепа) и середина груди.

Укладка (см. примечание выше). • Нет ротации, что доказывается симметричным расположением грудинноключичных суставов. • Нижняя челюсть должна накладываться на основание черепа, позвоночник расположен в центре пленки.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования должны быть по обеим сторонам минимальными (около 30 мм в идеале) сверху и снизу. • Центр поля диафрагмирования (ЦЛ) должен быть в области Th1 - Th2.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции плотность снимка должна быть достаточной для визуализации воздушного столба трахеи через шейные и грудные позвонки.

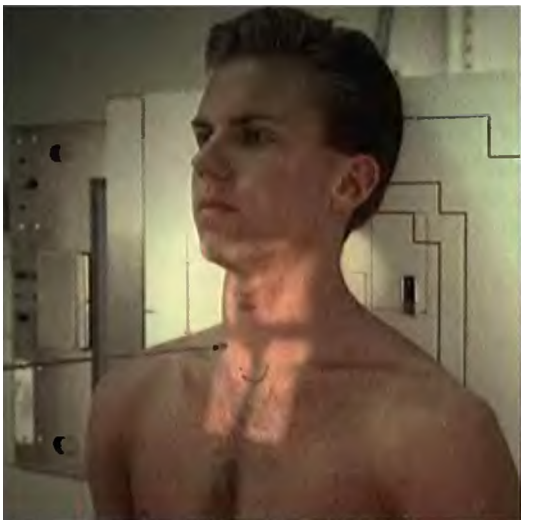


Рис. 2-92. Укладка для задней проекции верхних дыхательных путей



Рис. 2-93. Рентгенограмма верхних дыхательных путей в задней проекции

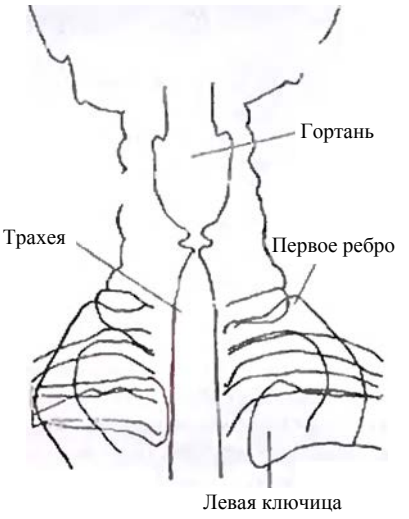


Рис. 2-94. Анатомическая схема верхних дыхательных путей в задней проекции

Приложение.
Метод локализации ЦЛ при укладке грудной клетки

Ниже приведена таблица с данными исследования 130 взрослых пациентов и рентгенограмма, которую можно использовать в качестве примера правильной локализации ЦЛ. В таблице приведены результаты измерения размеров легких по рентгенограммам, которые сопоставлены с оценкой локализации ЦЛ по расставленным пальцам руки. (Линейка, изображенная на этой странице может быть использована для измерения расстояний «на пальцах».)

Размеры В и А больше, чем соответствующие размеры Г или Б на рентгенограмме из-за изгиба грудной клетки. Эта разница будет больше у пожилых пациентов с деформированным позвоночником (кифозом) и с бочкообразной грудной клеткой.

Заметьте также, что у отобранных 130 пациентов средняя высота легких была **26,3 см**, а средняя ширина - **29,6 см** (средняя ширина на 3,3 см больше высоты). Только у 13 пациентов высота легких была больше ширины, и это были небольшие пациенты с весом приблизительно 60 кг.

Тем не менее 30 пациентов в этой выборке с весом более 90 кг имели среднюю ширину легких **33 см**. Поэтому у большинства этих пациентов кассета должна быть расположена поперечно для предотвращения срезания боковых отделов грудной клетки. Средняя высота легких у этих крупных пациентов была только **27 см**, что указывает на возможность использования кассеты 35 x 43 см без опасности срезать верх или низ легких.

Помните, однако, что это средняя величина и есть исключения, например, для хорошо развитых пациентов атлетического сложения, у которых высота легких может быть больше ширины.

Измерение размеров легких и локализация ЦЛ

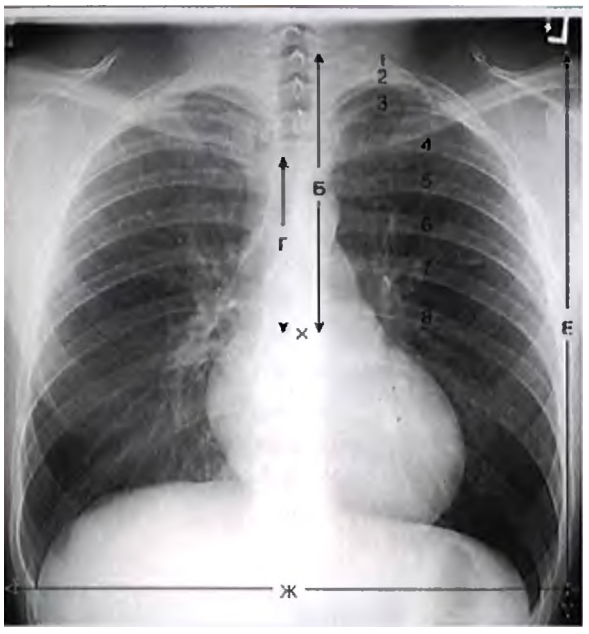


Рис. 2-95. Больше, чем средний мужчина. ЦЛ - Th8. Истинные размеры легких: ширина (Ж) = 33 см, высота (Е) = 31,6 см

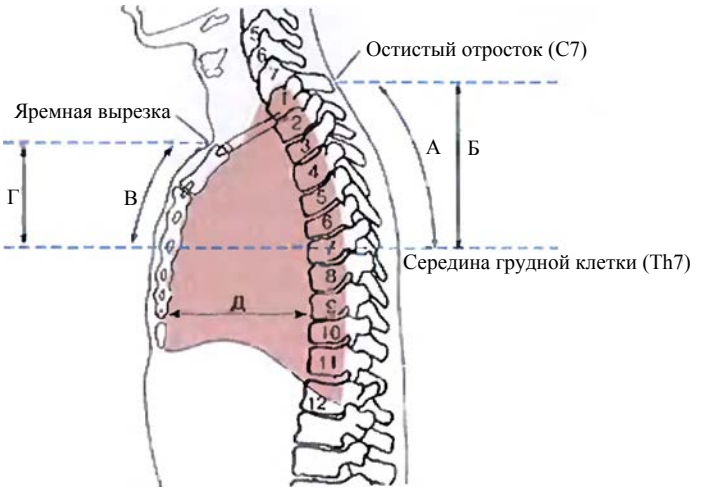


Рис. 2-96. ЦЛ и топографические ориентиры (средний пациент)

Данные пациента					Локализация ЦЛ «на пальцах»		Измерения размеров легких (по рентгенограмме)					Верхняя граница диафрагмирования	
					задняя и боковая	передняя			высота	глубина	ширина	(по рентгенограмме	
количество наблюдений*	высота	вес	возраст	М/Ж	В	А	Г	Б	Е	Д	Ж	З	замечания
Среднее значение	173 см	73,5 кг	48	±50/50	7,6-10,2 см	М - 20,3 см Ж - 17,8 см	16,9 см	12,2 см	26,4 см	21,6 см	29,7 см	2,5 см	
30 пациентов >90 кг		>90 кг							27,2 см		31 см		Требуется поперечное расположение кассеты
13 пациентов Е >Ж		60 кг							29 см		26,7 см		Высота больше ширины

* выборка из 130 взрослых пациентов.

Разработка метода нахождения правильного положения ЦЛ при укладке грудной клетки и измерения грудной клетки, приведенные в этой главе, выполнены автором совместно с Kalhy Marlensen, R.T., University of lowa, и Karen Brown, R. T., William Gize, и Tonya Morisette, St. Joseph's Hospital, Phoenix, AZ.



Упражнения по рентгенограммам

Каждая из приведенных здесь рентгенограмм содержит ошибки и требует пересъемки. Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы, которые мы обсудили в этой главе, и категории, приведенные справа.

Для начала мы предлагаем вам обдумать к какой категории можно отнести **ошибку** на снимке, требующую его пересъемки.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ				
	А	Б	В	Г	Д
1. Видимые анатомические структуры	_____	_____	_____	_____	_____
2. Укладка пациента	_____	_____	_____	_____	_____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	_____	_____	_____	_____	_____
4. Параметры экспозиции	_____	_____	_____	_____	_____
5. Маркировка	_____	_____	_____	_____	_____



Рис. С2-97. Передняя проекция грудной клетки (мужчина 43 года) **А**

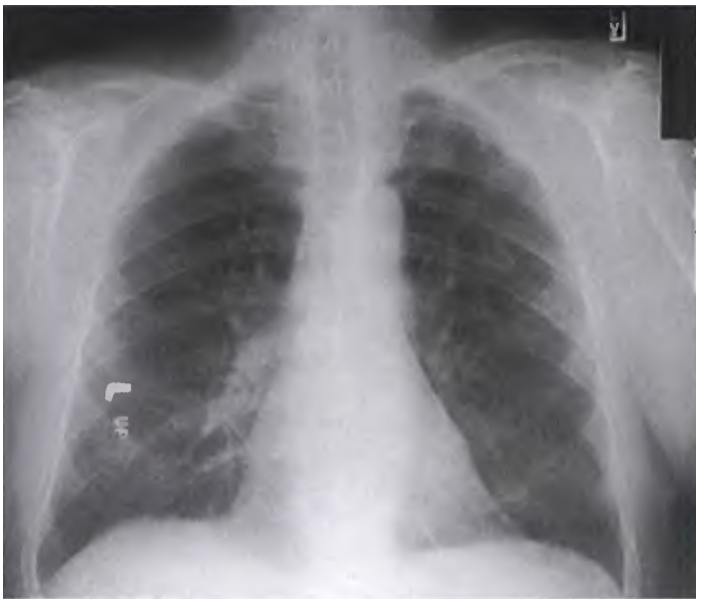


Рис. С2-98. Передняя проекция грудной клетки (мужчина 74 лет) **Б**



Рис. С2-99. Боковая проекция грудной клетки, женщина **В**



Рис. С2-100. Передняя проекция грудной клетки (женщина 73 года) **Г**

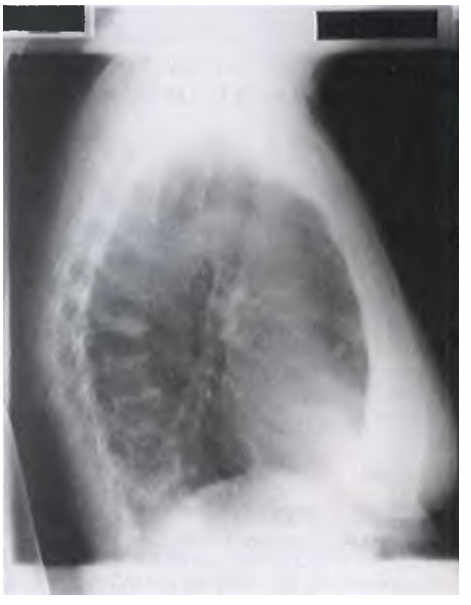


Рис. С2-101. Боковая проекция грудной клетки (пациент на кресле-каталке) **Д**

Живот

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: John P. Lampignano, M Ed, RT(R), KathyMartinsen, BS, RT (R), Barry T. Anthony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Рентгенография органов брюшной полости, 101

Мышцы живота, 101

Системы органов брюшной полости, 101

Пищеварительная система

- Ротовая полость, глотка, пищевод, 101
- Желудок, тонкая кишка, толстая кишка, 102

Дополнительные органы пищеварения

- Поджелудочная железа, печень, желчный пузырь (селезенка), 103

Мочевыделительная система, 104

Брюшная полость:

- Брюшина, брыжейка, сальник, брыжейка ободочной кишки (мезоколон), 105
- Брюшинная полость (большой мешок) и сальниковая сумка (малый мешок), 106

Анатомические связи

- Пред-, за- и подбрюшинные органы, 106

Квадранты и области, 107

Топографические ориентиры, 108

Укладки

Укладки — общие положения, 109

Альтернативные методы исследования, 110

Клинические показания, 110

Краткий перечень клинических показаний, 111

Результаты опроса по США и Канаде, 111

Основные и специальные проекции, 111

Живот (основные проекции):

- Задняя проекция — укладка в положении лежа на спине (обзорный снимок, почка, мочеточники, мочевой пузырь), 112

Живот (специальные проекции):

- Передняя проекция — укладка в положении лежа на животе, 113
- Латерография в положении лежа на боку (задняя проекция), 114
- Задняя проекция — вертикальная укладка, 115
- Латерография в положении лежа на спине (дорсальная латеропроекция), 116
- Боковая проекция в горизонтальной укладке, 117

Острый живот

- Тройное исследование, 118

Упражнения по рентгенограммам, 119

Рентгенография органов брюшной полости

Эта глава дает сведения о рентгеноанатомии органов брюшной полости и укладках для тех снимков, которые называют обзорными. Наиболее распространенный снимок переднезадняя проекция в положении лежа на спине. Такие снимки выполняются без контрастирования.

Обзорные рентгенограммы брюшной полости обычно выполняются перед специальными исследованиями с использованием контрастных веществ.

Исследование острого живота. Некоторые острые, или критические, состояния живота могут развиться при непроходимости кишечника, прободениях, с образованием свободного внутрибрюшинного воздуха (воздух снаружи от пищеварительного тракта), избыточной жидкости в брюшной полости или возможной внутрибрюшной массы. Для подобных острых, или критических, состояний требуется выполнить двойное, или тройное исследование острого живота, при котором выполняются несколько рентгенограмм живота в разных проекциях и укладках, чтобы продемонстрировать уровни воздуха и жидкости и/или свободного воздуха внутри брюшной полости.

Рентгенография живота требует знания анатомии, а также знания связей органов и структур внутри брюшной полости и области таза.

МЫШЦЫ ЖИВОТА

С тазовой и брюшной полостями связаны многие мышцы. Три наиболее важные в рентгенографии живота мышцы — это диафрагма, правая и левая большие поясничные мышцы.

Диафрагма представляет собой куполообразную мышцу, разделяющую брюшную и грудную полости. Во время рентгенографии живота или грудной клетки диафрагма должна быть совершенно неподвижна. Движение диафрагмы можно прекратить, дав пациенту соответствующие указания по дыханию.

Две **большие поясничные мышцы** расположены по обе стороны поясничного отдела позвоночника. Боковые границы этих двух мышц должны едва просматриваться на диагностической рентгенограмме живота у пациентов маленького и среднего роста, если использовать правильные параметры экспозиции (см. стрелки, рис. 3-1).

Системы органов брюшной полости

В главе кратко представлены различные системы органов, находящихся внутри брюшной и тазовой полостей. Каждая из этих систем более подробно описана в последующих главах, посвященных конкретным системам.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Пищеварительная система наряду с дополнительными органами: **печенью желчным пузырем и поджелудочной железой** — занимает большую часть брюшной полости. Поджелудочная железа расположена позади желудка и не очень хорошо видна на этом рисунке.

Селезенка (часть лимфатической системы) тоже видна лишь частично в левой верхней части живота позади желудка. Назовем шесть органов, входящих в пищеварительную систему.

1. Ротовая полость.
2. Глотка.
3. Пищевод.
4. Желудок.
5. Тонкая кишка.
6. Толстая кишка.

Ротовая полость, глотка и пищевод. Ротовая полость (рот) и глотка (верхние дыхательные пути) являются общими как для дыхательной системы, так и для системы пищеварения, как было описано в главе 2. Пищевод расположен в области средостения грудной полости.



Рис. 3-1. Задняя проекция живота (обзорная)

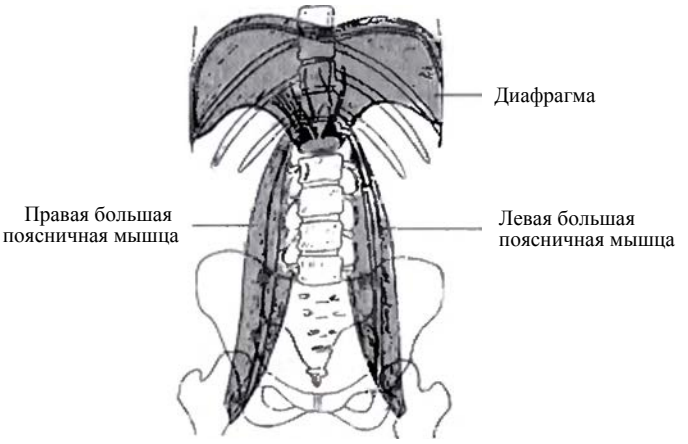


Рис. 3-2. Мышцы живота

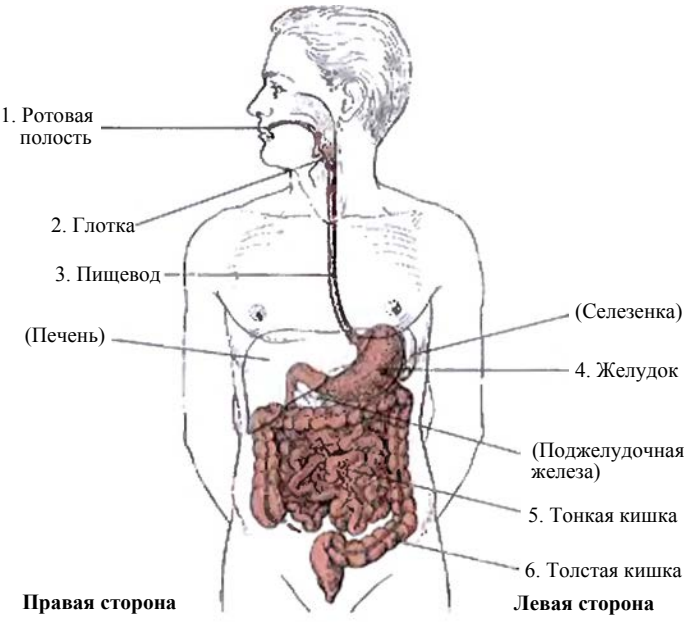


Рис. 3-3. Пищеварительный тракт

Желудок, тонкая и толстая кишка. Внутри брюшной полости находятся три органа пищеварения: желудок, тонкая и толстая кишка.

Желудок

Желудок - первый орган системы пищеварения, расположенный в брюшной полости. Он представляет собой растягивающийся резервуар для поглощенной пищи и жидкости. Размер и форма желудка в значительной степени зависят от объема его содержимого и телосложения пациента.

Термин желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), или система, описывает пищеварительную систему в целом, от желудка до тонкой и толстой кишки.

Тонкая кишка

Тонкая кишка выглядит как длинная изогнутая трубка примерно от 4,5 до 5,5 м в длину, идущая от желудка. На рис. 3-4 и 3-5 обозначены три отдела тонкой кишки.

А. Двенадцатиперстная кишка.

Б. Тощая кишка.

В. Подвздошная кишка.

Двенадцатиперстная кишка (А): первый сегмент тонкой кишки — двенадцатиперстная кишка — самый короткий, около 25 см, но в диаметре самый широкий из трех сегментов. Заполненная контрастной жидкостью, двенадцатиперстная кишка похожа на букву С. Проксимальная часть двенадцатиперстной кишки называется дуоденальной луковицей. Она имеет характерную форму и обычно хорошо видна при исследованиях верхнего отдела ЖКТ с использованием бария. В двенадцатиперстной кишке сходятся протоки печени, желчного пузыря и поджелудочной железы.

Тощая кишка и подвздошная кишка (Б и В): остальная часть тонкой кишки находится в центральной и нижней части живота. Первые две пятые длины кишки, следующие за двенадцатиперстной кишкой, составляют **тощую кишку**, а дистальные три пятые длины — **подвздошная кишка**. Отверстие (клапан) между дистальным отделом подвздошной кишки и слепой кишкой — частью толстой кишки называется **илеоцекальным (подвздошно-слепокишечным) клапаном**.

Рентгенограмма желудка и тонкой кишки (рис. 3-5)

Воздух редко полностью заполняет желудок или тонкую кишку, на обзорной рентгенограмме живота здорового взрослого ходячего пациента. На данной рентгенограмме хорошо видны желудок, тонкая кишка и проксимальная часть толстой кишки, так как они заполнены рентгеноконтрастным сульфатом бария. Обратите внимание на дуоденальную луковицу и длинные изогнутые петли трех обозначенных частей тонкой кишки, расположенных в средней и нижней части живота.

Толстая кишка

Шестой и последний орган пищеварения — толстая кишка, она начинается в правом нижнем квадранте в месте соединения с тонкой кишкой в **илеоцекальном клапане**. Мешкообразный отдел толстой кишки, находящийся ниже илеоцекального клапана, называется **слепой кишкой. Аппендикс (червеобразный отросток)** крепится сзади к заднемедиальной стороне слепой кишки.

Вертикальный отдел толстой кишки, располагающийся над слепой кишкой, — **восходящая ободочная кишка**, она присоединяется к **поперечной ободочной кишке** в **правом изгибе оболочной кишки.** Поперечная ободочная кишка присоединяется к **нисходящей ободочной кишке** в **месте левого изгиба ободочной кишки**. Два изгиба ободочной кишки имеют и другие названия — **печеночный и селезеночный изгибы** по их близости к печени и селезенке, соответственно.

Продолжение нисходящей кишки, имеющее S-образную форму, — **сигмовидная ободочная кишка**, расположенная в левой нижней части брюшной полости. **Прямая кишка** представляет собой завершающие 15 см толстой кишки. Прямая кишка заканчивается **анусом**, мышцей сфинктера в конечном отверстии толстой кишки.

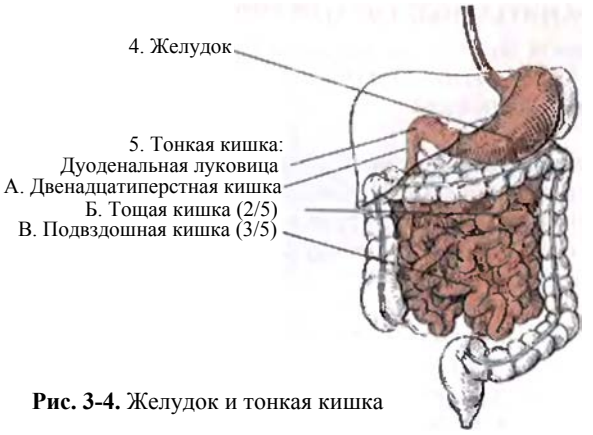


Рис. 3-4. Желудок и тонкая кишка

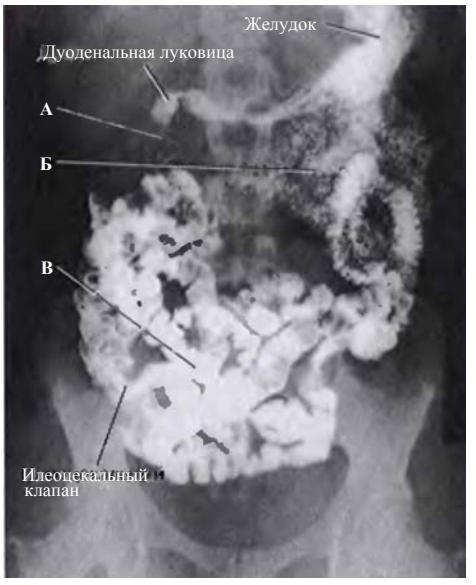


Рис. 3-5. Рентгенограмма желудка и тонкой кишки

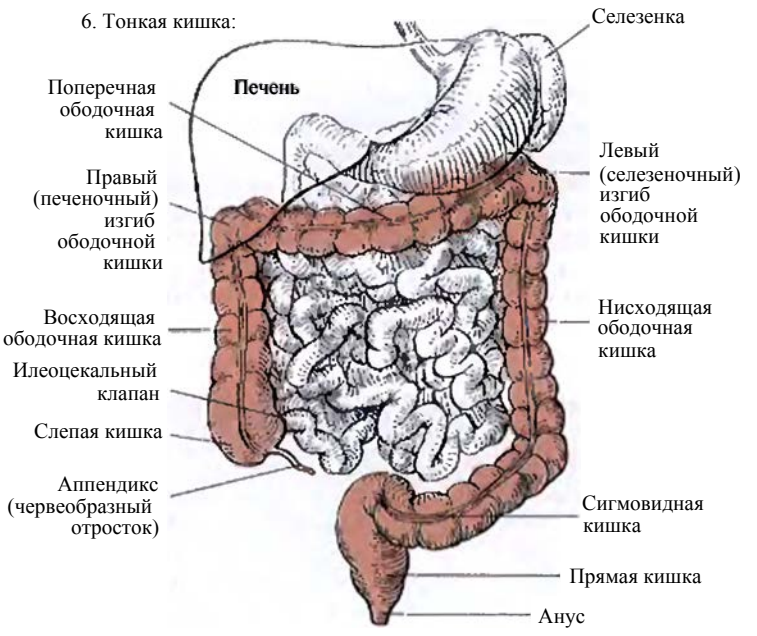


Рис. 3-6. Толстая кишка

Форма и нахождение толстой кишки сильно варьируются в зависимости от типа телосложения. У гиперстеников поперечная оболочная кишка расположена выше, а у гипостеников и астеников она находится в нижней части брюшной полости. Все это описано в главах 14 и 15.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

В брюшной полости расположены также три дополнительных органа пищеварения — это (1) поджелудочная железа, (2) печень и (3) желчный пузырь.

Поджелудочная железа. Поджелудочная железа, которую не видно на простой рентгенограмме живота, представляет собой удлиненный орган, расположенный **позади желудка**, вблизи от задней брюшной стенки, между двенадцатиперстной кишкой и селезенкой. Средняя длина ее около 12,5 см. Головка поджелудочной железы покоится в С-образной петле двенадцатиперстной кишки, а тело и хвост поджелудочной железы простираются в левой верхней части брюшной полости.

Поджелудочная железа — это часть **эндокринной** (внутренней) секреторной системы, а также часть **экзокринной** (внешней) системы. Эндокринная часть поджелудочной железы вырабатывает некоторые жизненно важные гормоны, в частности инсулин, участвующий в регулировании уровня углеводов в крови. Выполняя экзокринные функции, поджелудочная железа выделяет огромное количество (до 1500 мл ежедневно) пищеварительного сока, который идет в двенадцатиперстную кишку через главный проток поджелудочной железы.

Печень. Это самый большой паренхиматозный орган в организме, занимающий наибольшую часть **правого верхнего квадранта** брюшной полости. Одна из многочисленных функций печени — производство желчи, участвующей в расщеплении жиров. Если желчь не нужна для пищеварения, она хранится в желчном пузыре для дальнейшего использования.

Желчный пузырь. Желчный пузырь представляет собой грушевидный мешочек, расположенный ниже печени. Первоначальные функции желчного пузыря — хранить и концентрировать желчь, а также сокращаться и выпускать желчь при стимуляции соответствующим гормоном. Если использовать обычные рентгенографические технологии без контрастных веществ, то в большинстве случаев желчный пузырь увидеть нельзя.

СЕЛЕЗЕНКА

Селезенка напрямую не связана с системой пищеварения, так как она — часть **лимфатической системы**, которая, наряду с сердцем и кровеносными сосудами, является частью кровеносной системы. Однако селезенка — важный орган брюшной полости она занимает место слева позади желудка в **левом верхнем квадранте**.

Селезенку можно увидеть на простой рентгенограмме, особенно если она увеличена. Селезенка — нежный орган, и иногда она разрывается как следствие травмы задних отделов нижних левых ребер.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАММА (КТ) ПОПЕРЕЧНЫЙ СРЕЗ

КТ-срезы в поперечной плоскости (осевой) на различных уровнях живота демонстрируют анатомические связи органов пищеварения и их вспомогательных органов, в том числе и селезенку.

На рис. 3-8 показана компьютерная томограмма верхней части живота на уровне 10 и 11 грудных позвонков книзу от диафрагмы. Обратите внимание на относительно большой размер печени на данном уровне в правой верхней части живота и поперечный разрез через **желудок** слева от печени. **Селезенка** отчетливо видна позади желудка в левой верхней части живота.

На рис. 3-9 изображено поперечное сечение, проходящее немного ниже, через верхнюю треть живота на уровне 11 и 12 поясничных позвонков. **Поджелудочная железа** здесь видна рядам с дуоденальной петлей позади дистальной части желудка. Обратите внимание на уровень воздуха и жидкости в желудке, заполненным барием (белый цвет) в задней части желудка. Темная область желудка, заполненная воздухом, находится наверху, поскольку во время сканирования пациент находился в положении лежа.

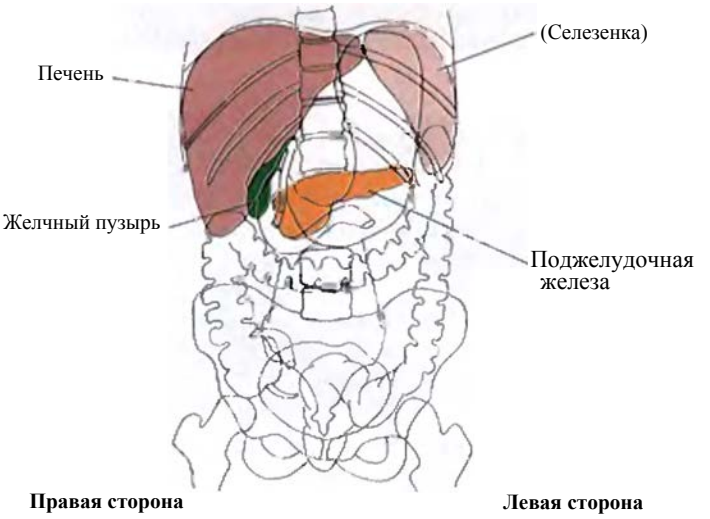


Рис. 3-7. Дополнительные органы пищеварения и селезенка

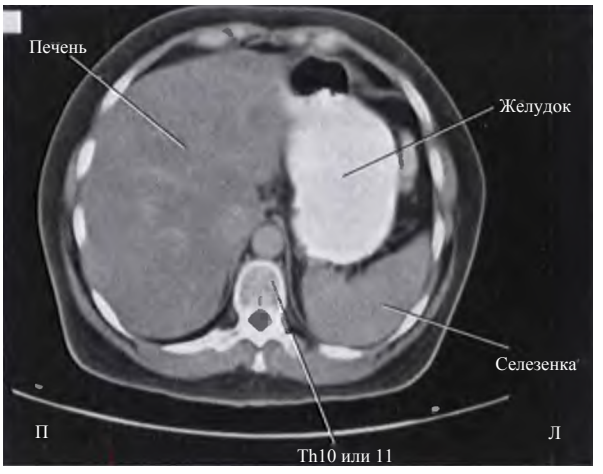


Рис. 3-8. КТ-срез верхнего отдела живота (уровень 10-11 грудных позвонков)

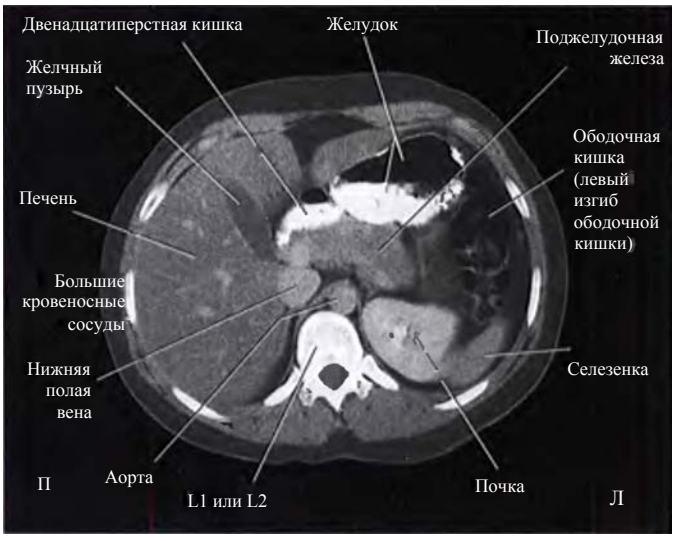


Рис. 3-9. КТ срез живота, уровень желудка, печени, желчного пузыря, поджелудочной железы и селезенки

Слева кзади и сбоку от левой почки видна небольшая нижняя часть селезенки. Четко видны большие кровеносные сосуды живота: нижняя полая вена и аорта.

Замечание. Из данного одного среза непонятно, почему, по крайней мере, правая верхняя почка не видна на этом уровне. Возможно, у данного пациента она расположена необычно низко.

Мочевыделительная система

Мочевыделительная система также является важной системой органов брюшной полости.

К мочевыделительной системе относятся следующие органы.

- Две почки.
- Два мочеточника.
- Мочевой пузырь.
- Уретра.

Моча из каждой **почки** отводится **мочеточником** в **мочевой пузырь**. Мочевой пузырь расположен выше и позади лонного сочленения. Моча выводится наружу через **уретру**. **Два надпочечника** эндокринной системы расположены у верхнего полюса каждой почки. Почки, имеющие форму бобов, находятся по обе стороны поясничного отдела позвоночника. Правая почка обычно расположена немного ниже левой ввиду того, что справа находится большая печень.

Продукты жизнедеятельности (отходы) и избыток воды выводятся из крови почками и транспортируются через мочеточники в мочевой пузырь.

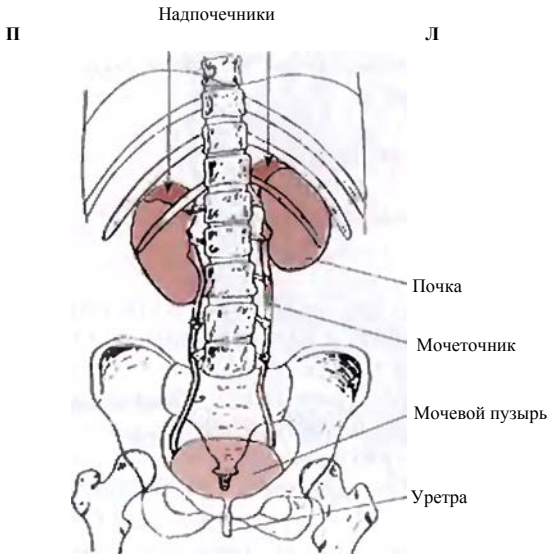


Рис. 3-10. Мочевыделительная система

ВНУТРИВЕННАЯ УРОГРАММА (ВВУ)

Почки слабо, но видны на обзорной рентгенограмме живота благодаря жировой капсуле, которая окружает каждую почку. Исследование с использованием контрастного вещества, показанное на рис. 3-11, называется **экскреторной**, или **внутривенной урографией** (ВВУ). Она представляет собой рентгенографическое исследование мочевыделительной системы, при котором контрастное вещество вводится внутривенно. Во время такого исследования полые органы этой системы видны благодаря контрастному веществу, которое фильтруется почками из крови. На снимке отмечены следующие органы: (А) **левая почка**, (Б) **левый проксимальный мочеточник**, (В) **левый дистальный мочеточник** до опорожнения в мочевой пузырь и (Г) **зона правого надпочечника** точно над правой почкой.

Примечание: раньше для подобного исследования часто использовался термин **внутривенная пиелограмма (ВВП).** Однако это **не точный термин** для такого исследования, так как pyelo относится к почечной лоханке, а экскреторная, или внутривенная, урограмма включает изучение всего мочевыделительного тракта. (Оба термина: экскреторная урограмма (ЭУ) и **внутривенная урограмма (ВВУ)** — одинаково верны и распространены, но термин внутривенная урограмма (ВВУ) используется чаще.)

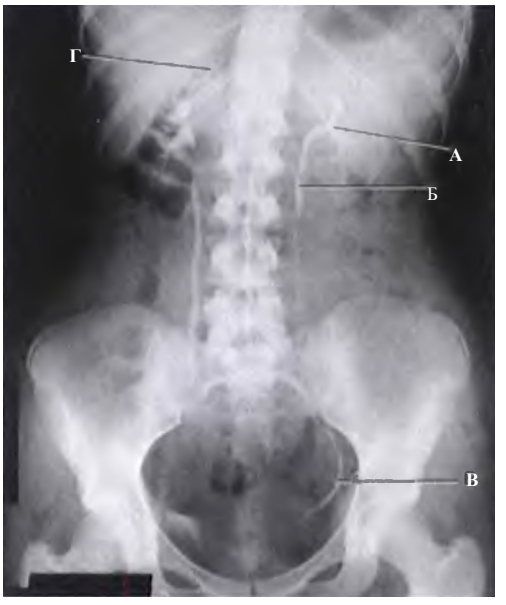


Рис. 3-11. Внутривенная урограмма (ВВУ)

Поперечный срез (КТ)

КТ срез на рис. 3-12 сначала может показаться сложным, так как видны многочисленные объекты странной формы. Однако если изучить связи между этими структурами и представить тонкий слой на уровне примерно 2 и 3 поясничных позвонков, то можно идентифицировать каждую из этих структур, обозначенных на рис. 3-12.

Сколько структур, обозначенных А-К, вы сможете идентифицировать, не глядя на приведенные ниже ответы?

А. Нижняя доля печени
Б. Восходящая ободочная кишка
В. Правая почка
Г. Правый мочеточник
Д. Большая поясничная мышца
Е. 2-3 поясничные позвонки
Ж. Левая почка
З. Левый мочеточник
И. Нисходящая ободочная кишка
К. Петли гонкой кишки (тощая кишка)

Два больших кровеносных сосуда брюшной полости также видны и обозначены буквами А и М. А — это брюшная аорта, а М — нижняя полая вена.

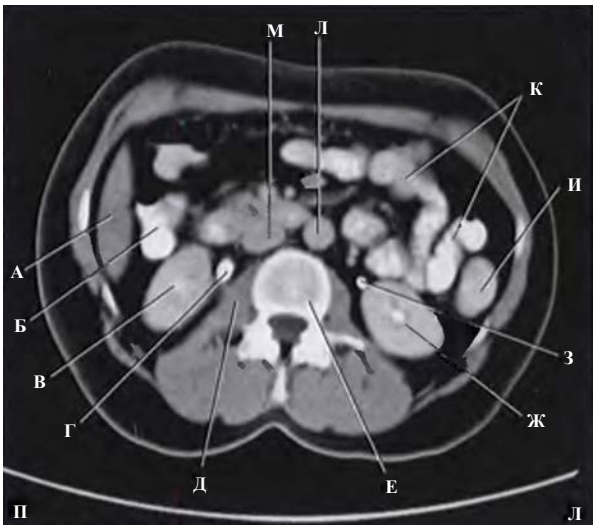


Рис. 3-12. Изображение КТ живота, уровень почек и проксимальных отделов мочеточников

Брюшная полость

Назовем четыре важные органа брюшном полости, которые изображены на рисунках.

1. **Брюшина.**
2. **Брыжейка гонкой кишки.**
3. **Сальник.**
4. **Брыжейка ободочной кишки** (мезоколон).

БРЮШИНА

Большинство органов брюшной полости и структур так же, как и стенка брюшной полости покрыты (в разной степени) серозной, мешкообразной мембраной с двойной стенкой, называемой **брюшиной**. В действительности общая площадь поверхности брюшины примерно равна общей площади поверхности кожи, покрывающей тело человека.

Весьма упрощенное поперечное сечение брюшной полости показано на рис. 3-13. Различают два вида брюшины: пристопочную (париетальную) и внутренностную (висцеральную). Двухслойная брюшина, примыкающая к стенке полости, называется **париетальной брюшиной**, а область, покрывающая сами органы, называется **висцеральной брюшиной**. Пространство, или полость, между париетальной и висцеральной частями называется **перитонеальной (брюшинной) полостью**. В действительности это потенциальная полость, так как обыкновенно она заполнена различными органами. Полость содержит некоторое количество серозной, похожей на смазку, жидкости, позволяющей органам двигаться рядом друг с другом без трения. Аномальное скопление этой серозной жидкости создает состояние, называемое **асцит.** (См. список патологий, стр. 107.)

Обратите внимание, что слой висцеральной брюшины лишь **частично** покрывает некоторые органы, которые наиболее тесно прикреплены к задней стенке брюшины (рис. 3-13). На этом уровне восходящая и нисходящая ободочные кишки аорта и нижняя голая вена покрыты лишь частично, поэтому эту складку **не** следует считать брыжейкой, и эти структуры и органы называются **забрюшинными**, о чем будет сказано на следующей странице.

БРЫЖЕЙКА

Брюшина образует большие складки, которые крепят органы брюшной полости друг к другу и к стенкам живота. Кровеносные и лимфатические сосуды и нервы, снабжающие эти органы, находятся в складках брюшины. Одна из этих двойных складок, держащая на месте тонкую кишку, называется **брыжейкой.** Брыжейка — это та **двойная складка брюшины**, которая простирается вперед от задней стенки живота, полностью охватывая петли **тонкой кишки**. Брыжейка — специфический термин для двойной складки брюшины, свободно присоединяющей тонкую кишку к задней стенке брюшины.

САЛЬНИК

Специфического вида двойная складка брюшины, идущая от **желудка** к другому органу, называется **сальник** (рис. 3-14). **Малый сальник** идет сверху от малой кривизны желудка к области печени. Ниже **большой сальник** соединяет поперечную кишку с большим изгибом желудка. Большой сальник накрывает тонкую кишку, затем заворачивается кзади, образуя как бы фартук вдоль передней стенки живота.

Если бы мы вошли в брюшную полость через середину передней стенки, то первой структурой, с которой мы бы встретились ниже париетальной брюшины, был бы большой сальник. В большом сальнике откладывается различное количество жира, служащего изоляционным слоем между брюшной полостью и внешним миром. Сальник иногда называют жировым фартуком из-за места его нахождения и количества содержащегося в нем жира (рис. 3-15).

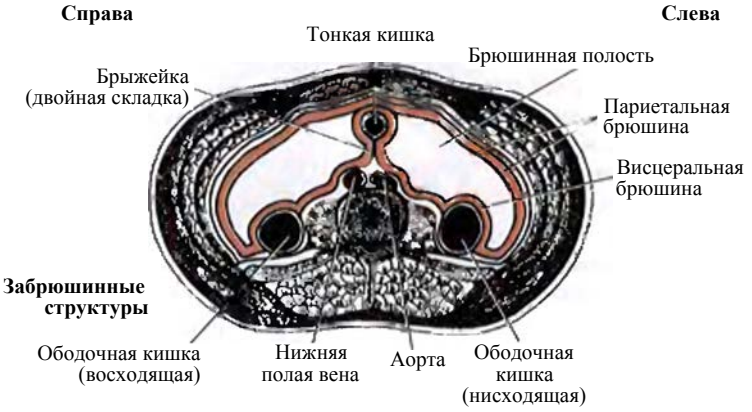


Рис. 3-13. Поперечное сечение — брюшная полость (изображены брюшина, брыжейка и забрюшинные структуры)

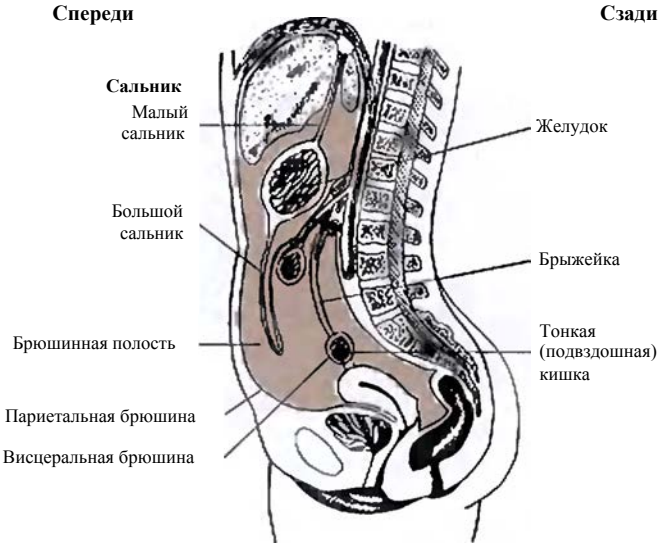


Рис. 3-14. Срединное сагиттальное сечение — брюшная полость (изображены брюшина, брыжейка и сальник)

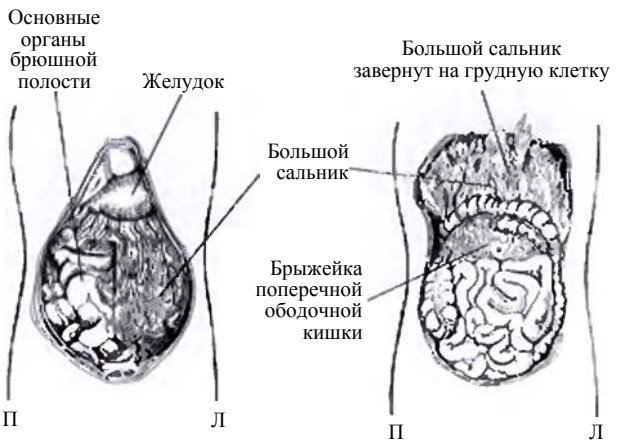


Рис. 3-15. Большой сальник. (Часть сальника поднята вверх, открывая тонкий кишечник и брыжейку поперечной ободочной кишки.)

БРЫЖЕЙКА ОБОДОЧНОЙ КИШКИ (МЕЗОКОЛОН)

Брюшина, которая прикрепляет **ободочную кишку** к задней брюшной стенке, называется **брыжейкой ободочной кишки.** Существует четыре ее вида в соответствии с тем, к какому отделу ободочной кишки она прикреплена: восходящая, поперечная, нисходящая и сигмовидная, или тазовая. **Поперечная брыжейка ободочной кишки** показана на рис. 3-15 в качестве висцеральной брюшины, свободно присоединяющей поперечную кишку к задней стенке брюшины.

БРЮШИННАЯ ПОЛОСТЬ И САЛЬНИКОВАЯ СУМКА

На схеме рис. 3-16 изображены две части брюшинной полости. Большая часть брюшинной полости называется **большим мешком**, или просто **брюшинной полостью**.

Меньшая часть верхней задней брюшинной полости, расположенная позади желудка, называется малым мешком; у него есть и специальное название — **сальниковая сумка**.

На этой схеме вновь показана **брыжейка**, присоединяющая одну петлю тонкой кишки (подвздошную кишку) к задней стенке брюшины. Конечно, полное схематическое изображение обычной брюшной полости имело бы множество петель тонкой кишки, присоединенной к задней стенке брыжейкой.

ЗАБРЮШИННЫЕ И ПОДБРЮШИННЫЕ ОРГАНЫ

Органы, показанные на рис. 3-17, именуются забрюшинными (или ретроперитонеальными, ретро означает назад или сзади), или подбрюшинными (инфраперитонеальными, инфра значит под или внизу).

Забрюшинные органы. Назовем органы, прикрепленные к задней стенке брюшины, как показано на этой схеме: **почки и мочеточники, надпочечники, поджелудочная железа, двенадцатиперстная кишка, восходящая и нисходящая ободочная кишка, верхняя часть прямой кишки, абдоминальная или брюшная аорта и нижняя полая вена.**

Помните, что данные забрюшинные структуры менее подвижны, они двигаются в пределах брюшной полости меньше, чем другие предбрюшинные органы. Например, на рис. 3-16 показано, что **желудок, тонкая кишка и поперечная ободочная кишка** свободно крепятся к брюшной стенке длинными петлями разных видов и, следовательно, двигаются внутри брюшной полости гораздо свободнее по сравнению с забрюшинными или подбрюшинными структурами. (Это замечание очень важно учитывать при укладках ЖКТ.)

Подбрюшинные органы таза. Под брюшиной или внизу брюшины в малом тазе расположены **нижняя часть прямой кишки, мочевой пузырь и репродуктивные органы.**

СРАВНЕНИЕ МУЖСКИХ И ЖЕНСКИХ БРЮШИННЫХ СТРУКТУР

Есть одно существенное отличие между мужскими и женскими брюшинными структурами. Нижняя сторона брюшины представляет собой **закрытый мешок у мужчин и незакрытый — у женщин.** У мужчин нижняя брюшинная полость лежит над мочевым пузырем, полностью отгораживая репродуктивные органы от тех, что расположены внутри брюшинной полости. В женском же организме матка, маточные (фаллопиевы) трубы и яичники проходят напрямую в брюшинную полость. (См. рис. 3-16.)

ВНУТРИБРЮШИННЫЕ ОРГАНЫ

Органы внутри брюшной полости, которые или частично, или полностью покрыты висцеральной брюшиной, но не являются за- или предбрюшинными, называются внутрибрюшинными. Их нет на схеме рис. 3-17. Это следующие органы: **печень, желчный пузырь, селезенка, желудок, тощая кишка, подвздошная кишка, слепая кишка, поперечная и сигмовидная ободочная кишка.**

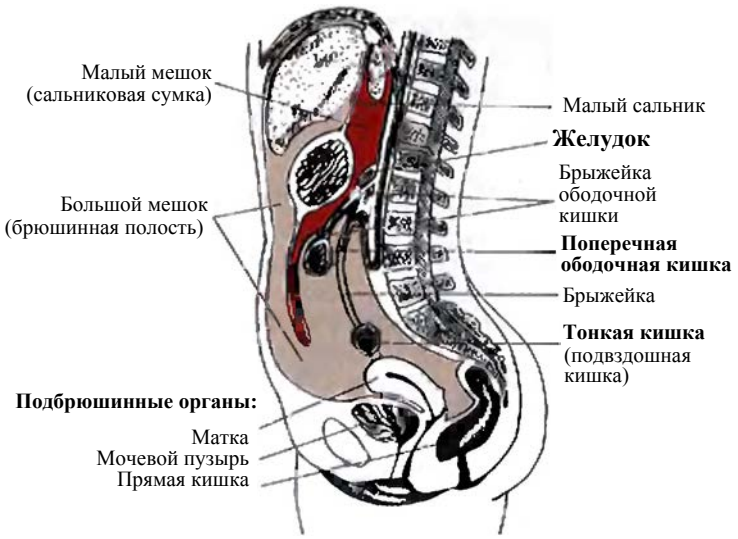


Рис. 3-16. Сагиттальное сечение - брюшная полость (изображены большой и малый мешок, поперечная брыжейка поперечной ободочной кишки и подбрюшинные структуры)

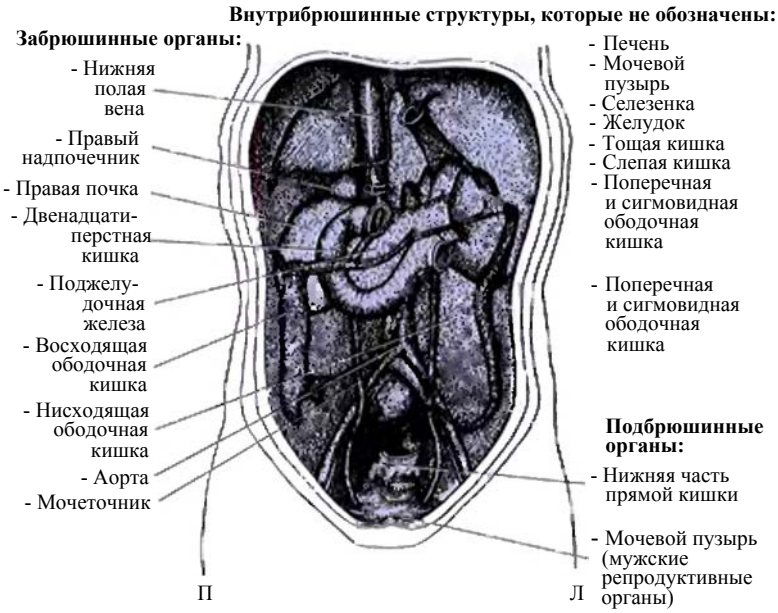


Рис. 3-17. Забрюшинные и подбрюшинные органы

СПИСОК ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ ОТНОСИТЕЛЬНО БРЮШИННОЙ ПОЛОСТИ

Внутрибрюшинные органы	Забрюшинные органы	Подбрюшинные (тазовые) органы
Печень	Почки	Нижняя часть прямой кишки
Желчный пузырь	Мочеточники	Мочевой пузырь
Селезенка	Надпочечники	Репродуктивные органы
Желудок	Поджелудочная железа	Мужские - закрытый мешок
Тощая кишка	Двенадцатиперстная кишка	Женские - открытый мешок (матка трубы и яичники простираются в брюшинную полость)
Подвздошная кишка	Восходящая и нисходящая ободочная кишка	
Слепая кишка	Верхняя часть прямой кишки	
Поперечная ободочная кишка	Главные абдоминальные кровеносные сосуды (аорта и нижняя полая вена)	

Квадранты и области

Чтобы облегчить описание местонахождения различных органов или других структур в брюшной полости и полости таза, живот можно условно разделить на четыре квадрата или девять областей.

ЧЕТЫРЕ КВАДРАНТА БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

Если через живот в районе пупка провести две воображаемые перпендикулярные плоскости, то они поделят живот на четыре квадранта. Одна плоскость, поперечная, будет пересекать живот на уровне пупка, который у большинства людей расположен на уровне межпозвоночного диска между 4 и 5 поясничными позвонками, это примерно на уровне подвздошного гребня у женщин.

Вертикальная плоскость совпадет со среднесагиттальной плоскостью или средней линией живота и пройдет через пупок и через лонное сочленение. Эти две плоскости поделят живот на четыре квадранта: правый верхний квадрант (ПВК), левый верхний квадрант (ЛВК), правый нижний квадрант (ПНК) и левый нижний квадрант (ЛНК).

Примечание: система четырех квадрантов наиболее часто применяется в рентгенографии при определении местонахождения какого-то конкретного органа или для описания локализации боли живота или других симптомов.

СВОДНАЯ АНАТОМИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА - ЧЕТЫРЕ КВАДРАНТА

ПВК	ЛВК	ПНК	ЛНК
Печень	Селезенка	Восходящая ободочная кишка	Нисходящая ободочная кишка
Желчный пузырь	Желудок		
Правый изгиб ободочной кишки (печеночный изгиб)	Левый изгиб ободочной кишки (селезеночный изгиб)	Аппендикс (червеобразный отросток)	Сигмовидная ободочная кишка
		Слепая кишка	2/3 тощей кишки
Двенадцатиперстная кишка	Хвост поджелудочной железы	2/3 подвздошной кишки	
		Илеоцекальный клапан	
Головка поджелудочной железы	Левая почка		
	Левый надпочечник		
Правая почка			
Правый надпочечник			

ДЕВЯТЬ ОБЛАСТЕЙ ЖИВОТА

Брюшную полость и полость таза можно также поделить на девять областей, используя две горизонтальные (поперечные) плоскости и две вертикальные плоскости. Две поперечные/горизонтальные плоскости — это транспилорическая плоскость и транстуберкулярная плоскость. Две вертикальные плоскости — правая и левая боковые плоскости (рис. 3-20).

Транспилорическая плоскость находится на уровне нижней границы 1 поясничного позвонка, а транстуберкулярная — на уровне 5 поясничного позвонка. Правая и левая боковые плоскости параллельны средней сагиттальной плоскости и находятся посредине между этой плоскостью и верхней передней подвздошной осью (ВППО).

Названия областей. Названия девяти областей приведены ниже. Рентгенолаборанты должны быть знакомы с локализацией и названиями этих девяти областей. Однако, как правило, определение нахождения большинства структур и органов по четырем квадрантам достаточно для рентгенографических целей из-за вариаций расположения органов, что связано с телосложением, положением тела и возрастом (смотрите схему на рис. 3-20 для обычной локализации органов в пределах девяти областей).

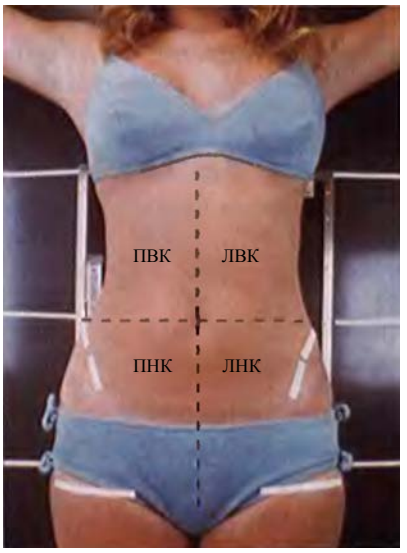


Рис. 3-18. Четыре квадранта

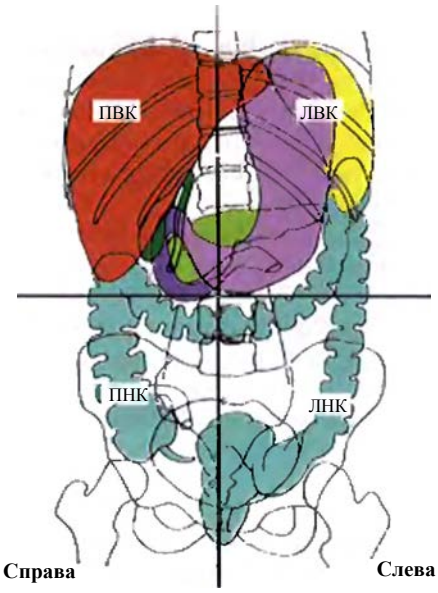


Рис. 3-19. Четыре квадранта и некоторые структуры брюшной полости

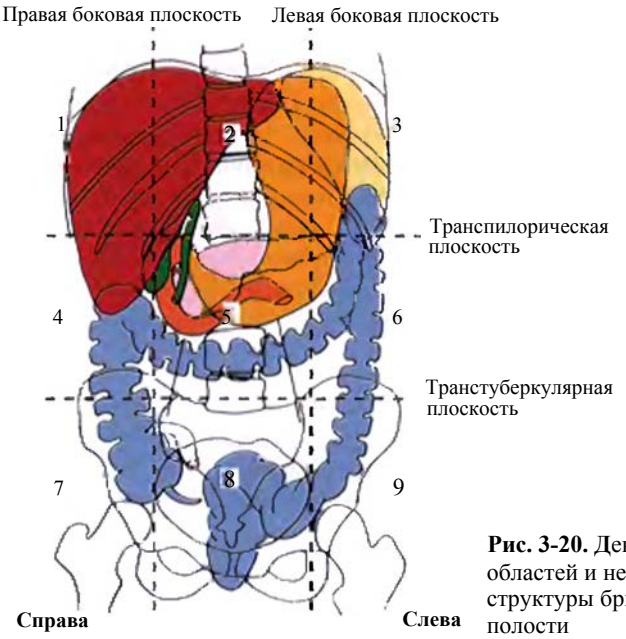


Рис. 3-20. Девять областей и некоторые структуры брюшной полости

1. Правая подреберная
2. Надчревная
3. Левая подреберная
4. Правая боковая (поясничная)
5. Пупочная
6. Левая латеральная (поясничная)
7. Правая паховая (подвздошная)
8. Лобковая (подчревная)
9. Левая паховая (подвздошная)

Топографические ориентиры

Органы брюшной полости снаружи не видны, а так как мягкие ткани этих органов невозможно пальпировать напрямую, для этой цели используют определенные костные ориентиры.

Примечание: помните, что пальпацию нужно проводить осторожно, потому что у пациента могут быть болезненные или чувствительные зоны в области живота и таза. Кроме того, прежде чем начать пальпацию, убедитесь, что пациент информирован о цели процедуры.

СЕМЬ ОРИЕНТИРОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

При укладке органов брюшной полости или для локализации органов внутри брюшной полости важны следующие семь пальпируемых ориентиров. Попрактикуйтесь в нахождении этих костных ориентиров на себе, прежде чем попытаетесь определить их местонахождение на другом человеке или пациенте. Укладка для рентгенограмм живота в задней или передней проекции требует быстрого, но точного нахождения этих ориентиров на пациентах любого типа, как худых, так и полных и мускулистых, требующих более сильной пальпации.

1. Мечевидный отросток (уровень 9-10 грудных позвонков). Кончик мечевидного отростка - наиболее дистальный, или нижний, отросток грудины. Наилучшим образом он пальпируется сначала осторожным нажатием на мягкий живот ниже дистальной грудины, а затем двигаясь осторожно вверх к твердому дистальному краю мечевидного отростка.

Этот ориентир находится близко к верхней передней части диафрагмы, которая является также верхним краем брюшной полости. Это, однако, не основной ориентир для позиционирования органов брюшной полости ввиду существующих разновидностей телосложений и важности включения всей нижней части живота на большинстве приемников изображения.

2. Подгрудинный угол реберной дуги (уровень 2-3 поясничных позвонков). Этот ориентир используется для определения местонахождения желчного пузыря, желудка и других органов брюшной полости.

3. Подвздошный гребень (уровень межпозвоночного промежутка 4-5 поясничных позвонков). Гребень подвздошной кости — самая верхняя часть изогнутой границы подвздошной кости. Гребень подвздошной кости легко пальпируется нажатием внутрь и вниз в середине края живота. Самая верхняя часть гребня — это наиболее часто используемый ориентир, он при мерно соответствует среднему уровню живота, который у большинства людей находится на уровне пупка или немного ниже Если центр кассеты установлен на этом уровне, нижняя область живота уместится до нижнего края кассеты.

Примечание: для гарантии того, что вся верхняя часть живота вместе с диафрагмой включена в поле снимка, для большинства пациентов нужно расположить центр кассеты примерно пятью сантиметрами выше уровня гребня. А затем сделать второй снимок с центром ниже, чем в предыдущем, чтобы была включена эта нижняя область.

4. Верхняя передняя подвздошная ость (ВППО). ВППО можно найти следующим образом: определите местонахождение гребня подвздошной кости, затем пальпируйте вперед и ниже, пока не почувствуете выступающую часть, или «шишку» (сильнее выступает у женщин). Этот ориентир наиболее часто используется для позиционирования структур таза и позвоночных структур, а также как второстепенный ориентир для общего позиционирования.

5. Большой вертел. Этот ориентир легче пальпируется у худых пациентов. Обычно требуется осторожная, но очень сильная пальпация, чтобы одной рукой почувствовать движение вертела, в то время как другой рукой нужно вращать ногу в области колена внутрь и наружу. Этот ориентир не такой точный, как другие ориентиры таза, но самый верхний край вертела обычно лежит немного выше (от 3 до 4 см) от уровня лонного сочленения. На практике этот ориентир можно использовать так же, как второстепенный ориентир для укладки органов брюшной полости.

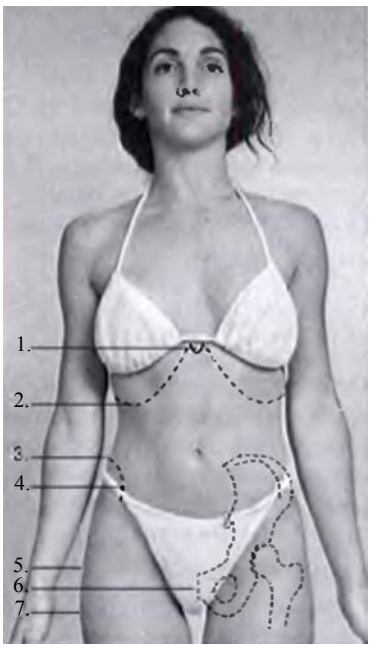


Рис. 3-21. Топографические ориентиры

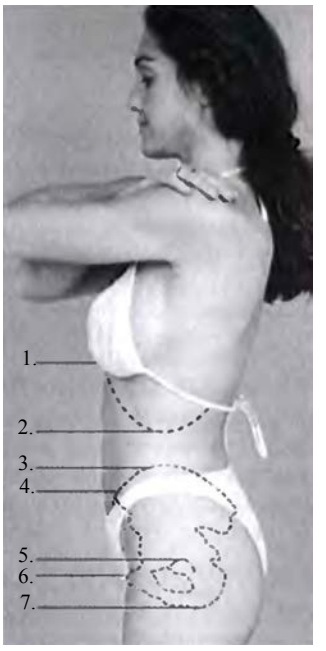


Рис. 3-22. Топографические ориентиры

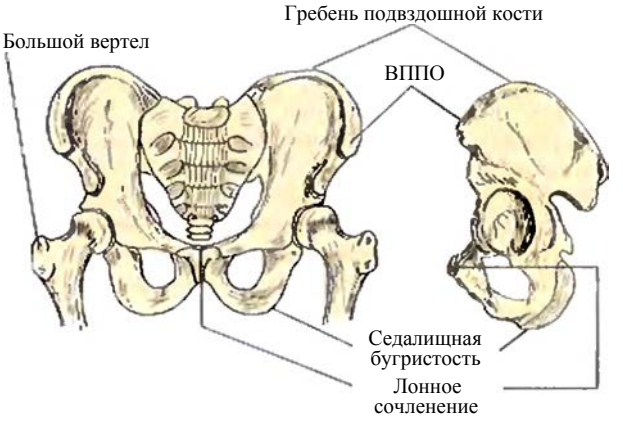


Рис. 3-23. Топографические ориентиры таза

6. Лобковый симфиз (лонное сочленение). Симфиз лобковой кости — это переднее соединение двух тазовых костей. Самая верхняя передняя часть лобковой кости пальпируется, когда пациент находится в положении лежа. Этот ориентир соответствует нижнему краю брюшной полости. Однако некоторых пациентов пальпация этой области может приводить в смущение. Поэтому постепенно, с практикой, уровень симфиза лобковой кости или нижнего края живота устанавливается пальпацией большого вертела или относительно гребня подвздошной кости, расположенного на уровне центра кассеты. Затем расположите нижний край кассеты на уровне симфиза лобковой кости.

7. Седалищная бугристость. Этот ориентир используется для определения нижней границы живота, когда пациент находится в положении лежа лицом вниз. Он представляет собой два костных выступа, которые легко пальпируются у худых пациентов, эти выступы несут наибольшую нагрузку от веса человека, когда он сидит. Нижние края седалищного бугра находятся примерно на 1-4 см ниже симфиза лобковой кости. Данный ориентир можно использовать для позиционирования передней проекции ободочной кишки, когда в изображении должна быть включена область прямой кишки. Однако это может вызывать дискомфорт и смущение у пациента, тогда при возможности используйте другие ориентиры.

Подготовка пациента

Подготовка пациента к рентгенографии органов брюшной полости состоит в следующем: пациент снимает с себя всю одежду и любые предметы, находящиеся в области исследования. Пациент должен надеть больничный халат, завязывающийся сзади (если это предусмотрено). Обувь и носки можно не снимать. Если назначено исследование без использования бария, то обычно никаких специальных инструкций для пациента не требуется.

Укладка: общие положения

Пациент должен удобно лечь на рентгенографическом столе. Для большего комфорта пациента, находящегося в положении лежа на спине, используйте подушку под голову и опору под колени. На стол постелите чистую простыню, укройте ноги пациента: так будет теплее и он не будет испытывать неудобство.

Инструкции по дыханию

Один из ключевых факторов хорошей рентгенографии живота — неподвижное состояние пациента. Возможно движение вследствие или произвольных дыхательных движений, или непроизвольных движений, например перистальтики кишечника. Различия между этими двумя видами движений описаны в главе 1. Однако для предупреждения нерезкости изображения за счет движения пациента следует всегда использовать **как можно более короткое время экспозиции**.

Другой способ предотвратить произвольные движения — это дать пациенту **четкие инструкции, касающиеся дыхания**. Большинство снимков живота выполняется на выдохе; пациента просят глубоко вдохнуть — все выдохнуть — не дышать. Перед выполнением экспозиции убедитесь, что пациент выполняет ваши указания и что прошло достаточно времени после выдоха, чтобы органы, приведенные в движение дыханием, прекратили движение.

Снимки живота выполняются на выдохе, при этом диафрагма расположена выше остальных органов для лучшей визуализации структур брюшной полости.

Маркеры рентгеновского снимка

Маркеры снимка, такие как информация о пациенте, должны быть ясными и разборчивыми. Маркеры «Л» и «П», а также маркеры «верхняя сторона» (обычно используют короткие стрелки) должны быть хорошо видны без наложения на структуры брюшной полости.

Радиационная защита

Хорошая радиационная защита особенно важна при рентгенографии живота из-за близости рентгеночувствительных гонадных органов.

Повторные экспозиции. Точная укладка и выбор верных параметров экспозиции помогут уменьшить количество повторных экспозиций. Четкое выполнение инструкции по дыханию также поможет снизить количество повторов, случающихся по причине движения органов, вызванного дыханием во время рентгенографии.

Диафрагмирование. При рентгенографии живота пациентов небольшого размера возможно максимальное боковое диафрагмирование, по краям тела, если это не отсекает изображение важных рентгеноанатомических структур живота.

Положение верхней и нижней границы диафрагмирования у взрослых должно соответствовать размерам кассеты, с поправкой на расхождение рентгеновского луча. Если верхняя или нижняя граница диафрагмирования закроет край кассеты 35 х 43 см, то для среднего взрослого пациента с большой вероятностью будут потеряны изображения основных рентгеноанатомических структур.

Гонадная защита. При снимках живота **у мужчин нужно использовать гонадную защиту**, где верхний край рентгенозащитной пластины расположен точно в месте лонного сочленения (рис. 3-24). У женщин гонадную защиту **используют только в том случае, если она не закрывает исследуемые рентгеноанатомичсские структуры** нижней части брюшной полости и таза. Обычно решение о том, закрывать или нет женские гонады на снимках живота, принимает врач-рентгенолог Верх защиты яичников должен располагаться на уровне верхней передней подвздошной ости или чуть выше ее и на уровне нижнего края лонного сочленения.

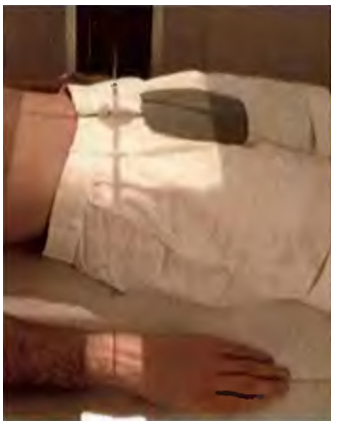


Рис. 3-24. Гонадная зашита для мужчины



Рис. 3-25. Гонадная защита для женщины (только в случае, если защита не закрывает исследуемые рентгеноанатомические структуры)

Радиационная защита при беременности. Что касается защиты на ранних сроках потенциальной беременности при исследованиях брюшной полости и таза, смотрите главу 1, стр. 60, в которой приведено правило 10 дней и комментарии к нему.

Параметры экспозиции

Основные параметры экспозиции для рентгеновских снимков живота.

1. Среднее значение кВ (70-80).
2. Короткое время экспозиции.
3. Значение мАс, соответствующее плотности пациента.

На снимках органов брюшной полости пациента среднего роста, выполненных с правильной экспозицией, должны быть слабо видны боковые границы поясничных мышц, нижний край печени, контуры почки и поперечные отростки поясничных позвонков. Для этого требуется средний контраст и среднее значение кВ, чтобы были видны различные структуры брюшной полости, включая возможные небольшие полупрозрачные камни в желчном пузыре или почках.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

В педиатрии исследование острого живота обычно включает в себя только снимок в положении лежа на спине и одну латеропроекцию, чтобы показать уровни жидкости и воздуха. В возрасте младше 2-3 лет трудно выполнить латеропроекцию в положенин лежа на боку, поэтому выполняют заднюю проекцию живота в вертикальном положении пациента, используя фиксатор типа Pigg-o-stat (см. главу 20).

В педиатрии наиболее важна фиксация пациента, короткая экспозиция, наряду с высокочувствительными пленками и кассетами с усиливающими экранами с большой светимостью. Для детей младше 12-13 лет требуется существенное снижение значений как кВ, так и мАс. Необходимо использовать таблицу пересчета параметров экспозиции для детей разного размера и возраста с целью минимизации повторов вследствие ошибок в экспозиции.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Пожилым пациентам необходима особая забота и внимание при объяснении того, что от них требуется. Очень важно правильно дать указания, касающиеся дыхания, равно как и помочь пожилым пациентам занять требуемое положение. Для большего комфорта при рентгенографических процедурах органов брюшной полости в положении лежа на спине используйте дополнительные рентгенопрозрачные подстилки под ягодицы для худых пациентов и одеяла, чтобы укрыть ноги пациента.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ) И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

Компьютерная томография и магнитно-резонансная томография очень полезны при ранней диагностике новообразований небольшого размера, поражающих органы брюшной полости, в частности печень и поджелудочную железу. Выполнение КТ-исследования с использованием контрастного внутривенного вещества позволяет отличить простую кисту от плотной опухоли.

Оба метода - КТ и МРТ позволяют также оценить протяженность опухоли и ее влияние на окружающие ткани. МРТ, например, может показать кровеносные сосуды внутри опухоли, оценив их взаимоотношение и степень поражения окружающих органов без необходимости введения контрастного вещества.

МРТ используется также для визуализации желчных и панкреатических протоков наряду с ЭРХПГ (эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографией), флюороскопической процедурой, использующей контрастное вещество, введенное эндоскопически (описано в главе 16).

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

Ультразвуковое сканирование — распространенный метод получения изображения **желчного пузыря** для обнаружения камней в желчном пузыре или желчных протоках. Его использование ограничено при оценке полых органов желудочно-кишечного тракта, при непроходимости кишечника или прободении, но вместе с КТ ультразвук очень полезен при обнаружении и оценке поражений или воспалений мягкотканных органов, например печени или поджелудочной железы. Вместе с КТ ультразвук также широко применяется для выявления абсцессов, кист или опухолей, поражающих почки, мочеточники или мочевой пузырь.

Ультразвук с компрессией, в сочетании с лабораторными анализами, успешно используется при диагностике острого аппендицита.

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Радионуклидное исследование — полезный неинвазивный метод оценки подвижности ЖК тракта и рефлюкса, связанного с возможной непроходимостью кишечника. Оно также помогает при оценке кровотечений нижнего отдела ЖКТ.

При введении специфических радионуклидов можно исследовать функцию печени, главных желчных протоков и желчного пузыря.

Клинические показания

Обзорный задний снимок живота в положении лежа на спине обычно выполняется до введения контрастного вещества в различные системы органов брюшной полости для оценки общего состояния пациента. Клинические показания и термины, специфически связанные с каждой из систем органов брюшной полости, приведены в главах с 14 по 17.

Однако **исследование острого живота**, как описано в данной главе, выполняется чаще всего для диагностики **непроходимости кишечника и/или прободения**. Оно демонстрирует уровни воздуха и жидкости и возможного внутрибрюшинного свободного воздуха, используя латеропроекцию при вертикальном положении тела или положении лежа. Далее приведены термины и патологические состояния, при которых показано исследование острого живота.

Асцит — аномальное скопление жидкости в брюшинной полости живота. Часто вызван хроническими состояниями, такими как цирроз печени или метастазами в брюшинной полости.

Пневмоперитонеум — присутствие свободного воздуха или газа в брюшинной полости. Это серьезное состояние, требующее хирургического вмешательства, если вызвано прободением газосодержащего органа, например язвой желудка или двенадцатиперстной кишки. **Пневмоперитонеум** также может быть вызван травмой с повреждением стенки брюшины.

Небольшое количество остаточного воздуха может быть видно на снимке в течение 2-3 недель после операции на брюшной полости. Пневмоперитонеум хорошо демонстрируется на латеропроекциях живота при вертикальном положении пациента, где различимы даже небольшие количества свободного воздуха, так как он поднимается под диафрагму и занимает наивысшее положение.

Механическая непроходимость кишечника — полная или почти полная блокада содержимое кишечника. Возможные причины непроходимости.

- **Фиброзные спайки**: наиболее частая причина механической непроходимости, при которой фиброзный тяж блокирует кишку.
- **Болезнь Крона**: хроническое воспаление стенки кишки, приводящее к ее закупорке (наиболее часто встречается у молодежи); по меньшей мере у половины пациентов с подобным заболеванием такое состояние характеризуется наличием петель тонкой кишки, соединенных свищами с прилегающими петлями кишечника.
- **Инвагинация**: внедрение одной части кишки в другую, создающее закупорку; наиболее часто встречается в дистальном отделе тонкой кишки; чаще встречается у детей; во избежание некроза (отмирание ткани) требует ликвидации в течение ближайших 2 суток.
- **Заворот кишок**: перекрут петель кишечника создает закупорку; может потребоваться, хирургическое вмешательство.

Илеус — немеханическая непроходимость кишечника — различают адинамический илеус, который чаще всего вызван перитонитом, и паралитический, вызванный отсутствием кишечной перистальтики. Илеус чаще встречается у пациентов спустя 24-72 часа после хирургической операции на животе. В отличие от механической закупорки илеус редко приводит к прободению, а на рентгенограммах обнаруживается большое количество воздуха и жидкости, при этом в сильно расширенной тонкой и толстой кишке видны уровни воздуха и жидкости, а четкого места обструкции не видно (в отличие от механической непроходимости).

Язвенный колит — хроническое воспалительное заболевание ободочной кишки, которое возникает, в основном, в молодом возрасте и чаще всего затрагивает прямую и сигмовидную кишки. В некоторых случаях приводит к очень тяжелым острым состояниям, вызывая серьезные осложнения, в частности токсический мегаколон (значительное расширение сегмента ободочной кишки) с возможным прободением в брюшную полость. **Ирригоскопия строго противопоказана** при симптомах токсического мегаколона.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ*
Асцит	Серия острого живота	Общая нерезкость изображения на обзорном снимке живота	Увеличение, в зависимости от степени тяжести (+ или + +)
Пневмоперитонеум (воздух в брюшной полости)	Серия острого живота — вертикальное положение грудной клетки или живота	Тонкое, серповидное, рентгенопрозрачное скопление воздуха, расположенное под сводом правой половины диафрагмы при вертикальном положении пациента	Уменьшение (-)
Механическая закупорка кишечника			
Фиброзные спайки	Серия острого живота	Вздутые петли наполненной воздухом тонкой кишки	Уменьшение, в зависимости от степени вздутия (- или - -)
Болезнь Крона	Серия острого живота	— «» —	— «» —
Инвагинация (чаще встречается у детей)	Серия острого живота	Наполненная воздухом спиральная пружина	Уменьшение (-)
Заворот кишок (чаще всего сигмовидной кишки)	Серия острого живота	Большое количество воздуха в сигмовидной ободочной кишке с сужением в месте перекрута кишки	Небольшое уменьшение (-)
Илеус (немеханическая непроходимость) Адинамический или паралитический	Серия острого живота	Большое количество воздуха на протяжении всей расширенной тонкой и толстой кишки, визуализируются уровни воздуха и жидкости	Уменьшение, в зависимости от степени расширения (-)
Язвенный колит	Простой переднезадний снимок живота	Глубокие, наполненные воздухом выпячивания слизистой стенки оболочной кишки, обычно в прямой и сигмовидной ободочной кишках	Уменьшение (-)
Тяжелый случай может привести к токсическому мегаколону и прободению кишечника	Серия острого живота на наличие возможного свободного воздуха (бариевая клизма противопоказана)	Расширенная петля ободочной кишки	Уменьшение (-)

* Системы автоматического контроля экспозиции (АКЭ) разработаны для правильного автоматического управления уровнем экспозиции для пациентов различных размеров, и если система правильно настроена и используется по назначению, то ручной выбор параметров экспозиции не требуется. Тем не менее ручной выбор параметров экспозиции может потребоваться в специальных случаях или при повторных исследованиях, даже с экспонометром. Также важно уметь подгонять параметры экспозиции при работе на снимочном столе или на мобильных (палатных) аппаратах, где экспонометры не используются.

Результаты опроса по США и Канаде

ЖИВОТ, ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ И УКЛАДКИ

Обычные основные проекции живота — задние в положении лежа на спине, задние в вертикальном положении и боковые латеропроекции.

Латеропроекция в положении лежа на спине — считается специальной проекцией в США и Канаде, при этом в США около 48% опрошенных относят ее к специальным проекциям (в Канаде - 32%).

Боковая проекция живота отнесена к специальным исследованиям в этом издании, так как в опросе 1999 года в США ее так назвали 41% всех респондентов. Иногда выполняется как часть обзорного исследования живота для пожилых пациентов, чтобы показать предпозвоночную область на предмет кальцификации или возможной аневризмы аорты.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСТРОГО ЖИВОТА

Как показали опросы, выполнение прямой передней проекции грудной клетки как одного из снимков тройного исследования острого живота, становится все более популярным. В США в 1989 г. только 60% опрошенных использовали эту проекцию при выполнении исследования острого живота, в 1995 г, популярность увеличилась до 68%, и в 1999 г. — до 75%. Поэтому тройное исследование острого живота (задняя проекция в положении лежа на спине и в вертикальном положении живота плюс прямая передняя проекция грудной клетки) представлено в руководстве как основное или рутинное. Однако процедура исследования острого живота изменяется в зависимости от ЛПУ и навыков врача, поскольку каждый рентгенолог сам определяет необходимость тех или иных проекций для своего отделения.

Прямая передняя проекция грудной клетки наилучшим образом демонстрирует свободный внутрибрюшинный воздух под диафрагмой. Вертикальная укладка живота тоже показывает свободный воздух, если центр кассеты находится достаточно высоко, чтобы включить диафрагму; однако параметры экспозиции для грудной клетки обеспечивают наилучшую визуализацию этого воздуха, если таковой имеется.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Далее указаны самые распространенные основные и специальные проекции живота.

Живот
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя в положении лежа на спине, обзорная, 112

СПЕЦИАЛЬНЫЕ
- Передняя в положении лежа на животе, 113
- Латерография в положении лежа на боку (задняя проекция), 114
- Задняя вертикальная, 115
- Латерография в положении лежа на спине (дорсальная латерография), 116
- Боковая проекция в горизонтальной укладке, 117

Острый живот (тройное исследование с прямой передней проекцией грудной клетки)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя лежа на спине, 118
- Задняя вертикальная, 118
- Прямая передняя вертикальная грудной клетки, 118

СПЕЦИАЛЬНЫЕ
- Левая латерограмма в положении лежа на спине, 118

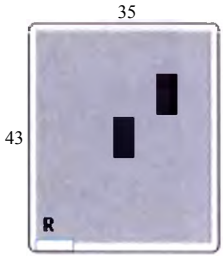
ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ - В ПОЛОЖЕНИИ ЛЕЖА НА СПИНЕ: ЖИВОТ

Обзорный снимок

Выявляемая патология

Патология органов брюшной полости, включающая непроходимость кишечника, опухоли, кальцификацию, асцит и подготовка для изучения брюшной полости с использованием контрастного вещества.

Живот
ОСНОВНАЯ ПРОЕКЦИЯ
• Задняя, лежа на спине, обзорная



Технические условия экспозиции

• Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
• Подвижный или неподвижный растр.
• 70 — 80 кВ.
• Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	75	15	1530	340	М 30 Ж 470

Для маленького пациента

20	80	22	2820	520	М 40 Ж 610

Пациент примерно среднего размера мкГр

Радиационная защита

• Используйте гонадную защиту для мужчин (а также для женщин репродуктивного возраста, в том случае если защита не закрывает исследуемые рентгеноанатомические структуры).

Укладка пациента

• Лежа на спине, при этом срединная сагиттальная плоскость проходит по середине стола и/или кассеты.
• Руки расположены по бокам, не прижаты к телу.
• Ноги вытянуты. Под колени для большего удобства можно положить опору.

Укладка снимаемой области

• Центр кассеты — **на уровне подвздошного гребня**, при этом нижний край — на уровне лонного сочленения (см. Примечание).
• **Отсутствие ротации** таза или плеч (проверьте, чтобы обе передние верхние подвздошные ости располагались на одинаковом расстоянии от стола).

Центральный луч

• ЦЛ перпендикулярен центру кассеты (на уровне подвздошного гребня).
• Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По краям диафрагмируйте максимально близко к бокам живота, а вверху и внизу — к границам кассеты.

Дыхание. Экспозиция выполняется на завершении выдоха (после выдоха на 1 секунду пациент должен задержать дыхание, чтобы остановить непроизвольное движение кишечника).

Примечание: для пациента высокого роста гипостенического или астенического типа могут потребоваться два снимка, с кассетами, расположенными продольно, при этом центр одного снимка находится ниже, чтобы включить лонное сочленение, а центр второго — выше, чтобы включить верхнюю часть брюшной полости и диафрагму.

Для широкоплечего гиперстеника может потребоваться два снимка с кассетами 35 x 43 см, расположенными поперечно, где центр одного находится ниже, чтобы включить лонное сочленение, а центр второго — для верхней части живота, с минимальным наложением в 3-5 см.



Рис. 3-26. Укладка для задней проекции живота



Рис. 3-27. Рентгенограмма живота в задней проекции

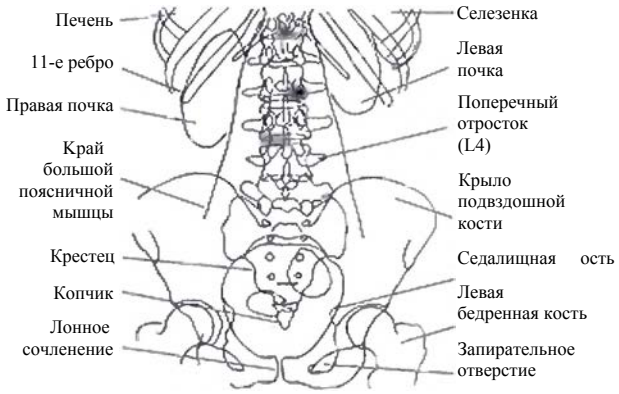


Рис. 3-28. Анатомическая схема живота в задней проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть виден контур печени, селезенки и почек, наполненные воздухом желудок и сегменты кишечника, а также дуга симфиза лобковой кости для области мочевого пузыря.

Укладка. • Отсутствие ротации пациента: крылья подвздошной кости, запирательное отверстие (если видно), и седалищные ости симметричны, наружные края нижнего ребра равноудалены от позвоночника (удлинение крыльев подвздошной кости обозначает ротацию пациента в этом направлении).

Диафрагмирование и ЦЛ. • Верхний и нижний край области диафрагмирования должен совпадать с верхними и нижними краями снимка, чтобы предотвратить отсечение исследуемых рентгеноанатомических структур. • Центр кассеты (ЦЛ) находится на уровне подвздошного гребня. (См. примечание о двух возможных снимках)

Параметры экспозиции. • Неподвижность: ребра и контуры газового пузыря должны быть ясно различимы. • Достаточная экспозиция (мАс) и длинная шкала контраста (кВ) делает видимыми контуры больших поясничных мышц, поперечных отростков поясничных позвонков и ребра. • На снимках пациентов среднего и маленького роста должны быть видны края печени и почек.

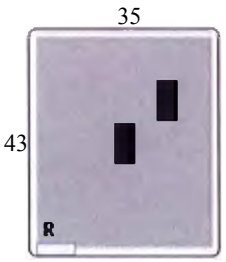
ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ - В ПОЛОЖЕНИИ ЛЕЖА НА ЖИВОТЕ: ЖИВОТ

Живот
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, лежа на животе
- Латерография в положении лежа на боку (задняя проекция)
- Задняя вертикальная
- Латерография в положении лежа на спине (дорсальная латеропроекция)
- Боковая

Выявляемая патология

Патология органов брюшной полости, включающая непроходимость кишечника, опухоли, кальцификацию, асцит и как подготовка к исследованию брюшной полости с использованием контрастного вещества.

Примечание: если почки являются основным предметом исследования, то эта проекция **менее желательна**, чем задняя проекция из-за **увеличенного РОП**.



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 — 80 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
30	80	22	2820	520	М 20 Ж 470

Пациент среднего размера — мкГр

Радиационная защита

- Используйте гонадную защиту для мужчин (а также для женщин репродуктивного возраста, в том случае если защита не закрывает исследуемые рентгеноанатомические структуры).

Укладка пациента

- Лежа на животе, при этом средняя сагиттальная плоскость проходит по середине стола и/или кассеты.
- Ноги вытянуты, используйте опору под лодыжки.
- Руки подняты вверх к голове; под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- **Отсутствие ротации таза**, плеч и грудной клетки.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен и направлен на **центр кассеты** (уровень подвздошного гребня).
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По краям диафрагмируйте максимально близко к бокам живота, а вверху и внизу — к границам кассеты.

Дыхание. Экспозиция выполняется на завершении **выдоха**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть виден контур печени, селезенки и почек, наполненные воздухом желудок и сегменты кишечника, а также дуга симфиза лобковом кости для области мочевого пузыря.

Укладка. • **Отсутствие ротации**: крылья подвздошной кости симметричны, а крестцово-подвздошные суставы и наружные края нижних ребер (если видны) должны находиться на одном расстоянии от позвоночника.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Верхний и нижний край области диафрагмирования совпадает с верхними и нижними краями снимка, чтобы предотвратить отсечение исследуемых рентгеноанатомических структур. • Центр кассеты (ЦЛ) находится на уровне подвздошного гребня. (См. примечание о двух возможных снимках.)

Параметры экспозиции. • Неподвижность: ребра и контуры газового пузыря должны быть ясно различимы. • Достаточная экспозиция (мАс) и длинная шкала контраста (кВ) делает видимыми контуры больших поясничных мышц, поперечных отростков поясничных позвонков и ребра. • На снимках пациентов среднего и маленького роста должны быть видны края печени и почек.



Рис. 3-29. Укладка для передней проекции живота



Рис. 3-30. Рентгенограмма живота в передней проекции

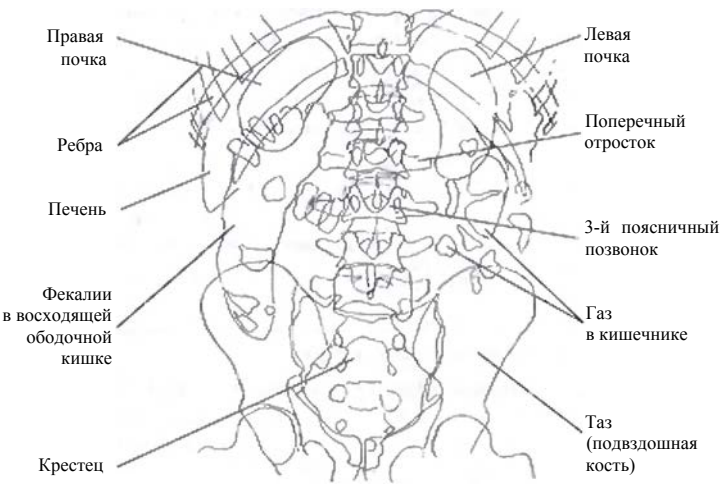


Рис. 3-31. Анатомическая схема живота в передней проекции

Примечание: для астеника высокого роста могут потребоваться **два снимка**, расположенные продольно, для гиперстеника также могут потребовался два снимка, расположенные **поперечно**.

ЛАТЕРОГРАФИЯ В ПОЛОЖЕНИИ ЛЕЖА НА БОКУ (ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ): ЖИВОТ

Живот
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, лежа на животе
- Латераграфия в положении лежа на боку (задняя проекция)
- Задняя вертикальная
- Латерография в положении лежа на спине (дорсальная латеропроекция)
- Боковая проекция в горизонтальной укладке

Выявляемая патология.

Абдоминальные массы, уровни воздуха и жидкости и возможные скопления внутрибрюшинного воздуха. (Небольшое количество свободного внутрибрюшинного воздуха лучше демонстрируется на прямой передней вертикальной проекции грудной клетки.)

Важная информация. До начала экспозиции **минимум 5 минут** пациент должен провести на боку (для того, чтобы поднялся воздух или скопилась жидкость); если возможно, то для наилучшей демонстрации потенциально небольших количеств внутрибрюшинного воздуха пациент должен пролежать 10-20 минут.

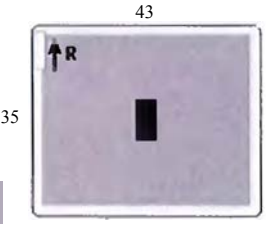
Укладка на левом боку лучшим образом показывает свободный внутрибрюшной воздух в области печени в правой верхней части брюшной полости вдали от желудочного пузыря.

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 35 x 43 см (вдоль пациента, перпендикулярно поверхности стола).
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70-80 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
21	80	30	3960	680	м 80 ж 940

Пациент среднего размера — мкГр



Маркер: для обозначения верха снимка поставьте стрелку или другой соответствующий маркер.

Радиационная защита

- Используйте гонадную защиту для мужчин.

Укладка пациента

- Пациент находится в положении лежа на боку на подкладке, плотно прилегая спиной к кассетодержателю вертикальной стойки снимков (при этом колеса стола-каталки должны быть зафиксированы).
- Пациент находится на столе каталке с твердой поверхностью во избежание прогиба тела и отсечения на снимке исследуемых рентгеноанатомических структур.
- Колени частично согнуты, одно поверх другого для устойчивого положения пациента.
- Руки подняты вверх к голове; под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Установите стол-каталку с пациентом так, чтобы центр кассеты и ЦЛ находились примерно на **5 см выше уровня подвздошного гребня** (чтобы включить изображение диафрагмы). Проксимальный край кассеты будет находиться приблизительно на уровне подмышки.
- **Следует избегать ротации** таза или плеч.
- Установите верхнюю часть кассеты так, чтобы срединная саггиттальная плоскость проходила по центру кассеты, но убедитесь, что **верхняя часть живота точно попадает на снимок.**



Рис. 3-32. Левая боковая латерографическая укладка живота (задняя проекция)



Рис 3-33. Рентгенограмма живота в левой боковой латерографической укладке (задняя проекция)



Рис. 3-34. Анатомическая схема живота в левой боковой латерографической укладке (задняя проекция)

Центральный луч

- **Горизонтальный** ЦЛ направлен на **центр кассеты**, примерно на 5 см выше уровня подвздошного гребня; чтобы показать уровни воздуха и жидкости и свободный внутрибрюшинный воздух.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте по четырем сторонам, **не отсекая верхний отдел брюшной полости.**

Дыхание. Экспозиция выполняется на завершении **выдоха**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть виден наполненный воздухом желудок и петли кишечника, а также уровни воздуха и жидкости, где они есть. Должны быть изображены оба купола диафрагмы.

Укладка. • Отсутствие ротации: крылья подвздошной кости симметричны, наружные края нижнего ребра должны быть расположены на одинаковом расстоянии от позвоночника • Позвоночник прямой (если нет сколиоза), расположен по центру кассеты.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования совпадают с краями кассеты, чтобы предотвратить отсечение исследуемых рентгенанатомических структур. • ЦЛ расположен на 5 см выше уровня подвздошного гребня.

Параметры экспозиции. • Неподвижность: ребра и контуры газового пузырька ясно различимы. • Экспозиция должна быть достаточной, чтобы показать позвоночник, ребра и мягкие ткани, но не допустить переэкспонирования возможного внутрибрюшинного воздуха в верхнем отделе живота. • Оптическая плотность снимка немного меньше, чем для снимка живота в положении лежа на спине.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ - ВЕРТИКАЛЬНАЯ УКЛАДКА: ЖИВОТ

Живот
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя лежа на животе
- Латерография в положении лежа на боку (задняя проекция)
- Задняя вертикальная
- Латерография в положении лежа на спине (дорсальная латеропроекция)
- Боковая проекция в горизонтальной укладке

Выявляемая патология

Абдоминальные массы, уровни воздуха и жидкости и скопления внутрибрюшинного воздуха под диафрагмой.

Снимок в вертикальном положении делают первым, если пациент наблюдается амбулаторно (даже если он в инвалидном кресле).

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70-80 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
21	80	30	3960	680	М 80 Ж 940

Пациент среднего размера — мкГр



Маркер: на кассете поставьте маркер вертикальной укладки.

Радиационная защита

- Используйте гонадную защиту для мужчин. Можно использовать передвижной защитный экран, как при исследованиях грудной клетки.

Укладка пациента

- Вертикальное положение, ноги немного расставлены в стороны, спина прилегает к стойке снимков (см. примечание для слабых пациентов).
- Руки по бокам, не прижаты к телу.
- Срединная сагиттальная плоскость тела проходит по средней линии вертикальной стойки снимков.

Укладка снимаемой области

- Таз или плечи пациента не должны быть повернуты.
- Установите верхний край кассеты так, чтобы центр располагался на **5 см выше подвздошного гребня** (чтобы включить изображение диафрагмы), у пациента среднего роста **верх кассеты** будет находиться **приблизительно на уровне подмышек**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть виден наполненный воздухом желудок и петли кишечника, а также уровни воздуха и жидкости, где они есть. • Должны быть изображены оба купола диафрагмы и как можно большая часть нижнего отдела живота. • Небольшой пузырек свободного внутрибрюшинного воздуха в форме полумесяца, если таковой имеется, виден под **правым** куполом диафрагмы, вдали от газа в желудке (маленькие черные стрелки).

Укладка. • **Отсутствие ротации.** Крылья подвздошной кости симметричны, наружные края нижнего ребра должны быть на одном расстоянии от позвоночника. Позвоночник прямой (если нет сколиоза), расположен по центру кассеты.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Верхняя и нижняя границы диафрагмирования совпадают с верхним и нижним краями кассеты, чтобы предотвратить отсечение исследуемых рентгеноанатомических структур. • ЦЛ расположен на 5 см выше уровня подвздошного гребня.

Параметры экспозиции. • **Неподвижность.** Ребра и контуры газового пузыря ясно различимы. • Экспозиция должна быть достаточной, чтобы показать позвоночник, ребра и мягкие ткани, но не допустить переэкспонирования возможного внутрибрюшинного воздуха в верхнем отделе живота. Оптическая плотность снимка немного меньше, чем для снимка живота в положении лежа на спине.

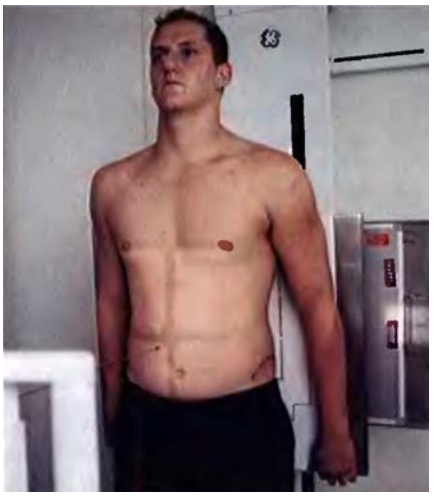


Рис. 3-35. Укладка живота для задней проекция при вертикальном положении пациента (диафрагма должна быть отображена на снимке)



Рис. 3-36. Рентгенограмма живота в задней проекции при вертикальном положении пациента (диафрагма отображена на снимке)

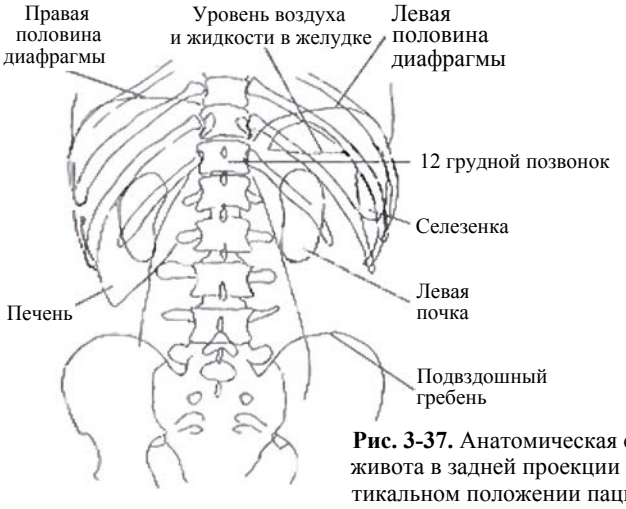


Рис. 3-37. Анатомическая схема живота в задней проекции при вертикальном положении пациента

Центральный луч

- ЦЛ направлен горизонтально, на **центр кассеты**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняйте по четырем сторонам, **не отсекая верхний отдел брюшной полости.**

Дыхание. Экспозиция выполняется на завершении выдоха.

Примечание: до экспозиции пациент должен находится в вертикальном положении минимум **5 минут,** но лучше **10-20 минут**, если это возможно, для визуализации небольших количеств внутрибрюшинного воздуха. Если пациент слишком слаб, чтобы сохранять вертикальное положение, выполняют латерографию в положении лежа на боку.

ЛАТЕРОГРАФИЧЕСКАЯ УКЛАДКА В ПОЛОЖЕНИИ ЛЕЖА НА СПИНЕ (ДОРСАЛЬНАЯ ЛАТЕРОГРАФИЯ - ПРАВАЯ ИЛИ ЛЕВАЯ): ЖИВОТ

Выявляемая патология

Абдоминальные массы, скопления газа, уровни воздуха и жидкости, **аневризмы** (расширение стенки артерии, вены или сердца), **кальцификация аорты или других сосудов, пупочная грыжа**.

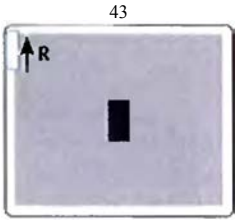
Живот
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя лежа на животе
- Латерография в положении лежа на боку (задняя проекция)
- Задняя вертикальная
- Латерография в положении лежа на спине (дорсальная латеропроекция)
- Боковая проекция в горизонтальной укладке

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70-80 кВ
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
10	80	60	10400	850	М Ж	30 420

Пациент среднего размера — мкГр



Радиационная защита

- Используйте гонадную защиту для мужчин.

Укладка пациента

- Пациент находится в положении лежа на спине, на подкладке, бок прилегает к стойке снимков (колеса стола-каталки зафиксированы).
- Под головой находится подушка, руки вверху около головы, для удобства пациента можно использовать опору под частично согнутые колени.

Укладка снимаемой области

- Установите стол каталку с пациентом так, чтобы центр кассеты и ЦЛ находились примерно **на 5 см выше уровня подвздошного гребня** (чтобы получить изображение диафрагмы).
- **Следует избегать ротации** таза или плеч (обе передние верхние подвздошные ости должны находиться на одном расстоянии от стола).
- Установите верхнюю часть кассеты так, чтобы средняя коронарная плоскость проходила по центру кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ направлен горизонтально, на **центр кассеты**, на 5 см выше подвздошного гребня и вдоль средней коронарной плоскости.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна диафрагма и как можно большая часть нижнего отдела живота, а также наполненные воздухом петли кишечника в брюшной полости и мягкие ткани детально должны быть видны в передней части живота и предпозвоночной области.
Укладка. • Отсутствие ротации очевидно по наложению ребер в задней части и задних границ крыльев подвздошной кости и двустороннему изображению передних верхних подвздошных остей.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Диафрагмирование выполняется по краям тканей передней и задней части живота. • Центр поля обследования (ЦЛ) должен находиться в предпозвоночной области примерно на 5 см выше уровня подвздошного гребня.
Параметры экспозиции. • Неподвижность: ребра и контуры газового пузыря ясно различимы. • Поясничные позвонки могут оказаться примерно на 50% недоэкспонированными, при этом мягкие ткани летально видны в передней части живота и предпозвоночной области нижних поясничных позвонков.



Рис. 3-38. Укладка для получения правой латерограммы в положении лежа на спине

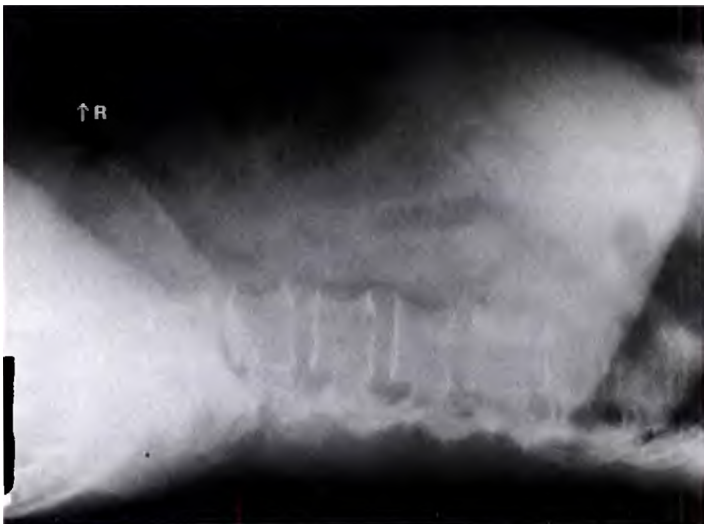


Рис. 3-39. Правая латерограмма — укладка лежа на спине

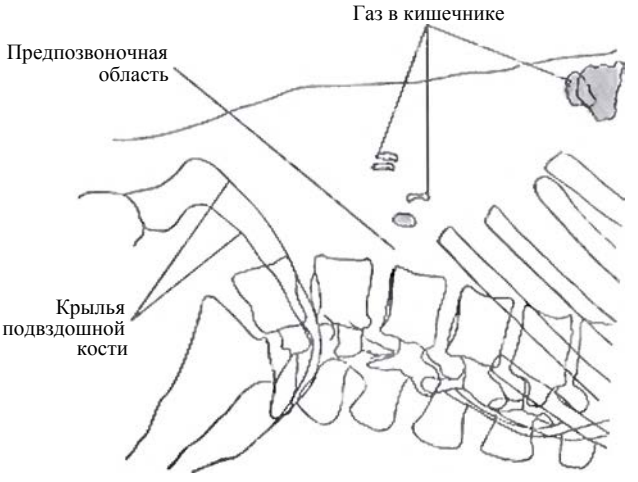


Рис. 3-40. Анатомическая схема живота в правой латерографической проекции — укладка лежа на спине

Диафрагмирование. Выполняется по границам мягких тканей верхнего и нижнего отделов брюшной полости. **Необходимо выбрать минимальный размер области снимка**, так как визуализация мягких тканей будет затруднена из-за большого вклада рассеянного излучения.

Дыхание. Экспозиция выполняется на завершении **выдоха**.

Примечание: нужно использовать маркеры П и Л, обозначающие ближайшую к кассете сторону пациента.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ УКЛАДКЕ: ЖИВОТ

Живот
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя лежа на животе
- Латерография в положении лежа на боку (задняя проекция)
- Задняя вертикальная
- Латерография в положении лежа на спине (дорсальная латеропроекция)
- Боковая проекция в горизонтальной укладке

Выявляемая патология

Абдоминальные мягкотканные образования, пупочная грыжа, предпозвоночный отдел на предмет возможных аневризмов аорты или ее кальцификаций.

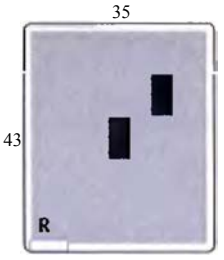
Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80-85 кВ.
- Поместите свинцовые экраны на столе по бокам пациента для уменьшения влияния рассеянного излучения.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
30	80	60	10400	850	М 30 Ж 420

Пациент среднего размера

мкГр



Радиационная защита

- Используйте гонадную защиту для мужчин.

Укладка пациента

- Пациент находится в положении лежа на (левом или правом) боку; под головой — подушка.
- Локти согнуты, руки подняты кверху, колени полусогнуты, для поддержания бокового положения между коленями кладется полушка.

Укладка снимаемой области

- Средняя корональная плоскость выравнивается по ЦЛ и сродней линии стола.
- **Ротация** таза и грудной клетки **отсутствует**.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен столу и направлен **примерно на 5 см выше уровня подвздошного гребня** в средней коронарной плоскости.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Выполняется близко к верхней и нижней границам кассеты и максимально по бокам для уменьшения вклада рассеянного излучения.

Дыхание. Экспозиция выполняется на завершении выдоха.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть изображена диафрагма и как можно большая часть нижнего отдела живота. • Наполненные воздухом петли кишечника в брюшной полости и мягкие ткани детально должны быть видны в предпозвоночной области и передней части живота.

Укладка. • Об отсутствии поворота свидетельствует наложение задних ребер и задних границ крыльев подвздошной кости и билатеральных передних верхних подвздошных остей.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Диафрагмирование выполняется по краям тканей передней и задней части живота. • Центр поля обследования (ЦЛ) должен находиться в предпозвоночной области примерно на 5 см выше уровня подвздошного гребня.

Параметры экспозиции. • Неподвижность: ребра и контуры газового пузыря ясно различимы. • Поясничные позвонки могут оказаться примерно на 50% недоэкспонированными, при этом мягкие ткани детально видны в передней части живота и предпозвоночной области нижних поясничных позвонков.



Рис. 3-41. Боковая укладка живота (правая)



Рис. 3-42. Боковая рентгенограмма живота (правая)

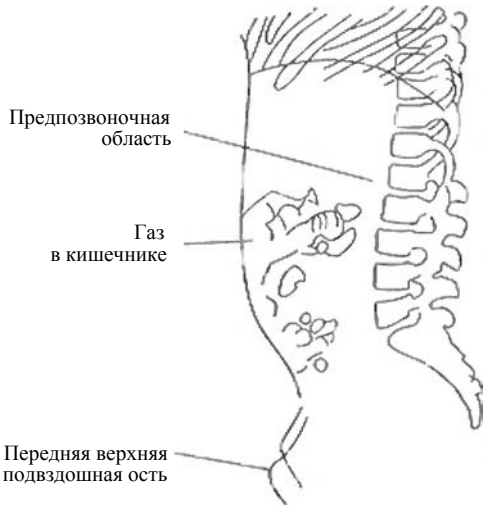


Рис. 3-43. Анатомическая схема живота в правой боковой укладке

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТРОГО ЖИВОТА

Тройные снимки живота: (1) задняя проекция — укладка в положении лежа на спине; (2) задняя проекция — вертикальная укладка (или левая латеральная латерограмма) живота в положении лежа на спине; (3) передняя проекция грудной клетки

Порядок выполнения исследования. Выясните, включает ли протокол отделения выполнение вертикальной передней проекции грудной клетки как одного из снимков при исследовании острого живота. Минимальный набор проекций должен включать по меньшей мере одну вертикальную и горизонтальную проекцию живота, кроме задней проекции во положении лежа на спине.

Острый живот
(тройное исследование)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя лежа на спине
- Задняя вертикальная
- Прямая передняя грудной клетки

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
- Левая латерограмма в положении лежа на спине

Специальные клинические показания для серии острого живота

1. **Илеус** (немеханическая непроходимость тонкой кишки) или **механический илеус** (непроходимость кишечника, вызванная грыжей, спайками и т.д.).
2. **Асцит** (аномальное скопление жидкости в животе).
3. **Прободение полого органа** (например, кишечника или желудка, что очевидно при наличии свободного внутрибрюшинного воздуха).
4. **Внутрибрюшные массы** (доброкачественные или злокачественные опухоли),
5. **Послеоперационные состояния** (абдоминальная хирургия)

Помните, что **вертикальные проекции делаются в первую очередь**, если состояние пациента это позволяет.

Кассета, диафрагмирование и радиационная защита

- Кассета — 35 x 43 см, подвижный или неподвижный растр; диафрагмирование и защита точно такие же, как и для предыдущей укладки.

Укладка пациента и снимаемой области

- Обратите внимание, что в большинстве отделений вертикальную проекцию живота делают, располагая центр достаточно высоко, чтобы продемонстрировать возможное скопление внутрибрюшинного воздуха под диафрагмой, даже в том случае, если в серию включена передняя проекция грудной клетки.

Дыхание

- Снимки грудной клетки выполняются при полном вдохе, а живота — на выдохе.

Центральный луч

- ЦЛ направлен на область подвздошного гребня, если снимок делают в положении лежа на спине, а в вертикальном или лежа на боку — примерно на 5 см выше уровня гребня для получения изображения диафрагмы.

Примечания:

- Если пациент слишком слаб, чтобы стоять, вертикальную проекцию заменяют **латерографией в положении лежа на левом боку в задней проекции**.
- Для визуализации уровней воздуха и жидкости необходима **латерография**.
- Вертикальная передняя проекция грудной клетки или задняя вертикальная проекция живота наилучшим образом показывают **свободный воздух под диафрагмой**.
- До экспозиции пациент должен провести в вертикальном положении или в положении лежа минимум 5 минут, а предпочтительнее **10-20 минут**, чтобы выявить потенциально небольшие количества внутрибрюшинного воздуха.



Рис. 3-44. Задняя проекция — укладка, в положении лежа на спине



Рис. 3-45. Вертикальная укладка живота для задней проекции



Рис. 3-46. Латерография (задняя проекция, если пациент не может стоять для выполнения вертикальной задней проекции живота)



Рис. 3-47. Передняя прямая проекция грудной клетки

Упражнения по рентгенограммам

Каждый из данных снимков брюшной полости демонстрирует, по крайней мере, **одну ошибку, требующую пересъемки**.

Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы, которые мы обсудили в этой главе, и категории, приведенные справа.

Для начала мы предлагаем вам обдумать к какой категории можно отнести **ошибку** на снимке, требующую его пересъемки.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ			
	А	Б	В	Г
1. Видимые анатомические структуры	____	____	____	____
2. Укладка пациента	____	____	____	____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	____	____	____	____
4. Параметры экспозиции	____	____	____	____
5. Маркировка	____	____	____	____

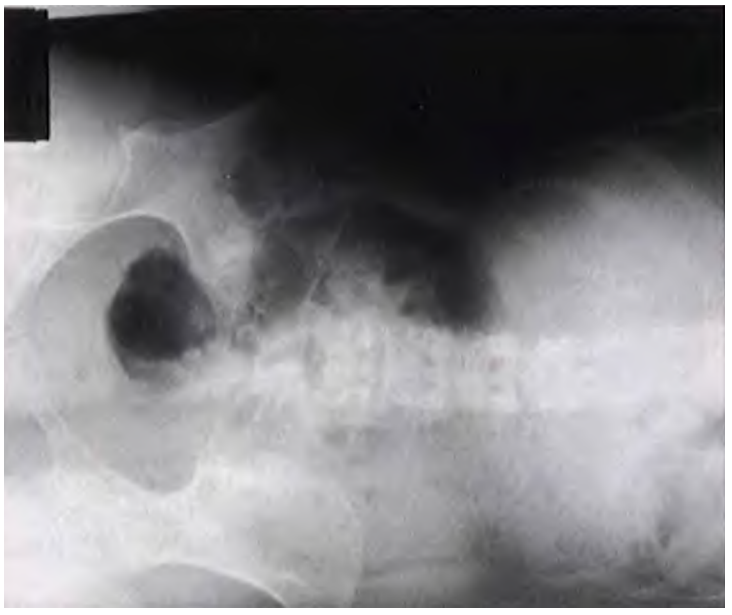


Рис. С3-48. Латерограмма брюшной полости, укладка — на левом боку, задняя проекция **А**



Рис. С3-49. Задняя проекция — укладка с положении лежа на спине — обзорный снимок **Б**



Рис. С3-50. Задняя проекция — укладка в положении лежа на спине — живот **В**



Рис. С3-51. Задняя вертикальная проекция живота **Г**

Верхняя конечность

СОАВТОРЫ: **Davis, M Ed, RT (R) (CV), Linda Lingar, M Ed, RT (R) (M)**

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: **John P. Lampigniano, M Ed, RT (R), Kathy Martensen, BS, RT (R)**

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Кисть и запястье, 121
Суставы кисти, 122
Кости запястья, 123
Упражнения по рентгенограммам, 122, 124, 127
Предплечье — лучевая и локтевая кости, 125
Дистальный отдел плечевой кости, 126
Классификация суставов, 127
Суставы запястья и локтевой сустав, 128
Движения запястья, предплечья и локтевого сустава, 129
Визуализация жировых подушек, 130

Укладки

Укладка: общие положения, 131
- Увеличение экспозиции для загипсованной конечности, 131

Альтернативные методы исследования. 132
Клинические показания, 132
Таблица клинических показаний, 133
Результаты опроса по США и Канаде, 134
Основные и специальные проекции, 134
Пальцы
- Передняя, 135
- Передняя косая, 136
- Боковая, 137

Большой палец
- Задняя, 138
- Передняя косая, 139
- Боковая, 140
- Задняя, по Роберту, 141

Кисть
- Передняя, 142
- Передняя косая, 143
- Боковая (веерная), 144
- Боковая с вытянутой или согнутой кистью, 145
- Задняя косая билатеральная (метод Норгаарда), 146

Запястье
- Передняя (задняя), 147
- Передняя косая, 148
- Боковая, 149
- Проекции ладьевидной кости:
  - Наклон ЦЛ с локтевым отклонением кисти, 150
  - Модифицированный метод Стечера, 151
- Лучевое отклонение кисти, 152
- Канал запястья (метод Гейнор-Харта), 153
- Мост запястья, 154

Предплечье
- Задняя, 155
- Боковая, 156

Локтевой сустав
- Задняя
  - Локтевой сустав полностью распрямлен, 157
  - Локтевой сустав частично распрямлен, 157
- Задняя косая
  - С латеральной ротацией (наружу), 159
  - С медиальной ротацией (внутрь), 160
- Боковая, 161
- Метод Джонса — аксиальная проекция, 162
- Травма — аксиальная проекция (метод Койля), 163
- Боковая проекция головки лучевой кости, 164

Плечевая кость
- Задняя, 165
- Боковая проекция с ротацией, 166
- Латерография, 167

Проксимальная часть плечевой кости — см. главу 5
Упражнения по рентгенограммам, 168

Верхняя конечность

Кости верхней конечности могут быть разделены на четыре группы: (1) **кисть руки и запястье**, (2) **кости предплечья**, (3) **плечевая кость (плечо)** и (4) **плечевой пояс (пояс верхней конечности)**. Первые три группы обсуждаются в этой главе. Обсуждаются важные суставы кисти и локтя, но плечевой сустав и проксимальный отдел плечевой кости рассматриваются в главе 5 вместе с плечевым поясом.

Для качественной визуализации названных объектов необходимо хорошее знание формы и структуры всех костей и суставов верхней конечности.

КИСТЬ И ЗАПЯСТЬЕ

27 костей каждой кисти с запястьем могут быть разбиты на три группы.

1. Фаланги (пальцы.)	14
2. Пястные кости (ладонь)	5
3. Кости запястья (запястье)	8
ИТОГО	27

Самые дистальные кости — **фаланги** пальцев. Вторая группа — **пястные кости**, образующие ладонь, третья группа — **кости запястья**.

Фаланги пальцев

Каждый палец состоит из трех или двух **фаланг**. Нумерация пальцев начинается с большого — первого пальца и заканчивается мизинцем — пятым пальцем. Все пальцы руки (кроме первого) состоят из трех фаланг — **дистальной, средней и проксимальной.** Первый палец имеет две фаланги — **проксимальную и дистальную.**

Каждая фаланга состоит из трех областей — дистальной округлой — **головки, тела** и расширенного **основания**, похожею на дистальный эпифиз (головку) пястной кости.

Пястные кости (ладонь)

Вторая группа костей, образующих ладонь, — **пять пястных костей.** Нумерация пястных костей соответствует нумерации пальцев. Пястная кость большого пальца имеет номер 1.

Каждая пястная кость имеет три области (как и фаланги). Дистальный отдел — округлая **головка**. **Тело** имеет изогнутую форму — передняя часть вогнута, а задняя (дорсальная) часть имеет выпуклую поверхность. **Основание** расширено в проксимальной части, образуя сочленение с костями запястья.

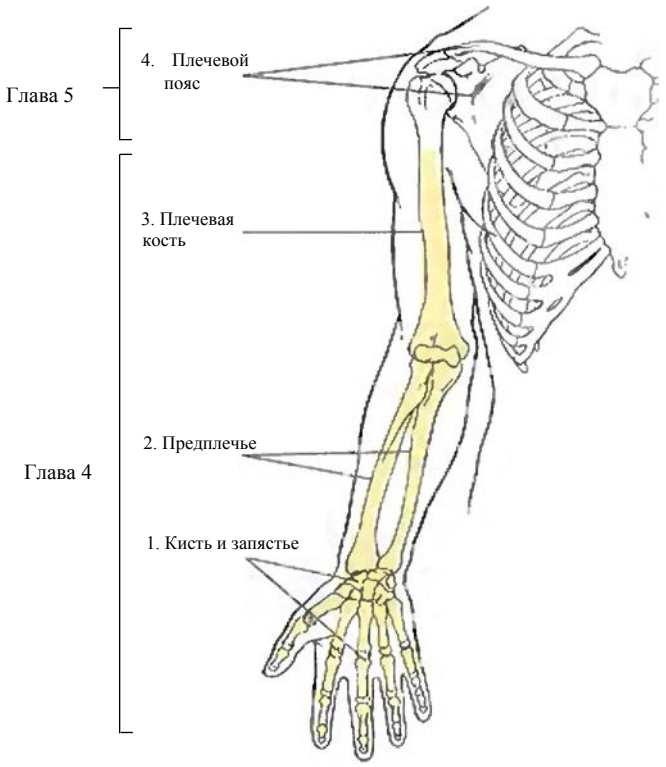


Рис. 4-1. Правая верхняя конечность (вид спереди)

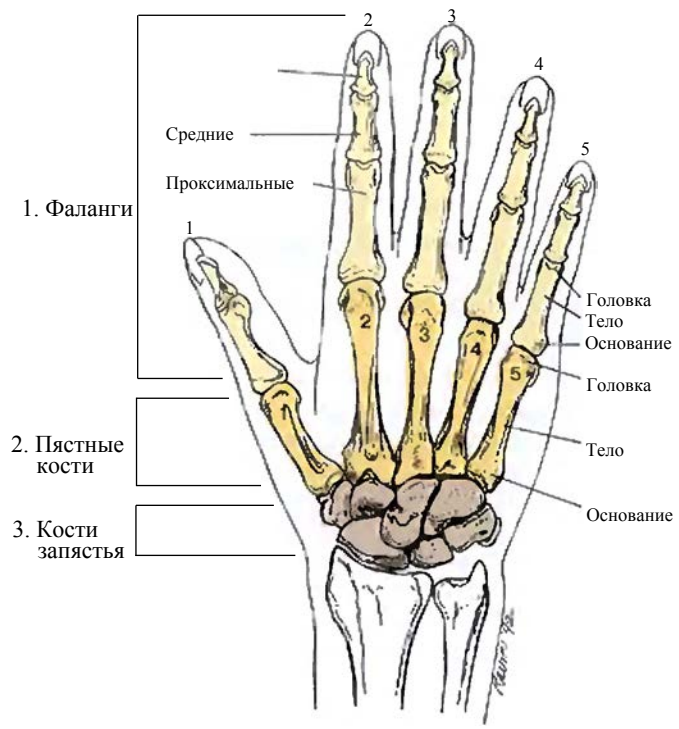


Рис. 4-2. Правая кисть и запястье (вид сзади)

Суставы кисти

Понимание строения суставов кисти очень важно для рентгенографии, так как при переломах кисти в районе суставов возможно образование тонких осколков, которые нужно уметь визуализировать. Поэтому следует знать классификацию суставов.

Большой (первый) палец. Большой палец имеет всего две фаланги, поэтому единственный сустав между фалангами так и называется — **межфаланговым.** Между первой пястной костью и проксимальной фалангой расположен **первый пястно-фаланговый сустав**. Название сустава происходит от костей, которые он соединяет. Название проксимальной кости идет первым, дистальной — вторым.

По рентгенографическим причинам первая пястная кость считается частью большого пальца и его изображение должно быть включено в рентгенограмму **от дистальной фаланги до основания первой пястной кости**. При снимках других пальцев пястные кости включать необязательно. Достаточно получить изображение трех фаланг: дистальной, средней и проксимальной.

Пальцы (от второго до пятого). Пальцы от второго до пятого имеют по три фаланги; то есть имеются три сустава, начиная с дистальной фаланги: **дистальный межфаланговый** сустав, затем **проксимальный межфаланговый** сустав и самый проксимальный — **пястно-фаланговый** сустав.

Пястные кости. Соединения пястных костей и фаланг называются **пястно-фаланговыми** суставами. А соединения пястных костей с костями запястья называются **запястно-пястными** суставами. Пять пястных костей соединены со следующими костями запястья:

- первая пястная кость — с костью-трапецией;
- вторая пястная кость — с трапециевидной костью;
- третья пястная кость — с головчатой костью;
- четвертая и пятая пястная кость — с крючковидной костью.

Упражнение по рентгенограмме

В описании рентгенограммы должны быть правильные названия суставов и костей кисти и запястья. На рис. 4-4 приведена рентгенограмма, на которой видны только что рассмотренные нами кости и суставы. Упражнение состоит в том, чтобы назвать все элементы, обозначенные буквами (не глядя на ответы).

А. Запястно-пястный сустав первого пальца правой руки.
Б. Первая пястная кость правой руки.
В. Первый пястно-фаланговый сустав правой руки.
Г. Проксимальная фаланга первого пальца правой руки.
Д. Межфаланговый сустав первого пальца правой руки.
Е. Дистальная фаланга первого пальца правой руки.
Ж. Второй пястно-фаланговый сустав правой руки.
З. Проксимальная фаланга второго пальца правой руки.
И. Проксимальный межфаланговый сустав второго пальца правой руки.
К. Средняя фаланга второго пальца правой руки.
Л. Дистальный межфаланговый сустав второго пальца правой руки.
М. Дистальная фаланга второго пальца правой руки.
Н. Средняя фаланга четвертого пальца правой руки.
О. Дистальный межфаланговый сустав пятого пальца правой руки.
П. Проксимальная фаланга третьего пальца правой руки.
Р. Пятый пястно-фаланговый сустав правой руки.
С. Четвертая пястная кость правой руки.
Т. Пятый запястно-пястный сустав правой руки.



Рис. 4-3. Суставы правой кисти и запястья



Рис. 4-4. Передняя проекция правой кисти

Кости запястья (запястье)

Третья группа костей кисти — **кости запястья**. Выучить названия костей запястья проще всего, если их разделить на два ряда по четыре кости.

Проксимальный ряд. Со стороны большого пальца расположена **ладьевидная кость**. Одну из предплюсневых костей стопы тоже называют ладьевидной. Правильное название (по Парижской номенклатуре) ладьевидной кости запястья — os scaphoideum, а ладьевидной кости стопы — os naviculare.

Ладьевидная кость — самая большая в проксимальном ряду и образует сустав с **лучевой костью** предплечья. Обратите внимание — **это наиболее частое место переломов**.

Полулунная кость (имеет форму полумесяца) - вторая кость запястья в проксимальном ряду тоже образует сустав с лучевой костью. Она отличается заметной впадиной на своей дистальной поверхности в месте, где она образует сустав с головчатой костью, расположенной в дистальном ряду костей запястья (лучше видна на виде кисти спереди, см. рис. 4-6).

Третья кость проксимального ряда — **трехгранная**, которая имеет три поверхности, образующие суставы; она выделяется своей пирамидальной формой и с передней стороны образует сустав с гороховидной костью.

Гороховидная кость — самая маленькая из костей запястья, располагается кпереди от трехгранной кости, хорошо различима на виде кисти спереди (рис. 4-6) и на изображении запястного канала (рис. 4-7)

Дистальный ряд. Второй, дистальный ряд костей запястья состоит из четырех костей, которые образуют суставы с пятью пястными костями. Со стороны большого пальца расположена **кость-трапеция**, четырехугольная кость несколько неправильной формы, расположенная между ладьевидной и первой пястной костью. Похожая па клин **трапециевидная кость** — самая маленькая кость в дистальном ряду. За трапециевидной следует самая большая из всех костей запястья — **головчатая кость** или os magnum. Она имеет округлую «голову», которая заполняет впадину, образованную ладьевидной и полулунной костями.

Последняя кость дистального ряда — **крючковидная кость**, которая легко различима по своему крючковидному отростку, направленному в сторону ладони (см. рис. 4-7).

Запястный канал (туннель)

На рис. 4-7 кости запястья представлены так, как они бы выглядели на тангенциальной проекции со стороны ладони переразогнутой кисти. Рисунок демонстрирует арку запястного канала, образованную костями запястья. Лучше всего показаны гороховидная и крючковидная кость, расположенные ближе к ладони. Через эту область проходит большинство нервов и сухожилий.

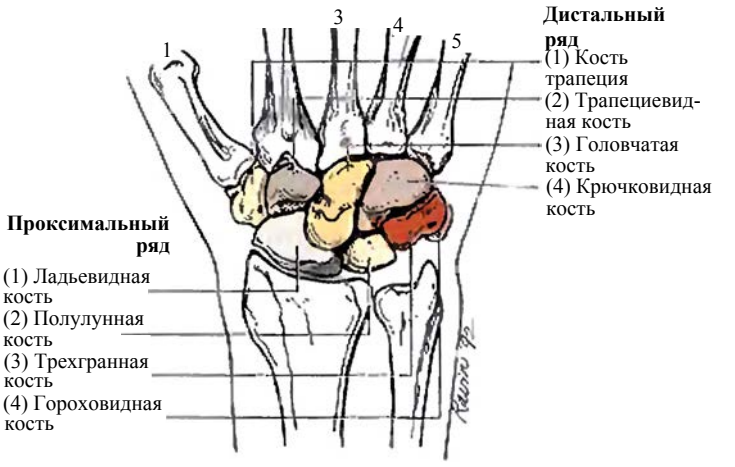


Рис. 4-5. Запястные кости правой руки (вид сзади, с тыльной стороны кисти)

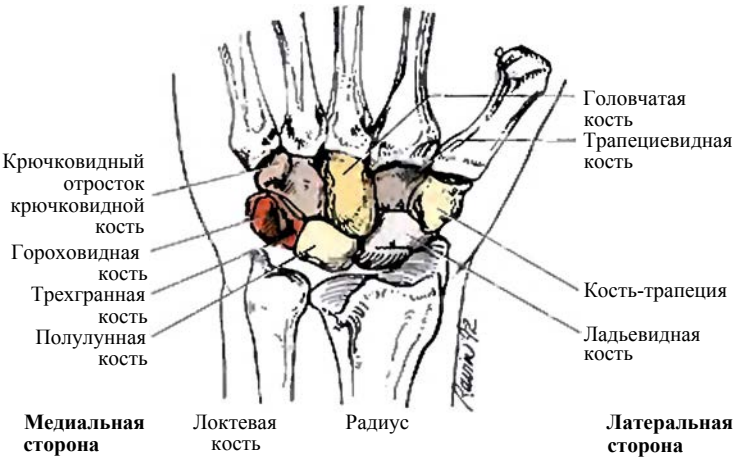


Рис. 4-6. Запястные кости правой руки (вид спереди, со стороны ладони)

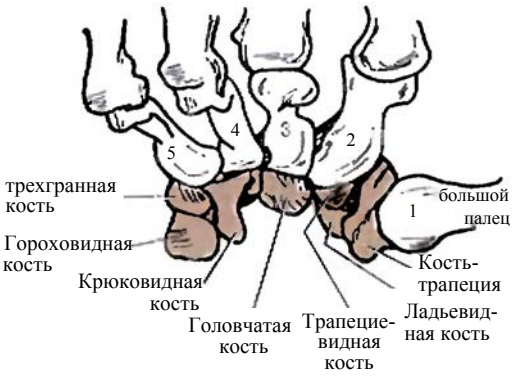


Рис. 4-7. Запястный канал (туннель)

УПРАЖНЕНИЯ ПО РЕНТГЕНОГРАММАМ

Пять проекций запястья приведены на рисунках с 4-8 до 4-12. Упражнение состоит в том, чтобы назвать все элементы, обозначенные буквами (не глядя на ответы).

Обратите внимание, что на боковой проекции (рис. 4-12) кость-трапеция (А) и ладьевидная кость (А) расположены ближе к ладони. Обратите также внимание, что проекция кисти с локтевым отклонением (рис. 4-10) наилучшим способом демонстрирует ладьевидную кость, без искажений и наложений, как это видно на передней проекции (рис. 4-8).

Проекция запястья с лучевым поворотом (рис. 4-9) наилучшим способом демонстрирует промежутки между костями запястья локтевой стороны кисти, крючковидной костью, трехгранной костью, гороховидной костью и полулунной костью. Хорошо видно даже очертания крючковидного отростка.

Крючковидный отросток также хорошо различим на проекции запястного канала на рис. 4-11.

Ответы

А. Ладьевидная кость
Б. Полулунная кость
В. Трехгранная кость
Г. Гороховидная кость
Д. Кость трапеция
Е. Трапециевидная кость
Ж. Головчатая кость
З. Крючковидная кость
И. Крючковидный отросток



Рис. 4-8. Задняя проекция запястья



Рис. 4-9. Лучевое отклонение



Рис. 4-10. Локтевое отклонение (визуализация ладьевидной кости)



Рис. 4-11. Запястный канал. Ладьевидная кость (А) частично перекрыта тенью от трапециевидной кости (Е)



Рис. 4-12. Боковая проекция

ПРЕДПЛЕЧЬЕ - ЛУЧЕВАЯ И ЛОКТЕВАЯ КОСТИ

Вторая группа костей верхней конечности — кости предплечья — лучевая, которая расположена со стороны большого (первого) пальца и локтевая кость, расположенная более медиально (рис. 4-13).

Локтевая и лучевая кости соединяются в двух местах - в проксимальном и дистальном лучелоктевом суставе, как показано на рис. 4-14. Эти суставы отвечают за вращательные движения кисти и запястья, как это будет показано далее в этой главе.

Локтевая и лучевая кости (рис. 4-14)

На дистальных частях локтевой и лучевой кости находятся **шиловидные отростки.** Шиловидный отросток лучевой кости может быть прощупан со стороны большого пальца у лучезапястного сустава. Шиловидный отросток лучевой кости обычно простирается дистальнее отростка локтевой кости.

Локтевая вырезка — небольшое углубление в средней части дистального отдела лучевой кости. **Головка локтевой кости**, расположенная в дистальном отделе кости возле запястья, лежит в локтевой вырезке лучевой кости. Когда рука вытянута и лежит на тыльной стороне, то шиловидный отросток и головку локтевой кости можно пальпировать или просто увидеть со стороны мизинца дистального отдела предплечья.

Головка лучевой кости расположена в проксимальной части кости возле локтевого сустава. Протяженные средние части лучевой и лучевой кости называют **телом** кости.

Лучевая кость по размеру меньше, чем локтевая, но она, в отличие от локтевой кости, участвует в образовании лучезапястного сустава. При разгибании руки лучевая кость движется вокруг стационарной локтевой кости.

Головка проксимального отдела лучевой кости напоминает диск, чуть ниже кость сужается, образуя отдел, который называют **шейкой лучевой кости**. Ниже шейки расположен выступ овальной формы, это **бугристость** лучевой кости.

Проксимальная часть локтевой кости

Локтевая кость — самая большая из двух костей предплечья — играет важную роль в образовании локтевого сустава. Два образования, похожих на клюв, расположены на проксимальном отделе кости и называются **локтевой отросток** и **венечный отросток** (рис. 4-14 и 4-15). Локтевой отросток хорошо прощупывается через кожу с задней стороны локтевого сустава.

Средний край венечного отростка, напротив лучевой вырезки (боковой), обычно называют клювовидным бугорком (серединным) (см. рис. 4-14 и переднезаднюю рентгенограмму локтя на рис. 4-19).

Большую выемку (или вырезку), предназначенную для соединения с блоком плечевой кости называют **полулунной вырезкой**. Неглубокую выемку, расположенную на боковом участке проксимального отдела локтевой кости, называют локтевой вырезкой. В ней располагается головка лучевой кости, образующая в этом месте соединение с локтевой костью, которое называется проксимальным лучелоктевым суставом. При разгибании руки лучевая кость образует перекрестие с локтевой костью с центром пересечения в верхней трети предплечья (см. рис. 4-25)

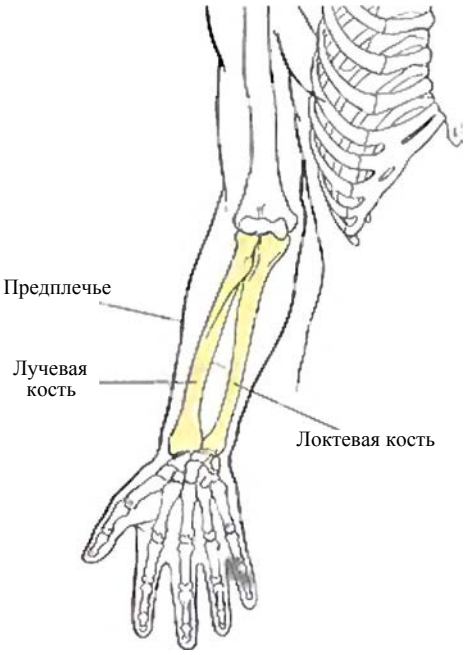


Рис. 4-13. Правая верхняя конечность (вид спереди)

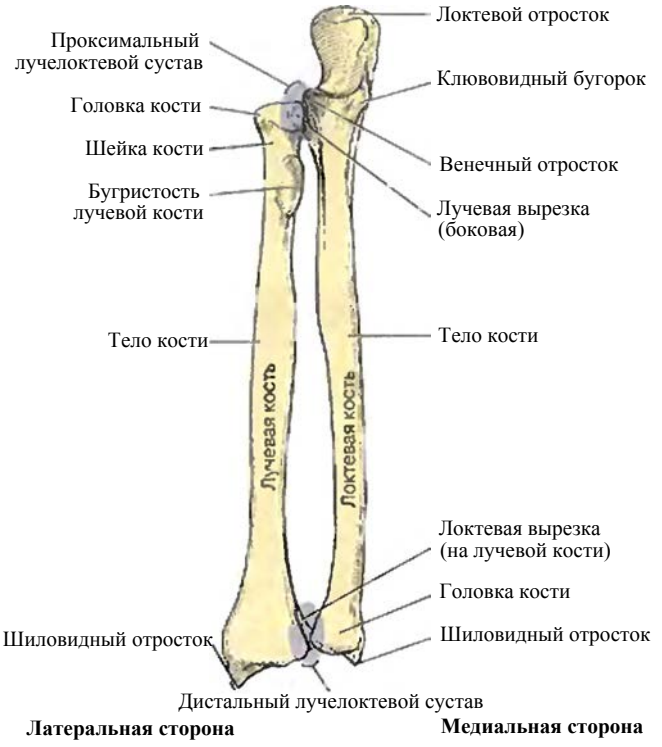


Рис. 4-14. Локтевая и лучевая кости правой верхней конечности (вид спереди)



Рис. 4-15. Проксимальный отдел локтевой кости левой верхней конечности (вид сбоку)

Дистальный отдел плечевой кости

Проксимальный отдел плечевой кости будет рассмотрен в главе 5 вместе с плечевым поясом. Однако средний и дистальный отделы плечевой кости будут рассмотрены в этой главе, так как они имеют отношение к локтевому суставу.

Длинный средний отдел плечевой кости называется ее телом, а расширенный дистальный отдел кости называется **мыщелком.** Поверхность мыщелка образует две суставные поверхности — **блок плечевой кости** (trochlea humeri) и **головку мыщелка плечевой кости** (capitulum humeri).

Блок плечевой кости имеет форму катушки для ниток с двумя приподнятыми внешними краями и немного вогнутой серединой, которая называется **бороздой**, или **желобом плечевого блока**. Желоб простирается на передний и задний отдел блока и на рентгенограммах в боковой проекции выглядит как часть окружности меньшей оптической плотности, чем соседние структуры, так как желоб более прозрачен для рентгеновского излучения (рис. 4-17 и 4-20). Блок образует сустав с локтевой костью.

Головка (capitulum) мыщелка плечевой кости, ранее в литературе называемая **capitellum** образует сустав с лучевой костью. Поверхность сустава тоже имеет округлую форму, но меньшего радиуса, чем у блока (см. рис. 4-18). Эти структуры важны при определении истинно боковой проекции локтевого сустава, когда требуется точное наложение проекции **надмыщелков**.

Суставная поверхность, образованная округлым краем головки, лишь немногим меньше суставной поверхности блока (см. рис. 4-18). Это важно при определении истинно боковой проекции локтевого сустава, при которой происходит проекционное совпадение изображений двух **надмыщелков.**

Латеральный надмыщелок — это небольшой выступ в латеральном отделе нижней части плечевой кости, находящийся чуть выше головки мыщелка. **Медиальный надмыщелок** развит сильнее (больше по размеру и более выдается вперед) и располагается по медиальному краю дистального отдела плечевой кости. В истинной боковой проекции наложенные друг на друга надмыщелки (их невозможно различить) просматриваются проксимальнее циркулярного просветления желоба плечевого блока (рентгеновская суставная щель плечелоктевого сустава) (рис. 4-17).

Дистальный отдел плечевой кости имеет специфические неглубокие ямки на передней и задней поверхностях. На передней поверхности мы находим **венечную ямку** и **лучевую ямку** (рис. 4-16 и 4-17). Если локоть согнут, то венечный отросток и головка луча прилегают к одноименным ямкам.

Глубокая ложбина на задней поверхности называется **ямкой локтевого отростка** (не показана на этих рисунках). Локтевой отросток прилегает к одноименной ямке, когда рука полностью разогнута. В локтевой ямке расположены жировые подушки, которые важно учитывать при диагностике травм локтевого сустава.

Боковой вид локтевого сустава (рис. 4-17) ясно показывает специфические элементы лучевой и локтевой кости. Показаны **головка** и **шейка лучевой кости**, а также **бугристость лучевой кости** (ее частично видно в области проксимальной части лучевой кости) и **блоковидная (полулунная) вырезка**.

Истинно боковая укладка локтя. Специфическая укладка с углом сгиба локтевого сустава 90° необходима для визуализации жировых подушек и выявления патологии локтевого сустава.

Хороший критерий оценки правильности укладки — видимость трех концентрических дуг, как показано на рис. 4-18. Первая, самая маленькая дуга — проекция **желоба плечевого блока.** Вторая, средняя дуга, которая выглядит как двойная полоска, образована окружностью **блока плечевой кости** и **головкой мыщелка плечевой кости**[1]**. (Меньшая дуга образована краем головки, большая — медиальным гребнем блока.) Полулунная вырезка** локтевой кости образует третью дугу. Даже при незначительных отклонениях локтевого сустава от **истинно боковой укладки** перечисленные дуги утратят концентрическое расположение, и полость локтевого сустава просматриваться не будет.

[1] Berquist TH: *Imaging of orthopedic trauma and surgery*, Philadelphia, 1986, WB Saunders (pp 583-584).

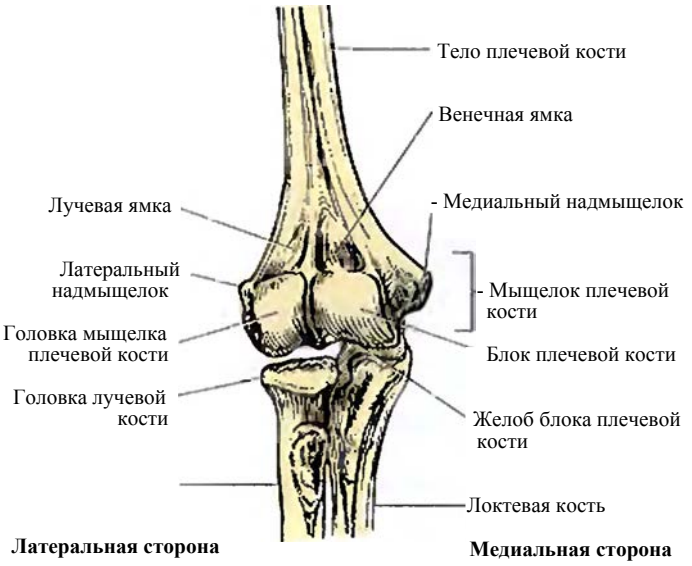


Рис. 4-16. Дистальный отдел плечевой кости (вид спереди)

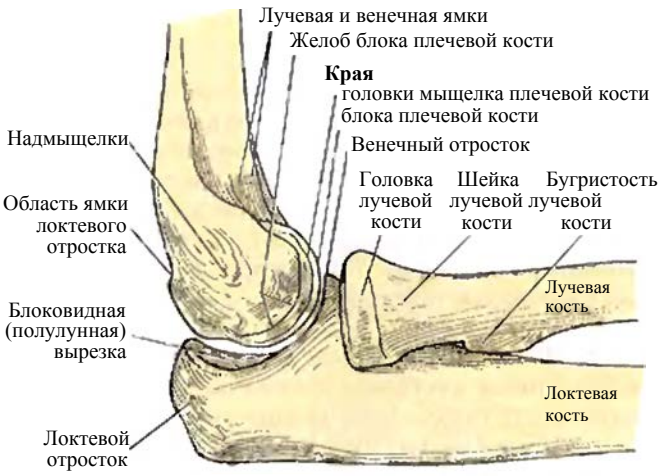


Рис. 4-17. Локтевой сустав, вид сбоку

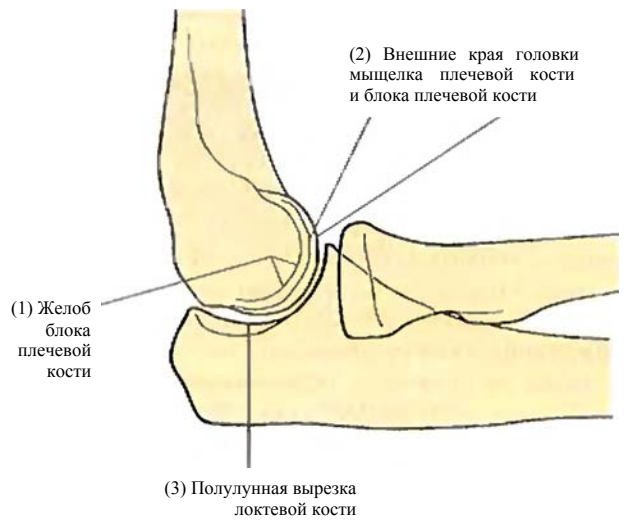


Рис. 4-18. Истинная боковая укладка локтя — три концентрических дуги[1]

ОБЗОР РЕНТГЕНОГРАММ

Рентгенограммы локтевого сустава в задней и боковой проекции (рис. 4-19 и 4-20) обеспечивают обзор анатомических структур. На рис. 4-20 наглядно показаны три концентрические дуги, подтверждающие правильное выполнение истинной боковой укладки.

А. Медиальный надмыщелок.
Б. Блок плечевой кости (медиальная сторона).
В. Венечный бугорок.
Г. Головка лучевой кости.
Д. Головка мыщелка плечевой кости.
Е. Латеральный надмыщелок.
Ж. Надмыщелки, наложенные друг на друга
З. Локтевой отросток.
И. Желоб плечевого блока.
К. Блоковидная (полулунная) вырезка.
Л. Двойное кольцо, образованное наружными краями головки мыщелка плечевой кости и блока (край головки образует меньшую дугу, а блок — большую).
М. Венечный отросток локтевой кости.
Н. Головка лучевой кости.
О. Шейка лучевой кости.
П. Бугристость лучевой кости.

КЛАССИФИКАЦИЯ СУСТАВОВ

Общее описание суставов, или сочленений, и их классификация, а также описание возможных типов движений, приведены в первой главе. Здесь мы более подробно рассмотрим каждый сустав кисти, запястья, предплечья и локтевого сустава.

Все суставы верхней конечности, описанные в этой главе, принадлежат к типу **синовиальных** и, следовательно, относятся к подвижным сочленениям, или **диартрозам**. Различие состоит только в возможных типах движений.

Кисть и запястье (рис. 4-21)

Межфаланговые суставы. Находясь между смежными фалангами каждого пальца, все межфаланговые суставы кисти являются **блоковидными**, или суставами шарнирного типа, с движениями, возможными только в двух направлениях — **сгибании и разгибании**. Эти движения происходят в одной плоскости, вокруг горизонтальной оси. Это относится как к межфаланговым суставам со второго по пятый палец, так и к большому пальцу, имеющему единственный межфаланговый сустав.

Пястнофаланговые суставы. Пястнофаланговые суставы относятся к типу **эллипсовидных, или мыщелковых**, суставов, с возможным движением в четырех направлениях: **сгибание, разгибание, приведение и отведение**. Кроме перечисленных, возможно еще **круговое движение**, которое представляет собой сочетание всех четырех вышеперечисленных движений.

Первый пястнофаланговый сустав (большого пальца) также относится к эллипсовидным, или мыщелковым, суставам, хотя приведение и отведение в нем сильно ограничены из-за ширины и меньшей округлости первой пястной кости.

Запястно-пястные суставы. Запястно-пястный сустав большого пальца кисти является **седловидным** суставом. Это сочленение лучше всего демонстрирует возможности движения в суставах такого типа, включая **сгибание, разгибание, отведение, приведение, круговое движение, противопоставление** и в незначительной степени **вращение**. Запястно-пястные суставы 2-5 пястных костей относятся к **плоским**, или **малоподвижным, суставам,** с наименьшим количеством движений, возможным в суставах синовиального типа. Суставы образованы плоскими или слегка изогнутыми суставными поверхностями, кроме того, движения ограничивает плотная фиброзная капсула.

Межзапястные суставы. Кости запястья образуют между собой межзапястные суставы, которые также относятся к **плоским, или малоподвижным**, суставам.



Рис. 4-19. Рентгенограмма локтевого сустава в задней проекции



Рис. 4-20. Рентгенограмма локтевого сустава в боковой проекции

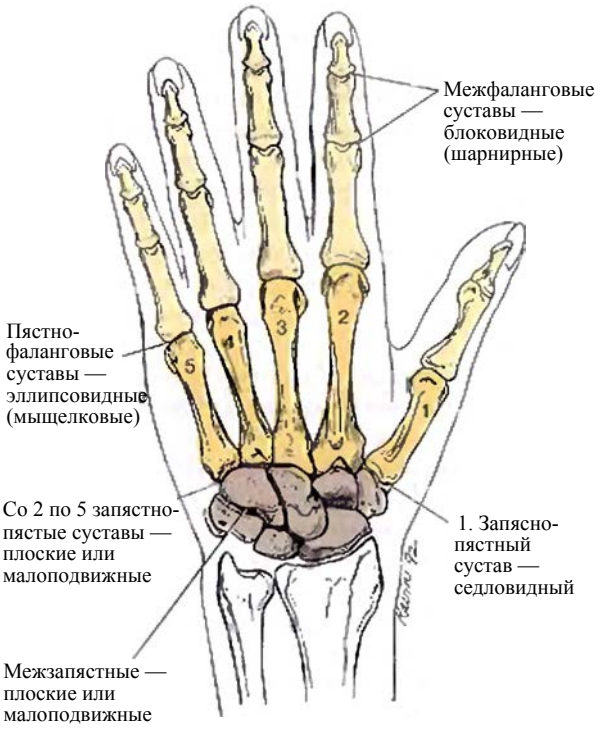


Рис. 4-21. Суставы левой кисти и запястья (вид сзади)

Суставы запястья

Лучезапястный сустав представляет собой **эллипсовидный, или мыщелковый**, сустав и относится к подвижным сочленениям **синовиального типа**, или **диартрозам.** Из двух костей предплечья только лучевая кость сочленяется непосредственно с двумя костями запястья, **ладьевидной и полулунной**. Это сочленение называется **лучезапястным суставом**.

Трехгранная кость также является частью лучезапястного сустава, к ней прилежит **суставной диск**. Суставной диск является частью общего лучезапястного сочленения, включая сустав между дистальными отделами лучевой и локтевой костей предплечья, который называется **дистальным лучелоктевым суставом**.

Суставная поверхность нижней части лучевой кости вместе с общим суставным диском образуют гладкую, слегка вогнутую суставную поверхность, которая сочленяется с тремя костями запястья, образуя полный лучезапястный сустав.

Весь сустав окружен суставной капсулой, укрепленной связками, обеспечивающими движения в четырех направлениях, а также круговое движение.

Синовиальная мембрана выстилает внутренние поверхности четырех связок и дистальное окончание лучевой кости, а также суставные поверхности прилегающих костей запястья.

Связки лучезапястного сустава. Существует несколько значимых связок, укрепляющих лучезапястный сустав. Две из них изображены на рис. 4-22. Локтевая коллатеральная связка начинается от шиловидного отростка локтевой кости и, расходясь веерообразно, прикрепляется к трехгранной и гороховидной костям. **Лучевая коллатеральная связка** тянется от шиловидного отростка лучевой кости сначала к латеральному краю ладьевидной, а затем к трапециевидной кости.

Пять дополнительных связок не показаны на данном рисунке, они располагаются крестообразно, обеспечивают прочность лучезапястного сустава и часто повреждаются при травме. Обычно они хорошо видны при стандартной артрографии или МРТ.

- Тыльная лучезапястная связка.
- Ладонная лучезапястная связка.
- Треугольной формы соединительно-тканный хрящевой комплекс.
- Ладьевидно-полулунная связка.
- Полулунно-трехгранная связка (межкостные межзапястные связки).

Локтевой сустав

Локтевой сустав также относится к группе синовиальных суставов, следовательно, является **подвижным** сочленением. Локтевой сустав является сложным и принадлежит к типу блоковидных (шарнирных) суставов, что позволяет выполнять сгибательные и разгибательные движения между плечевой костью и локтевой и лучевой костями. В его полости различают три сустава, окруженные одной суставной капсулой. Кроме блоковидных суставов между плечевой и локтевой костями и между плечевой и лучевой костями имеется еще **проксимальный лучелоктевой сустав** (цилиндрический).

Следующие с границы этой главы посвящены важности точного расположения области локтевого сустава при исследованиях в боковых проекциях, для получения представления о расположении характерных жировых прослоек (подушек) внутри локтевого сустава.

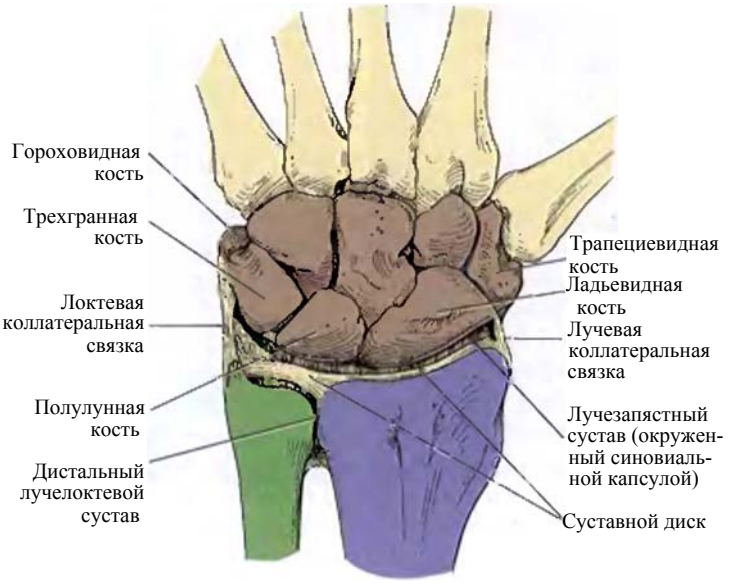


Рис. 4-22. Левый лучезапястный сустав с суставным диском (вид сзади)

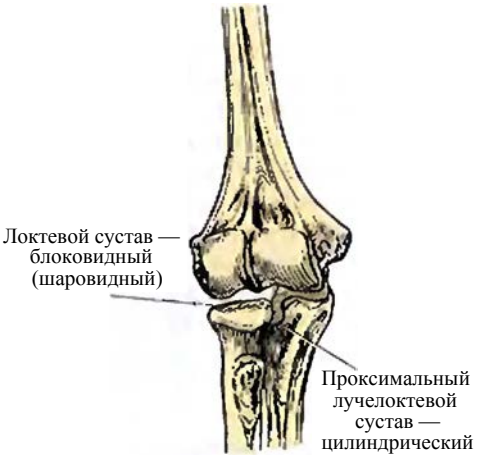


Рис. 4-23. Локтевой сустав

КОРОТКО О СУСТАВАХ КИСТИ, ЗАПЯСТЬЯ, ПРЕДПЛЕЧЬЯ И ЛОКТЕВОМ СУСТАВЕ

Классификация: синовиальные (суставная капсула, содержащая суставную жидкость).

Степень подвижности: диартрозы, или подвижные.

По типу движения

1. Межфаланговые суставы	блоковидные
2. Пястнофаланговые	эллипсовидный (мыщелковый)
3. Запястно-пястные:	
сустав большого пальца	седловидный
суставы 2-5 пальцев	плоские
4. Межпястные суставы	плоские
5. Лучезапястный сустав	эллипсовидный
6. Проксимальный и дистальный лучелоктевой сустав	цилиндрический (вращательный)
7. Локтевой сустав	блоковидный

ТЕРМИНОЛОГИЯ ДВИЖЕНИИ ЛУЧЕЗАПЯСТНОГО СУСТАВА.

Правильная терминология движений в лучезапястном суставе может показаться запутанной, тем не менее рентгенологи должны ее понимать, так как определенные проекции лучезапястного сустава описываются в рамках этой терминологии.

В первой главе говорилось о терминах, относящихся к повороту или сгибанию кисти и запястья из естественного положения в сторону локтевой кости с целью получения **локтевого отклонения (девиации)** и в сторону лучевой кости для достижения **лучевого отклонения**.

Локтевое отклонение (специальная **ладьевидная** проекция): локтевое отклонение запястья открывает для лучшего обозрения ладьевидную, трапециевидную и многоугольную кости запястья, находящиеся на противоположной (лучевой) стороне. Так как ладьевидная кость является местом наиболее частых переломов среди костей запястья, то проекцию кисти при локтевом отклонении принято называть *ладьевидной проекцией*.

Лучевое отклонение: реже выполняющаяся прямая передняя проекция запястья при лучевом отклонении демонстрирует кости локтевой стороны запястья — крючковидную, гороховидную, трехгранную и полулунную.

ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

В лучелоктевых суставах предплечья также совершаются некоторые особые вращательные движения, которые должны быть понятны при рентгенографии. К примеру, нельзя выполнять исследование предплечья в пронационном положении (кисть развернута кнутри) **в передней проекции**, хотя такое положение может показаться наиболее естественным для предплечья и кисти. Обычно рентгенологическое исследование предплечья выполняется в задней проекции, в супинационном положении (кисть развернута кнаружи) или ладонью кверху. Причина этого становится ясна, если вы посмотрите на перекрестное положение лучевой и локтевой костей при повороте кисти кнутри (рис. 4-25). Такой перекрест получается в результате единственного в своем роде комбинированного вращательного движения предплечья, происходящем одновременно в проксимальном и дистальном лучелоктевом суставе.

Резюме: во избежание наложения локтевой и плечевой костей друг на друга, происходящего вследствие комбинированных вращательных движений, рентгенографию предплечья следует выполнять в **задней проекции**, с кистью, развернутой кнаружи (в супинационной укладке).

ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ В ЛОКТЕВОМ СУСТАВЕ

Внешний вид проксимальных отделов лучевой и локтевой костей на рентгенограммах меняется при латеральной или медиальной ротации локтевого сустава и нижнего отдела плечевой кости. Это показано на приведенных рентгенограммах. Обратите внимание, что на рентгенограмме в прямой задней проекции без поворота лучевая кость в верхнем отделе только слегка перекрывается локтевой (рис. 4-26).

На рис. 4-27 видно, что при латеральном вращении локтевого сустава локтевая и лучевая кости разделены, тогда как при медиальном вращении они почти полностью перекрывают друг друга, как показано на рис. 4-28. Это правило является очень важным для рентгенографии: при **латеральной ротации** изображения локтевой и лучевой кости **разделены**, а при **медиальной ротации наложены** друг на друга. (Далее это будет продемонстрировано на косых проекций локтевого сустава на с. 159 и 160.)



Рис. 4-24. Движения в лучезапястном суставе

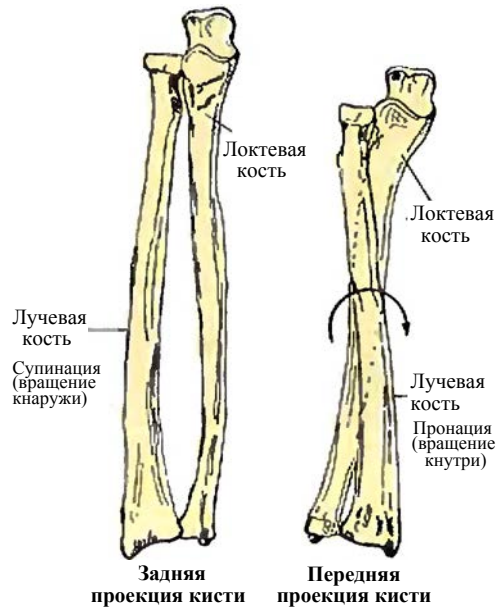


Рис. 4-25. Вращательные движения предплечья



Рис. 4-26. Нейтральное положение, задняя проекция — лучевая и локтевая кости частично наложены одна на другую



Рис. 4-27. Латеральное вращение, задняя проекция — лучевая и локтевая кости разделены



Рис. 4-28. Медиальное вращение, задняя проекция — наложение лучевой и локтевой костей

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЖИРОВЫХ ПОДУШЕК И ИХ ЗНАЧЕНИЕ

Рентгенограммы верхней и нижней конечностей выполняются не только для выявления заболеваний или травматических повреждений костных структур, но также для оценки состояния мягких тканей, например определенных скоплений жировой клетчатки, названных **жировыми телами** (подушками), **жировыми лентами**, или **полосками**. В некоторых случаях, смещение околосуставных жировых тел или прослоек может быть единственным признаком заболевания, значительного повреждения или внутрисуставного перелома.

Для диагностических целей наиболее значима жировая ткань, расположенная вокруг некоторых суставов верхней и нижней конечностей. Располагается она экстрасиновиально, между синовиальной мембраной и наружной суставной капсулой. Таким образом, любые изменения внутри самой капсулы приводят к изменению положения и формы жировой ткани. Чаще всего такие изменения являются следствием скопления жидкости (выпота) в полости сустава, указывающего на наличие повреждения, затрагивающего данный сустав

Рентгенопрозрачные жировые подушки слабо отличаются от окружающих их тканей. Разница в оптической плотности между жировыми подушками и окружающими их мягкими тканями невелика, поэтому они плохо различимы на рентгенограммах. Качественное изображение таких структур требует и изображений с длинной шкалой контрастности. (Как правило, мягкие ткани вообще не видны на исходных рентгенограммах без специального контрастирования, что показано на иллюстрациях на этой странице.)

Лучезапястный сустав[1]

Лучезапястный сустав имеет две важные жировые прослойки. Первая, **ладьевидная, жировая прослойка (А)** хорошо видна в передней и косой проекциях. Она имеет удлиненную, слегка выпуклую фирму и располагается между лучевой коллатеральной связкой и прилегающим мышечным сухожилием, сразу латеральнее ладьевидной кости (рис. 4-29). Отсутствие или смещение этой жировой полоски может быть единственным признаком перелома в лучевой области запястья.

Вторая клетчаточная прослойка видна на боковой проекции запястья. Эта **пронаторная жировая прослойка (Б)** в норме определяется приблизительно в одном сантиметре от передней поверхности лучевой кости (рис. 4-31). Смещение или разрушение плоскости этой прослойки может указывать даже на едва различимые переломы в нижнем отделе лучевой кости.

Локтевой сустав[2]

Три важных жировых подушки, или жировые прослойки, локтевого сустава просматриваются только в боковой проекции. В задней проекции они не видны, поскольку оказываются перекрытыми костными структурами. В боковой проекции **передняя жировая подушка (В)**, образованная наложением друг на друга венечной и лучевой жировых прослоек, выглядит слабоконтрастной тенью, которая имеет форму слезы и располагается сразу кпереди от нижней части плечевой кости (рис. 4-32). Травма или инфекция могут вызвать смещение передней подушки и изменение ее формы. Это видно только на боковой проекции локтевого сустава, согнутою под углом 90°.

Задняя жировая подушка (Г) располагается глубоко внутри ямки локтевого отростка и в норме не видна на негативном изображении локтевого сустава. Появление ее на боковой рентгенограмме локтевого сустава, согнутого под углом 90°, указывает на патологический процесс, вызвавший изменения в суставе.

Для постановки точного диагноза локтевой сустав в боковой проекции должен быть согнут строго под углом 90°. Если этот угол больше, локтевой отросток занимает одноименную ямку и приподнимает заднюю жировую подушку. В этом случае клетчаточная прослойка видна при любом, негативном или позитивном, исследовании. Вообще, увидеть на рентгенограмме заднюю подушку проще, чем переднюю.

[1] McQuillen-Martensen K: Radiographic critique, Philadelphia, 1996, WB Saunders.

[2] Criswold R. Elbow fat pads: a radiography perspective, Radiol Technol 53: 303-307, 1982.



Рис. 4-29. Ладьевидная жировая прослойка (А) — передняя и косая проекции запястья



Рис. 4-30. Ладьевидная жировая прослойка (А) - передняя и косая проекции запястья



Рис. 4-31. Пронаторная жировая прослойка (Б) — латеральная проекция запястья



Рис. 4-32. Латеральная проекция локтевого сустава (передняя и задняя жировые подушки): В — передняя жировая подушка; Г — задняя жировая подушка, не видна; Д — супинаторная жировая прослойка

Супинаторная жировая прослойка (Д) представляет собой длинную тонкую полосу, расположенную сразу кпереди от верхней части лучевой кости. Она помогает при диагностике скрытых переломов головки или шейки лучевой кости.

Итак, для того чтобы переднее и заднее жировые подушки локтевого сустава могли служить диагностическими критериями, сустав должен быть (1) согнут под углом 90°, (2) рассматриваться в истинно боковой проекции, (3) должны применят оптимальные экспозиционные методики, позволяющие визуализировать жировые тела.

Укладка: общие положения

Рентгенография верхних конечностей выполняется чаще всего при сидячем положении амбулаторного пациента. Пациент сидит у края стола, комфортно и не напряженно (рис. 4-33). Если край стола выдвинут консольно, то это еще удобнее, особенно если пациент сидит на кресле-каталке. При этом следует обратить внимание на то, что пациент должен быть максимально отодвинут от зоны действия прямого пучка. Уровень деки стола должен быть близок к уровню плеч пациента, как показано на рисунке.

Гонадная защита

Радиационная защита области гонад очень важна при рентгенографии верхних конечностей, так как пациент сидит в непосредственной близости от первичного пучка рентгеновского излучения. Проще всего использовать гонадный передник, юбку или просто закрыть область гонад рентгенозащитной накидкой (покрывалом). Хотя правила диктуют защищать только пациентов репродуктивного возраста, будет неплохо, если вы будете защищать всех.

Расстояние источник-пленка (РИП)

Распространенное РИП — 100 см для рентгенографии верхних конечностей. При выполнении снимка на кассету, лежащую непосредственно на деке стола, следует учитывать, что от деки стола до кассеты в кассетодержателе около 8 - 10 см. А поскольку линейка, которой оснащены аппараты для измерения РИП, настроена на положение кассеты под декой стола, то следует учитывать эти 8-10 см при установлении РИП.

Пациенты с травмой

Часто приходится выполнять снимок пациента, лежащего на каталке (рис. 4-34). Желательно подвинуть пациента к самому краю каталки, чтобы освободить место для кассеты и максимально удалить его от первичного пучка излучения.

Рентгенография в педиатрии

Движение ребенка часто вызывает нерезкость рентгенограммы, поэтому часто применяют различные методы фиксации пациента. Распространенный инструментарий — мягкие подушки для удобства укладки и ремни для фиксации. Подушки с песком следует применять аккуратно, так как они тяжелые. Поскольку часто помогают фиксировать ребенка во время экспозиции его родители, следует позаботиться об их радиационной защите.

Рентгенолаборанту следует разговаривать с ребенком успокаивающим тоном и языком, который ребенку понятен. Следует добиться сотрудничества ребенка. (см. главу 20 для подробных объяснений)

Рентгенография в гериатрии

Пожилым пациентам следует давать четкие и понятные инструкции. Обычная процедура выполнения снимка верхней конечности может быть изменена по состоянию пациента. Параметры экспозиции следует уменьшить.

Параметры экспозиции

Основные параметры для снимков верхней конечности таковы.

1. Значение кВ от среднего до высокого (50-70 кВ).
2. Короткое время экспозиции.
3. Малое фокусное пятно рентгеновской трубки.
4. Адекватное значение мАс для оптимальной оптической плотности.



Рис. 4-33. Амбулаторный пациент — боковая проекция кисти (защитный экран лежит на коленях пациента, закрытая область гонад)



Рис. 4-34. Пациент с травмой — задняя проекция предплечья

На образцовых рентгенограммах верхней конечности видны края мягких тканей (видны жировые подушки), а также тонкая трабекулярная структура костей.

Кассеты с усиливающими экранами

Используются кассеты с усиливающими экранами высокой разрешающей способности. Обычно отсеивающие растры не используются для верхних конечностей толщиной менее 10 см (некоторые считают, что границей по толщине служит 13 см).

Увеличение экспозиции для загипсованной конечности

Если на руку наложен гипс (шина или фиксатор), то следует увеличить параметры экспозиции. Степень увеличения зависит от типа фиксатора (см. таблицу).

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ФИКСАТОРА (ГИПСА) НА ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ

ТИП ФИКСАТОРА	УВЕЛИЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ
Маленький или средний гипс	увеличение мАс на 50-60% или кВ на 5-7 кВ
Большой гипс	увеличение мАс на 100% или кВ на 8-10 кВ
Пластиковый фиксатор	увеличение мАс на 25-30% или кВ на 3-4 кВ

Диафрагмирование, общие принципы укладок и маркеры

Принципы диафрагмирования неизменны — **края диафрагмирования должны быть видны по четырем сторонам снимка, существенные анатомические структуры не должны оказаться срезанными.**

Общее правило для размеров кассеты — она должна быть наименьшего размера, но адекватной размеру исследуемого органа. При снимке верхней конечности диафрагмирование по четырем сторонам возможно для любого размера кассеты.

На одной рентгенограмме можно получить два и более снимков. В этом случае диафрагмирование осуществляется по зоне интереса. Для получения нескольких снимков кассету закрывают защитными **экранами**.

Общее правило при рентгенографии верхней конечности — **помещать длинную ось снимаемой конечности параллельно длинной оси кассеты**. Если на рентгенограмме выполняется несколько снимков, то **направление снимаемой конечности должно быть одинаковым**.

На снимке должны быть размещены маркеры с идентификатором пациента. Идентификатор всегда располагается в свободном углу снимка.

Корректная укладка и направление ЦЛ

Аккуратная укладка и правильное направление ЦЛ очень важны при рентгенографии верхней конечности, чтобы правильно визуализировать суставные щели. Следует запомнить три основных принципа укладок верхней конечности.

1. Конечность должна быть параллельна кассете.
2. ЦЛ должен падать перпендикулярно на кассету.
3. Точка вхождения ЦЛ в объект должна быть тщательно выбрана.

Альтернативные методы исследования.

АРТРОГРАФИЯ

Артрография обычно используется для получения информации о патологии сухожилий, связок и капсул синовиальных суставов — лучезапястного, локтевого, плечевого и голеностопного. Исследование выполняется посредством введения в полость сустава контрастных веществ в стерильных условиях (см. главу 21).

КОМПЬЮТЕРНАЯ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ И МРТ)

КТ и МРТ предоставляют возможность установить локализацию и распространенность патологических процессов в мягких тканях и костях верхней конечности. Преимущества послойного изображения при КТ очевидны также при определении различных смещений и уточнения расположения анатомических структур при определенных видах переломов, что может быть затруднительным при обычной рентгенографии.

РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА

Радионуклидное исследование предназначено для диагностики остеомиелита, метастазов в кости, вколоченных переломов, а также воспалительных заболеваний подкожной клетчатки. Оценка исследуемого органа проводится в течение 24 часов от момента начала исследования. Радионуклидное исследование более чувствительный метол, чем рентгенография, поскольку позволяет оценить не только анатомическое, но и функциональное состояние органа.

Клинические показания

Все рентгенологи должны быть знакомы с клиническими показаниями, имеющими отношение к верхней конечности, включая следующие (не полный список).

Бурсит — воспалительное заболевание околосуставной сумки с накоплением в ее полости экссудата; обычно сопровождается образованием обызвествлений в прилегающих сухожилиях, что вызывает боль и ограничение движении в суставе.

Синдром запястного канала — дистрофическое заболевание области запястья и кисти, сопровождающееся болевыми расстройствами, связанными со сдавлением срединного нерва, проходящего через центр запястья, часто встречается у женщин среднего возраста.

Переломы — повреждение кости с нарушением ее целостности, возникают в результате внезапною воздействия на кость значительной силы (прямой или опосредованной). Названия переломов зависят от характера повреждения, от направления линий переломов, от расположения костных отломков и целостности окружающих тканей (смотри главу 19 для уточнения терминологии, относящейся к травме и дополнительным типам переломов); здесь приводится несколько наиболее общих примеров:

- **перелом Бартона** - внутрисуставной перелом с вывихом **заднего гребешка дистального отдела лучевой кости**;
- **перелом Беннета** — внутрисуставной перелом **основания первой пястной кости** с подвывихом ее тела в тыльно-лучевую сторону;
- **боксерский перелом** — поперечный перелом области **шейки пятой пястной кости**.

Перелом Коллиса — перелом **нижней части** лучевой кости с вывихом дистального отломка **кзади** (перелом лучевой когти в типичном месте), в 50-60% случаев сочетается с переломом шиловидного отростка локтевой кости.

Перелом Смита — противоположный перелому Коллиса, поперечный перелом **нижней части** лучевой кости с вывихом дистального отломка **кпереди.**

Подагра — форма артрита, как правило наследственного характера при котором происходит повышение уровня мочевой кислоты и крови с возможным отложением уратов в полости суставов и в других тканях. При первичном приступе развивается острый артрит, поражающий преимущественно плюснефаланговые суставы первых пальцев стоп; поражение пястно-фаланговых суставов кисти встречается реже и определяется рентгенологически только в стадии развитого подагрического артрита. Заболевание встречается чаще у мужчин после 30 лет.

Гидрартроз — скопление жидкости (серозной или геморрагической) в полости сустава; встречается при различной патологии: переломах, вывихах, повреждении мягких тканей или при воспалении.

Остеоартрит (остеоартроз) — **дегенеративно-дистрофическое заболевание** суставов не воспалительной этиологии, характеризующееся постепенным разрушением суставного хряща, с сопутствующей деформацией костной ткани; является наиболее распространенным типом суставной патологии. Считается нормальной составляющей возрастных изменений.

Остеомиелит — локальный или генерализованный инфекционно-воспалительный процесс, поражающий все элементы кости или костный мозг. Может быть следствием экзогенной бактериальной инфекции, проникающей в кость при травме или хирургическом вмешательстве. Чаще является результатом попадания эндогенной микрофлоры из отдаленных очагов, к при меру из диабетической язвы стопы.

Остеопетроз — наследственное заболевание, проявляющееся диффузным остеосклерозом большинства костей скелета, основным проявлением которого являются переломы поврежденных костей; также может привести к облитерации костно-мозговых пространств. Заболевание известно также как мраморная болезнь.

Остеопороз — снижение плотности кости в результате уменьшения количества костного вещества или недостаточного его обызвествления. Встречается у женщин в климаксе и у пожилых мужчин. В результате остеопороза происходит разрежение губчатого вещества кости с истончением костных перекладин; большинство переломов у женщин старше 50 лет являются следствием остеопороза.

Болезнь Педжета (*деформирующийостит*) — одно из наиболее распространенных заболеваний скелета диспластического характера с развитием патологической перестройки, что приводит к его деформации и осложняется переломами. Чаще встречается у мужчин старше 40, этиология точно не определена, хотя есть некоторые основания предполагать вирусное происхождение заболевания. Изменениям могут подвергаться любые кости, но наиболее часто поражаются таз, бедренная и плечевая кости, череп, позвоночник и ключица.

Ревматоидный артрит — хроническое системное воспалительное заболевание соединительной ткани с преимущественным поражением суставов. Вначале происходит разрастание мягких тканей, чаще в области запястья, вокруг шиловидного отростка локтевой кости, при этом в суставном хряще определяются эрозии. Одними из первых также поражаются второй и третий пястно-фаланговые суставы или третий проксимальный межфаланговый сустав.

Опухоли (костные опухоли): могут быть доброкачественными и реже злокачественнымиКТ и МРТ помогают определить точную локализацию и размер опухоли.

- **Миеломная болезнь** — наиболее часто встречающаяся форма п**ервичных злокачественных** новообразований кости. Одинаково поражает мужчин и женщин в возрасте от 40 до 70 лет.
- **Остеохондрома** — наиболее распространенный вид доброкачественной опухоли, встречается в молодом возрасте от 10 до 20 лет.
- **Остеосаркома** — другой тип **первичной злокачественной** костной опухоли. Чаще встречается у молодых (от 10 до 20 лет), но может быть в любом возрасте. Иногда развивается у пожилых людей с болезнью Педжета.

ТАБЛИЦА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТ ГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ [1]
Бурсит	Задняя и боковая проекции сустава	Экссудат в полости сустава с возможными обызвествлениями	Нет
Синдром запястного канала	Задняя и боковая проекции запястья; метод Гейнора -Харта	Возмржные обызвествления в запястном канале	Нет
Переломы	Задняя и боковая проекции длинных костей; задняя, боковая и косая проекции, если затронут сустав	Нарушение целостности кости с отеком мягких тканей	Нет
Подагра	Задняя и боковая проекции конечности	Четко ограниченные зоны распада или деструкции кости в запущенных случаях	Понижение (-)
Гидрартроз	Задняя и боковая проекции сустава	Скопление жидкости в полости сустава	Нет
Остеоартроз	Задняя и боковая проекции пораженной области	Сужение суставного пространства с сопутствующей деформацией костной ткани	Нет или понижение (-)
Остеомиелит	Задняя и боковая проекции кости; радиоизотопное сканирование кости	Утолщение мягких тканей и отсутствие видимых скоплений жировой ткани	Понижение (-) (для мягких тканей (- -)
Остеопетроз (мраморная кость)	Задняя и боковая проекции длинных костей	Гомогенная тень без границы между компактным и губчатым веществами	Повышение (+)
Остеопороз	Задняя и боковая проекции пораженной зоны	В области дистальных отделов кости и суставов видно уменьшение плотности костного вещества; истончение коркового слоя длинных костей	Понижение (-)
Болезнь Педжета	Задняя и боковая проекции пораженной зоны	Чередование зон уплотнения и разрежения костного вещества с рентгенопрозрачными участками, имеющее своеобразный хлопьевидный рисунок	Может требоваться повышение (+)
Ревматоидный артрит	Задняя и боковая проекции кисти и запястья	Сужение суставных пространств с подвывихом в пястно-фаланговых суставах	Понижение (-)
Опухоли	Задняя и боковая проекции пораженной зоны	Проявления зависят от типа и стадии опухоли	Нет

[1] Зависит от стадии или тяжести заболевания или состояния.

Результаты опроса по США и Канаде

Знание о том, какие проекции считаются базовыми, а какие — специальными, поможет студентам понять значимость каждой из рассмотренных проекций.

РЕЗЮМЕ

Большой палец. Основными проекциями остаются **задняя, боковая и косая**. К специальным проекциям добавилась **задняя с наклоном центрального луча под углом 10°**, метод Роберта, так как 24% опрошенных в США (и 6% и Канаде) заявили о частом использовании этой проекции для визуализации основания первой пястной кости при переломе Беннета.

Кисть. Основными проекциями остаются **передняя, косая и боковая в веерной укладке**. 88% опрошенных в США и 26% в Канаде считают боковую проекцию в веерной укладке основной проекцией, тогда как оставшиеся считают эту проекцию дополнением к основным проекциям.

Новая специальная проекция — задняя билатеральная косая проекция (руки в положении как для ловли мяча, метод Норгаарда) добавлена в Руководство, так как 45% опрошенных в США (и 57% в Канаде) используют ее для выявления ранних признаков артрита в суставах кисти, особенно у основания фаланг.

Запястье. Основными проекциями остаются **передняя, косая и боковая**. **Локтевое отклонение** для визуализации ладьевидной кости признано основной проекцией 43% опрошенных в США и 67% в Канаде. Метод Стечера для визуализации ладьевидной кости назван специальной проекцией 51% опрошенных в США, а в 1995 году только 40% опрошенных считали этот метод специальным.

Проекция запястного канала считается специальной проекцией в США (59%), но в Канаде только 31 % опрошенных считает ее таковой.

Тангенциальную проекцию моста запястья относят к специальным проекциям 37% опрошенных в США (как в 1995, так и в 1999 годах) и 21% опрошенных в 1999 году в Канаде.

Предплечье. От 99 до 100% опрошенных в США и Канаде считают **заднюю** и **боковую** проекцию предплечья основными проекциями.

Локтевой сустав. 99% опрошенных в США и Канаде считают **заднюю** и **боковую** проекцию локтевого сустава основными проекциями. К косым проекциям отношение неоднозначное — косую проекцию с **внутренней или внешней ротацией** считают основной 54% опрошенных в США и 36% в Канаде. Косую проекцию только с внешним поворотом используют 30% в США и 34% в Канаде.

Плечевая кость. Рутинными (в случае отсутствия травмы) являются **задняя** (98%) и **боковая с ротацией** (наиболее часто используют латеромедиальную проекцию - пациент в укладке для задней проекции - 91 % в США и 71 % в Канаде), не так часто используют медиолатеральную проекцию — 25% в США и 51% в Канаде.

Основные и специальные проекции

Определенные базовые и специальные проекции для кисти, запястья, предплечья, локтевого сустава и плечевой кости описаны на следующих страницах как рекомендуемый стандарт и как процедуры, которыми должны владеть все рентгенолаборанты.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные проекции, именуемые также стандартными, — это проекции, которые чаще всего используются для диагностики контактных пациентов.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные — это проекции, которые чаще всего используются в качестве дополнения для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Пальцы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, 135
- Передняя косая, 136
- Боковая, 137

Большой палец
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 138
- Передняя косая, 139
- Боковая, 140

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, по Роберту, 141

Кисть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, 142
- Передняя косая, 143
- Боковая (веерная), 144
- Боковая с вытянутой или согнутой кистью, 145

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя косая билатеральная (метод Норгаарда), 146

Запястье
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, 147
- Передняя косая, 148
- Боковоя, 149

Запястье
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Проекции ладьевидной кости
  - Наклон ЦЛ с локтевым отклонением кисти, 150
  - Модифицированный метод Спечера, 151
- Лучевое отклонение кисти, 152
- Канал запястья, 153
- Мост запястья, 154

Предплечье
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 155
- Боковая, 156

Локтевой сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя:
  - Локтевой сустав полностью распрямлен, 157
  - Локтевой сустав частично распрямлен, 158
- Задняя косая:
  - С латеральной ротацией (наружу), 159
  - С медиальной ротацией (внутрь), 160
- Боковая, 161

Локтевой сустав
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Метод Джонса - аксиальная проекция, 162
- Травма - аксиальная проекция (метод Койля), 163
- боковая проекция головки лучевой кости, 164

Плечевая кость
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 165
- Боковая проекция с ротацией, 166
- Латерография, 167

Смотрите также трансторакальную боковую проекцию и Y-образную проекцию ключицы в главе 5.

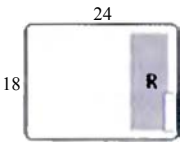
ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ПАЛЬЦЫ

Пальцы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи дистальной, средней и проксимальной фаланг; а также дистального отдела пястной кости и связанных с ними суставов. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
2	60	2	60	60	М НСЗ* Ж <1

Примечание: иногда выполняют альтернативную проекцию с кассетой большего размера, так, чтобы включить всю кисть в передней проекции для выявления возможной вторичной травмы или патологии кисти и запястья. В таком случае в дальнейшем выполняются только косые и боковые проекции изучаемого пальца.

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90º, кисть и предплечье свободно лежат на столе.

Укладка снимаемой области

- Рука лежит пронационно, пальцы распрямлены.
- Палец лежит вдоль средней линии области съемки.
- Пальцы, которые не исследуются, максимально отодвинуты в сторону.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на проксимальный межфаланговый сустав**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям исследуемого пальца.



Рис. 4-35. Укладка для передней проекции 2-го пальца



Рис. 4-36. Укладка для передней проекции 4-го пальца



Рис. 4-37. Рентгенограмма 4-го пальца в передней проекции

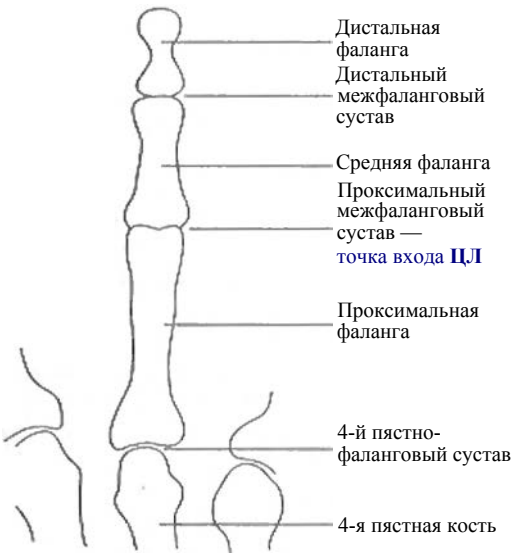


Рис. 4-38. Анатомическая схема 4-го пальца в передней проекции

* НСЗ - не имеет существенного значения. - *Ред.*

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальная, средняя и проксимальная фаланги, дистальный отдел пястной кости и связанные с ними суставы.

Укладка. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • **Отсутствие ротации** пальца подтверждается симметричностью вогнутых краев тел фаланг и дистальных пястных костей. • Толщина мягких тканей на снимке с обеих сторон фаланг должна быть примерно одинакова. • Пальцы должны быть разведены так, чтобы на снимке не перекрывались тени мягких тканей разных пальцев. • Межфаланговые суставы должны выглядеть открытыми, подтверждая правильное пронационное расположение кисти.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен проксимальный межфаланговый сустав.

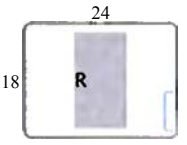
Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность отчетливо видеть границы мягких тканей и трабекулярную структуру кости.

ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С МЕДИАЛЬНОЙ ИЛИ ЛАТЕРАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ: ПАЛЬЦЫ

Пальцы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи дистальной, средней и проксимальной фаланг; а также дистального отдела пястной кости связанных с ними суставов. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты - 18 х 24 см.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- **Аксессуары:** 45° или ступенчатый поролоновый клин.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон
2	60	2	60	60	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и предплечье свободно лежат на столе.

Укладка снимаемой области

- Рука лежит пронационно вдоль клина, пальцы распрямлены. При этом кисть руки наклонена под углом 45° к плоскости кассеты, большой палец направлен вверх.
- Палец лежит вдоль средней линии области съемки.
- Пальцы раздвинуты, а исследуемый палец лежит на самом краю блока параллельно плоскости кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на проксимальный межфаланговый сустав**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям исследуемого пальца.

Альтернативная медиальная косая проекция (рис. 4-39): Второй палец также может быть снят в косой 45° проекции с медиальной ротацией (большой палец внизу). При этом все (кроме второго) пальцы согнуты так, чтобы их изображение не попало на рентгенограмму. В этой проекции палец находится чуть ближе к кассете, что дает лучшее пространственное разрешение, но эта укладка может быть более болезненна для пациента.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальная, средняя и проксимальная фаланги, дистальный отдел пястной кости и связанные с ними суставы под углом 45°.

Укладка. • Межфаланговый и пястно-фаланговый сустав должны быть открыты, что подтверждает правильное направление ЦЛ и правильное расположение пальца параллельно кассете. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • Не должно быть наложения изображений соседних пальцев.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен проксимальный межфаланговый сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть границы мягких тканей и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-39. Укладка для косой проекции 2-го пальца с латеральной ротацией



Рис. 4-40. Укладка для косой проекции 2-го пальца (альтернативная) с медиальной ротацией



Рис. 4-41. Укладка для косой проекции 3-го пальца с латеральной ротацией



Рис. 4-42. Укладка для косой проекции 5-го пальца с латеральной ротацией



Рис. 4-43. Рентгенограмма 4-го пальца в косой проекции

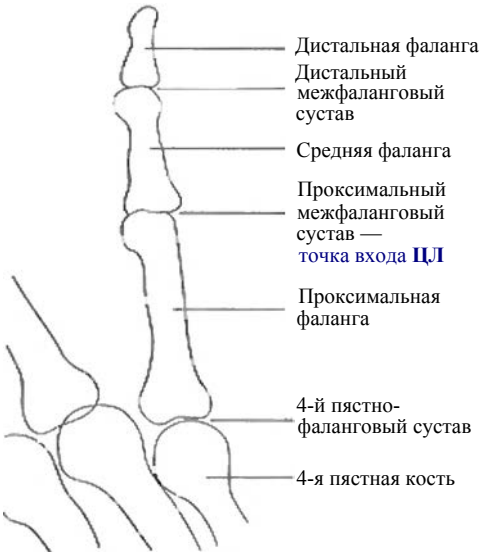


Рис. 4-44. Анатомическая схема 4-го пальца в косой проекции

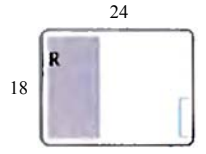
БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЛИ ЛАТЕРОМЕДИАЛЬНАЯ: ПАЛЬЦЫ

Пальцы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи дистальной, средней и проксимальной фаланг; а также дистального отдела пястной кости и связанных с ними суставов. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты - 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- **Аксессуары:** поролоновый блок.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
2	60	2	60	60	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закроите область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и предплечье свободно лежат на столе.

Укладка снимаемой области

- Рука в боковой укладке (большой палец сверху), исследуемый палец отогнут и вытянут прямо и по средней линии области снимка (см. примечание об исследовании 2-го пальца).
- Палец лежит вдоль средней линии области съемки.
- Используйте поролоновый или любой другой рентгенопрозрачный блок для того, чтобы зафиксировать палец, обеспечив его упором.
- Длинная ось пальца должна быть параллельна кассете

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на проксимальный межфаланговый сустав**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальная, средняя и проксимальная фаланги, дистальный отдел пястной кости и связанные с ними суставы в боковой проекции.

Укладка. • Межфаланговый и пястно-фаланговый сустав должны быть открыты, что подтверждает правильное направление ЦЛ и правильное расположение пальца параллельно кассете. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • Палец должен находиться в истинной боковой укладке, что определяется по вогнутой форме передней части тела фаланг.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен проксимальный межфаланговый сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть границы мягких тканей и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-45. Укладка 2-го пальца для медиолатеральной проекции



Рис. 4-46. Укладка 3-го пальца для латеромедиальной проекции

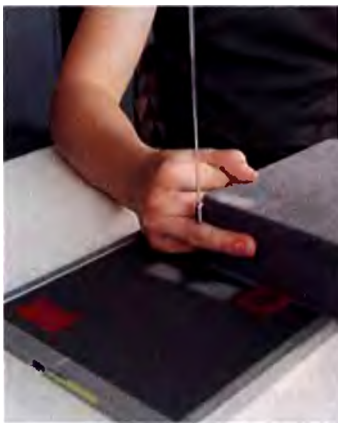


Рис. 4-47. Укладка 4-го пальца для латеромедиальной проекции



Рис. 4-48. Укладка 5-го пальца для латеромедиальной проекции



Рис. 4-49. Рентгенограмма 4-го пальца и боковой проекции

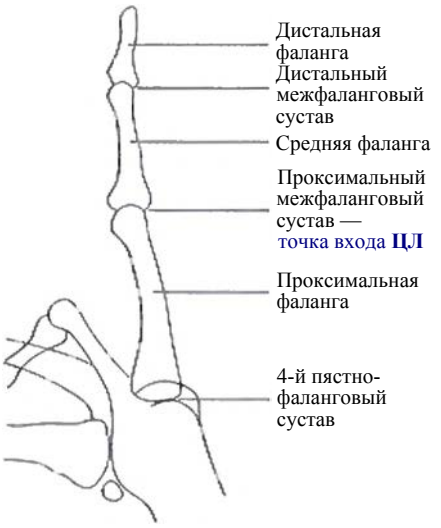


Рис. 4-50. Анатомическая схема 4-го пальца в боковой проекции

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям исследуемого пальца.

Примечание: для второго пальца рекомендуем использовать медиолатеральную проекцию (рис. 4-45), если пациент может выполнить эту укладку. Палец должен прилегать к кассете что повысит резкость изображения.

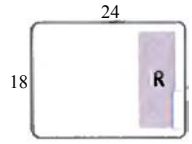
ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: БОЛЬШОЙ ПАЛЕЦ

Большой палец
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя
• Передняя косая
• Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи дистальной и проксимальной фаланг, а также дистального отдела пястной кости и связанных с ними суставов. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит. (См. специальную переднюю проекцию по методу Роберта для перелома Беннетта основания первой пястной кости.)

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
3	60	3	100	100	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента — задняя проекция

Пациент сидит лицом к столу, руки вытянуты вперед. Исследуемая рука вывернута вовнутрь так, чтобы большой палец лег супинационно для задней проекции (рис. 4-51).

Укладка снимаемой области — задняя проекция

Сначала продемонстрируйте эту неудобную укладку пациенту на себе, чтобы он лучше понял, что от него требуется.

- Рука пациента выворачивается вовнутрь, пока тыльная поверхность большого пальца не коснется кассеты, пальцы вытянуты (возможно пациенту будет удобнее придерживать пальцы другой рукой так, как показано на рис. 4-51).
- Палец лежит вдоль средней линии области съемки.
- Первый пястно-фаланговый сустав должен быть расположен по центру области снимка.

Исключение — передняя проекция (если пациент не может выполнить предыдущую укладку)

Расположите руку в позицию, близкую к боковой укладке, и уложите большой палец на рентгенопрозрачную поролоновую подушку. Высота подушки (блока) должна быть достаточной для того, чтобы проекция вышла не косой, а **прямой передней**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальная и проксимальная фаланги, первый пястно-фаланговый сустав, кость-трапеция и связанные с ними суставы. Межфаланговые и пястно-запястные суставы должны выглядеть открытыми.

Укладка. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • **Отсутствие ротации** пальца подтверждается симметричностью вогнутых краев тел фаланг. • Толщина мягких тканей на снимке с обеих сторон фаланг должна быть примерно одинакова.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен первый пястно-фаланговый сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть контуры мягких тканей и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-51. Укладка для задней проекции большого пальца — ЦЛ направлен на первый пястно-фаланговый сустав

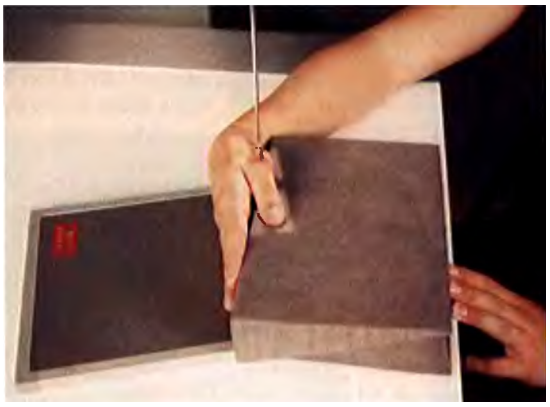


Рис. 4-52. Укладка для передней проекции большого пальца (исключение)



Рис. 4-53. Рентгенограмма большого пальца



Рис. 4-54. Анатомическая схема большого пальца

Примечание: мы **не рекомендуем** прямую переднюю проекцию, так как из за увеличенного РОП (расстояния от объекта до приемника изображения) четкость снимка будет хуже, чем в задней проекции.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассета и направлен на **первый пястно-фаланговый сустав**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям пальца, **включая целиком первый пястно-фаланговый сустав**.

ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С МЕДИАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ: БОЛЬШОЙ ПАЛЕЦ

Большой палец
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Передняя косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи дистальной и проксимальной фаланг, а также дистального отдела пястной кости и связанных с ними суставов. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
3	60	3	100	100	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть лежит на кассете.

Укладка снимаемой области

- Отведите большой палец кисти немного в сторону, ладонная поверхность кисти прилегает к кассете. (При этом большой палец окажется в косой укладке под углом примерно 45° к поверхности кассеты.)
- Палец лежит вдоль средней линии области съемки.
- Первый пястно-фаланговый сустав находится в центре снимка, ЦЛ направлен на него.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и **направлен на проксимальный межфаланговый сустав**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям пальца, **включая целиком первый пястно-фаланговый сустав**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальная и проксимальная фаланги, первый пястно-фаланговый сустав, кость-трапеция и связанные с ними суставы под углом 45°. • Межфаланговые и пястно-запястные суставы должны выглядеть открытыми.

Укладка. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен первый пястно-фаланговый сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть контуры мягких тканей и трабекулярную структуру кости.

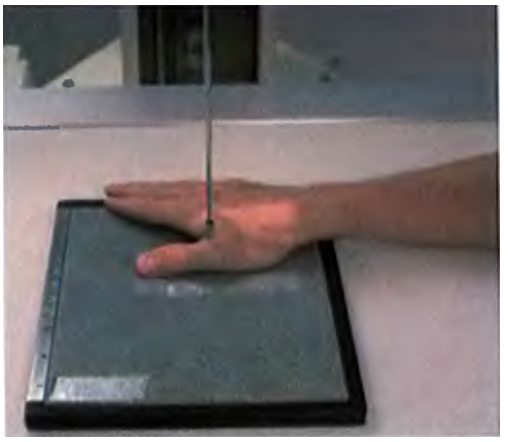


Рис. 4-55. Укладка для косой проекции большого пальца — ЦЛ направлен на первый пястно-фаланговый сустав



Рис. 4-56. Рентгенограмма большого пальца в косой проекции

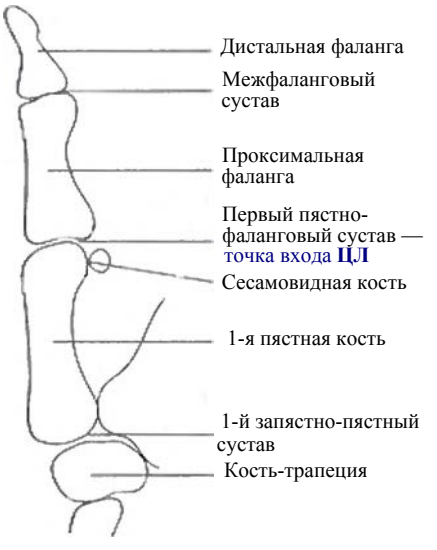


Рис. 4-57. Анатомическая схема большого пальца в косой проекции

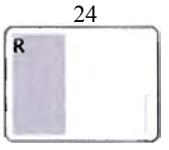
БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: БОЛЬШОЙ ПАЛЕЦ

Большой палец
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Передняя косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи дистальной и проксимальной фаланг, а также дистального отдела пястной кости и связанных с ними суставов. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- **Аксессуары:** поролоновый блок
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
3	60	3	100	100	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть лежит на столе ладонью вниз.

Укладка снимаемой области

- Начните с того, что кисть лежит ладонью вниз, большой палец отведен в сторону, пальцы образуют арку. Затем поверните кисть медиально, пока большой палец не расположится в **истинно боковой укладке**.
- Палец лежит вдоль средней линии области съемки.
- **Первый пястно-фаланговый сустав** расположен в центре области снимка.
- Боковая поверхность большого пальца должна целиком лежать на кассете.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на проксимальный межфаланговый сустав**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям пальца, **включая целиком первый пястно-фаланговый сустав.**

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальная и проксимальная фаланги, первый пястно-фаланговый сустав, кость-трапеция и связанные с ними суставы в боковой проекции. • Межфаланговые и пястно-запястные (суставы должны выглядеть открытыми.

Укладка. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • Большой палец должен быть **в истинно боковой укладке**, что подтверждается вогнутой передней поверхностью проксимальной фаланги и первой пястной кости, при этом их задние поверхности выглядят прямыми.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен первый пястно-фаланговый сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть контуры мягких тканей и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-58. Укладка пациента для боковой проекции большого пальца (общий вид)



Рис. 4-59. Укладка большого пальца для боковой проекции — ЦЛ направлен на первый пястно-фаланговый сустав



Рис. 4-60. Рентгенограмма большого пальца в боковой проекции



Рис. 4-61. Анатомическая схема большого пальца в боковой проекции

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ (МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД РОБЕРТА)[1]: БОЛЬШОЙ ПАЛЕЦ

Большой палец
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Передняя косая
- Боковая

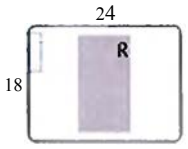
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, по Роберту

Выявляемая патология

Эта специальная проекция помогает выявить переломы и/или вывихи **первого запястно-пястного сустава**. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеомороз и остеоартрит.

Основание первой пястной кости может быть изучено на предмет обнаружения **перелома Беннетта**.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
3	60	3	100	100	М Ж НСЗ <1 мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента — задняя проекция

Пациент параллельно краю стола, рука и кисть полностью выпрямлены.

Укладка снимаемой области — задняя проекция

- Рука пациента выворачивается вовнутрь, пока тыльная поверхность большого пальца не коснется кассеты.
- Палец лежит вдоль средней линии области съемки. Первый пястно-фаланговый сустав должен быть расположен по центру области снимка.
- Отведите остальные пальцы в сторону, чтобы их изображения не появились на рентгенограмме и не наложились на первый запястно-пястный сустав.
- Посоветуйте пациенту придерживать пальцы другой рукой, если это необходимо.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **проксимально на 15°** (в сторону запястья) и направлен на первый запястно-пястный сустав.
- Минимальное РИП составляем 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям пальца и первого запястно-пястного сустава.



Рис. 4-62. Укладка для задней проекции большого пальца — модифицированный метод Роберта, ЦЛ наклонен на 15° и направлен на первый запястно-пястный сустав



Рис. 4-63. Рентгенограмма большого пальца в задней проекции по методу Роберта

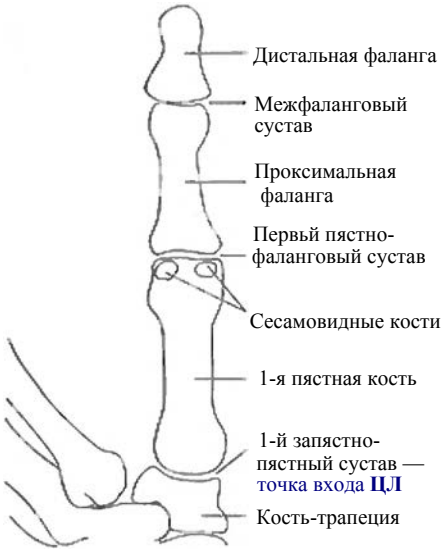


Рис. 4-64. Анатомическая схема большого пальца в модифицированной проекции по методу Роберта

[1] Long B, Rafert J: *Orthopaedic radiography*, Philadelphia, 1995, WB Saunders.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Большой палец в задней проекции и первый запястно-пястный должны быть видны без наложений. • Основание первой пястной кости и кость-трапеция должны быть хорошо видны.

Укладка. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • Отсутствие ротации пальца подтверждается симметричностью вогнутых краев тел фаланг. Толщина мягких тканей на снимке с обеих сторон фаланг должна быть примерно одинакова. • Первый запястно-пястный и пястно-фаланговый суставы должны выглядеть на снимке открытыми.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен первый запястно-пястный сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть контуры мягких тканей и трабекулярную структуру кости.

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: КИСТЬ

Кисть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая (веерная)

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы, вывихи или инородные тела в районе фаланг, пястных костей, а также в связанных с ними суставах. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



или

- Размер кассеты — 24 х 30 см.
- Кассета делится при съемке пополам (продольно или поперечно в зависимости от размера кисти).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
4	62	3	110	110	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и предплечье свободно лежат на столе.

Укладка снимаемой области

- Рука лежит пронационно, ладонь полностью прижата к кассете, пальцы распрямлены.
- Длинная ось кисти и предплечья должна быть выровнена по длинной оси области снимка.
- Центр кисти расположен в центре снимка.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на третий пястно-фаланговый сустав**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям кисти.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена прямая проекция всей кисти с лучезапястным суставом и при мерно 2,5 см предплечья. Обратите внимание, что на передней проекции кисти большой палец получается в косой проекции.

Укладка. • Пястно-фаланговые и межфаланговые суставы должны выглядеть открытыми на рентгенограмме, что подтверждает правильное направление ЦЛ и полное прилегание ладонной части кисти к кассете. • **Отсутствие ротации** кисти подтверждается следующими признаками: симметричностью вогнутых краев тел фаланг и дистальных пястных костей со 2-й по 5-ю; толщина мягких тканей на снимке с обеих сторон фаланг со 2-й по 5-ю должна быть примерно одинакова. • Пальцы должны быть разведены так, чтобы на снимке не перекрывались тени мягких тканей разных пальцев.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен третий пястно-фаланговый сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть контуры мягких тканей и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-65. Укладка для передней проекции кисти, ЦЛ направлен на третий пястно-фаланговый сустав



Рис. 4-66. Рентгенограмма кисти в передней проекции

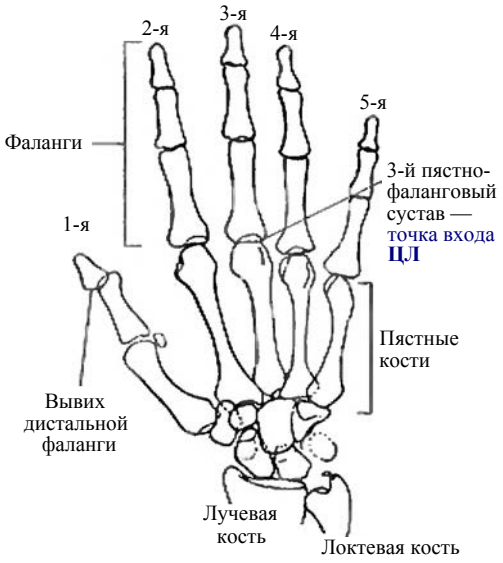


Рис. 4-67. Анатомическая схема кисти в передней проекции

Примечание: если целью исследования являются обе кисти (или запястья), то снимки каждой руки для правильного расположения ЦЛ выполняют по отдельности.

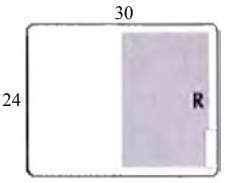
ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ: КИСТЬ

Кисть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая (веерная)

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы, вывихи фаланг, пястных костей, а также в связанных с ними суставах. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты - 24 x 30 см.
- Кассета делится при съемке: пополам поперечно.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
4	64	3	120	120	М Ж / НСЗ <1 мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и предплечье свободно лежат на столе.

Укладка снимаемой области

- Рука лежит пронационно, длинная ось кисти и предплечья должна быть выровнена вдоль длинной оси области снимка.
- Поверните всю руку латерально на 45° и уложите на рентгенопрозрачный клин, как показано на рисунке, так, чтобы все пальцы располагались **параллельно плоскости кассеты** (см. исключение).

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на третий пястно-фаланговый сустав**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям кисти и запястья.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена косая проекция всей кисти с лучезапястным суставом и примерно 2,5 см предплечья.

Укладка. • Пястно-фаланговые и межфаланговые суставы должны выглядеть открытыми на рентгенограмме, средние и дистальные фаланги получаются без проекционного укорачивания, что подтверждает правильное расположение пальцев параллельно кассете. • Длинная ось кисти и запястья должна лежать вдоль длинной оси снимка. • Угол наклона 45° подтверждается следующим: средние части третьей, четвертой и пятой пястных костей не накладываются друг на друга; может наблюдаться наложение дистальных головок третьей, четвертой и пятой пястных костей, но нет наложения дистальных частей второй и третьей пястных костей, излишнее наложение пястных костей говорит о чрезмерной ротации, большое растояние между пястными костями говорит о том, что кисть недостаточно повернута.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен **третий пястно-фаланговый сустав**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть края мягких тканей и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-68. Укладка для стандартной косой проекции кисти (пальцы параллельны плоскости кассеты)



Рис. 4-69. Исключение: непараллельное расположение пальцев может быть оправдано только тем, что предметом интереса являются пястные кости



Рис. 4-70. Рентгенограмма кисти в косой проекции (пальцы параллельны плоскости кассеты)



Рис. 4-71. Рентгенограмма кисти в косой проекции (пальцы не параллельны плоскости кассеты)



Рис. 4-72. Анатомическая схема кисти в косой проекции (пальцы параллельны плоскости кассеты)

Исключение: для выполнения стандартного снимка кисти в косой проекции используйте рентгенопрозрачный клин (рис. 4-68). Клин позволяет избежать проекционного укорачивания изображения фаланг и затемнения межфаланговых суставов. Но если предметом интереса являются только пястные кости, то снимок может быть выполнен без клина. Пальцы при этом укладываются так, чтобы они кончиками касались кассеты (рис. 4-69).

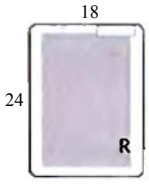
БОКОВАЯ ЛАТЕРОМЕДИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ - ВЕЕР: КИСТЬ

Кисть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая (веерная)

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы, вывихи фаланг, а также переломы и вывихи пястных костей. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение — продольное.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 55- 65 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
4	66	3	140	80	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и предплечье свободно лежат на столе.

Укладка снимаемой области

- Длинная ось кисти выровнена по длинной оси кассеты.
- Поверните руку и кисть в боковую позицию, большой палец вверху.
- Расправьте пальцы пациента и разложите их по клину, так, чтобы вся кисть напоминала веер. Каждый палец должен лежать отдельно и параллельно плоскости кассеты. При этом пястные кости находятся в истинной боковой укладке.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на второй пястно-фаланговый сустав.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям кисти и запястья.

Примечание: боковая веерная проекция - самая популярная, если предметом интереса являются фаланги. (См. на следующей странице альтернативную проекцию.)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена косая проекция всей кисти с лучезапястным суставом и примерно 2,5 см предплечья.

Укладка. • Пальцы должны получиться на снимке с равными промежутками между собой, фаланги в боковой проекции и суставные щели должны быть открытыми, что получается при параллельном расположении пальцев относительно кассеты. Большой палец получается в слегка косой проекции, без наложений с открытой суставной щелью. Длинная ось кисти лежит вдоль длинной оси кассеты. • Кисть и запястье должны быть в истинном боковой укладке, о чем свидетельствуют наложение лучевой и локтевой костей, а также пястных костей.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен **второй пястно-фаланговый сустав**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть края мягких тканей и трабекулярную структуру кости. Контуры пястных костей наложены друг на друга. • Дистальные и средние фаланги всех пальцев должны быть четкими, но могут быть чуть переэкспонированы.



Рис. 4-73. Укладка для боковой веерной проекции (пальцы разведены и параллельны кассете); ЦЛ направлен на второй пястно-фаланговый сустав



Рис. 4-74. Рентгенограмма кисти в боковой веерной проекции



Рис. 4-75. Анатомическая схема кисти в боковой веерной проекции

БОКОВАЯ ЛАТЕРОМЕДИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ВЫТЯНУТОЙ И СОГНУТОЙ КОНЕЧНОСТИ: КИСТЬ

Альтернатива боковой веерной проекции

Кисть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая (веерная)
- Боковая с вытянутой или согнутой кистью

Выявляемая патология

Боковая проекция с вытянутой или согнутой кистью является альтернативой веерной проекции и служит для локализации инородных тел в кисти, а также демонстрирует передние и задние смещения при переломах пястных костей.

Боковая проекция при естественном сгибании кисти менее болезненна для пациента.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение — продольное.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 55-65 кВ.
- Аксессуары — 45° рентгенопрозрачный клин (или лесенка)
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
4	66	3	140	80	М Ж НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и предплечье свободно лежат на столе.

Укладка снимаемой области

Поверните руку и кисть **в истинно боковую укладку**, большой палец сверху. Пястно-фаланговые суставы должны проецироваться на центр кассеты.

- **Боковая проекция вытянутой кисти:** Пациент должен максимально выпрямить пальцы и удерживать руку на рентгенопрозрачном блоке. Все пальцы в истинной боковой укладке.
- **Боковая проекция согнутой кисти:** Пациент должен согнуть пальцы без усилия, большой палец касается второго. Все пальцы в истинно боковой укладке.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на пястно-фаланговые суставы со второго по пятый**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям кисти и запястья.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена косая проекция всей кисти с лучезапястным суставом и примерно 2,5 см предплечья • Большой палец получается в слегка косой проекции, без наложений с открытой суставной щелью.

Укладка. • Длинная ось кисти и запястья лежит вдоль длинной оси снимка • Кисть и запястье должны быть в **истинно боковой укладке**, о чем свидетельствуют: наложение лучевой и локтевой костей, а также пястных костей.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должно быть расположено место суперпозиции **пястно-фаланговых суставов со второго по пятый**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть контуры мягких тканей и трабекулярную структуру кости. • Контуры пястных костей наложены друг на друга.



Рис. 4-76. Укладка для боковой проекции с вытянутой кистью



Рис. 4-77. Укладка для боковой проекции с согнутой кистью



Рис. 4-78. Рентгенограмма кисти в боковой проекции с вытянутой кистью



Рис. 4-79. Рентгенограмма кисти в боковой проекции с согнутой кистью



Рис. 4-80. Анатомическая схема кисти в боковой проекции с согнутой кистью

ЗАДНЯЯ КОСАЯ БИЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: КИСТЬ

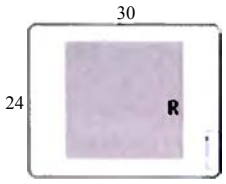
Метод Норгаарда или укладка рук в положение «для ловли мяча»

Кисть
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя косая билатеральная

Выявляемая патология

Эта проекция выполняется для выявления ранних признаков ревматоидного артрита в районе проксимальных фаланг со второй по пятую и соответствующих пястно-фаланговых суставов. Также могут быть обнаружены переломы основания пятой пястной кости.

Выполняют снимок двух кистей одновременно для сравнения костных структур разных рук.



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение — поперечное.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 55-65 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
4	62	3	110	110	М Ж / НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола обе руки вытянуты вперед.

Укладка снимаемой области

- Руки лежат супинационно медиальными сторонами к центру кассеты.
- Из этого положения руки поворачивают внутрь на 45° к угадывают на рентгенопрозрачные клинья (рис. 4-81).
- Пальцы должны быть расправлены и свободно лежать на наклонных поверхностях, параллельно плоскости кассеты.
- Оба больших пальца должны быть отведены в стороны.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на точку, лежащую посередине между руками на уровне пятого пястно-фалангового сустава.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям кисти и запястья.

Примечание: модификацией метода Норгаарда является укладка, когда руки находятся в положении «для ловли мяча», но пальцы частично согнуты (см. вставку на рис. 4-81), что позволяет лучше визуализировать пястно-фаланговые суставы.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Обе кисти должны быть видны от области лучезапястного сустава до кончиков пальцев в косой проекции под углом 45°.

Укладка. • Проекция в 45° проявляет себя в следующем: средние части пястных костей со 2-й по 4-ю и основания фаланг не перекрываются. Пястно-фаланговые суставы выглядят открытыми; изображение большого пальца не наложено на изображение второго пальца.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка между кистями, **на уровне пястно-фаланговых суставов**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть края мягких тканей и трабекулярную структуру кости и внутренние края пястно-фаланговых суставов.

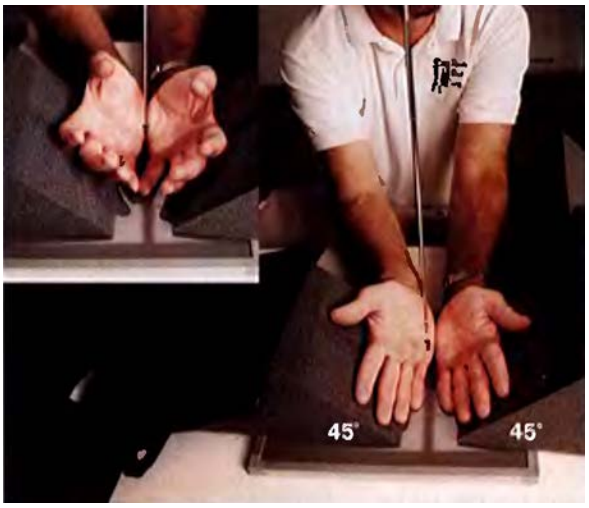


Рис. 4-81. Укладка для билатеральной косой проекции под углом 45°. ЦЛ между пятыми пястно-фаланговыми суставами. (На вставке — положение рук — «для ловли мяча»)



Рис. 4-82. Рентгенограмма кисти в билатеральной косой проекции пол углом 45°

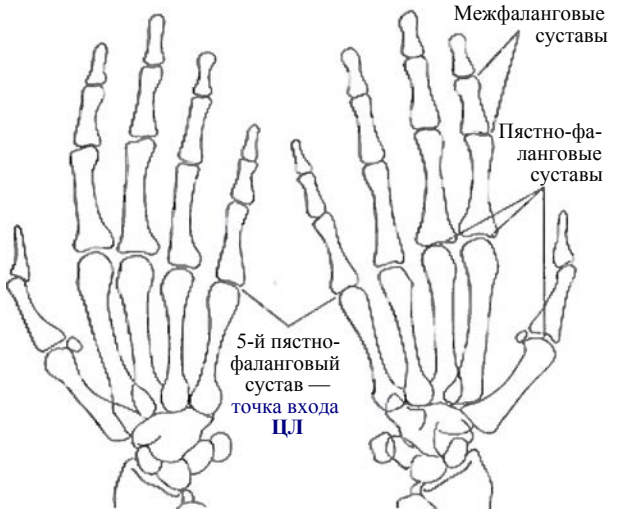


Рис. 4-83. Анатомическая схема кисти в билатеральной косой проекции под углом 45°

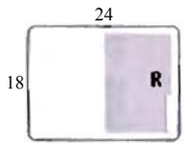
ПЕРЕДНЯЯ (ЗАДНЯЯ) ПРОЕКЦИЯ: ЗАПЯСТЬЕ

Запястье
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы дистальных отделов лучевой и локтевой кости или переломы их шиловидных отростков, а также переломы костей запястья. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 х 24 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперек.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ±6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
4	62	4	140	140	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут иод углом 90°, кисть и запястье лежат на кассете ладонью вниз. Плечо, локоть пациента и его запястье должны лежать в одной горизонтальной плоскости.

Укладка снимаемой области

- Выровните длинную ось кисти и запястья вдоль длинной оси снимка, кости запястья должны лежать в центре.
- Кисть расположена пронационно, но пальцы должны быть согнуты так, **чтобы область пястных костей равномерно прилегала к кассете**.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на середину запястья**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям запястья, включая дистальные отделы локтевой и лучевой костей.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны кости запястья, пястные кости, дистальные отделы локтевой и лучевой кости, мягкие ткани, такие как жировые подушки и полоски запястья. • Суставные щели между костями запястья не все будут выглядеть открытыми из-за неправильной формы самих костей.

Укладка. • Длинная ось кисти должна быть параллельна границам области снимка. • Прямая передняя проекция определяется по следующим признакам: симметричность вогнутых краев тел пястных костей и практически одинаковое расстояние между ними, наблюдается промежуток между дистальными частями лучевой и локтевой костей, возможно с небольшим наложением дистального лучелоктевого сустава.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должна быть расположена **середина запястья**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть мягкие ткани, такие как жировые подушки и четкие края костей запястья, а также их трабекулярную структуру.



Рис. 4-84. Укладка для передней проекции кисти



Рис. 4-85. Альтернативная укладка для задней проекции кисти



Рис. 4-86. Рентгенограмма кисти в передней проекции

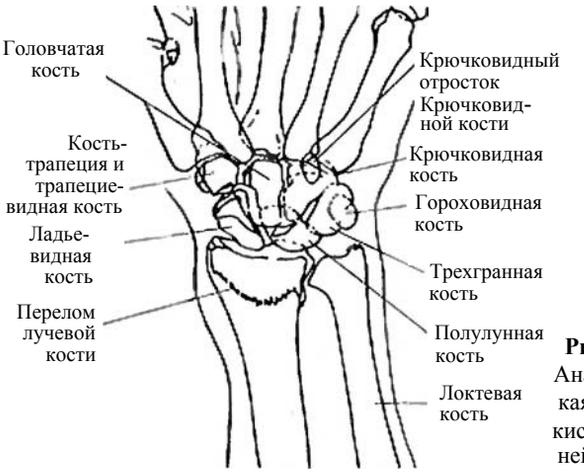


Рис. 4-87. Анатомическая схема кисти в передней проекции

Альтернативная задняя проекция: для лучшей демонстрации суставов запястья и промежутков между костями запястья можно выполнить заднюю проекцию запястья со слегка согнутой кистью так, чтобы **пястные кости и кости запястья равномерно прилегали к кассете** (рис. 4 -85). Это хорошая проекция, и, если состояние пациента позволяет ее выполнить, мы рекомендуем ее для диагностики состояния костей запястья.

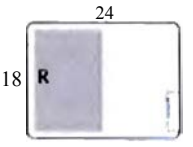
ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С ЛАТЕРАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ: ЗАПЯСТЬЕ

Запястье
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы дистальных отделов лучевой и локтевой кости или переломы их шиловидных отростков, а также переломы костей запястья. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и остеоартрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперек.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
5	64	4	160	140	М Ж	НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и запястье лежат на кассете ладонью вниз.

Укладка снимаемой области

- Выровните длинную ось кисти и запястья вдоль длинной оси снимка, кости запястья должны лежать в центре.
- Кисть первоначально расположена пронационно. Из этого положения поверните кисть и запястье латерально на 45°.
- Для стабильности поместите 45° клин под кисть (рис. 4-89) или согните пальцы пациента аркой (рис. 4-88).

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на середину запястья**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям запястья, включая дистальные отделы локтевой и лучевой костей.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальные отделы локтевой и лучевой кости, кости запястья и пястные кости. • Кость-трапеция и ладьевидная кость должны быть хорошо видны с небольшим наложением других костей запястья.

Укладка. • Длинная ось кисти должна быть параллельна границам области снимка. • Косая проекция 45° определяется по частичному наложению головки лучевой кости и дистального отдела лучевой кости. • Проксимальные 3-я, 4-я и 5-я пястные кости накладываются друг на друга.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должна быть расположена середина запястья

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть кости запястья и их накладывающиеся края, границы мягких тканей и ясную, четкую трабекулярную структуру костей.

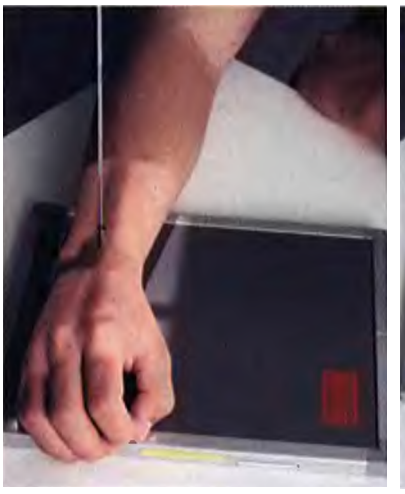


Рис. 4-88. Укладка для косой передней проекции кисти



Рис. 4-89. Укладка для косой передней проекции кисти с рентгенопрозрачным клином



Рис. 4-90. Рентгенограмма кисти в передней косой проекции

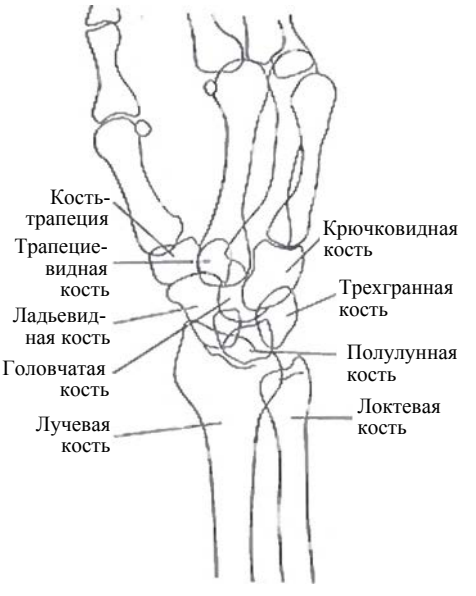


Рис. 4-91. Анатомическая схема кисти в передней косой проекции

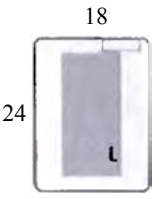
БОКОВАЯ - ЛАТЕРОМЕДИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЗАПЯСТЬЕ

Запястье
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Передняя косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы дистальных отделов лучевой и локтевой кости, особенно заднепередние смещения **при переломах Бартона, Колли или Смита**. Может быть выявлен остеоартрит, особенно сочленений кости-трапеции и первого запястно-пястного сустава.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение — продольное.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 64 ± 6 кВ; увеличение кВ (+4) по сравнению с передней и косой проекциями кисти. Исследуемая кисть и запястье помещают на кассету в истинную боковую позицию, большой палец вверху.
- Уставки и доза:

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, обе кисти и предплечья лежат на столе. Плечо, локоть пациента и его запястье должны лежать в одной горизонтальной плоскости.

Укладка снимаемой области

- Выровните длинную ось кисти и запястья вдоль длинной оси кассеты.
- Кисть и рука должны быть приведены в **истинно боковую укладку**, пальцы согнуты так, как это удобно пациенту. Для того чтобы зафиксировать руку, можно в качестве упора использовать рентгенопрозрачный блок (подушку) или мешок с песком (см. рис. 4-93).
- Для стабильности поместите 45° клин под кисть (рис. 4-89) или частично согните пальцы пациента дугой (рис. 4-88).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальные отделы локтевой и лучевой кости, кости запястья и, по крайней мере, пястные кости до их середины.
Укладка. • Длинная ось кисти и предплечья должна быть параллельна границам области снимка. • **Истинно боковая** укладка определяется по: частичному наложению головки лучевой кости и дистального отдела лучевой кости; проксимальные отделы пястных костей со 2-й по 5-ю выровнены и накладываются друг на друга.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должна быть расположена середина запястья.
Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность видеть ясную и четкую трабекулярную структуру костей, а также такие границы мягких тканей, как жировые подушки кисти и границу дистального отдела локтевой кости через наложенное изображение лучевой кости.



Рис. 4-92. Укладка пациента для боковой проекции кисти



Рис. 4-93. Укладка снимаемой области для боковой проекции кисти



Рис. 4-94. Рентгенограмма кисти в боковой проекции

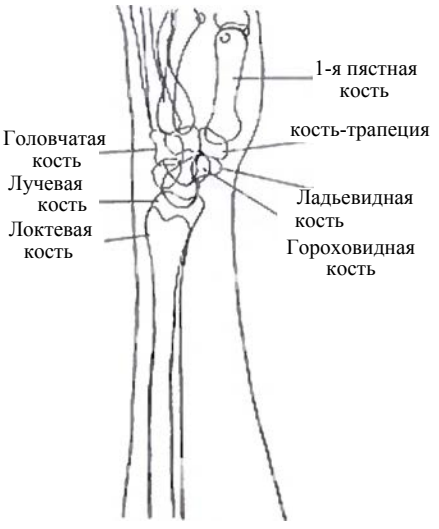


Рис. 4-95. Анатомическая схема кисти в боковой проекции

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на середину запястья.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям запястья, включая дистальные отделы локтевой и лучевой костей и область пястных костей.

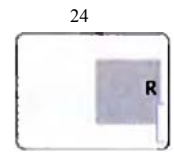
ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ЛАДЬЕВИДНОЙ КОСТИ - С ЛОКТЕВЫМ ОТКЛОНЕНИЕМ КИСТИ И НАКЛОНОМ ЦЛ: ЗАПЯСТЬЕ

Предупреждение: НЕ выполняйте это исследование при травме запястья до того, как будет выполнена стандартная обзорная серия снимков запястья и выявлены возможные переломы дистальные отделов предплечья и костей запястья.

Выявляемая патология

Переломы **ладьевидной кости**.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперек.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
4	64	4	160	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и запястье лежат на кассете ладонью вниз. Плечо, локоть пациента и его запястье должны лежать в одной горизонтальной плоскости.

Укладка снимаемой области

- Уложите кисть как для передней проекции — ладонью вниз, длинная ось кисти и запястья выровнена вдоль длинной оси снимка, ладьевидная кость должна лежать в центре.
- Не двигая предплечье, без усилия отведите (сдвиньте в плоскости кассеты) кисть ближе к плечевой кости (в локтевом направлении) настолько далеко, насколько это возможно.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **проксимально на 10-15°** вдоль длинной оси предплечья (см. рис. 4-96). ЦЛ должен идти перпендикулярно длинной оси ладьевидной кости.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальные отделы локтевой и лучевой кости, кости запястья и проксимальные отделы пястных костей. • Ладьевидная кость должна быть хорошо видна без проекционных искажений, рентгеновские суставные щели с соседними костями запястья должны выглядеть открытыми (если ЦЛ наклонен правильно).

Укладка. • Длинная ось кисти и предплечья должна быть параллельна границам области снимка. • Локтевое отклонение кисти выявляется по углу наклона костей запястья к лучевой и локтевой костям. • **Отсутствие ротации кисти** определяется по внешнему виду дистальных отделов локтевой и лучевой кости, которые на снимке получаются с минимальным наложением в области дистального лучелоктевого сустава.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен центр ладьевидной кости.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть четкую трабекулярную структуру ладьевидной кости и ее границы.

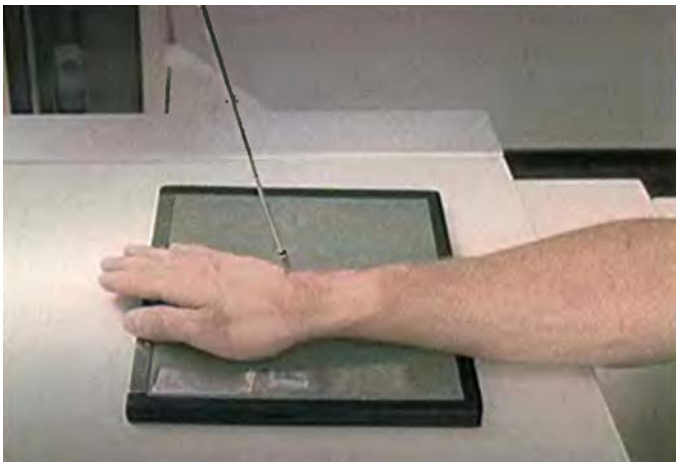


Рис. 4 -96. Укладка кисти для передней проекции ладьевидной кости с локтевым отклонением. Угол наклона ЦЛ — 15°



Рис. 4-97. Угол наклона ЦЛ — 15°



Рис. 4-98. Угол наклона ЦЛ — 25°

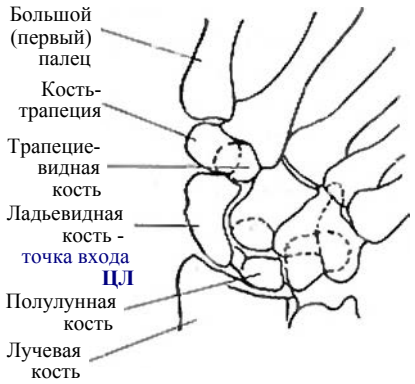


Рис. 4-99. Анатомическая схема кисти с локтевым отклонением

- ЦЛ должен быть направлен на середину ладьевидной кости. (Ладьевидная кость находится примерно на 2 см дистальнее и медиальнее шиловидного отростка лучевой кости.)
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям запястья.

Примечание: наложение отломков ладьевидной кости может потребовать выполнения нескольких проекций при разных углах наклона ЦЛ, например предлагается выполнении серии снимков с углом наклона ЦЛ - 0°, 10°, 20° и 30° [1].

[1] Rafert JA, Long BW: Technique for diagnosis of scaphoid fractures, *Radiol Technol* 63 (1):16-21, 1991

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ЛАДЬЕВИДНОЙ КОСТИ - С ЛОКТЕВЫМ ОТКЛОНЕНИЕМ И НАКЛОНОМ КИСТИ: ЗАПЯСТЬЕ

Модифицированный метод Стечера[1]

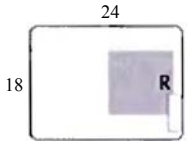
Предупреждение: НЕ выполняйте это исследование при травме запястья до того, как будет выполнена стандартная обзорная серия снимков запястья и выявлены возможные переломы дистальных отделок предплечья и костей запястья.

Запястье
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Проекции ладьевидной кости: наклон ЦЛ с локтевым отклонением кисти; модифицированный метод Стечера

Выявляемая патология

Переломы **ладьевидной кости**. Эта проекция является альтернативной к методу исследования ладьевидной кости, описанному на предыдущей странице.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперек.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на леке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	КД	СД	Гон.		
4	64	1	160	160	М Ж	НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и запястье лежат на кассете ладонью вниз. Плечо, локоть пациента и его запястье должны лежать в одной горизонтальной плоскости.

Укладка снимаемой области

- Уложите кисть как для передней проекции — ладонью вниз на 20° рентгенопрозрачный клин, то есть **ладонная плоскость наклонена на 20° по отношению к плоскости кассеты**.
- Запястье должно плотно прилегать к кассете.
- Без усилия отведите кисть наружу, ближе к плечевой кости (в локтевом направлении, настолько далеко, насколько это возможно (рис. 4-101).

Альернативный метод: пациент сжимает кулак и отводит его в локтевом направлении, чтобы получить то же положение ладьевидной кости.

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно кассете и на **ладьевидную кость** (2 см проксимальнее и 2 см латеральнее первого запястно-пястного сустава).



Рис. 4-100. Укладка кисти для передней проекции ладьевидной кости: кисть наклонена на 20° кисть уложена с локтевым отклонением, ЦЛ направлен перпендикулярно кассете



Рис. 4-101. При болях, кисть наклонена на 20°, кисть уложена прямо без отклонений, ЦЛ направлен перпендикулярно кассете



Рис. 4-102. Рентгенограмма при локтевой отклонении



Рис. 4-103. Рентгенограмма без локтевого отклонения

- ЦЛ должен быть направлен **на середину ладьевидной кости**. (ладьевидная кость находится примерно на 2 см дистальнее и медиальнее шиловидного отростка лучевой кости.)
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям запястья.

Примечание. Стечер[1] показал, что наклон кисти на 20° располагает ладьевидную кость параллельно кассете и дает лучшие результаты при съемке, чем наклон ЦЛ на 15°. Стечер также предложил сжимать кулак, как альтернативный наклону на 20° метод. Бриджмен[2] рекомендовал дополнить наклон кисти Локтевым отклонением, чтобы ладьевидная кость меньше перекрывалась соседними костями запястья.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальные отделы локтевой и лучевой кости, кости запястья и проксимальные отделы пястных костей. • Кости запястья демонстрируются с рентгеновскими суставными щелями более открытыми с латеральной (лучевой) стороны кисти. • Ладьевидная кость должна быть хорошо видна без проекционных искажений и наложения близлежащих костей.

Укладка. • Длинная ось кисти и предплечья должна быть параллельна границам области снимка. • Локтевое отклонение кисти выявляется по минимальным наложениям в дистального отдела ладьевидной кости. • **Отсутствие ротации кисти** определяется по внешнему виду дистальных отделов локтевой и лучевой кости, которые на снимке получаются с минимальным наложением в области дистального лучелоктевого сустава.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен центр ладьевидной кости.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть четкую трабекулярную структуру ладьевидной кости и ее границы.

[1] Stecher WR: Roentgenography of the carpal navicular bone, AJR 37:704 -705, 1937.
[2] Bridgman CF: Radiography of the carpal navicular bone, Med Radiog Photog 25:104-105, 1949.

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ - С ЛУЧЕВЫМ ОТКЛОНЕНИЕМ: ЗАПЯСТЬЕ

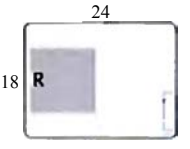
Предупреждение: НЕ выполняйте это исследование при травме запястья до того, как будет выполнена стандартная обзорная серия снимков запястья и выявлены возможные переломы дистальных отделов предплечья и костей запястья.

Запястье
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Проекции ладьевидной кости: Наклон ЦЛ с локтевым отклонением кисти; модифицированный метод Стечера
- Лучевое отклонение кисти

Выявляемая патология

Переломы костей запястья с локтевой стороны кисти, в особенности полулунной кости, трехгранной кости, гороховидной кости и крючковидной кости.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 х 24 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперек.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и лоза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
4	64	4	160	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°, кисть и запястье лежат на кассете ладонью вниз. Плечо, локоть пациента и его запястье должны лежать в одной горизонтальной плоскости.

Укладка снимаемой области

- Уложите кисть как для передней проекции — ладонью вниз, выровните кисть по длинной оси снимка.
- Без усилия и не двигая предплечье, отведите кисть внутрь (в медиальном направлении, к большому пальцу) настолько далеко, насколько это возможно, не наклоняя предплечье.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дистальные отделы локтевой и лучевой кости, кости запястья и проксимальные отделы пястных костей. • Кости запястья демонстрируются с рентгеновскими суставными щелями более открытыми с медиальной (локтевой) стороны кисти.

Укладка. • Длинная ось кисти и предплечья должна быть параллельна границам области снимка. • Лучевое отклонение кисти выявляется по углу наклона длинной оси запястья к локтевой и лучевой костям, а также по расстоянию между трехгранной и гороховидной костями и шиловидным отростком лучевой кости. • **Отсутствие ротации кисти** определяется по внешнему виду дистальных отделов локтевой и лучевой кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен центр запястья.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть четкую трабекулярную структуру костей запястья.

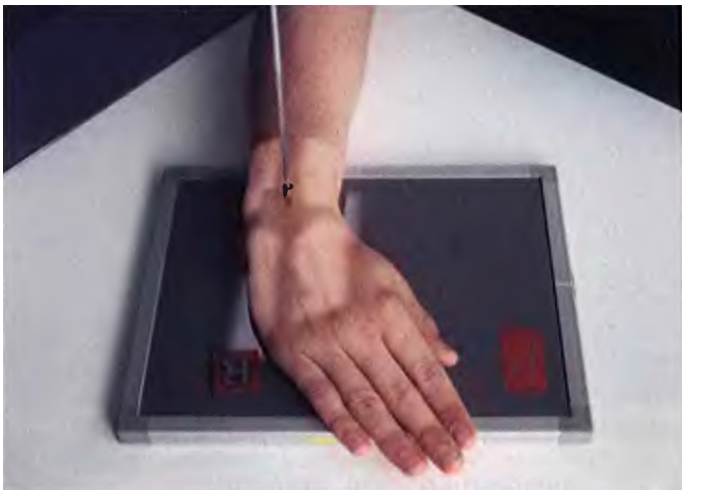


Рис. 4-104. Укладка кисти с лучевым отклонением



Рис. 4-105. Рентгенограмма при лучевом отклонении

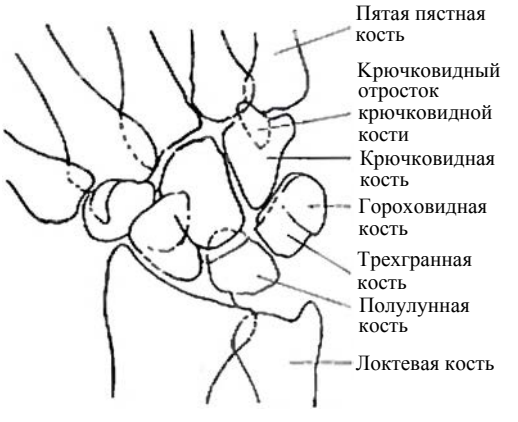


Рис. 4-106. Анатомическая схема запястья при лучевом отклонении

Центральный луч

- ЦЛ направлен **перпендикулярно** кассете и на **середину запястья**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям запястья.

КАНАЛ (ТУННЕЛЬ) ЗАПЯСТЬЯ - ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЗАПЯСТЬЕ

Метод Гейнор-Харта

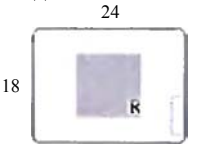
Предупреждение: НЕ выполняйте это исследование при травме запястья до того, как будет выполнена стандартная обзорная серия снимков запястья и выявлены возможные переломы дистальных отделов предплечья и костей запястья.

Запястье
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Проекции ладьевидной кости: наклон ЦЛ с локтевым отклонением кости; модифицированный метод Стечера
- Лучевое отклонение кисти
- Канал запястья

Выявляемая патология

Эту проекцию выполняют чаще всего для выявления абнормальной кальцификации и изменений костей в районе канала запястья, что вызывает пережатие **срединного нерва**, что вызывает **синдром канала запястья**.

Эта проекция также выявляет переломы крючковидного отростка крючковидной кости, гороховидной кости и кости-трапеции.



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты - 18 х 24 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперек
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД СД	Гон.
5	65	5	200 190	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, кисть и запястье лежат на кассете ладонью вниз (пронационно).

Укладка снимаемой области

- Выровните кисть и запястье по длинной оси снимка.
- Попросите пациента максимально отогнуть кисть кзади (см. рис. 4-107), так, чтобы ладонная плоскость была перпендикулярна плоскости кассеты. Запястье и предплечье должны быть прижаты к кассете.
- Поверните руку пациента **на 10° внутрь** (в сторону лучевой кости), чтобы избежать наложений гороховидной и крючковидной костей.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Кости запястья на рентгенограмме образуют арку, туннель.

Укладка. • Гороховидная кость и крючковидный отросток разделены на рентгенограмме и отображаются в профиль. • Округлые ладонные поверхности головчатой и ладьевидной костей отображаются в профиль так же, как и поверхности кости-трапеции, которые образуют сочленение с первой пястной костью.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен **центр канала запястья**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка дают возможность ясно видеть мягкие ткани и следы возможной кальцификации канала запястья, очертания наложенных костей запястья должны быть видны не переэкспонированные в профиль. Отсутствие движения со время экспозиции дает четкую трабекулярную структуру костей запястья



Рис. 4-107. Укладка кисти для тангенциальной проекции канала запястья. ЦЛ наклонен на 25°-30° к вертикали



Рис. 4-108. Рентгенограмма в тангенциальной проекции канала запястья

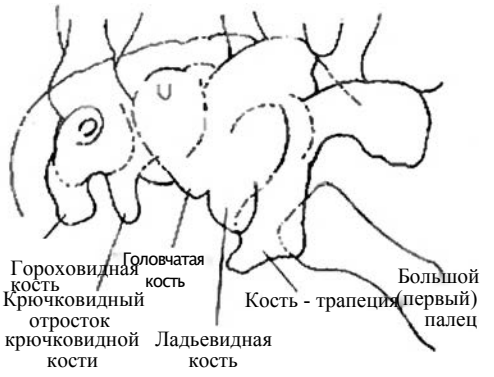


Рис. 4-109. Анатомическая схема канала запястья в тангенциальной проекции

Центральный луч

- ЦЛ наклонен на 25-30° к длинной оси кисти. (Если пациент не может достаточно сильно отогнуть кисть, то угол наклона ЦЛ должен быть увеличен).
- ЦЛ направлен примерно на 3 см дистальнее основания третьей пястной кости (центр ладони).
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям зоны исследования.

МОСТ ЗАПЯСТЬЯ - ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЗАПЯСТЬЕ

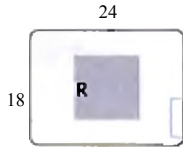
Предупреждение: НЕ выполняйте это исследование при травме запястья до того, как будет выполнена стандартная обзорная серия снимков запястья и выявлены возможные переломы дистальных отделов предплечья и костей запястья.

Запястье
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Проекции ладьевидной кости: наклон ЦЛ с локтевым отклонением кисти модифицированный метод Стечера
- Лучевое отклонение кисти
- Канал запястья
- Мост запястья

Выявляемая патология

Кальцификация и другие патологии дорсальных поверхностей костей запястья.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 64 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
5	65	5	200	190	М Ж	НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент стоит или сидит у края стола. Попросите пациента опереться дорсальной поверхностью кисти на кассету, **ладонью вверх**.

Укладка снимаемой области

- Область дорсальной поверхности костей запястья должна быть расположена в центре кассеты.
- Аккуратно отгибайте кисть так, чтобы предплечье замяло положение, максимально близкое к вертикальному.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **на 45° к длинной оси предплечья**.
- Направьте ЦЛ **на середину дистального отдела предплечья, примерно 4 см проксимальнее запястья**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям зоны обследования.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны дорсальные поверхности ладьевидной, полулунной и трехгранной костей в тангенциальной проекции. • Наложенные контуры головчатой кости и кости-трапеции должны хорошо различаться.

Укладка. • Дорсальные поверхности должны находиться по центру снимка и без наложений.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен центр дорсальной области костей запястья.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дает четкие границы дорсальных поверхностей костей запястья и ясную трабекулярную структуру костей. • Контуры проксимальных отделов пястных костей должны быть получены без наложений и без переэкспонирования дорсальных поверхностей костей запястья, которые изображены в профиль.



Рис. 4-110. Укладка кисти для тангенциальной проекции моста запястья. ЦЛ наклонен на 45° к вертикали



Рис. 4-111. Рентгенограмма моста запястья

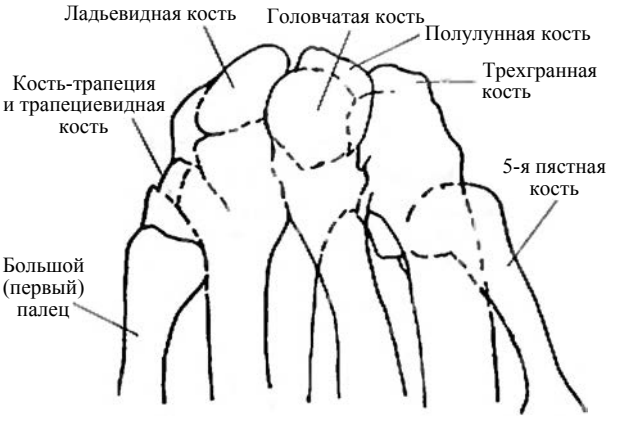


Рис. 4-112. Анатомическая схема моста запястья

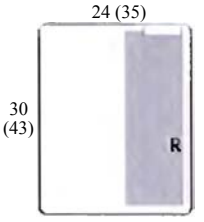
ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ПРЕДПЛЕЧЬЕ

Предплечье
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя
• Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и вывихи локтевой и лучевой костей, а также такие патологические процессы, как остеомиелит и артрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 х 30 см.
- Размер кассеты — 35 х 43 см — для больших пациентов.
- Кассета делится при съемке пополам (продольно).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и доза.

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	62	6	240	130	М Ж НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, кисть и предплечье лежат супинационно (ладонью вверх) на кассете.

Укладка снимаемой области

- Опустите плечо пациента так, чтобы вся верхняя конечность лежала в одной горизонтальной плоскости.
- Выровните предплечье по средней линии снимка, на рентгенограмме должны быть отображены как запястье, так и локтевой сустав. Используйте кассету подходящего размера.
- Проинструктируйте пациента расположить все предплечье максимально близко к истинной фронтальной укладке. (Медиальный и латеральный надмыщелки должны находиться на одинаковом расстоянии от кассеты).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена прямая проекция осей лучевой и локтевой костей, а также изображения проксимальных отделов костей запястья и дистального отдела плечевой кости. • Должны быть показаны мягкие ткани, включая жировые подушки и полоски кисти и локтевого сустава.
Укладка. • Длинная ось предплечья должна лежать вдоль средней оси снимка. • **Отсутствие ротации** подтверждается изображением надмыщелков плечевой кости в профиль, с головкой, шейкой и бугристостью лучевой кости, слегка перекрытыми локтевой костью. • Рентгеновские суставные щели запястья и локтевого сустава открыты не полностью из-за расхождения рентгеновского пучка.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования видны у границ мягких тканей вдоль всего предплечья, сверху и снизу границы диафрагмирования расположены максимально близко к области интереса, но без отрезания существенных рентгеноанатомических структур суставов. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, который, в свою очередь, должен быть расположен посередине между локтевой и лучевой костями.
Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть границы мягких тканей и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-113. Укладка для задней проекции предплечья (включая оба сустава)



Рис. 4-114. Рентгенограмма предплечья в задней проекции

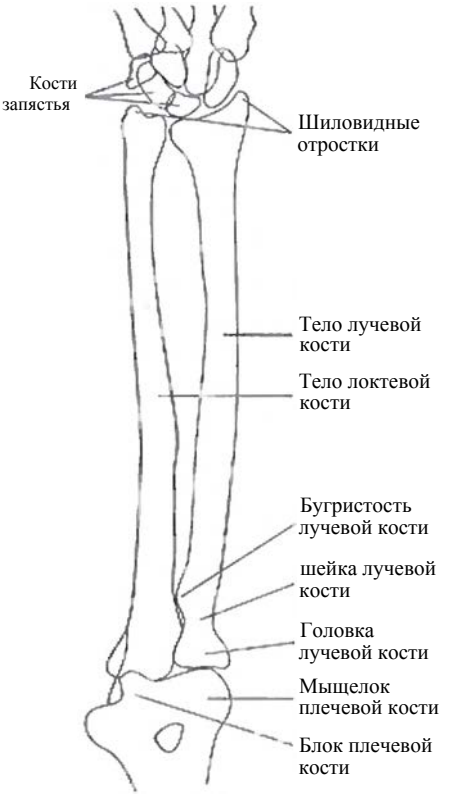


Рис. 4-115. Анатомическая схема предплечья в задней проекции

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на середину предплечья**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По боковым границам предплечья, сверху и снизу так, чтобы не обрезать изображение суставов. Следует учитывать расхождение рентгеновского пучка и **оставить 3-4 см** с верхней и нижней стороны.

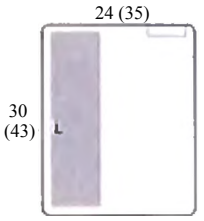
БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПРЕДПЛЕЧЬЕ

Предплечье
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и вывихи локтевой и лучевой костей, а также такие патологические процессы, как остеомиелит и артрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 x 30 см
- Размер кассеты — 35 x 43 см — для больших пациентов.
- Кассета делится при съемке пополам (продольно).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемки на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 64 ± 6 кВ (на 4 кВ больше, чем для задней проекции).
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	66	6	280	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локоть согнут под углом 90°.

Укладка снимаемой области

- Опустите плечо пациента так, чтобы вся верхняя конечность лежала в одной горизонтальной плоскости.
- Выровните предплечье по средней линии снимка, на рентгенограмме должны быть отображены как запястье, так и локтевой сустав. Используйте кассету подходящего размера.
- Поверните кисть и запястье в **истинную боковую позицию** и зафиксируйте руку (рентгенопрозрачным блоком), если это необходимо.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена боковая проекция всей лучевой и локтевой костей, а также изображения частей проксимальных костей запястья и дистального отдела плечевой кости. • Должны быть показаны мягкие ткани, включая жировые подушки и полоски кисти и локтевого сустава.

Укладка. • Длинная ось предплечья должна лежать вдоль средней оси снимка. • Локоть должен быть согнут под углом 90° • **Отсутствие ротации** подтверждается наложением изображений головок лучевой и локтевой костей, а также надмыщелков плечевой кости. • Изображение головки лучевой кости наложено на изображение венечного отростка, бугристость лучевой кости будет видна в профиль.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования видны у границ мягких тканей вдоль всего предплечья, сверху и снизу границы диафрагмирования расположены максимально близко к области интереса, но без отрезания существенных рентгеноанатомических структур суставов. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, который, в свою очередь, должен быть расположен посередине между локтевой и лучевой костями.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть границы мягких тканей и трабекулярную структуру кости, а также жировые подушки и полоски запястья и локтевого сустава.



Рис 4-116. Укладка для боковой проекции предплечья (включая оба сустава)



Рис. 4-117. Рентгенограмма предплечья в боковой проекции

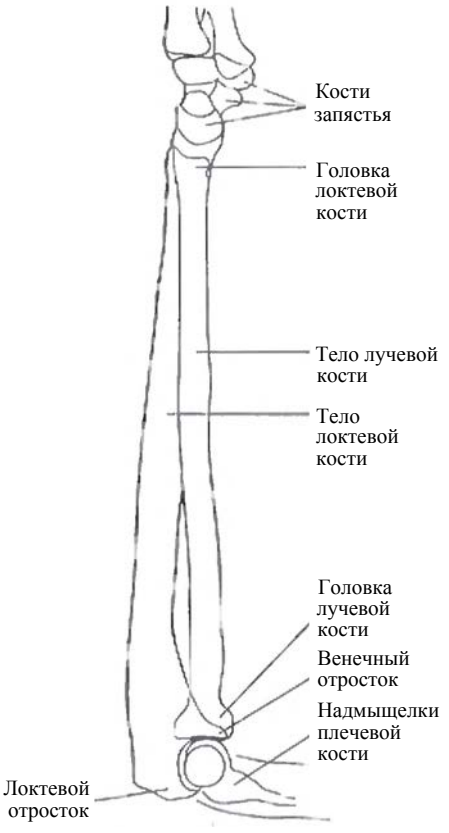


Рис. 4-118. Анатомическая схема предплечья в боковой проекции

- Если предплечье очень мускулистое, то надо положить подставку под запястье, чтобы локтевая и лучевая кости были расположены параллельно плоскости кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на середину предплечья.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По боковым границам предплечья, сверху и снизу так, чтобы не обрезать изображение суставов. Следует учитывать расхождение рентгеновского пучка и оставить 3-4 см с верхней и нижней стороны.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

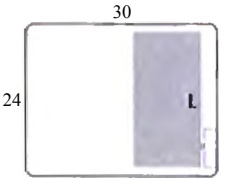
(Локтевой сустав полностью разогнут)

Локтевой сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя косая
  с латеральной ротацией (наружу);
  с медиальной ротацией (внутрь)
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и вывихи локтевого сустава, а также такие патологические процессы, как остеомиелит и артрит

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 х 30 см.
- Кассета делится при съемке пополам (поперечно).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
7	64	6	250	170	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локтевой сустав полностью распрямлен, насколько это возможно. (В случае невозможности полностью распрямить локтевой сустав см. проекцию на следующей странице.)

Укладка снимаемой области

- Распрямите локтевой сустав пациента, уложите руку супинационно и выровните предплечье вдоль длинной средней оси снимка.
- Локтевой сустав должен быть расположен по центру снимка.
- Проинструктируйте пациента расположить все предплечье максимально близко **к истинной задней укладке**. (Пальпируйте медиальный и латеральный надмыщелки так, чтобы они находились на одинаковом расстоянии от кассеты.)
- По необходимости зафиксируйте руку.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на середину локтевого сустава, который примерно на 2 см дистальнее линии, соединяющей надмыщелки.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По четырем сторонам области интереса.

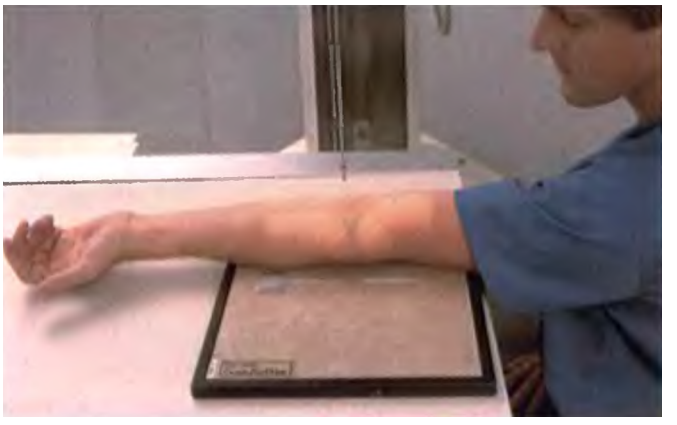


Рис. 4-119. Укладка для задней проекции локтевого сустава



Рис. 4-120. Рентгенограмма локтевого сустава в задней проекции

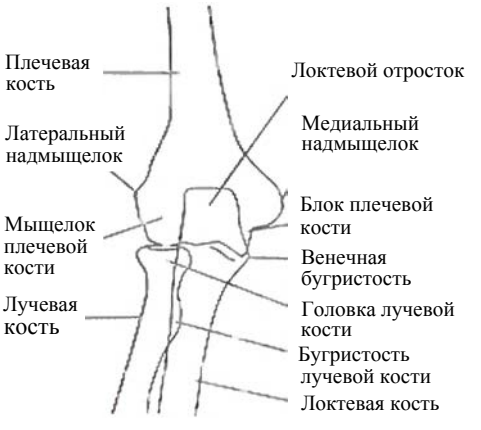


Рис. 4-121. Анатомическая схема локтевого сустава в задней проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видимы: дистальный отдел плечевой кости, рентгеновская суставная щель локтевого сустава и проксимальные окончания локтевой и лучевой костей.

Укладка. • Длинная ось предплечья должна лежать вдоль минной средней оси снимка. • Отсутствие ротации подтверждается изображением билатеральных надмыщелков в профиль, с головкой, шейкой и бугристостью лучевой кости. слегка перекрытой локтевой костью (в некоторых случаях). • Рентгеновская суставная щель локтевого сустава должна быть полностью открыта, если локоть полностью распрямлен.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должна быть также расположена **середина локтевого сустава**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть детали мягких тканей и трабекулярную структуру кости.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

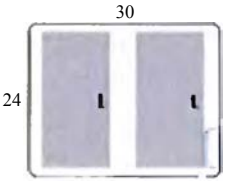
(Если локтевой сустав невозможно полностью разогнуть)

Локтевой сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя косая:
  с латеральной ротацией (наружу);
  с медиальной ротацией (внутрь)
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и вывихи локтевого сустава, а также такие патологические процессы, как остеомиелит и артрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 х 30 см.
- Кассета делится при съемке пополам (поперечно).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 64 ± 6 кВ; увеличение параметров экспозиции на 4-6 кВ вызвано увеличением толщины снимаемой части тела, так как ее нельзя распрямить.

• Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
7	64	68	250	170	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локтевой сустав насколько это возможно разогнут.

Укладка снимаемой области

- Следует выполнить дне задние проекции — одна с **предплечьем расположенным параллельно кассете**, другая — с **плечевой костью, расположенной параллельно кассете**.
- Следует подложить упор под кисть и предплечье для проекции плечевой кости, расположенной параллельно кассете для удобства пациента.

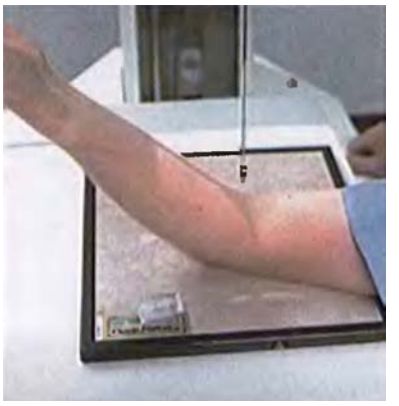


Рис. 4-122. Укладка для задней проекции локтевого сустава (сустав частично со гнут); плечевая кость параллельна кассете



Рис 4-123. Укладка для задней проекции локтевого сустава (сустав частично согнут); предплечье параллельно кассете



Рис 4-124. Рентгенограмма с параллельной плечевой костью



Рис 4-125. Рентгенограмма с параллельным предплечьем

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальный отдел плечевой кости получается лучше при проекции, когда плечевая кость параллельна кассете, соответственно, в другом случае лучше получаются дистальные отделы локтевой и лучевой костей. • Заметим, что структуры локтевого сустава накладываются друг на друга тем сильнее, чем сильнее согнут локоть.

Укладка. • Длинная ось предплечья должна лежать вдоль длинной средней оси снимка. • **Отсутствие ротации** подтверждается изображением билатеральных надмыщелков в профиль; головка, шейка и бугристость лучевой кости может быть слегка перекрыта локтевой костью на проекции, когда предплечье параллельно кассете.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должна быть также расположена **середина локтевого сустава**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть детали мягких тканей и трабекулярную структуру кости. • Дистальный отдел плечевой кости получается оптически плотной, когда плечевая кость параллельна кассете, на проекции, когда предплечье параллельно кассете можно увидеть не только тонкую структуру костей, но и мягкие ткани предплечья.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на середину локтевого сустава**, который примерно на 2 см дистальнее линии, соединяющей надмыщелки.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По четырем сторонам области интереса.

Примечание: если пациент не может разогнуть локтевой сустав (рис. 4-122) и он остается **согнут под углом 90°**, выполните две задние проекции, как это предложено, но **наклоните ЦЛ на 10-15°** внутрь локтевого сустава. Если сустав согнут еще сильнее, то выполните **укладку по Джонсу** (см. стр. 162).

ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С ЛАТЕРАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ (НАРУЖУ): ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

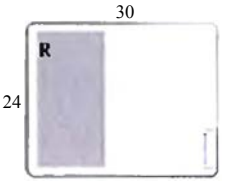
Локтевой сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя косая:
  с латеральной ротацией (наружу)
  с медиальной ротацией (внутрь)
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и вывихи локтевого сустава, в первую очередь головки и шейки лучевой кости, а также такие патологические процессы, как остеомиелит и артрит.

Ротация наружу: позволяет наилучшим образом визуализировать **головку и шейку лучевой кости** и **мыщелок** плечевой кости.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 x 30 см.
- Кассета делится при съемке пополам (поперечно).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
7	64	6	250	170	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локтевой сустав полностью распрямлен, насколько это возможно. Плечо и локоть пациента должны лежать в одной горизонтальной плоскости. (Плечо для этого следует опустить.)

Укладка снимаемой области

- Выровните предплечье вдоль длинной средней оси снимка.
- Локтевой сустав должен быть расположен по центру снимка.
- Рука лежит супинационно и затем поворачивается целиком **в латеральном направлении** (наружу) так, чтобы дистальный отдел плечевой кости и передняя поверхность локтевого сустава образовали с поверхностью кассеты угол примерно 45°. (Пациент должен лежать латеральной стороной руки на кассете.) Пальпируйте надмыщелки, чтобы определить угол поворота.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на середину локтевого сустава**, который примерно на 2 см дистальнее линии, соединяющей надмыщелки.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По четырем сторонам области интереса.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видимы дистальный отдел плечевой кости и проксимальные окончания локтевой и лучевой костей.

Укладка. • Длинная ось предплечья должна лежать вдоль длинной средней оси снимка. • Корректный поворот на 45° дает четкое изображение головки, шейки и бугристости лучевой кости без наложений от локтевой кости. • Латеральный надмыщелок и мыщелок плечевой кости будут получены в удлиненном виде и в профиль.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должна быть также расположена **середина локтевого сустава.**

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть детали мягких тканей и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-126. Укладка для боковой проекции локтевого сустава с латеральным поворотом



Рис. 4-127. Вид укладки 45° латеральной ротацией



Рис. 4-128. Рентгенограмма локтевого сустава в боковой проекции с латеральной ротацией



Рис. 4-129. Анатомическая схема локтевого сустава в боковой проекции с латеральной ротацией

ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С МЕДИАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ (ВНУТРЬ): ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

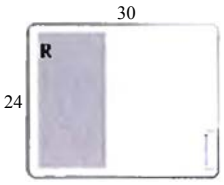
Локтевой сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя косая:
  с лотеральной ротацией (наружу);
  с медиальной ротацией (внутрь)
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и вывихи локтевого сустава, в первую очередь венечного отростка, а также такие патологические процессы, как остеопороз и артрит.

Ротация внутрь: позволяет наилучшим образом визуализировать **венечный отросток** локтевой кости и блок плечевой кости в профиль.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 х 30 см.
- Кассета делится при съемке пополам (поперечно).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
7	64	6	250	170	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локтевой сустав полностью распрямлен, насколько это возможно. Плечо и локоть пациента должны лежать в одной горизонтальной плоскости. (Плечо для этого следует опустить).

Укладка снимаемой области

- Выровните предплечье вдоль длинной средней оси снимка. Локтевой сустав должен быть расположен по центру снимка.
- Рука лежит пронационно в естественном положении ладонью вниз и затем поворачивается целиком **в медиальном направлении** (внутрь) так, чтобы дистальный отдел плечевой кости и передняя поверхность локтевого сустава образовала с поверхностью кассеты угол примерно 45°. (Пациент должен лежать латеральной стороной руки на кассете.) Пальпируйте надмыщелки, чтобы определить угол поворота.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видимы: дистальный отдел плечевой кости и проксимальные окончания локтевой и лучевой костей в косой проекции.

Укладка. • Длинная ось предплечья должна лежать вдоль длинной средней оси снимка. • Корректный поворот на 45° дает четкое изображение венечного отростка локтевой кости в профиль. Медиальный подмыщелок и блок плечевой кости будут получены в удлиненном виде и немного в профиль • Локтевой отросток будет расположен в ямке локтевого отростка и блоковидная (полулунная) вырезка должна выглядеть частично открытой. • Головка и шейка лучевой кости будут перекрыты проксимальнной частью локтевой кости (они будут расположены посередине — см. рис. 4-133).

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должна быть также расположена **середина локтевого сустава**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть детали мягких тканей и четкую трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-130. Укладка для боковой проекции локтевого сустава с медиальной ротацией



Рис. 4-131. Вид укладки с торца



Рис. 4-132. Рентгенограмма локтевого сустава в боковой проекции с медиальной ротацией

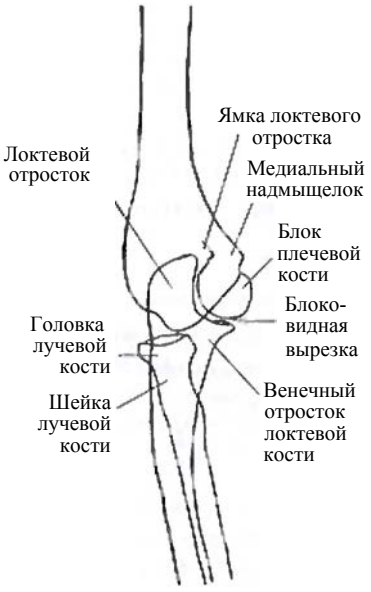


Рис. 4-133. Анатомическая схема локтевого сустава в боковой проекции с медиальной ротацией

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на середину локтевого сустава**, который примерно на 2 см дистальнее линии, соединяющей надмыщелки.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По четырем сторонам области интереса.

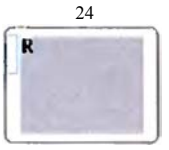
БОКОВАЯ - ЛАТЕРОМЕДИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

Локтевой сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя с латеральной ротацией (наружу); с медиальной ротацией (внутрь)
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и вывихи локтевого сустава, а также такие патологические процессы, как остеомиелит и артрит. Также могут быть обнаружены смещения жировых полушек локтевого сустава.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см расположение поперечное.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 60 ± 6 кВ
- Уставки и доза:

см	КВ	мАс	КД	СД	Гон.
7	61	6	250	170	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локтевой сустав согнут под углом 90° (см. примечание).

Укладка снимаемой области

- Выровните предплечье вдоль длинной средней оси кассеты.
- Локтевой сустав должен быть расположен по центру снимка.
- Опустите плечо пациента так, чтобы плечевая кость и предплечье находились в одной горизонтальной плоскости.
- Поверните кисть и запястье в истинно боковую укладку, большой палец сверху.
- Если предплечье мускулистое, то следует установить опору под запястье, чтобы выровнять кости предплечья параллельно кассете.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на середину локтевого сустава**, который примерно на 4 см медиальнее легко пальпируемого локтевого отростка.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По четырем сторонам области интереса.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видимы: дистальный отдел плечевой кости и проксимальные окончания локтевой и лучевой костей в боковой проекции, локтевой отросток и мягкие ткани (жировые подушки) локтевого сустава.

Укладка. • Длинная ось предплечья должна лежать вдоль длинной средней оси снимка, локоть должен быть согнут на 90°. • Примерно половина головки лучевой кости перекрыта венечным отростком, локтевой отросток виден в профиль. • Истинная боковая проекция проявляется тремя концентрическими дугами — желоба блока плечевой кости, двойным гребнем головки мыщелка плечевой кости и блока плечевой кости и блоковидной вырезкой локтевой кости. Кроме того, наблюдается суперпозиция надмыщелков плечевой кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. • ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должна быть также расположена **середина локтевого сустава**.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность, ясно видеть детали мягких тканей, жировые подушки и трабекулярную структуру кости.



Рис. 4-134. Укладка для боковой проекции локтевого сустава. Локоть согнут под углом 90°, предплечье параллельно кассете



Рис. 4-135. Рентгенограмма локтевого сустава в боковой проекции

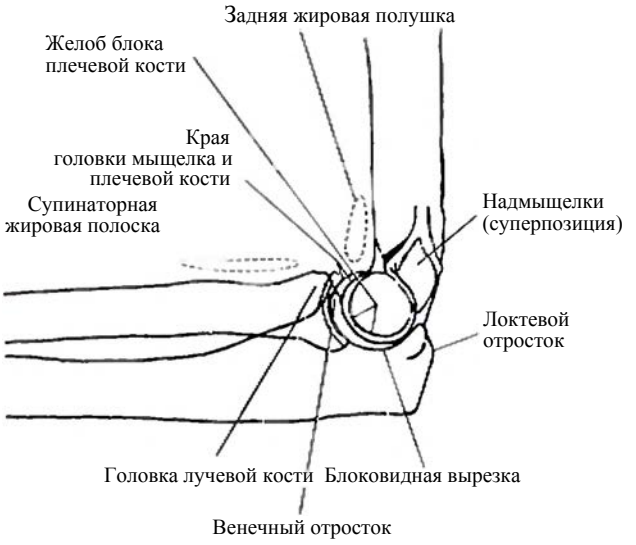


Рис. 4-136. Анатомическая схема локтевого сустава в боковой проекции

Примечание: диагностика некоторых серьезных патологических процессов локтевого сустава (например визуализация заднего жирового тела) зависит от правильного сгибания локтевого сустава на 90° при боковой проекции[1].

Исключение: диагностика мягких тканей в некоторых случаях требует сгибания локтевого сустава только на 30-35°, но эти проекции выполняются в очень специальных случаях.

[1] Griswold R: Elbow fat pads: a radiography perspective, *Radiol Technol* 53:303-307, 1982.

АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

Метод Джонса — задние проекции максимально согнутого локтевого сустава

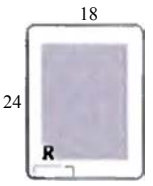
Локтевой сустав
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Метод Джонса — аксиальная проекция

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и умеренные вывихи при максимально согнутом локтевом суставе.

Примечание: для визуализации как дистального отдела плечевой кости, так и проксимальных отделов локтевой и лучевой костей следует выполнить **две проекции** — одна с направлением ЦЛ **перпендикулярно плечевой кости**, другая — с направлением ЦЛ **перпендикулярно предплечью**.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см — расположение продольное (или при разделении на две части — поперечное).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 64 ± 6 кВ; увеличение параметров экспозиции на 4-6 кВ для проксимальных отделов предплечья.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
7	64	68	250	170	М Ж НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, локтевой сустав предельно согнут. Пациент локтем лежит на кассете.

Укладка снимаемой области

- Выровните плечевую кость по центральной линии снимка, локоть максимально согнут, пальцы пациента покоятся на его плече.
- Установите кассету так, чтобы локоть был в ее центре.
- Пальпируйте надмыщелки, они должны быть на одинаковом расстоянии от кассеты. Ротации не должно быть.

Центральный луч

- **Дистальный отдел плечевой кости**: **ЦЛ перпендикулярен кассете и плечевой кости** и направлен **на среднюю точку между надмыщелками**.
- **Проксимальный отдел предплечья**: ЦЛ перпендикулярен предплечью (следует наклонить ЦЛ) и направлен на точку **примерно 5 см проксимальнее и кпереди от локтевого отростка.**
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По четырем сторонам области интереса.



Рис. 4-137. Для снимка дистального отдела плечевой кости ЦЛ перпендикулярен плечевой кости



Рис. 4-138. Для снимка проксимального отдела предплечья ЦЛ перпендикулярен предплечью



Рис. 4-139. Дистальный отдел плечевой кости



Рис. 4-140. Анатомическая схема дистального отдела плечевой кости



Рис. 4-141. Проксимальный отдел предплечья



Рис. 4-142. Анатомическая схема проксимального отдела предплечья

Критерии оценки рентгенограммы

• Границы диафрагмирования должны быть видны с четырех сторон. Центр снимка — точка посередине между надмыщелками.

Дистальный отдел плечевой кости. • Изображение предплечья накладывается на изображение плечевой кости • Медиальный и латеральный надмыщелки и части блока плечевой кости, головка мыщелка плечевой кости и локтевой отросток — все видны в профиль. • При оптимальной экспозиции дистальный отдел плечевой кости и локтевой отросток хорошо видны через наложенные на них структуры. Мягкие ткани обычно неразличимы.

Проксимальный отдел предплечья. • Проксимальные отделы локтевой и лучевой костей, включая очертания головки и шейки лучевой кости, должны быть хорошо видны через наложенные на них структуры дистального отдела плечевой кости. • При оптимальной экспозиции контуры проксимального отдела локтевой и лучевой костей хорошо видны через изображение плечевой кости.

ТРАВМА - АКСИАЛЬНАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

Метод Койля[1]

Локтевой сустав
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Метод Джонса — аксиальная проекция
- Травма — аксиальная проекция (метод Койля)

Существуют специальные проекции для диагностики патологии и травм в области головки лучевой кости и венечного отростка локтевой кости. Эти проекции очень эффективны, если пациент не может полностью разогнуть локоть для выполнения косых проекций локтевого сустава с медиальной или латеральной ротацией.

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и вывихи локтевого сустава, особенно головки лучевой кости (укладка 1) и венечного отростка локтевой кости (укладка 2).

Примечание: для визуализации как дистального отдела плечевой кости, так и проксимальных отделов локтевой и лучевой костей следует выполнить две проекции — одна с направлением ЦЛ **перпендикулярно плечевой кости**, другая — с направлением ЦЛ **перпендикулярно предплечью.**

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 18 x 24 см — расположение поперечное.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 70 ± 6 кВ (см. примечание).
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	68	6	290	180	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником. При выполнении проекции (рис. 4-145, 4-146) следует положить передник еще и между телом пациента и кассетой.

Укладка пациента

Пациент сидит либо лежит на спине у края стола.

Укладка снимаемой области — головка лучевой кости

- Локоть согнут на 90°, **рука лежит** на кассете **пронационно**.
- ЦЛ наклонен **на 45° в сторону плеча** (рис. 4-143) и направлен на центр головки лучевой кости (середина локтевого сустава).
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Укладка снимаемой области — венечный отросток локтевой кости

- Локоть согнут **только на 80°**, рука лежит на кассете пронационно. (При большем угле сгиба венечный отросток будет закрыт соседними костными структурами).
- ЦЛ наклонен на **45° в сторону от плеча** (рис. 4-144) и направлен на середину локтевого сустава.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По четырем сторонам области интереса.

Примечание: увеличение напряжения на трубке на 4-6 кВ вызвано наклоном ЦЛ и увеличением толщины просвечиваемого органа по сравнению с боковой проекцией. Эта проекция эффективна для исследования локтевого сустава как в гипсовой повязке, так и без нее.

[1] Coyle GF: *Radiographing immobile trauma patients*. *Unit 7. Spetial angled views of joints-elbow, knee, ankle*, Denver, 1980. Multi-Media Publishing.



Рис. 4-143. Укладка 1. Для снимка головки лучевой кости локоть согнут пол углом 90°



Рис. 4-144. Укладка 2. Для снимка венечного отростка локоть согнут гол углом 80°



Рис. 4-145. Пациент лежит на спине, для снимка головки лучевой кости локоть согнут под углом 90°. ЦЛ наклонен под углом 45°



Рис. 4-146. Пациент лежит на спине, для снимка венечного отростка локоть согнут под углом 80°, ЦЛ наклонен под углом 45°



Рис. 4-147. Головка лучевой кости



Рис. 4-148. Венечный отросток



Рис. 4-149. Анатомическая схема (снимок головки лучевой кости)



Рис. 4-150. Анатомическая схема (снимок венечного отростка)

Критерии оценки рентгенограммы

Головка лучевой кости: • Рентгеновская суставная щель между головкой лучевой кости и головкой мыщелка плечевой кости должна выглядеть открытой. • Головка, шейка и бугристость лучевой кости должны быть изображены в профиль без наложений, за исключением возможного наложения от венечного отростка. • Дистальный отдел плечевой кости и надмыщелки выглядят искаженными из-за наклона ЦЛ на 45°.

Венечный отросток локтевой кости: • Дистальный отдел венечного отростка изображен в профиль, но будет выглядеть немного удлиненным. • Рентгеновская суставная щель между венечным отросткам и блоком плечевой кости должна быть открыта • Головка и шейка лучевой кости наложены на изображение плечевой кости. • При оптимальной экспозиции венечный отросток хорошо виден в профиль. Границы головки и шейки лучевой кости должны едва различаться.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ГОЛОВКИ ЛУЧЕВОЙ КОСТИ: ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

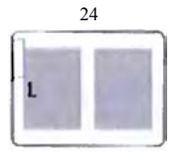
Локтевой сустав
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Метод Джонса аксиальная проекция
- Травма — аксиальная проекция (метод Койля)
- Боковая проекция головки лучевой кости

Выявляемая патология

Скрытые переломы головки и шейки лучевой кости.

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Кассета делится при съемке пополам (поперечно).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 6 кВ
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
7	64	6	250	170	М Ж НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент сидит у края стола, рука **согнута на 90°** и лежит на кассете. Плечевая кость, предплечье и кисть лежат в одной горизонтальной плоскости.

Укладка снимаемой области

- Поместите головку лучевой кости в центр кассеты, уложите руку так, чтобы дистальный отдел плечевой кости и проксимальный отдел предплечья как-бы образовывали квадрат с краями кассеты (были им параллельны).
- ЦЛ должен быть направлен на головку лучевой кости.
- Выполните **четыре проекции** с одним отличием — степень поворота кисти и запястья от (1) максимальной ротации наружу до (4) максимальной ротации внутрь, что позволит рассмотреть разные поверхности головки лучевой кости и венечного отростка. При этом будет выполнен почти полный поворот головки лучевой кости вокруг длинной оси кости.
  1. Рука лежит супинационно (ладонью вверх) и вывернута наружу настолько, насколько это позволяет состояние пациента.
  2. Рука повернута в истинно боковую укладку (большой палец сверху)
  3. Рука располагается пронационно (ладонью вниз).
  4. Рука вывернута внутрь (большой палец внизу) настолько, насколько это позволяет состояние пациента.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на головку лучевой кости (примерно 2-3 см дистальнее латерального надмыщелка)
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы для специальной проекции

- Локоть должен быть согнут под углом 90° и находится в истинной боковой укладке, что подтверждается суперпозицией надмыщелков.
- Головка и шейка лучевой кости наложены на изображение локтевой кости, но видны хорошо и в профиль на некоторых проекциях.
- Бугристость лучевой кости должна быть видна на всех проекциях под разными углами (см. стрелки на рисунках): 1 — рис. 4-152, слегка спереди; 2 — рис. 4-154, не в профиль и с наложением тела лучевой кости; 3 — рис. 4-156, слегка сзади; 4 — рис. 1-158 сзади, примыкая к локтевой кости (когда рука максимально вывернута внутрь).
- Оптимальная экспозиция, отсутствие движения во время выполнения снимка позволяют четко визуализировать резкие края костей и видеть трабекулярную костную структуру головки и шейки лучевой кости.



Рис. 4-151, 4-152. 1. Рука лежит супинационно с максимально возможным поворотом наружу

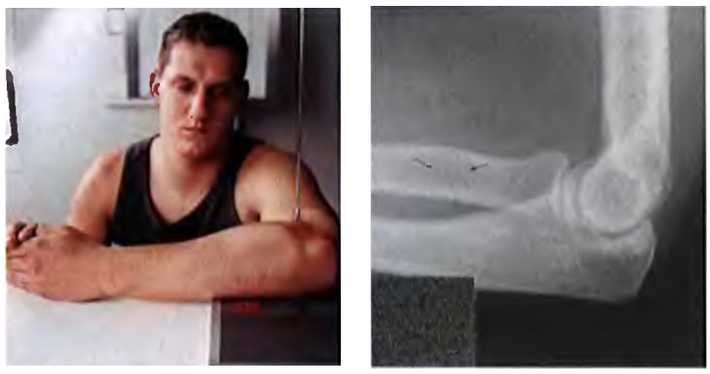


Рис. 4-153, 4-154. 2. Рука в боковой укладке



Рис. 4-155, 4-156. 3. Рука лежит пронационно



Рис. 4-157. 4-158. 4. Рука максимально повернута внутрь

Диафрагмирование. По четырем сторонам области интереса, включая по меньшей мере 10 см проксимального отдела предплечья, так же, как и некоторую часть плечевой кости.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ПЛЕЧЕВАЯ КОСТЬ

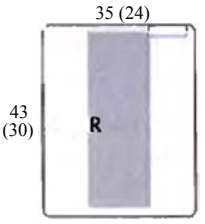
Предупреждение: НЕ следует вращать руку, если подозревается перелом или вывих кости.

Плечевая кость
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая проекция с ротацией
- Латерография

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи плечевой кости. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и артрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — достаточно большой, чтобы включить всю плечевую кость — 35 x 43 см.
- Для крупных пациентов можно размещать плечевую кость диагонально 24 x 30 см
- Для маленьких пациентов — съемка без растра.
- Съемка с движущимся или неподвижным отсеивающим растром.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 70 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
9	70	6	330	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент стоит или лежит на спине. Кассета должна быть расположена так, чтобы локтевой и плечевой суставы были на одинаковом расстоянии от краев кассеты.

Укладка снимаемой области

- Поверните тело пациента так, чтобы исследуемая рука полностью прилегала к кассете.
- Выровните плечевую кость вдоль длинной средней линии кассеты (кроме случаев диагонального размещения) оба сустава (локтевой и плечевой) должны быть включены в снимок.
- Рука должна быть вытянута, насколько это позволяет состояние пациента.
- Аккуратно отведите руку от тела пациента и расположите супинационно так, чтобы **надмыщелки находились на одинаковом расстоянии от кассеты**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Вся плечевая кость в задней проекции, включая локтевой и плечевой суставы. **Укладка.** • Длинная ось плечевой кости должна лежать вдоль длинной оси кассеты (или по диагонали). • **Прямая задняя проекция** подтверждается по следующим признакам: большая бугристость видна в профиль латерально, головка плечевой кости частично видна в профиль медиально, с минимальным наложением на тень от суставной впадины. • Дистальный отдел плечевой кости: латеральный и медиальный надмыщелки видны в профиль. **Диафрагмирование и ЦЛ.** • Края области диафрагмирования должны быть видны вдоль границ мягких тканей по всей длине плечевой кости, минимальное диафрагмирование сверху и снизу, чтобы не обрезать изображение суставов. • Центр снимка должен быть в средней части плечевой кости. **Параметры экспозиции.** • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть границы мягких тканей и трабекулярную структуру как проксимальных, так и дистальных отделов плечевой кости.



Рис. 4-159. Укладка лежа на спине для задней проекции плечевой кости



Рис. 4-160. Вертикальная укладка



Рис. 4-161. Рентгенограмма плечевой кости в задней проекции

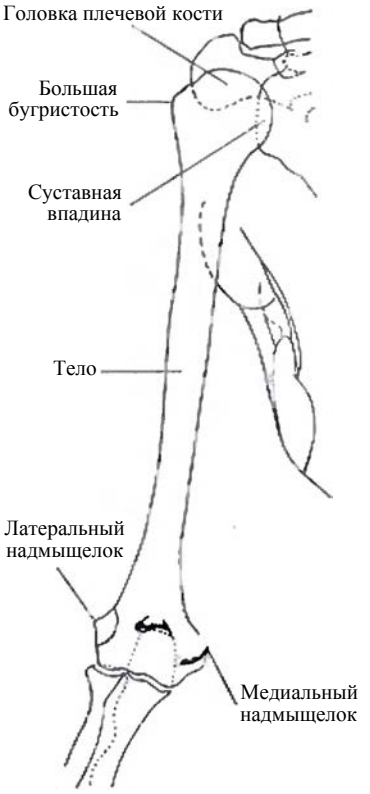


Рис. 4-162. Анатомическая схема плечевой кости в задней проекции

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на середину плечевой кости.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По границам мягких тканей. Нижний край снимка должен вмещать локтевой сустав и примерно 2,5 см проксимального отдела предплечья.

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ С РОТАЦИЕЙ: ПЛЕЧЕВАЯ КОСТЬ

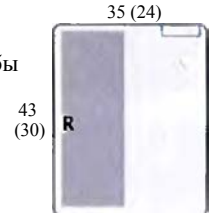
Предупреждение: НЕ следует придать руку, если подозревается перелом или вывих кости.

Плечевая кость
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая проекция с ротацией
- Латерография

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи плечевой кости. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и артрит.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — достаточно большой, чтобы включить всю плечевую кость — 35 х 43 см.
- Для крупных пациентов можно размещать плечевую кость диагонально 24 х 30 см.
- Для маленьких пациентов — съемка без растра.
- Съемка с движущимся или неподвижным отсеивающим растром.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 70 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
9	70	6	330	160	М Ж	НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента и снимаемой области

- Пациент стоит или лежит на спине.
- *Латеромедиальная проекция*. Пациент стоит спиной к кассете (стойке снимков), локоть немного согнут, исследуемая сторона повернута в сторону кассеты так, чтобы плечо и плечевая кость прилегали к кассете. Рука повернута **внутрь** так, чтобы линия, соединяющая надмыщелки, была **перпендикулярна кассете**.
- *Медиолатеральная проекция*. Пациент стоит лицом к кассете (рис. 4-164), тело повернуто под углом 20-30° к прямой передней проекции так, чтобы плечевая кость прилегала к кассете. Локоть согнут под углом 90°.
- Кассета должна быть расположена так, чтобы локтевой и плечевой суставы были на одинаковом расстоянии от краев кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на середину плечевой кости.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По границам мягких тканей. Снимок должен вмещать как локтевой, так и плечевой сустав.

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Вся плечевая кость в боковой проекции, включая локтевой и плечевой суставы.

Укладка. • Правильность боковой проекции подтверждается следующими признаками: надмыщелки сливаются на изображении, малая бугристость видна в профиль медиально, с частичным наложением суставной впадины.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны вдоль границ мягких тканей по всей длине плечевой кости, минимальное диафрагмирование сверху и снизу, чтобы не обрезать изображение суставов. • Центр снимка должен быть в средней части плечевой кости.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть границы мягких тканей и трабекулярную структуру всей плечевой кости.



Рис. 4-163. Вертикальная укладка. Для боковой латеромедиальной проекции

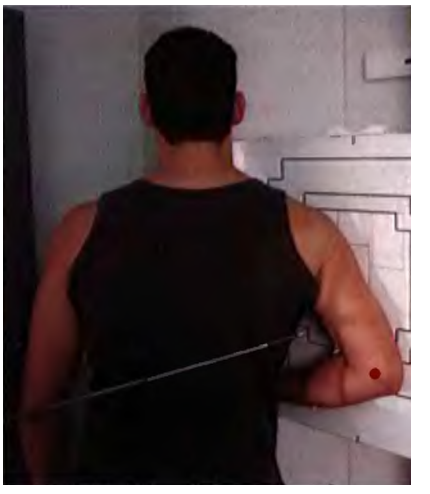


Рис. 4-164. Вертикальная укладка для медиолатеральной проекции



Рис. 4-165. Укладка лежа на спине для латеромедиальной проекции

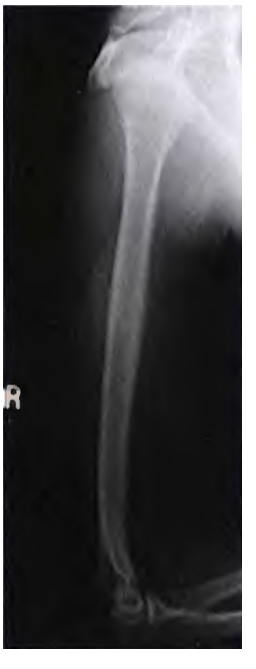


Рис. 4-166. Рентгенограмма плечевой кости в боковой медиолатеральной проекции

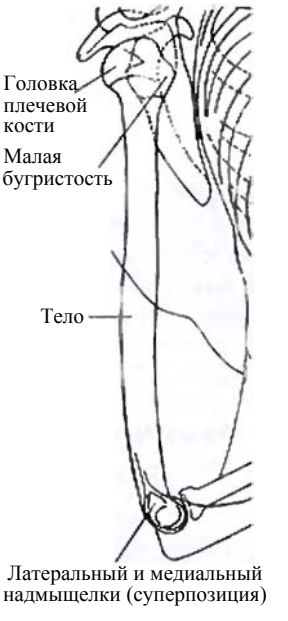


Рис. 4-167. Анатомическая схема плечевой кости в боковой медиолатеральной проекции

ТРАВМА - ЛАТЕРОГРАФИЯ: ПЛЕЧЕВАЯ КОСТЬ

Предупреждение: НЕ следует вращать руку, если подозревается перелом или вывих кости.

Проксимальный отдел плечевой кости: смотрите также трансторакальную боковую проекцию и Y-образную проекцию ключицы в главе 5.

Плечевая кость
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая проекция с ротацией
- Латерография

Выявляемая патология

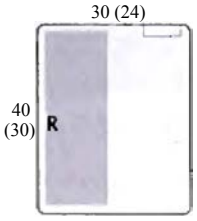
Демонстрируются переломы и/или вывихи в среднем и дистальном отделе плечевой кости. Могут быть выявлены также такие патологические процессы, как остеопороз и артрит.

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 30 x 40 см или 24 x 30 см.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 64 ± 6 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	66	6	280	160	М НСЗ Ж <1

мкГр



Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником, а также поместите передник или покрывало между кассетой и телом пациента.

Укладка пациента и снимаемой области

- Пациент лежит горизонтально, снимок выполняется горизонтально направленным рентгеновским пучком (латерография). Под руку можно положить подушку (см. рис. 4-168).
- Согните локоть пациента, если это возможно, но не вращайте руку.
- Аккуратно поместите кассету между рукой и грудной клеткой пациента. Верхний край кассеты в подмышечной области.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен **на середину дистального отдела плечевой кости (2/3 от общей длины кости)**.
- Минимальное РИП доставляет 100 см.

Диафрагмирование. По границам мягких тканей.

Дыхание следует **задержать** на время экспозиции. (Это очень важно, так как дыхание пациента будет двигать кассету во время снимка.)



Рис. 4-168. Укладка лежа на спине для латерографии (среднего и дистального отделов плечевой кости)



Рис. 4-169. Латерограмма плечевой кости



Рис. 4-170. Анатомическая схема латерограммы плечевой кости

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Боковая проекция средней и дистального отдела плечевой кости. • 2/3 от плечевой кости должны быть показаны на рентгенограмме.

Укладка. • Длинная ось плечевой кости должна лежать вдоль длинной оси кассеты. • Локоть пациента согнут на 90°.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны вдоль границ мягких тканей по всей длине плечевой кости, минимальное диафрагмирование сверху и снизу, чтобы не обрезать изображение суставов. • Центр снимка должен быть в средней части дистального отдела плечевой кости (2/3 от общей длины кости).

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движения во время экспозиции дают возможность ясно видеть границы мягких тканей и трабекулярную структуру кости.

Упражнения по рентгенограммам

Каждая из приведенных здесь рентгенограмм содержит ошибки и требует пересъемки. Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы которые мы обсудили в этой главе и категории, приведенные справа.

Для начала предлагаем вам обдумать, к какой категории можно отнести **ошибку** на снимке, требующую его пересъемки.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ					
	А	Б	В	Г	Д	Е
1. Видимые анатомические структуры	____	____	____	____	____	____
2. Укладки пациента	____	____	____	____	____	____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	____	____	____	____	____	____
4. Параметры экспозиции	____	____	____	____	____	____
5. Маркировка	____	____	____	____	____	____



Рис С4-171. Передняя проекция **А**



Рис. С4-172. Боковая проекция **Б**



Рис. С4-173. Задняя косая проекция локтевого сустава **В**



Рис. С4-174. Передняя проекция запястья **Г**



Рис. С4-175. Передняя косая проекция кисти **Д**



Рис. С4-176. Боковая проекция локтевого сустава **Е**

ГЛАВА 5

Проксимальный отдел плечевой кости и плечевой пояс

СОАВТОРЫ: Linda Lingar, M Ed, RT (R)(M)
Donna Davis, M Ed, RT (R) (CV)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Проксимальный отдел плечевой кости, 170
Плечевой пояс, 171
Ключица, 171
Лопатка, 172
Анатомический обзор по рентгенограммам, 173
Классификация суставов, 174

Укладки

Ротация проксимальной части плечевой кости, 175
Альтернативные методы исследования, 176
Клинические показания, 177
Результаты опроса по США и Канаде, 178
Основные и специальные проекции, 178
Плечо (не травма):
- Задняя проекция (ротация наружу), 179
- Задняя проекция (ротация внутрь), 180
- Нижневерхняя аксиальная проекция (метод Лоуренса), 181
- Нижневерхняя аксиальная проекция (метод «Вест-Пойнт»), 182
- Задняя косая укладка — суставная впадина (метод Грэши), 183
- Тангенциальная проекция — межбугорковая борозда (метод Фиска), 184

Плечо (травма):
- Задняя проекция (без ротации), 185
- Трансторакальная боковая проекция (метод Лоуренса), 186
- Лопаточная Y-образная боковая проекции, 187
- Тангенциальная проекция надостного отверстия (метод Нира), 188
- Апикальная косая проекция (метод Гарта), 189

Ключица:
- Задняя и задняя аксиальная проекции, 190

Акромиально-ключичные суставы:
- Задняя билатеральная проекция с нагрузкой и без, 191

Грудино-ключичные суставы (см. главу 10)
Лопатка:
- Задняя проекция, 193
- Боковая проекция, вертикальная укладка, 194
- Боковая проекция, горизонтальная укладка, 195

Упражнения по рентгенограммам, 196

Верхняя конечность

Кисть, запястье, а также средняя и дистальная части плечевой кости были описаны в главе 4. **Проксимальный отдел плечевой кости** будет описан в этой главе вместе с плечевым поясом, в состав которого входят **ключица и лопатка**.

ПЛЕЧЕВАЯ КОСТЬ

Плечевая кость является самой длинной и крупной костью верхней конечности. Длина ее равна приблизительно одной пятой от роста взрослого. Плечевая кость сочленяется в плечевом суставе с лопаткой.

Проксимальный отдел плечевой кости

Проксимальный конец плечевой кости сочленяется с лопаткой, образуя плечевой сустав. Проксимальный отдел кости заканчивается **головкой** округлой формы. Неглубокое кольцеобразное сужение сразу ниже и латеральнее головки называется **анатомической шейкой**, которая является областью, отделяющей головку от прилегающих к ней большого и малого бугорков.

Выступ, расположенный сразу ниже анатомической шейки на передней поверхности кости, носит название **малого бугорка**. Более крупный латеральный выступ называется **большим бугорком**. Между этими двумя бугорками проходит глубокая **межбугорковая борозда**. Ниже головки и бугорков находится небольшое конусообразное сужение — **хирургическая шейка**, дистальнее которой располагается длинное тело плечевой кости.

Хирургическая шейка названа так в связи с тем, что в этой области чаще всего случаются переломы, требующие хирургического вмешательства. В области толстой анатомической шейки переломы относительно редки.

Анатомия проксимальной части плечевой кости на рентгенограммах

На рис. 5-3 представлена рентгенограмма плеча в задней проекции, выполненная с наружной ротацией, плечевая кость в данном случае расположена в **прямой задней** или фронтальной укладке.

Рис. 5-2 подставляет нейтральную укладку (естественное положение руки без внутренней или наружной ротации). В этом случае плечевая кость расположена в косой укладке.

Некоторые элементы на рентгенограмме труднее рассмотреть отчетливее, чем на рисунке, но хорошее представление о расположении и взаимосвязи между различными анатомическими частями помогает их идентификации, что и показано на рис. 5-3.

А. Головка плечевой кости.
Б. Большой бугорок.
В. Межбугорковая борозда.
Г. Малый бугорок.
Д. Анатомическая шейка
Е. Хирургическая шейка.
Ж. Тело.

Относительное взаиморасположение большого и малого бугорков имеет значение для определения положения плечевой кости при изучении рентгенограммы. Следует помнить, что при точной задней проекции **малый бугорок расположен немного кпереди, а большой бугорок — латерально**.

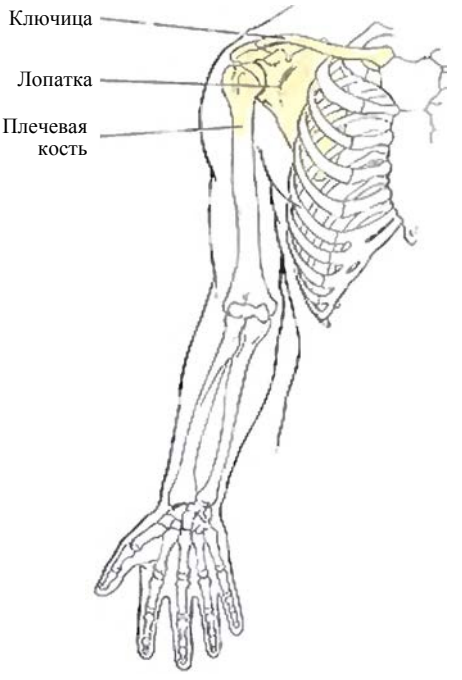


Рис. 5-1. Плечевой пояс



Рис. 5-2. Вид спереди проксимальной части плечевой кости при отсутствии ротации (косое положение)

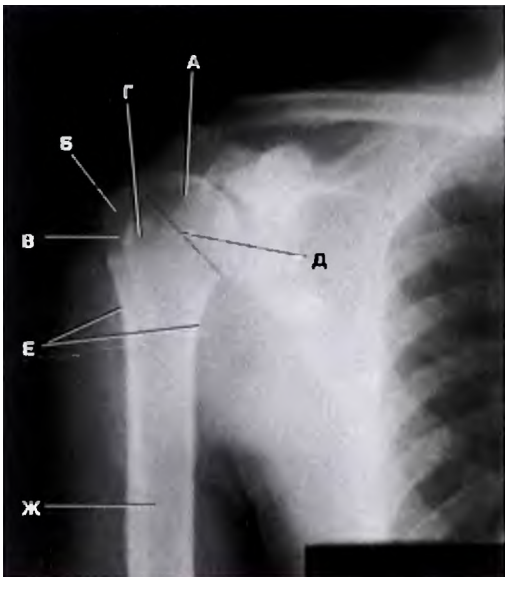


Рис. 5-3. Рентгенограмма плечевого сустава в задней проекции с наружной ротацией

ПЛЕЧЕВОЙ ПОЯС

Плечевой пояс состоит из двух костей: **ключицы и лопатки**. Функционально ключица и лопатка соединяют верхнюю конечность с туловищем и осевым скелетом. Спереди плечевой пояс сочленен с туловищем у верхнего края грудины, однако сзади соединение является неполным, так как лопатка здесь удерживается только мышцами спины. Плечевой пояс связан со свободной верхней конечностью плечевым суставом, образованным лопаткой и плечевой костью. Ключицы расположены выше переднего верхнего края грудной клетки. Лопатки находятся выше верхнего края грудной клетки по задней ее поверхности.

Верхний край лопатки находится на уровне заднего отрезка второго ребра, а нижний край — на уровне седьмого ребра (Th7). Заметьте, что нижний край лопатки, соответствующий уровню Th7, используется также как ориентир для определения средней линии грудной клетки (см. главу 2).

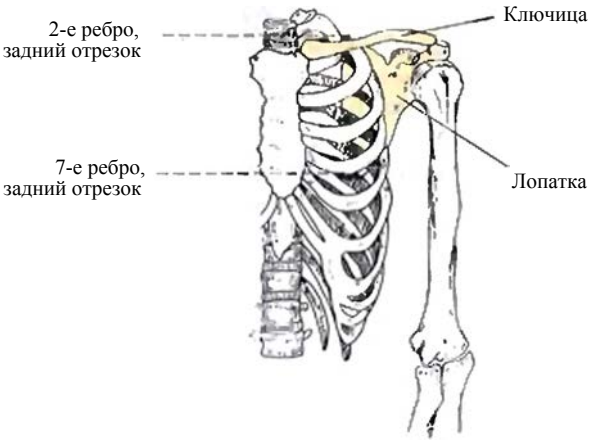


Рис. 5-4. Плечевой пояс

Ключица

Ключица — длинная кость с двойным изгибом (S-образной формы), имеющая три основные части — два конца и длинное центральное тело. Наружное, или **акромиальное**, **окончание ключицы** сочленяется с акромионом лопатки. Это сочленение называется **акромиально-ключичным** суставом, как правило, его легко пропальпировать.

Медиальный, или грудинный, конец ключицы сочленяется с верхней частью грудины — ее рукояткой. Это сочленение называется грудинно-ключичным суставом. Он также легко пальпируется, кроме того, в углублении между двумя грудинно-ключичными суставами находится важный топографический ориентир, называемый яремной вырезкой (ранее в литературе этот ориентир назывался надгрудинной вырезкой, или вырезкой рукоятки).

Телом ключицы называется удлиненная часть кости между двумя ее концами.

Акромиальный конец ключицы уплощен и имеет нисходящую кривизну в месте ее соединения с акромионом. Грудинный конец имеет форму трехгранной призмы и также изогнут по направлению к грудинному сочленению.

Существует разница в размере и форме ключицы у мужчин и женщин. **Женская ключица** обычно **короче и менее изогнута** по сравнению с мужской. У мужчин ключицы толще и более изогнуты, причем максимальный изгиб наблюдается у мужчин с сильно развитой мускулатурой.

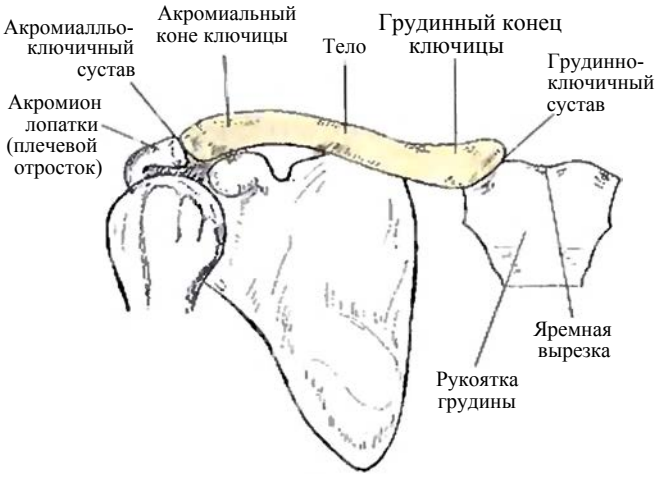


Рис. 5-5. Ключица

Рентгенограммы ключицы

На рентгенограмме в задней проекции на рис. 5-6 представлены два сустава и три части ключицы.

А. Грудинно-ключичный сустав.
Б. Грудинный конец ключицы.
В. Тело.
Г. Акромиальный конец ключицы.
Д. Акромиально-ключичный сустав.

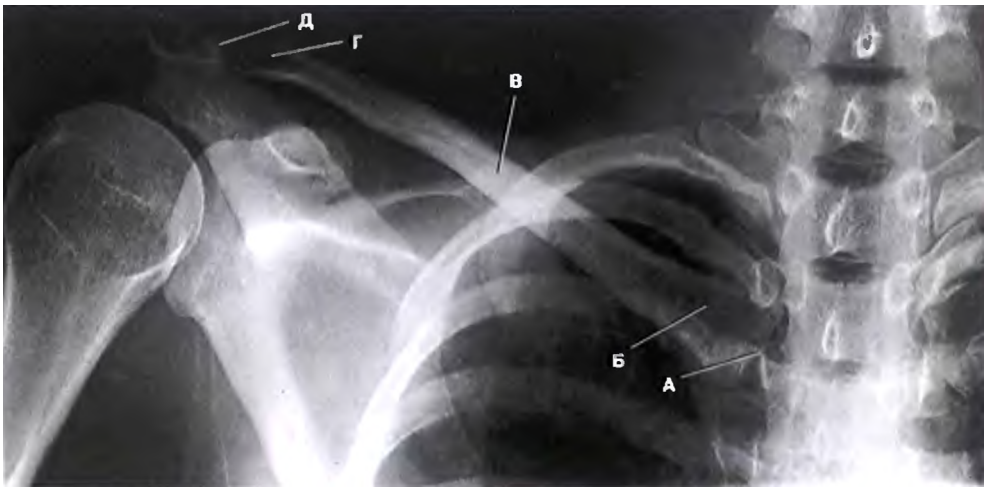


Рис. 5-6. Рентгенограмма ключицы в задней проекции

Лопатка

Лопатка (лопаточная кость) образует заднюю часть плечевого пояса. Это плоская кость треугольной формы, в ней различают три края, три угла и две поверхности. **Медиальный** (позвоночный) **край** — длинный и тонкий, идущий вдоль позвоночного столба; **верхний край**, или самая верхняя грань лопатки, и **латеральный** (аксиллярный) **край**, обращенный к подмышечной области (рис. 5-7). *Axilla* — медицинское название подмышечной впадины.

Вид спереди. Лопатка имеет треугольную форму (рис. 5-8). Латеральный угол, иногда называемый головкой лопатки, самая утолщенная часть лопатки. На его наружной поверхности располагается уплощенная суставная впадина (ямка).

Головка плечевой кости сочленяется с суставной впадиной лопатки, образуя **лопаточно-плечевой сустав**, или плечевой сустав.

Небольшое сужение между головкой и телом лопатки называется **шейкой лопатки**. **Верхний и нижний углы** относятся, соответственно, к верхнему и нижнему концам медиального, или позвоночного, края. **Тело** лопатки изогнуто, что придает ей больше прочности. Тонкая плоская нижняя часть тела иногда называется крылом лопатки, хотя это название не является предпочтительным.

Передняя, прилежащая к ребрам поверхность называется **реберной поверхностью**. В средней части реберной поверхности имеется углубление значительных размеров — **подлопаточная ямка**.

Акромион — длинный изогнутый отросток, располагающийся над головкой плечевой кости. Толстый заостренный отросток, выступающий кпереди под ключицей, называется клювовидным отростком. Вырезка в наружном отделе верхнего края лопатки, переходящая в основание клювовидного отростка, называется **вырезкой лопатки**.

Вид сзади. На рис. 5-9 показан поперечный выступ, проходящий по дорсальной, или задней, поверхности лопатки, который называется **остью лопатки**. Выступающая ость лопатки начинается ровной треугольной областью от позвоночного края и продолжается латерально, оканчиваясь **акромионом**, который образует выступ кзади от плечевого сустава.

Задний край ости лопатки представляет собой хорошо развитое образование, называемое гребнем лопаточной ости. Ость лопатки делит заднюю поверхность на две части: **надостную и подостную ямки**. Обе ямки являются местом прикрепления мышц плечевого пояса. Названия мышц соответствуют одноименным ямкам: надостная и подостная мышцы.

Вид сбоку. Боковая проекция демонстрирует взаимоотношение различных частей лопатки (рис. 5-10). Гонкая лопаточная кость выглядит при этом как латинская буква Y (игрек). Плечевой и клювовидный отростки образуют верхние ножки Y. Сильно развитый дистальный конец ости лопатки, **акромион**, располагается сверху и сзади от суставной впадины. **Клювовидный отросток** расположен кпереди по отношению к суставной впадине плечевого сустава.

Нижней ножкой Y является тело лопатки. Задняя поверхность, или задняя часть, тонкого тела лопатки называется **дорсальной поверхностью**. Ость лопатки пересекает ее заднюю поверхность по направлению к верхнему краю. Передняя поверхность тела лопатки называется **реберной**. **Латеральный** (подмышечный) **край** утолщен и направлен от **суставной впадины** к **нижнему углу**, как это видно на боковой проекции.

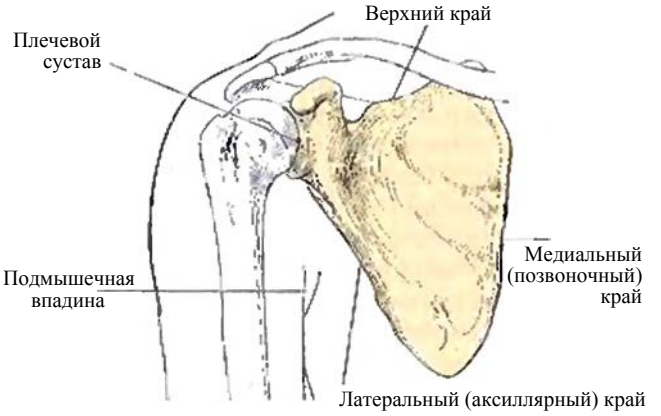


Рис. 5-7. Лопатка — три края и лопаточно-плечевой (плечевой) сустав



Рис. 5-8. Лопатка — вид спереди

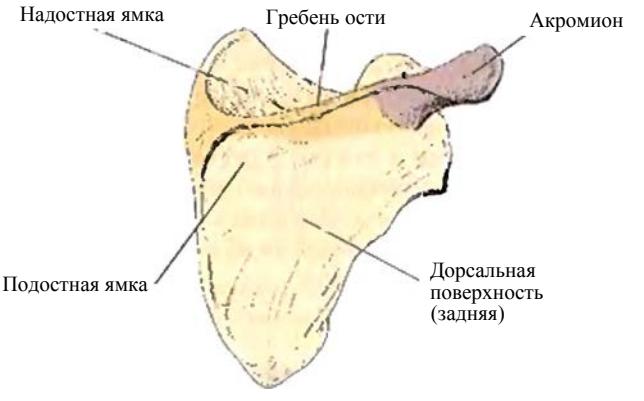


Рис. 5-9. Лопатка — вид сзади

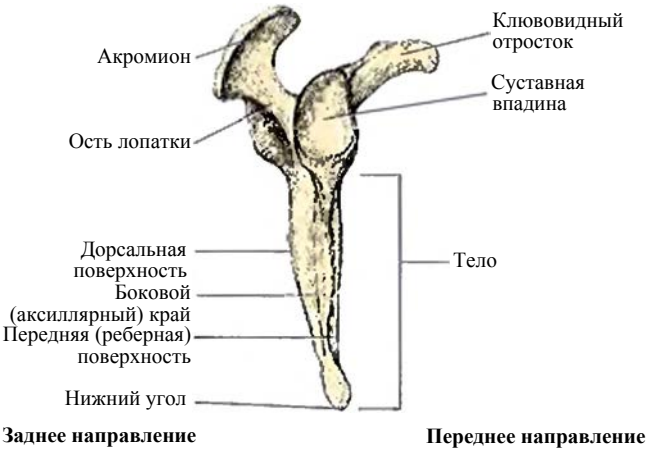


Рис. 5-10. Лопатка — вид сбоку

Обзор рентгенограмм лопатки

Задняя проекция: на рис. 5-11 представлена рентгенограмма лопатки в задней проекции, выполненная при отведенной руке, так, чтобы лопатка не перекрывалась плечевой костью. Знание формы и взаиморасположения анатомических частей помогает определить каждое из следующих образований.

А. Акромион.
Б. Шейка лопатки (примерно на 2 см ниже клювовидного отростка).
В. Вырезка лопатки.
Г. Верхний угол.
Д. Медиальный (позвоночный) край.
Г. Нижний угол.
Ж. Латеральный (подмышечный) угол.
З. Суставная впадина или суставная поверхность.



Рис. 5-11. Рентгенограмма лопатка в задней проекции

Боковая проекция: эта Y-образная (игрек-образная) рентгенограмма лопатки в боковой проекции выполняется в передней косой укладке, при этом верхняя половина тела пациента развернута таким образом, что изображение лопатки отделяется от изображения костей грудной клетки, являя истинную торцевую, или боковую проекцию (рис. 5-12).

Обратите внимание, что при таком расположении лопатки, на Y-образном боковом виде лопатки акромион и клювовидный отросток образуют верхние ножки Y, а тело лопатки — длинную нижнюю ножку. Далее перечислены части, помеченные на рентгенограмме.

А. Акромион.
Б. Клювовидный отросток.
В. Нижний угол.
Г. Ость лопатки.
Д. Тело лопатки.



Рис. 5-12. Боковая (Y-образная) рентгенограмма лопатки

Проксимальный отдел плечевой кости и лопатка

Нижне-верхняя аксиальная проекция плечевого сустава (как показано на рис. 5-14) дает боковое изображение головки и шейки плеча. Здесь также показано взаимоотношение плечевой кости и суставной поверхности лопатки, образующих плечевой сустав.

При такой укладке анатомия лопатки может выглядеть запутанной, но знание и понимание в взаимоотношений различных частей лопатки помогут распознать все части, помеченные на снимке. Это также поможет вам правильно расположить рентгенограмму на негатоскопе.

Буквой **А** на рис 5-13 обозначена верхушка **клювовидного отростка**, который расположен кпереди от плечевого сустава и будет, следовательно, самой верхней частью на рентгенограмме, если расположить ее на негатоскопе по ходу рентгеновских лучей, передней частью плеча кверху.

Буквой **Б** обозначена **суставная впадина**, являющаяся суставной поверхностью **латерального угла**, или **головки**, лопатки.

Буквой **В** обозначена **ость** лопатки, которая у пациента, лежащего на спине, как показано на рис. 5-14, расположена сзади.

Буквой **Г** обозначен **акромион**, являющийся продолжением ости лопатки, и его изображение при такой укладке накладывается на изображение плечевой кости.

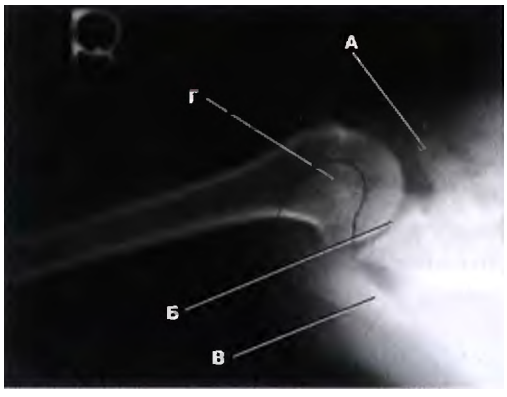


Рис. 5-13. Рентгенограмма плечевого сустава в нижне-верхней аксиальной проекции



Рис. 5-14. Уклады плечевого сустава для нижне-верхней аксиальной проекции (положение пациента - лежа на спине)

КЛАССИФИКАЦИЯ СУСТАВОВ

Существует три типа суставов, или сочленений, плечевого пояса: **грудинно-ключичный, акромиально-ключичный и лопаточно-плечевой**, или плечевой, сустав (рис. 5-15). Классификация, степень подвижности, а также тип движений и этих суставах описаны ниже.

Классификация

Все три сустава плечевого пояса принадлежат к типу **синовиальных соединений**, характеризующихся наличием окружающей сустав фиброзной капсулы, содержащей синовиальную жидкость.

Степень подвижности

Все три перечисленных сустава относятся к **подвижным** сочленениям, или **диартрозам**. Синовиальные суставы по своей приводе подвижны, следовательно, единственная разница между этими тремя суставами состоит в типе их движений.

Тип движений

Лопаточно-плечевой, или плечевой, сустав представляет собой соединение между головкой плечевой кости и суставной поверхностью лопатки. По типу движений принадлежит к группе **шаровидных** суставов, с обширным объемом движений. Различают такие движения, как с**гибание, разгибание, отведение, приведение**, а также **вращательное движение с медиальной (внутренней) и латеральной (наружной) ротацией**.

Суставная впадина лопатки не очень глубока, что обеспечивает большую свободу движений в суставе в ущерб его силе и стабильности. Это компенсируется сильными связками, сухожилиями и мышцами, окружающими сустав. Небольшое растяжение мышц и связок может явиться причиной смещений и вывихов плечевой кости из суставной впадины. Вывихи в плечевом суставе случаются чаще, чем в любом другом суставе тела, при этом требуется частое рентгенологическое исследование плеча для оценки структурных повреждений.

Плечевому поясу принадлежат еще два сустава, образованные обоими концами ключицы, названные грудинно-ключичным и акромиально-ключичным.

Грудинно-ключичный сустав является суставом с двумя плоскими поверхностями, или скользящим суставом. Грудинный конец ключицы сочленяется с рукояткой грудины и с хрящом первого ребра. Это ограничивает объем движений практически по всем направлениям.

Акромиально-ключичный сустав также является небольшим синовиальным суставом с плоскими суставными поверхностями или скользящим суставом, образованным акромиальным концом ключицы и медиальной частью акромиона лопатки. Два типа движений возможны в этом суставе. Во-первых, это скользящее движение между концом ключицы и акромионом. И, во-вторых, это небольшие вращательные движения, которые происходят при движении лопатки вперед и назад вместе с ключицей. Это позволяет лопатке приспосабливать свое положение, оставаясь в близком контакте с задней стенкой грудной клетки. Вращательные движения в суставе ограничены, вследствие чего он относится к плоским суставам, или суставам скользящего типа.



Рис. 5-15. Суставы плечевого пояса

КОРОТКО О СУСТАВАХ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА

Классификация	**Синовиальные** (суставная капсула содержит суставную жидкость)
Тип подвижности	**Диартроз** (свободно подвижные)
Степень подвижности	
1. Плечевой сустав	сфероидальный или шаровидный
2. Грудино-ключичный	плоский (скользящий)
3. Акромиально-ключичный	плоский (скользящий)

РОТАЦИЯ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

Рентгенография плечевой кости

Снимки плечевой кости с ротацией выполняют для обнаружения крупных отломков или дислокации. Задние проекции с ротацией хорошо визуализируют лопаточно-плечевой (плечевой) сустав для обнаружения возможных обызвествлений или другой патологии. Обратите внимание на положение и форму большого бугорка (А) и малого бугорка (Б) на рентгенограммах (рис. 5-17, 5-19 и 5-21).

По положению и соотношению размеров малого и большого бугорков можно определить направление ротации плечевой кости при снимке. Это знание поможет определить правильный угол ротации для визуализации нужной поверхности кости.

Ротация наружу. При ротации кнаружи плечевая кость приводится в анатомическую позицию для прямой задней проекции, как это можно определить по положению надмыщелков дистальной части плечевой кости. Предплечье и локоть вывернуты кнаружи так, чтобы ладонь была расположена фронтально. Такая укладка приведет к тому, что воображаемая линия, соединяющая медиальный и латеральный надмыщелки, будет параллельна кассете (рис 5-16).

Примечание: вы можете проверить это на себе. Опустите одну руку и поворачивайте ее кнаружи, другой рукой пальпируйте надмыщелки.

При ротации наружу на снимке будет видно, что **большой бугорок (А)**, который в нейтральном положении расположен спереди, развернулся и проецируется **в профиль**. **Малый бугорок (Б)** теперь расположен спереди, медиальнее большого бугорка.

Ротация внутрь. При ротации внутрь добиваются того, чтобы линия, соединяющая надмыщелки, стала **перпендикулярна кассете**. При этом плечевая кость расположена в **истинной боковой укладке**. Ладонь в этом случае смотрит назад или развернута максимально назад так, чтобы линия, соединяющая надмыщелки, была **перпендикулярна кассете** (рис. 5-18).

Задняя проекция плеча, выполненная с ротацией внутрь, следовательно, является боковой проекцией плечевой кости, при этом большой бугорок (А) повернут кпереди и расположен в средней части дистального окончания плечевой кости. Малый бугорок (Б) виден в профиль медиальнее.

Нейтральное положение (без ротации). В этом положении выполняют заднюю проекцию плеча пациентам с травмой, когда ротация невозможна. При этом линия, соединяющая надмыщелки, наклонена примерно **под углом 45° к кассете**. При этом ладонь прилегает к бедру, а плечевая кость расположена в косой укладке под углом 45°. Это промежуточная позиция, и большой бугорок на снимке расположен спереди, но латеральное малого бугорка, как показано на рентгенограмме — рис. 5-21.



Рис. 5-16. Ротация плеча наружу (задняя проекция плеча)



Рис. 5-17. Рентгенограмма плеча с внешней ротацией (задняя проекция плеча)



Рис. 5-18. Ротация плеча внутрь (боковая проекция плечевой кости)



Рис. 5-19. Рентгенограмма плеча с внутренней ротацией (боковая проекция плечевой кости)



Рис. 5-20. Нейтральное положение плеча без ротации (косая проекция плечевой кости)



Рис. 5-21. Рентгенограмма плеча без ротации (косая проекция плечевой кости)

Укладки, технические условия исследования и методы радиационной защиты

Общие принципы укладки плечевой кости и плечевого пояса (лопатки и ключицы) похожи но принципы укладок для верхней и нижней конечности.

Технические условия исследования

Толщина плеча взрослого варьирует от 10 до 15 см, что вызывает необходимость использования отсеивающих растров. У детей и астеников толщина плеча может быть менее 10 см, что требует уменьшения параметров экспозиции и отказ от отсеивающего растра[1]. Акромиально-ключичный сустав обычно не толще 10 см, что требует меньших значений кВ (65-70 кВ) и выполнения снимка без растра.

Среднее плечо взрослого

1. Среднее значение кВ — 70-80 кВ с растром, если плечо толще чем 10 см (для толщины менее 10 см — 65-70 кВ, без растра)
2. Высокое значение мА и короткое время экспозиции.
3. Малый фокус.
4. В режиме автоматического контроля экспозиции следует выбирать для работы центральное поле ионизационной камеры (некоторые проекции требует ручного режима выбора параметров экспозиции).
5. Адекватное значение мАс для получения достаточной оптической плотности снимка (для визуализации мягких тканей, контуров костей и трабекулярной костной структуры).
6. Использование сочетаний экран/пленка класса чувствительностью 400 при использовании растра.
7 РИП — 100-110 см, кроме акромиально-ключичного сустава, который снимают с РИП 180 см, чтобы не было геометрических искажений.

Радиационная защита

Гонады. При выполнении снимка верхней конечности пациенту, лежащему на спине, гонадная зашита необходима из-за близости гонад от объекта съемки. Она также необходима и при рентгенографии в сидячем положении. Вообще же защита области таза желательна во всех случаях, когда это возможно, что также служит для успокоения пациента.

Щитовидная железа, легкие и молочные железы. Рентгенография плечевого сустава и верхней конечности приводит к облучению щитовидной железы, молочных желез и области легких. Все это — радиочувствительные области, дающие существенный вклад в формирование дозовой нагрузки (см. главу 1, с. 59) Следует выполнять диафрагмирование **максимально близко** к краям области интереса, рекомендовано использование **рентгенозащитных пластин** на область легких и щитовидной железы, которые не попадают в зону интереса при рентгенографии.

Рентгенография в педиатрии

Методика укладок у детей и взрослых не отличается, есть разница только в параметрах экспозиции. Следует учитывать, что плечо ребенка тоньше и менее плотное, чем у взрослого. Движение ребенка при снимке — основная проблема рентгенографии. Следует использовать фиксирующие устройства. Подушки, ленты очень удобны для фиксации, но применение грузов в виде мешков с песком, должно выполняться с большой осторожностью.

Родителей часто просят ассистировать при рентгенографии их ребенка. Обеспечьте в этом случае родителей адекватной радиационной защитой.

С ребенком следует говорить успокаивающим тоном и на языке, который ребенку понятен, чтобы добиться сотрудничества ребенка в ходе исследования.

Рентгенография в гериатрии

При общении с пожилыми пациентами следует их инструктировать четко и ясно, так, чтобы им было понятно. Не всегда можно выполнить стандартную укладку из-за физического состояния пожилого пациента. Параметры экспозиции должны быть уменьшены из-за декальцификации костей, которая часто имеет место у пожилых.

Альтернативные методы исследования

АРТРОГРАФИЯ

Артрография часто используется для визуализации патологии мягких тканей, например разрыва ротационной манжетки плеча. Эта процедура, которая описана детально в главе 21, требует введения контрастного вещества в суставную капсулу под контролем флюороскопии в стерильных условиях.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ) И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

КТ и МРТ часто используется для оценки степени поражения мягких и костных тканей опухолями или при травме. Поперечные компьютерные срезы очень эффективны в оценке протяженности перелома. МРТ можно использовать для диагностики разрыва ротационной манжетки плеча без контрастного вещества.

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Радионуклидные методы сканирования костей полезны в диагностике остеомиелита, метастазов в кости и воспалений подкожной клетчатки. Сканирование позволяет получить информацию о состоянии кости в течение 24 часов. Радионуклидное исследование — метод более чувствительный, чем рентгенография, так как оно связано с физиологическими процессами, происходящими в тканях, а не с их анатомическими аспектами.

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

Ультразвуковое сканирование позволяет визуализировать мягкие ткани плечевого сустава и диагностировать разрыв ротационной манжетки плеча, повреждения суставной сумки, разрыв и повреждение нервов, связок и сухожилий. Эти данные можно использовать как дополнение к более дорогостоящим МРТ исследованиям. УЗИ эффективно в изучении динамических характеристик плечевого сустава.

---

[1] Следует использовать внешний кассетодержатель на стойке снимков. - *Ред*.

Клинические показания

Основными клиническими показаниями к рентгенографии плечевого пояса являются следующие.

Акромиально-ключичное смещение. Дистальный отдел ключицы обычно смещается кпереди, что может быть вызвано падением человека.

Банкарта повреждение — перелом края суставной губы.

Бурсит — воспаление околосуставной сумки с накоплением в ее полости экссудата; обычно сопровождается обызвествлением прилегающих сухожилий, что вызывает боль и ограничение движений в суставе.

Дефект Хилл-Сакса — компрессионный перелом суставной поверхности головки плечевой кости, часто сопровождающийся смещением ее кпереди.

Идиопатический хронический адгезивный капсулит (замороженное плечо) — заболевание плечевого сустава неизвестной причины, вызванное хроническим воспалением в суставе и вокруг него, характеризуется болью и ограничением подвижности сустава.

Субакромиальный синдром — комплексное поражение структур, прилежащих к субакромиальной сумке, связанное с нарушением биомеханики плечевого сустава.

Остеоартрит — дегенеративно-дистрофическое заболевание суставов невоспалительной этиологии, характеризующееся постепенным разрушением суставного хряща с сопутствующей деформацией костной ткани; является наиболее распространенным типом суставной патологии. Считается нормальной составляющей возрастных изменений.

Остеопороз — снижение плотности кости в результате уменьшения количества костного вещества или недостаточного его обызвествления. Встречается у женщин в климаксе и у пожилых мужчин. В результате остеопороза происходит разрежение губчатого вещества кости с истончением костных перекладин, большинство переломов у женщин старше 50 лет являются следствием остеопороза.

Ревматоидный артрит — хроническое системное воспалительное заболевание соединительной ткани с преимущественным поражением суставов. Вначале происходит разрастание мягких тканей, чаще в области запястья, вокруг шиловидного отростка локтевой кости, при этом в суставном хряще определяются эрозии. Одними из первых также поражаются второй и третий пястно-фаланговые суставы или третий проксимальный межфаланговый сустав.

Разрыв ротационной манжетки плеча — травматическое повреждение одного из мускулов, обеспечивающих вращательное движение плеча — малой круглой мышцы (*m. teres minor*), надостной мышцы (*m. supraspinatus*), подостной мышцы (*m. infraspinatus*), подлопаточной мышцы (*m. subscapularis*). Разрыв ротационной манжетки плеча приводит к ограниченной подвижности плечевого сустава.

Тендинит — воспаленное состояние сухожилий плечевого сустава, иногда вследствие их растяжения.

ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ [1]
Акромиально-ключичное смещение	Билатеральная проекция акромиально-ключичного сустава	Расширение суставной щели	Нет
Банкарта повреждение	Задняя проекция, с ротацией внутрь, лопаточная Y-образная боковая, метод «Вест-Пойнт» или Грэши	Переломы, включающие область края суставной впадины	Нет
Бурсит	Задняя и боковая проекции сустава	Экссудат в полости сустава с возможным обызвествлением	Нет
Дефект Хилла-Сакса	Проекция с ротацией внутрь, избыточной ротацией наружу, дополнительная боковая или «Вест-Пойнт»	Компрессионный перелом с возможный вывих головки плечевой кости	Нет
Идиопатический хронический адгезивный капсулит	Задняя проекция и боковая проекция плечевого сустава	Возможная кальцификация или другая патология суставной щели плечевого сустава	Нет
Субакромиальный синдром	Лопаточная Y-образная боковая или метод Нира	Субакромиальные шпоры	Нет
Остеоартрит	Задняя и боковая проекции пораженной области	Сужение суставного пространства С сопутствующей деформацией костной ткани	Понижение (-)
Остеопороз	Задняя и боковая проекции пораженной зоны	В области дистальных отделов кости и суставов видно уменьшение плотности костного вещества; истончение коркового слоя длинных костей	Понижение (-)
Ревматоидный артрит	Задняя и боковая проекции кисти и запястья	Сужение суставных пространств с подвывихом в пястно-фаланговых суставах	Понижение (-)
Разрыв ротационной манжетки плеча	Артрография или МРТ	Разрыв мускулатуры	Нет
Тендинит	Метод Нира или МРТ	Кальцификация сухожилий	Нет

[1] Зависит от стадии или тяжести заболевания или состояния.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА ПО США И КАНАДЕ

В 1999 году в Соединенных Штатах и Канаде было проведено исследование частоты выполняемых процедур.

Знание того, какие процедуры считаются рутинными, а какие специальными, поможет студентам, изучающим нашу специальность, понять необходимость, изучения этих проекций и укладок, даже если они не выполняются в том ЛПУ, где студенты проходят практику.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА

Плечо. Для исследования неострого травматического состояния плеча самыми популярными остаются **задние проекции с ротацией внутрь и наружу**. Далее по частоте использования, в том числе и для не травматических состояний, следует задняя косая проекция суставной впадины (метод Грэши), который половина опрошенных считает основной проекцией, а другая половина — специальной проекцией.

Тангенциальная проекция межбугорковой борозды (метод Фиска) — наиболее распространенная специальная проекция.

При травме плеча наиболее часто используют **заднюю проекцию без ротации или лопаточную Y-образную боковую** проекцию, чем **трансторакальную боковую** проекцию. Отметим возросшее использование **лопаточной Y-образной боковой** проекции.

Ключица. В основном применяют заднюю и заднюю аксиальную проекцию. Передние проекции по опросам составляют менее 5% в Канаде и менее 18% в США.

Лопатка. Самые частые проекции лопатки — задняя (97-99%) и вертикальная передняя косая укладка (76-79%). Задняя косая укладка менее популярна (51% в США и 44% в Канаде).

Акромиально-ключичные суставы. Задняя билатеральная проекция с нагрузкой и без применяется как основная у 92-96% опрошенных.

Основные и специальные проекции

Ниже приводится краткий список основных и специальных проекций для исследования плечевого сустава (плеча), ключицы, акромиально-ключичных суставов и лопатки.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные, или базовый, проекции (также иногда именуемые стандартными) — проекции, которые чаще всего используются в диагностике контактных пациентов, они полезны и дополняют друг друга при рентгенодиагностике.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции, которые чаще всего используются в качестве дополнения для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела, или когда полный контакт с пациентом затруднен.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Плечо (не травма)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя проекция с ротацией наружу, 179
- Задняя проекция с ротацией внутрь, 180

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Нижне-верхняя аксиальная проекция (метод Лоуренса), 181
- Нижне-верхняя аксиальная проекция (метод «Вест-Пойнт»), 182
- Задняя косая — суставной впадины (метод Грэши), 183
- Тангенциальная проекция — межбугорковой борозды (метод Фиска), 184

Плечо (травма)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя проекция без ротации, 185
- Трансторакальная боковая (метод Лоуренса), 186

или
- Лопаточная Y-образная боковая, 187

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Тангенциальная проекция надостного отверстия (метод Нира), 188
- Апикальная косая (метод Гарта), 189

Ключица
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя и задняя аксиальная, 190

Акромиально-ключичные суставы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя билатеральная с нагрузкой и задняя билатеральная без нагрузки, 191

Лопатка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 193
- Боковая
  - Вертикальная укладка, 194
  - Горизонтальная укладка, 195

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ С РОТАЦИЕЙ НАРУЖУ: ПЛЕЧО (НЕ ТРАВМА)

Задняя проекция проксимального отдела плечевой кости

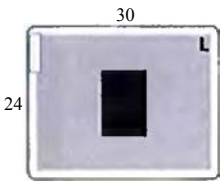
Предупреждение: НЕ пытайтесь вращать руку, если есть подозрение на перелом (см. раздел об исследовании травмы)

Плечо (не травма)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя проекция с ротацией наружу
- Задняя проекция с ротацией внутрь

Выявляемая патология

Переломы и вывихи проксимального отдела плечевой кости и плечевого пояса. В этой проекции можно получить изображения обызвествлений в мышцах, сухожилиях или в суставной сумке. Выявляются остеопороз и остеоартрит.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение поперечное (или продольное — для того, чтобы показать большую часть плечевой кости).
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
12	70	6	150	140	Щитовидная железа 10 Молочная железа 80

мкГр

Радиационная защита гонад - рекомендуется.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или стоит (сидит у стойки снимков — см. рис. 5-22). Вертикальная укладка менее болезненна для пациента. Следует развернуть тело слегка в сторону исследуемого плеча так, чтобы оно прилегало к стоике снимков (кассете, деке пола).

Укладка снимаемой области

- Центр лопаточно-плечевого сустава должен располагаться в центре снимка.
- Пациент должен слегка отвести руку от туловища и затем **развернуть руку кнаружи** (ладонь лежит супинационно) так, чтобы линия, соединяющая надмыщелки, проходила **параллельно кассете**.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен на 2,5 см ниже **клювовидного отростка** (см. примечание).
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон так, чтобы на снимок попали контуры мягких тканей плеча.

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны — проксимальный отдел плечевой кости, латеральные две трети ключицы и нижняя часть лопатки в задней проекции, включая головку плечевой кости относительно суставной впадины.

Укладка. • Ротация наружу определяется по изображению **большого бугорка**, который **проецируется в профиль** на латеральной части плечевой кости, изображение малого бугорка накладывается на изображение головки плечевой кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину лопаточно-ключичного сустава, который, в свою очередь, должен быть расположен в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, отсутствие движения дадут возможность ясно видеть на снимке трабекулярную структуру кости, а также визуализировать мягкие ткани и обнаружить в них обызвествления.

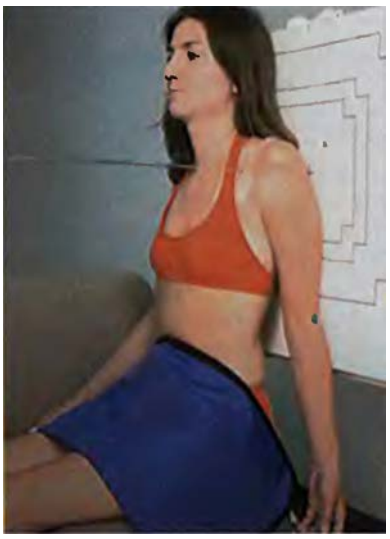


Рис. 5-22. Укладка для задней проекции плеча с ротацией наружу



Рис. 5-23. Рентгенограмма плечо к задней проекции с ротацией наружу

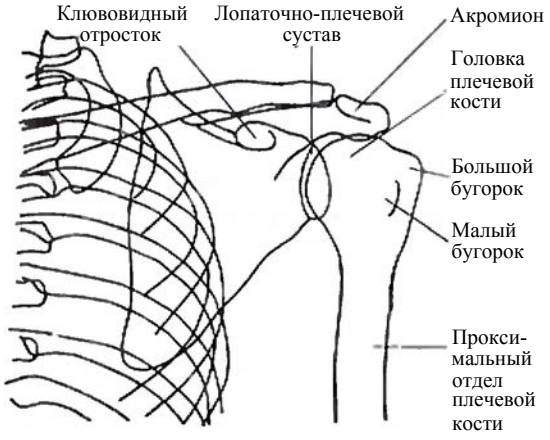


Рис. 5-24. Анатомическая схема плеча в задней проекции с ротацией наружу

Примечание: клювовидный отросток чаще всего не пальпируется, но он расположен примерно на 2 см ниже латерального отдела ключицы, который легко пальпируется.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ С РОТАЦИЕЙ ВНУТРЬ: ПЛЕЧО (НЕ ТРАВМА)

Боковая проекция проксимального отдела плечевой кости

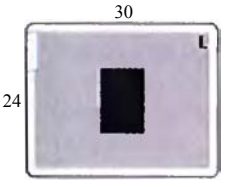
Предупреждение: НЕ пытайтесь вращать руку, если есть подозрение на перелом (см. раздел об исследовании травмы).

Плечо (не травма)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя проекция с ротацией наружу
- Задняя проекция с ротацией внутрь

Выявляемая патология

Переломы и вывихи проксимального отдела плечевой кости и плечевого пояса. В этой проекции можно получить изображения обызвествлений в мышцах, сухожилиях или в суставной сумке. Выявляются остеопороз и остеоартрит.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 x 30 см, расположение поперечное (или продольное - для того, чтобы показать большую часть плечевой кости).
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 ± 5 кВ.
- Уставки и лозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
12	70	6	450	110	Щитовидная железа 10 Молочная железа 80 мкГр

Радиационная защита гонад - рекомендуется.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или стоит (сидит у стойки снимков — рис 5-25). Вертикальная укладка менее болезненна для пациента. Следует развернуть тело слегка в сторону исследуемого плеча так чтобы оно прилегало к стойке снимков (кассете, деке стола).

Укладка снимаемой области

- Центр лопаточно-плечевого сустава должен располагаться в центре снимка.
- Пациент должен слегка отвести руку от туловища и затем **развернуть руку внутрь** (ладонь лежит пронационно) так, чтобы линия, соединяющая надмыщелки, проходила **перпендикулярно кассете**.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен на **2,5 см ниже клювовидного отростка** (см. примечание на предыдущей странице).
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон так, чтобы на снимок попали контуры мягких тканей плеча.

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны — проксимальный отдел плечевой кости в боковой проекции, латеральные две трети ключицы и верхняя часть лопатки, включая головку плечевой кости относительно суставной впадины.

Укладка. • Ротация наружу определяется по изображению **малого бугорка**, который **проецируется в профиль** на медиальной части плечевой кости, контуры большого бугорка видны на изображении головки плечевой кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину лопаточно-ключичного сустава, который, в свою очередь, должен быть расположен в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, отсутствие движения дадут возможность ясно видеть на снимке трабекулярную структуру кости, а также визуализировать мягкие ткани и обнаружить в них обызвествления.



Рис. 5-25. Укладка для задней проекции плеча с ротацией внутрь



Рис. 5-26. Рентгенограмма плеча в задней проекции с ротацией внутрь

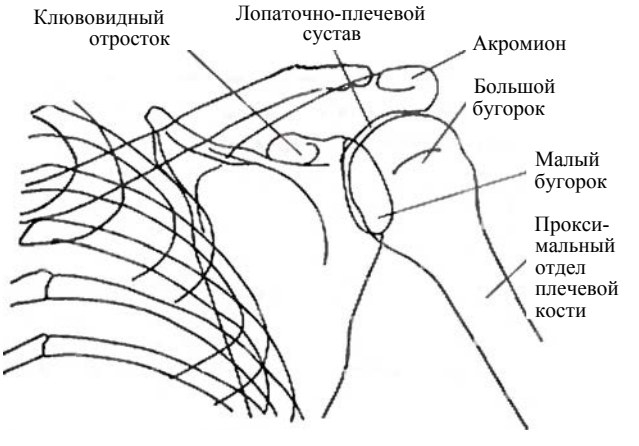


Рис. 5-27. Анатомическая схема плеча в задней проекции с ротацией внутрь

НИЖНЕ-ВЕРХНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПЛЕЧО (НЕ ТРАВМА)

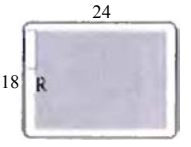
Метод Лоуренса

Предупреждение: НЕ пытайтесь вращать руку, если есть подозрение на перелом (см. раздел об исследовании травмы).

Выявляемая патология

Переломы и вывихи проксимального отдела плечевой кости. Выявляются остеопороз, остеоартрит или дефект Хилла-Сакса в проекции с избыточным поворотом.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Неподвижный растр (ЦЛ направлен вдоль средней линии растра, чтобы избежать эффекта экранирования растром).
- 70 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	70	10	650	170	Щитовидная железа 0 Молочная железа 0

мкГр

Радиационная защита — следует защитить гонады и радиочувствительные органы.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине. Плечо и предплечье приподнято подушкой на 5 см над декой стола (см. рис. 5-28) так, чтобы плечо располагалось напротив центра кассеты.

Укладка снимаемой области

- Пациент лежит вдоль переднего края стола, поэтому для поддержки отведенной руки следует использовать либо каталку, либо столик.
- Голова пациента повернута в сторону от снимаемого плеча, кассета устанавливается как можно ближе к шее пациента и закрепляется с помощью мешков с песком.
- Отведите руку пациента на 90° от туловища (или насколько это возможно), уложите руку **с ротацией наружу**, ладонью вверх (с подставкой под руку и предплечье).

Центральный луч

- ЦЛ **отклонен медиально на 25-30°** и направлен горизонтально через подмышку на головку плечевой кости. Если угол отведения руки меньше 90°, то угол отклонения ЦЛ тоже надо уменьшить до 15-20°.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по области интереса с четырех сторон. **Дыхание** следует задержать на время экспозиции.

Альтернативная укладка — с избыточным поворотом[1]. Смещение головки плечевой кости кпереди как результат компрессионного перелома суставной поверхности головки называется дефектом Хилла-Сакса. Он наилучшим образом визуализируется в этой проекции при избыточном повороте руки так, чтобы большой палец смотрел вниз под углом примерно 45°.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена боковая проекция проксимального отдела плечевой кости, включая головку плечевой кости относительно суставной впадины • Клювовидный отросток лопатки и малый бугорок плечевой кости должны быть видны в профиль. • Ость лопатки будет видна на краю снимка ниже лопаточно-плечевого сустава.

Укладка. • Рука отведена от туловища на 90°. • Изображения верхней и нижней границы суставной впадины должны накладываться друг на друга, что говорит о правильном выборе угла наклона ЦЛ.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину подмышечной области и на головку плечевой кости.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, отсутствие движения дадут возможность ясно видеть на снимке трабекулярную структуру кости. • Контуры акромиона и дистальной части ключицы должны быть видны через изображение головки плечевой кости.



Рис. 5-28. Укладка для нижне-верхней аксиальной проекции плеча

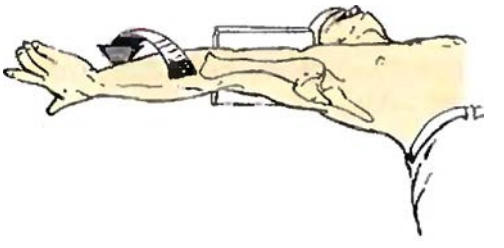


Рис. 5-29. Альтернативная укладка для нижне-верхней аксиальной проекции плеча с избыточным вращением



Рис. 5-30. Рентгенограмма плеча в нижне-верхней аксиальной проекции

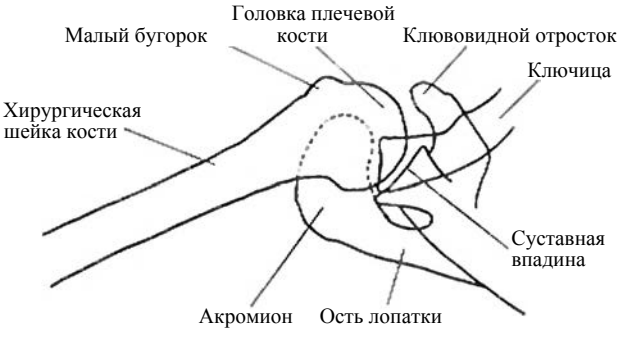


Рис. 5-31. Анатомическая схема плеча в нижне-верхней аксиальной проекции

[1] Rafert JA et al: Axilary shoulder with exaggerated rotation: the Hill-Sachs defect, *Radiol Technol* 62:18-21, 1990.

НИЖНЕ-ВЕРХНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПЛЕЧО (НЕ ТРАВМА)

Метод «Вест-Пойнт»

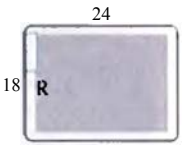
Предупреждение: **НЕ** пытайтесь вращать руку, если есть подозрение на перелом (см. раздел об исследовании травмы).

Плечо (не травма)
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Нижне-верхняя аксиальная проекция (метод Лоуренса)
- Нижне-верхняя аксиальная проекция (метод «Вест-Пойнт»)

Выявляемая патология

Специфические формы патологии, такие как дефект Хилла-Сакса или перелом Банкарта.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Вертикальный кассетодержатель без растра
- 70 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	70	10	650	170	Щитовидная железа 0 Молочная железа 0

мкГр

Радиационная защита - следует защитить гонады.

Укладка пациента

Пациент лежит на животе. Плечо приподнято подушкой на 3 см над декой стола (см. рис. 5-32).

Укладка снимаемой области

- Отведите руку пациента на 90° от туловища, локоть согнут, рука свободно свисает.
- Голова пациента повернута в сторону от снимаемого плеча, кассета устанавливается и вертикальный кассетодержатель и прижимается к верхней поверхности плеча.

Центральный луч

- ЦЛ **отклонен вперед на 25° (вниз** от горизонтали) и **на 25° медиально** так, чтобы проходить через середину ключично-плечевого сустава.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по области интереса с четырех сторон.
Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена аксиальная проекция плечевого пояса. • Передненижняя часть края суставной впадины должна быть хорошо видна. • Головка плечевой кости видна без наложения клювовидного отростка.
Укладка. • Локоть согнут, и предплечье свисает вниз, что дает естественный внутренний поворот. • Малый бугорок будет виден в профиль.
Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину сустава.
Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, отсутствие движения дадут возможность ясно видеть на снимке трабекулярную структуру кости и мягкие ткани. • Дистальная часть акромиона должна быть слабо видна через головку плечевой кости.



Рис. 5-32. Укладка для нижне-верхней аксиальной проекции плеча по методу «Вест-Пойнт»



Рис. 5-33. Укладка для нижне-верхней аксиальной проекции плеча по методу «Вест-Пойнт»



Рис. 5-34. Рентгенограмма плеча в нижне-верхней аксиальной проекции но методу «Вест-Пойнт»



Рис. 5-35. Анатомическая схема плеча в нижне-верхней аксиальной проекции по методу «Вест-Пойнт»

ЗАДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА - СУСТАВНАЯ ВПАДИНА: ПЛЕЧО (НЕ ТРАВМА)

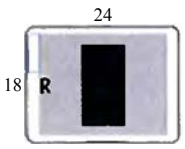
Метод Грэшн

Плечо (не травма)
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Нижне-верхняя аксиальная проекция (метод Лоуренса)
- Нижне-верхняя аксиальная проекция (метод Вест-Пойнт)
- Задняя косая (метод Грэшн)

Выявляемая патология

Переломы и вывихи проксимального отдела плечевой кости и переломы губы суставной впадины. Выявляются перелом Банкарта, повреждения лопаточно-плечевого сустава, остеопороз или остеоартрит.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

ы КО иЛс КА С Л

13	75	7	620	200	Щитовидная железа 10 Молочная железа 50

мкГр

Радиационная защита — следует защитить гонады.

Укладка пациента

Пациент стоит или лежит на спине. (Вертикальная укладка обычно менее болезненна для пациента.)

Укладка снимаемой области

- Поверните тело пациента на 35-45° в сторону исследуемого плеча (см. примечание). Если снимок выполняется при супинационной укладке, следует подложить под плечо и бедро пациента подушки, чтобы удержать его тело в наклонном положении.
- ЦЛ должен быть направлен на середину лопаточно-плечевого сустава, который, в свою очередь, должен располагаться в середине снимка
- Верхний край кассеты должен быть расположен на 5 см выше уровня плеч, край кассеты должен выступать в сторону на 5 см от края плеча.
- Рука пациента должна быть слегка отведена от туловища, без ротации.

Центральный луч

- ЦЛ **направлен перпендикулярно** на кассету к **на лопаточно-плечевой сустав**, который расположен примерно на **5 см ниже верхнего края плеча и на 5 см медиальнее внешней границы плеча**.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется так, чтобы границы светового поля совпадали с краями мягких тканей плеча.

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Суставная впадина должна быть видна в профиль, без наложений на головку плечевой кости.

Укладка. • Рентгеновская суставная щель лопаточно-плечевого сустава должна быть открытой. • Передний и задний край суставной впадины должны проецироваться друг на друга.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину лопаточно-ключичного сустава, который, в свою очередь, должен быть расположен в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, отсутствие движения дадут возможность ясно видеть на снимке трабекулярную структуру кости. • Должны быть видны мягкие ткани подмышечной области и самого сустава.

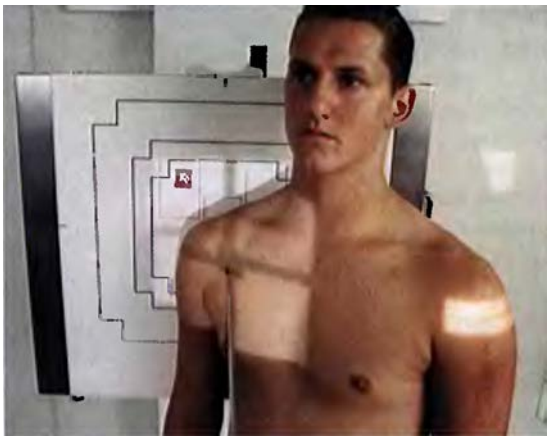


Рис. 5-36. Задняя косая укладка плеча

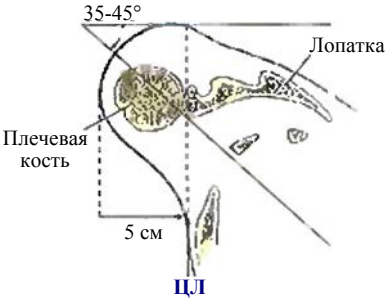


Рис. 5-37. Схема плеча — вид сверху



Рис. 5-38. Рентгенограмма плеча в задней косой укладке

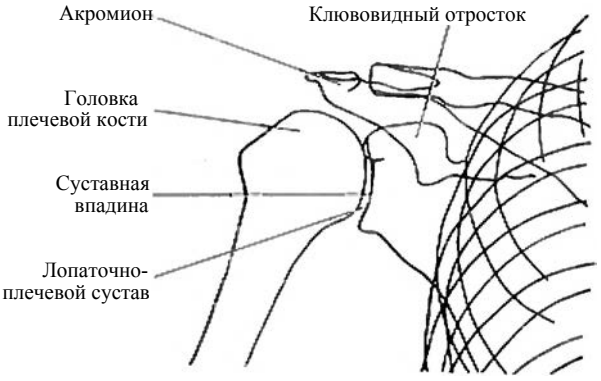


Рис. 5-39. Анатомическая схема плеча в задней косой укладке

Примечание: угол поворота тела пациента зависит от того, насколько плоским или округлым является его плечо. При повороте следует добиться того, чтобы лопатка пациента расположилась параллельно кассете.

ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ - МЕЖБУГОРКОВАЯ БОРОЗДА: ПЛЕЧО (НЕ ТРАВМА)

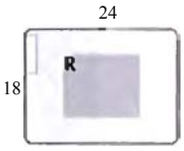
Метод Фиска

Плечо (не травма)
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Нижне-верхняя аксиальная проекция (метод Лоуренса)
- Нижне-верхняя аксиальная проекция (метод Вест-Пойнт)
- Задняя косая (метод Грэши)
- Тангенциальная проекция (метод Фиска)

Выявляемая патология

Патология межбугорковой борозды, в частности костные разрастания на бугорках плечевой кости.

Технические условия исследования



- Размер кассеты 18 х 24 см, расположение поперечное.
- Кассета с экранами высокого пространственного разрешения, без растра.
- 60 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

	см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
Вертикальная укладка	65	4	310	100	Щитовидная железа 0 Молочная железа 0	
Супинационная укладка	65	3	140	50	Щитовидная железа 0 Молочная железа 0	

Радиационная защита — следует защитить гонады.

Укладка пациента

Пациент стоит или лежит на спине. (Вертикальная укладка. обычно менее болезненна для пациента.)

Укладка снимаемой области

Вертикальная укладка (метод Фиска):
- Пациент стоит у края стола, наклонившись и опираясь на деку стола задней поверхностью предплечья (см. рис. 5-40). В руке, которая лежит супинационно, пациент держит кассету. Голова пациента смотрит в сторону от снимаемого плеча.
- Пациент наклоняется немного вперед так, чтобы плечевая кость была наклонена на 10-15° от вертикали.
- ЦЛ перпендикулярен кассете, направлен на область межбугорковой борозды, то есть на середину передней поверхности головки плечевой кости (борозду можно локализовать пальпацией).

Супинационная укладка
- Пациент лежит на спине, рука вытянута вдоль туловища и лежит супинационно.
- Кассета расположена вертикально возле верхнего края плеча, прижата краем к шее пациента. Голова пациента повернута в сторону от исследуемого плеча.
- ЦЛ наклонен **на 10-15° вниз от горизонтали** и направлен на область межбугорковой борозды, то есть на середину передней поверхности головки плечевой кости.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется близко к границам области головки плечевой кости.

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Передний край головки плечевой кости виден в профиль • Бугорки и межбугорковая борозда видны в профиль.

Укладка. • Правильный наклон ЦЛ на 10 — 15° от продольной оси плечевой кости проецирует бугорки и межбугорковую борозду в профиль без наложения тени от акромиона.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на межбугорковую борозду, которая должна быть видна в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, отсутствие движения дадут возможность ясно видеть на снимке трабекулярную структуру кости и межбугорковую борозду через мягкие ткани без переэкспозиции.



Рис. 5-40. Вертикальная укладка для тангенциальной проекции плеча (метод Фиска)



Рис. 5-41. Супинационная укладка для тангенциальной проекции плеча

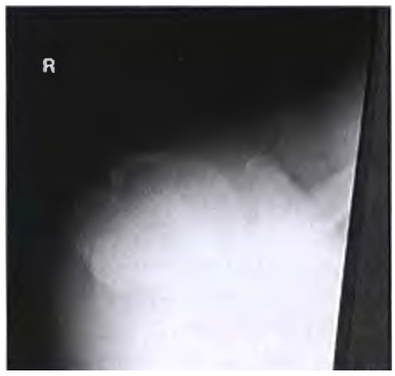


Рис. 5-42. Рентгенограмма плеча в тангенциальной проекции

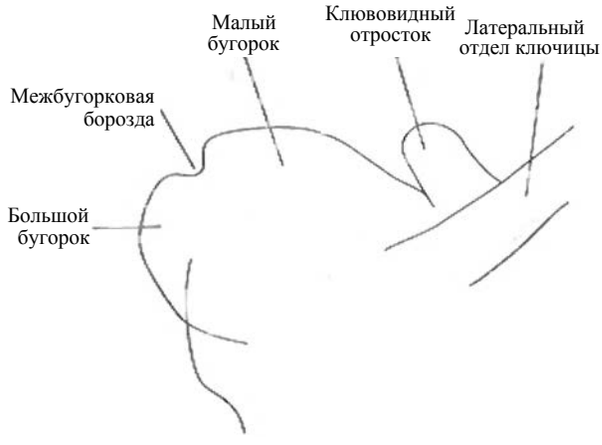


Рис. 5-43. Анатомическая схема плече в тангенциальной проекции

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ БЕЗ РОТАЦИИ: ПЛЕЧО (ТРАВМА)

Предупреждение: НЕ пытайтесь вращать руку, если есть подозрение на перелом; выполняйте снимок без ротации, что приводит плечевую кость в положение косой укладки.

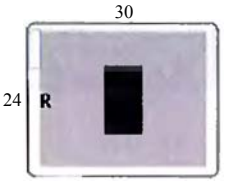
Плечо (травма)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя проекция без ротации
- Трансторакальная боковая

или
- Лопаточная Y-образная боковая

Выявляемая патология

Переломы и вывихи проксимального отдела плечевой кости и плечевого пояса. В этой проекции можно получить изображения обызвествлений в мышцах сухожилиях или суставной сумке. Выявляются остеопороз и остеоартрит.

Технические условия исследования



- Размер кассеты - 24 х 30 см, расположение поперечное (или продольное для того, чтобы показать большую часть плечевой кости).
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70±5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
12	70	6	450	140	Щитовидная железа 30 Молочная железа 30

мкГр

Радиационная защита гонад — рекомендуется.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или стоит (сидит). Вертикальная укладка менее болезненна для пациента. Следует развернуть тело слегка в сторону исследуемого плеча так, чтобы оно прилегало к стойке снимков (кассете, деке стола).

Укладка снимаемой области

- Центр лопаточно-плечевого сустава должен располагаться в центре снимка.
- Пациент должен держать руку возле туловища свободно, без ротации (линия, соединяющая надмыщелки, при этом наклонена к плоскости кассеты на 45°).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен на середину **лопаточно-ключичного сустава**, который находится на 2 см ниже и слегка латеральнее клювовидного отростка (см. примечание).
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон так, чтобы на снимок попали контуры, мягких тканей плеча.

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны — проксимальный отдел (одна треть) плечевой кости, верхняя часть лопатки и латеральные две трети ключицы, включая головку плечевой кости относительно суставной впадины.

Укладка. • Отсутствие ротации приводит к тому, что изображения малого и большого бугорков проецируются на изображение головки плечевой кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину лопаточно-ключичною сустава, который, в свою очередь, должен быть расположен в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, отсутствие движения дадут возможность ясно видеть на снимке трабекулярную структуру кости. • Контур медиальной части головки плечевой кости должен быть виден через суставную впадину, а также мягкие ткани, что позволяет визуализировать в них обызвествления.

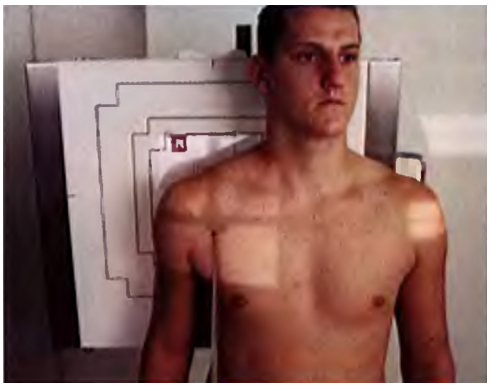


Рис. 5-44. Вертикальная укладка для задней проекции плеча без ротации



Рис. 5-45. Супинационная укладка для задней проекции плеча без ротации



Рис. 5-46. Рентгенограмма плеча в задней проекции без ротации

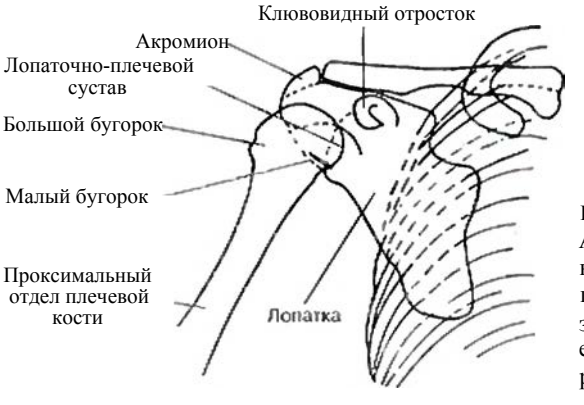


Рис. 5-47. Анатомическая схема плеча и задней проекции без ротации

Примечание: клювовидный отросток чаще всего не пальпируется, но он расположен примерно на 2 см ниже латерального отдела ключицы, который легко пальпируется. Также район лопаточно-ключичного сустава можно определить по ямке, которую легко пальпировать под ключицей чуть медиальнее головки плечевой кости.

ТРАНСТОРАКАЛЬНАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПЛЕЧО (ТРАВМА)

Метод Лоуренса

Плечо (травма)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя проекция без ротации
- Трансторакальная боковая

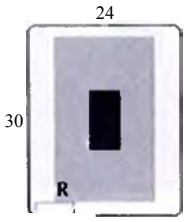
или
- Лопаточная Y-образная боковая

Выявляемая патология

Переломы и вывихи проксимального отдела плечевой кости.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Минимальное время экспозиции — 3 секунды с использованием методики «дыхание во время экспозиции» (желательно 4-5 секунд).



- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
34	75	60	10050	1580	Щитовидная железа 860 Молочная железа 2380

мкГр

Радиационная защита гонад — рекомендуется.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или стоит (сидит). Вертикальная укладка более предпочтительна и комфортабельнее для пациента. Пациент стоит исследуемым плечом к стойке снимков (кассете) в истинно боковой укладке. Если пациент лежит на спине, то линии растра должны располагаться **вертикально**, а ЦЛ должен быть направлен **вдоль средней линии** растра, чтобы избежать эффекта экранирования растром.

Укладка снимаемой области

- Рука пациента со стороны исследуемого плеча висит свободно вдоль туловища **без ротации**, плечо по возможности опущено.
- Противоположная рука поднята и лежит на голове пациента (см. рис. 5-48); плечо тоже поднято насколько это возможно так, чтобы изображения плеч не накладывались друг на друга.
- ЦЛ должен быть направлен на хирургическую головку исследуемой плечевой кости, которая, в свою очередь, должна быть в центре снимка.
- Грудная клетка пациента должна находиться в истинно боковой укладке с небольшой ротацией кпереди так, чтобы проекция позвоночника не накладывалась на проекцию плечевой кости.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен через грудную клетку на хирургическую шейку плечевой кости (см. примечание).
- Минимальное РИП — 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть получена боковая проекция половины плечевой кости и вся суставная впадина через грудную клетку без наложения противоположного плеча.

Укладка. • Контуры тела проксимальной части плечевой кости должны быть ясно видны кпереди от позвоночника • Должна быть видна головка плечевой кости с относительно суставной впадины.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования • ЦЛ должен быть направлен на хирургическую шейку исследуемой плечевой кости.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст должны обеспечить ясную визуализацию контуров головки плечевой кости и ее проксимальной части. • Контуры ребер и легочная структура должны выглядеть размытыми из-за метода «дыхания во время экспозиции», тогда как контуры плечевой кости должны быть четкими, что говорит об отсутствии движения во время экспозиции.



Рис. 5-48. Вертикальная укладка для трансторакальной боковой проекции (правая боковая)



Рис. 5-49. Супинационная укладка для трансторакальной боковой проекции без ротации



Рис. 5-50. Рентгенограмма плеча в трансторакальной боковой проекции

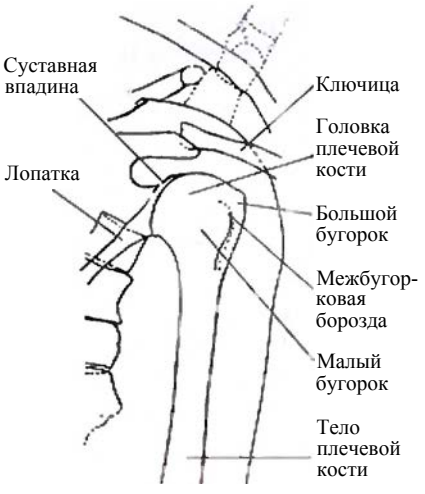


Рис. 5-51. Анатомическая схема плеча в трансторакальной боковой проекции

Диафрагмирование по области интереса с четырех сторон.

Дыхание. Следует использовать метод «дыхания во время экспозиции». Пациента следует попросить дышать неглубоко и часто без движения исследуемого плеча, при этом изображения ребер и легочной структуры становятся на снимке размытыми.)

Примечание: если пациенту больно опустить исследуемое плечо или поднять руку, то следует наклонить ЦЛ краниально на 10-15°, чтобы предотвратить наложение изображений от плеч.

ЛОПАТОЧНАЯ Y-ОБРАЗНАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПЛЕЧО (ТРАВМА)

Предупреждение: НЕ пытайтесь вращать руку, если есть подозрение на перелом или вывих.

Плечо (травма)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя проекция без ротации
- Трансторакальная боковая

или
- Лопаточная Y-образная боковая

Выявляемая патология

Переломы и вывихи проксимального отдела плечевой кости и лопатки. Головка плечевой кости проецируется ниже клювовидного отростка при ее смещении кпереди, для более редкого смещения плечевой кости кзади — ее головка будет проецироваться ниже акромиона.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 x 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- Не рекомендуется использовать автоматический контроль экспозиции.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
16	75	13	1260	300	Щитовидная железа 10 Молочная железа 10

мкГр

Радиационная защита гонад — рекомендуется.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально или стоит. Вертикальная укладка более комфортна для пациента.

Укладка снимаемой области

- Тело пациента должно быть немного повернуто, как при боковой проекции лопатки, т. е. находиться в передней косой укладке. Пациент смотрит на стойку снимков (кассету). Угол поворота тела лежит в диапазоне 45-60°. Пальпируйте края лопатки, чтобы подобрать нужный угол поворота тела так, чтобы лопатка находилась в истинно боковой укладке.
- ЦЛ направлен на лопаточно-плечевой сустав, который расположен в центре снимка.
- Рука с исследуемой стороны должна быть немного отведена в сторону (без ротации) так, чтобы изображение проксимального отдела плечевой кости не наложилось на изображение ребер (см. рис. 5-52).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен на середину **лопаточно-ключичного сустава**, который находится на 5-6 см ниже верхней границы плеча (см. примечание).
- Минимальное РИП — 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Истинная боковая проекция лопатки, проксимального отдела плечевой кости и лопаточно-плечевого сустава.

Укладка. • Тонкое тело лопатки должно быть видно на краю без положений ребер. • Акромион и клювовидный отросток должны выглядеть симметрично, как вершина буквы Y. • Если плечевая кость не смещена, то ее головка накладывается на основание буквы Y.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на головку плечевой кости и область хирургической шейки, которая, в свою очередь, должна быть расположена в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, а также отсутствие движения при экспозиции дадут возможность ясно видеть на снимке трабекулярную структуру кости, а также контуры тела лопатки через проксимальную часть плечевой кости.



Рис. 5-52. Укладка для лопаточной Y-образной боковой проекции с ЦЛ, перпендикулярным кассете



Рис. 5-53. Лопаточная Y-образная боковая проекция без смещения плечевой кости

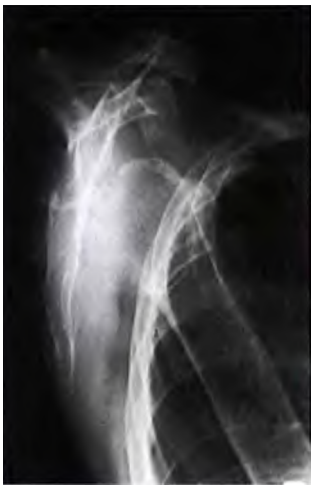


Рис. 5-54. Лопаточная Y-образная боковая проекция со смещением плечевой кости

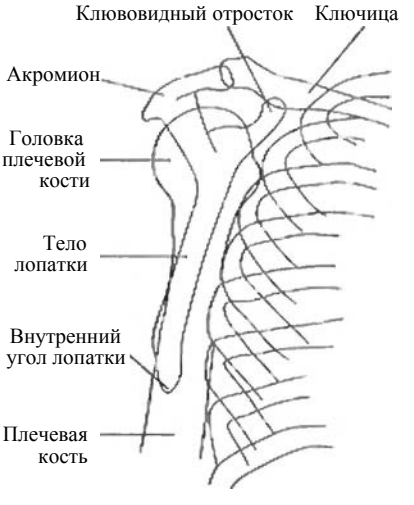


Рис. 5-55. Анатомическая схема плеча в лопаточной Y-образной боковой проекции

Диафрагмирование по области интереса с четырех сторон.
Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Примечание: если состояние пациента позволяет, то эта проекция может быть выполнена в горизонтальной укладке, противоположной задней косой, с поднятым исследуемым плечом (см. на с. 195 — описание боковой проекции лопатки в горизонтальной укладке).

ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ НАДОСТНОГО ОТВЕРСТИЯ[1]: ПЛЕЧО (ТРАВМА)

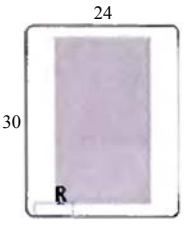
метод Нира

Предупреждение: НЕ пытайтесь вращать руку, если есть подозрение на перелом или вывих.

Выявляемая патология

Переломы и вывихи проксимального отдела плечевой кости и лопатки; визуализируется клювовидно-акромиальная арка — край надостного отвертия для диагностики субакромиального синдрома[2, 3].

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Не рекомендуется автоматический контроль экспозиции.
- Уставки и дозы.

см	кВ	мАс	КД	СД	
16	75	13	1260	300	Щитовидная железа 10 Молочная железа 10

мкГр

Радиационная защита гонад — рекомендуется.

Укладка пациента

Пациент лежит или стоит. Вертикальная укладка более предпочтительна и комфортабельнее для пациента.

Укладка снимаемой области

- Тело пациента должно быть немного повернуто, как при боковой проекции лопатки, то есть находиться в передней косой укладке. Пациент смотрит на стойку снимков (кассету).
- Угол поворота тела лежит в диапазоне 45-60°. Пальпируйте края лопатки, чтобы подобрать нужный угол поворота тела так, чтобы лопатка находилась в истинно боковой укладке.
- ЦЛ направлен на лопаточно-плечевой сустав, который расположен в центре снимка.
- Рука с исследуемой стороны должна быть немного отведена в сторону (без ротации) так, чтобы изображение проксимального отдела плечевой кости не наложилось на изображение ребер (см. рис. 5-56).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Проксимальный отдел плечевой кости накладывается на изображение тонкого тела лопатки, но без наложений ребер.

Укладка. • Акромион и клювовидный отросток должны выглядеть симметрично, как вершина буквы Y. • Головка плечевой кости накладывается на изображение суставной ямки по центру, ниже области надостного отверстия. • Надостное отверстие не должно быть закрыто проекцией головки плечевой кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на область надостного отверстия.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст должны обеспечить ясную визуализацию Y-образных контуров верхней части тела лопатки, которые видны через плечевую кость. • Контуры костей должны быть резкими, что говорит об отсутствии их движения во время экспозиции.



Рис. 5-56. Вертикальная укладка для тангенциальной проекции надостного отверстия, ЦЛ наклонен на 10-15° каудально



Рис. 5-57. Рентгенограмма надостного отверстия в тангенциальной проекции по методу Нира



Рис. 5-58. Анатомическая схема надостного отверстия в тангенциальной проекции по методу Нира

Центральный луч

- ЦЛ направлен под углом **10-15° каудально**, и так, чтобы проходить вдоль верхнего края головки плечевой кости.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по области интереса с четырех сторон.

Дыхание следует задержать на время экспозиции

---

[1] Надостное отверстие формируется акромионом, клювовидно-акромиальной аркой, акромиально-ключичным сочленением и сверху — головкой плечевой кости и суставной впадиной снизу. Через это отверстие проходят надостные связки. - *Ред*.

[2] Neer CS II: Acromioplasly for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report, *J Bone Surgery* 54-A:41-50, 1972.

[3] Neer CS II: Supraspinatus outlet, *Orthop Trans* 11:234, 1987.

ЗАДНЯЯ АПИКАЛЬНАЯ КОСАЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПЛЕЧО (ТРАВМА)

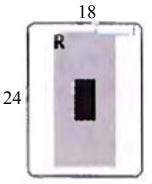
Метод Гарта

Плечо (травма)
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Тангенциальная проекция надостного отверстия (метод Нира)
- Апикальная косая (метод Гарта)

Выявляемая патология

Хорошая проекция для выявления вывиха плечевого сустава (особенно смещения кзади), переломов суставной впадины, дефекта Хилла-Сакса и кальцификации мягких тканей[1, 2].

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- При использовании цифрового приемника изображения следует диафрагмировать максимально близко к области интереса.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
14	75	12	1090	330	Щитовидная железа 10 Молочная железа 40

мкГр

Радиационная защита гонад - рекомендуется.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или стоит. Вертикальная укладка более предпочтительна и комфортабельнее для пациента. Тело пациента повернуто на 45° в сторону снимаемого плеча (задняя поверхность исследуемого плеча прилегает к стойке снимков).

Укладка снимаемой области

- ЦЛ должен быть направлен на плечевой сустав, который, в свою очередь, должен быть в центре снимка.
- Кассета должна быть расположена так, чтобы ЦЛ, идущий под углом 45° (см. рис. 5-59), проецировал плечевой сустав на центр кассеты.
- Руку следует положить на плечо (см. рис. 5-59) или, если это невозможно из-за травмы, оставить ее в свободном положении вдоль туловища, как она есть.

Центральный луч

- ЦЛ направлен под углом 45° каудально на плечевой сустав.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по области интереса с четырех сторон.
Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Головка плечевой кости, суставная впадина, шейка и головка лопатки должны быть видны без наложений.
Укладка. • Клювовидный отросток проецируется на часть головки плечевой кости, которая выглядит удлиненной. • Акромион и акромиально-ключичный сустав проецируется кпереди от головки плечевой кости.
Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на плечевой сустав.
Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст, а также отсутствие движения во время экспозиции должны обеспечить ясную визуализацию на снимке трабекулярной структуры костей, а также мягкие ткани, что позволяет видеть в них обызвествления.



Рис. 5-59. Вертикальная укладка для апикальной косой аксиальной проекции — при 45° задней косой укладке, ЦЛ 45° каудально



Рис. 5-60. Рентгенограмма в апикальной косой проекции (обратите внимание на вколоченный перелом головки плечевой кости, но без вывиха плечевого сустава)



Рис. 5-61. Анатомическая схема апикальной косой проекции (обратите внимание на вколоченной перелом головки плечевой кости, но без вывиха плечевого сустава)

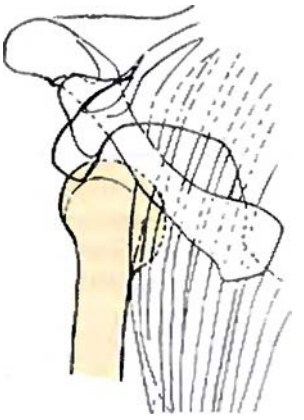


Рис. 5-62. Анатомическая схема расположения плечевой кости при смещении. При смещении кпереди (наиболее частый случай) плечевая кость проецируется книзу

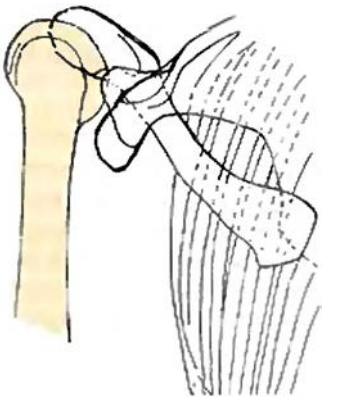


Рис. 5-63. При смещении кзади плечевая кость проецируется кверху

[1] Sloth C, Lundgren JS: the apical oblique radiograph in examination of acute shoulder trauma, *Europ J Radiol* 9:147-151, 1989.

[2] Garth WP Jr, Slappey CE, Ochs CW: Rentgenographic demonstration of instability of the shoulder: the apical oblique projection, *Bone Joint Surg* 66-A. 1450-1453, 1984.

ЗАДНЯЯ И ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИИ: КЛЮЧИЦА

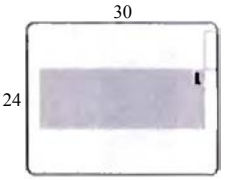
Ключица
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя и задняя аксиальная

Выявляемая патология

Переломы и вывихи ключицы.

Обычно для исследования ключицы выполняют обе проекции.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- Не рекомендуется автоматический контроль экспозиции.
- При использовании цифрового приемника изображения следует диафрагмировать максимально близко к области интереса.
- 70 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
14	70	8	1340	340	Щитовидная железа 600 Молочная железа 20

мкГр (при выполнении двух проекций)

Радиационная защита гонад — рекомендуется.

Укладка пациента

Пациент стоит или лежит на спине, руки расположены свободно вдоль туловища, подбородок поднят, пациент смотрит вперед перед собой. Задняя поверхность плеч пациента должна контактировать с поверхностью стойки снимков (декой стола). Тело пациента расположено прямо без ротации.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ должен быть направлен на середину ключицы, которая должна быть помещена в центр снимка. (Центр ключицы легко определяется пальпацией — медиальнее яремной вырезки и латеральное акромиально-ключичного сустава.)

Центральный луч

Задняя проекция

- ЦЛ направлен **на середину ключицы**.

Задняя аксиальная проекция

- ЦЛ наклонен на **15-30° краниально** и направлен **на середину ключицы** (см. примечание).
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по области ключицы с четырех сторон. (Следует убедиться, что включены акромиально- ключичный и грудинно-ключичный суставы.)

Дыхание. Следует задержать дыхание на вдохе, что поднимет ключицу.

Альтернативная передняя проекция. Снимок может быть выполнен в передней проекции или в передней аксиальной проекции с углом наклона ЦЛ на 15-20° каудально.

Примечание: для худых пациентов (астеников) требуется увеличить угол наклона ЦЛ на 10-15°, по сравнению с проекцией у пациентов с большими плечами и грудной клеткой (гиперстениками).

Критерии оценки рентгенограммы

Задняя проекция (0°). • Должны быть видны границы диафрагмирования с четырех сторон, ключица должна быть изображена полностью, включая оба сустава — акромиально-ключичный и грудинно-ключичный.

Задняя аксиальная проекция. • Правильный угол наклона ЦЛ спроецирует большую часть ключицы над лопаткой и ребрами. Только средняя часть ключицы наложится на первое и второе ребра. • Оптимальная экспозиция поможет визуализировать дистальный отдел ключицы и акромиально-ключичный сустав без переэкспозиции. Контуры костей и их трабекулярная структура должны быть резкими, что говорит об отсутствии движения при экспозиции. Средняя часть ключицы и грудинно-ключичный сустав должны быть хорошо видны через изображение грудной клетки.



Рис. 5-64. Задняя проекция ключицы - ЦЛ 0°



Рис. 5-65. Задняя аксиальная проекция ключицы — ЦЛ 15-30° краниально



Рентгенограмма в задней аксиальной проекции — ЦЛ 30° краниально

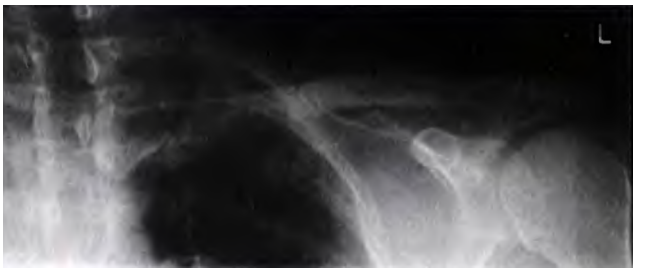


Рис. 5-66. Рентгенограмма ключицы в задней проекции — ЦЛ 0°



Рис. 5-67. Анатомическая схема ключицы в задней проекции - ЦЛ 0°

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: АКРОМИАЛЬНО-КЛЮЧИЧНЫЕ СУСТАВЫ

Билатеральная с нагрузкой и без нее

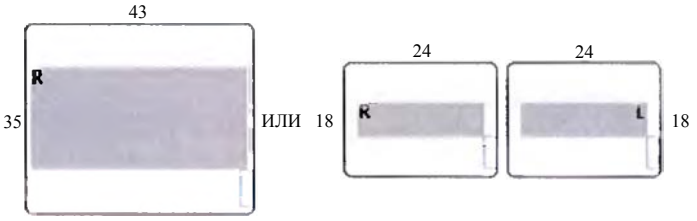
Предупреждение: перед выполнением снимка с нагрузкой следует исключить перелом с помощью снимков плеча, ключицы или выполнением билатеральной проекции без нагрузки.

Акромиально-ключичные с уставы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя билатеральная с нагрузкой

и
- Задняя билатеральная без нагрузки

Выявляемая патология

Разрыв акромиально-ключичного сустава. Расширение суставной щели на одной стороне по сравнению с другой, видимое на снимке с нагрузкой, свидетельствует о разрыве этого сустава.



Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение поперечное или 18 x 43 см (если такой формат доступен).
- Маркеры «с нагрузкой» и «без нагрузки».
- Без растра.
- Не рекомендуется автоматический контроль экспозиции.
- 65 ± 5 кВ — без растра, 65-70 кВ при использовании растра для снимков пациентов с широкими плечами.
- Для широкоплечих пациентов используйте две кассеты 18 x x 24 см, расположенные поперечно, бок о бок.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	65	20	2660	620	Щитовидная железа 660 Молочная железа 100

мкГр (при выполнении двух проекций)

Радиационная защита гонад - рекомендуется. Можно использовать рентгенозащитный передник или юбку.

Укладка пациента

Пациент стоит у стойки снимков, плечи прилегают к поверхности стойки снимков, вес равномерно распределен; руки вдоль туловища, нет ротации тела и таза; пациент смотрит прямо. (Снимок можно выполнить также, если пациент сидит у стойки снимков). Выполняют два снимка акромио-ключичных суставов — **сначала без нагрузки, затем с нагрузкой**.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ направлен на середину отрезка, соединяющего акромиально-ключичные суставы.
- ЦЛ должен быть направлен на середину кассеты, верхний край кассеты должен быть при этом на 5 см выше плеч.

Центральный луч

- ЦЛ направлен на точку в 2,5 см выше яремной вырезки (см. примечание).
- Минимальное РИП — 180 см.

Диафрагмирование выполняется с помощью узкого светового поля, верхняя граница которого должна быть выше уровня плеч.

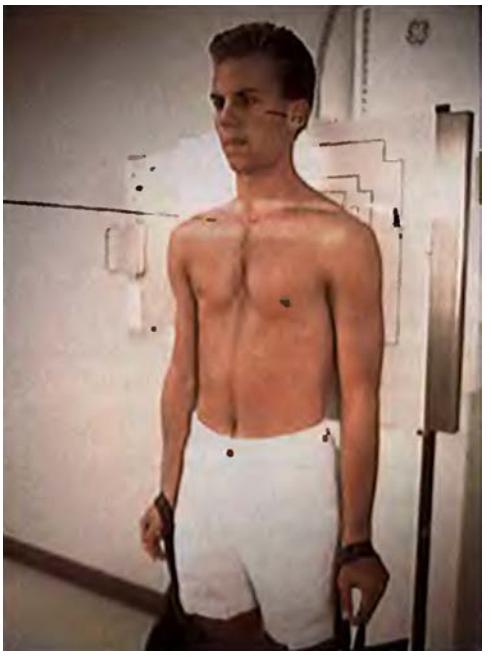


Рис. 5-68. Пациент с нагрузкой на руки у стойки снимков



Рис. 5-69. Стрелками обозначено местонахождение акромиально-ключичных суставов

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Нагрузка. После того как выполнен первый снимок без нагрузки, взрослому привязывают к рукам нагрузку — 3,5-4,5 кг на каждую руку. Руки свободно свисают вдоль тела, плечи расслаблены. Отпускать привязанный груз следует плавно. Для астеников и маленьких пациентов следует уменьшить груз на 1 кг. (Более точно о применена грузов должно быть сообщено в инструкции отделения лучевой диагностики.)

Примечание: пациентов не следует просить держать груз в руках, нагрузку следует привязать к кистям рук так, чтобы мускулы рук и плеч были расслаблены, чтобы визуализировать расширение суставной щели. Если пациент держит груз в руках, то его мускулы напряжены и расширение суставной щели можно не обнаружить.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: АКРОМИАЛЬНО-КЛЮЧИЧНЫЕ СУСТАВЫ - Продолжение

Двухсторонняя с нагрузкой и без нее

Альтернативная задняя аксиальная проекция. Угол наклона ЦЛ на 15° краниально проецирует акромиально-ключичные суставы выше акромиона, что хорошо демонстрирует суставную щель.

Альтернативная супинационная укладка. Если позволяет состояние пациента, то снимок можно выполнить в супинационном положении пациента. Для этого к запястьям пациента привязывают длинные ленты из марли и затем либо рентгенолаборант аккуратно тянет за ленты, обеспечивая нагрузку, либо пациент, первоначально согнув колени, начинает разгибать колени, упираясь пятками в деку стола.

Предупреждение: этот метод следует использовать только в присутствии опытного и квалифицированного персонала.



Рис. 5-70. Альтернативная супинационная укладка

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Оба акромиально-ключичных сустава и обе ключицы с грудинно-ключичными суставами.

Укладка. • Оба акромиально-ключичных сустава находятся на одном уровне. • Отсутствие ротации определяется по симметричному расположению грудинно-ключичных суставов.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области интереса должны быть видны границы диафрагмирования, оба акромиально-ключичных сустава должны быть включены в снимок. • ЦЛ должен быть направлен на среднюю точку между акромиально-ключичными суставами.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность снимка и контраст ясно визуализируют акромиально-ключичные суставы и мягкие ткани без переэкспозиции. Контуры костей и их трабекулярная структура должны быть резкими, что говорит об отсутствии движения во время снимка. • Маркеры сторон, а также маркеры «с нагрузкой» и «без нагрузки» не должны накладываться на изображение исследуемых анатомических структур.

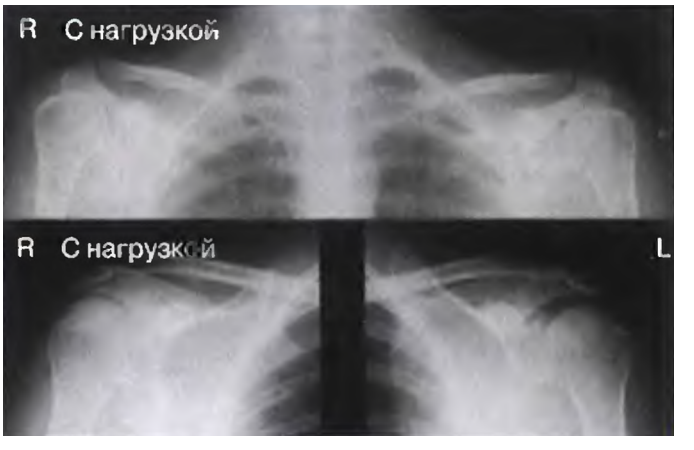


Рис. 5-71. Рентгенограммы акромиально-ключичных суставов в задней проекции с нагрузкой (одна кассета и две кассеты бок о бок)

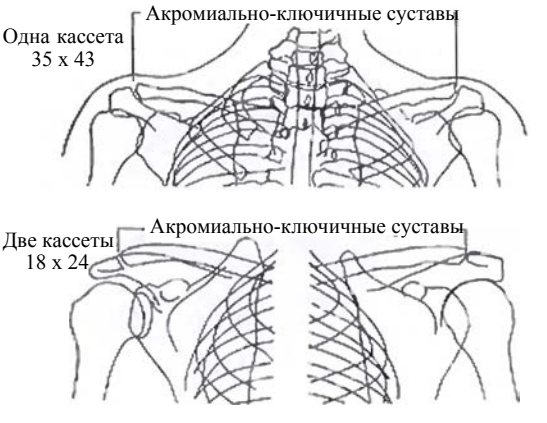


Рис. 5-72. Анатомическая схема рентгенограмм рис. 5-71

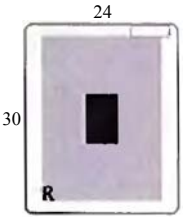
ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ЛОПАТКА

Лопатка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Переломы лопатки

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Минимальное время экспозиции — 3 секунды с использованием методики дыхания во время экспозиции (4 или 5 с — желательнее), без автоматического контроля экспозиции.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	75	7	660	170	Щитовидная железа 10 Молочная железа 250

мкГр

Радиационная защита гонад — рекомендуется. Можно использовать рентгенозащитный передник или юбку.

Укладка пациента

Пациент стоит или лежит на спине. (Вертикальное положение может быть более комфортабельно для пациента.) Задняя поверхность плеч прилегает к стойке снимков или деке стола, без ротации грудной клетки. (Ротация в сторону снимаемого плеча приведет лопатку в прямую заднюю укладку, но увеличит наложение ребер.)

Укладка снимаемой области

- Пациент расположен так, чтобы центр лопатки был в центре снимка.
- ЦЛ должен быть направлен на середину кассеты, верхний край кассеты должен быть при этом на 5 см выше плеч, а боковой край кассеты — на 5 см латеральнее края туловища.
- Рука с исследуемой стороны должна быть **отведена на 90°** и уложена супинационно (см. рис. 5-73). При этом лопатка сместится латерально в сторону от структур грудной клетки.

Центральный луч

- ЦЛ направлен на середину лопатки, 5 см ниже клювовидного отростка или па уровне подмышек, в 5 см медиальнее края туловища.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по области лопатки с четырех сторон.

Дыхание. Следует использовать «метод дыхания во время экспозиции». Пациента следует попросить дышать неглубоко и часто без движения исследуемого плеча. (В этом случае изображения ребер и легочная структура будут размыты.)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Латеральная часть лопатки без наложений. • Медиальная часть лопатки должна быть видна через грудную клетку.

Укладка. • Рука с исследуемой стороны должна быть отведена на 90° и расположена супинационно, при этом латеральная граница лопатки получается на снимке без наложений.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области лопатки должны быть видны границы области диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину лопатки, которая должна быть в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция без движения дает резкие контуры костей и их трабекулярной структуры в латеральной части лопатки. Ребра и структура легких будет размытой, если пациент дышит во время снимка.



Рис. 5-73. Вертикальная укладка для задней проекции лопатки



Рис. 5-74. Супинационная укладка для задней проекции лопатки



Рис. 5-75. Рентгенограмма лопатки в задней проекции

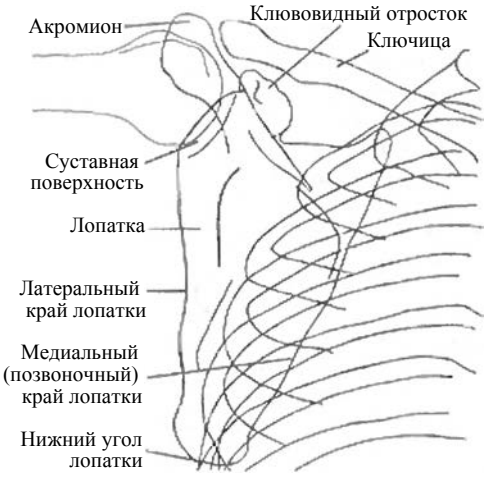


Рис. 5-76. Анатомическая схема лопатки в задней проекции

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ - КОСАЯ ПЕРЕДНЯЯ УКЛАДКА (ПРАВАЯ ИЛИ ЛЕВАЯ): ЛОПАТКА

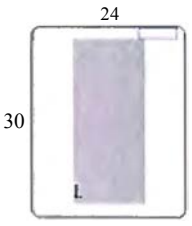
Вертикальная укладка (см. стр. 195 — горизонтальная укладка)

Лопатка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая
  - Вертикальная укладка
  - Горизонтальная укладка

Выявляемая патология

Горизонтальные переломы лопатки. Положение руки пациента при снимке изменяет положение лопатки, которая получается на снимке наилучшим образом.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- Не рекомендуется автоматический контроль экспозиции.
- При использовании цифрового приемника изображения следует диафрагмировать максимально близко к области интереса.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
16	75	13	1310	380	Щитовидная железа 0 Молочная железа 0

мкГр

Радиационная защита гонад - рекомендуется. Можно использовать рентгенозащитный передник или юбку.

Укладка пациента

Пациент стоит или лежит на спине. (Вертикальное положение может быть более комфортабельно для пациента.) Пациент смотрит в сторону кассеты, укладка передняя косая.

Укладка снимаемой области

- Попросите пациента взяться рукой за противоположное плечо (см. рис. 5-77 и 5-78). При этом наилучшим образом визуализируется **тело лопатки**.

Или

- Попросите пациента опустить руку с исследуемой стороны, согнуть локоть и положить руку себе на поясницу (см. рис. 5-79). При этом наилучшим образом визуализируется **акромион** и **клювовидный отросток** (рис. 5-79 и 5-80).
- **Пальпируйте границы лопатки**, и поворачивайте тело пациента, пока лопатка не будет приведена в **истинно боковое положение**. Для среднего пациента угол поворота составляет 30-45° от боковой укладки, что дает косую укладку под углом 45-70°. Положение плечевой кости (рука расположена спереди или отведена назад) влияет на угол поворота тела. Если рука спереди, то угол поворота меньше. (Плоская задняя сторона лопатки должна быть перпендикулярна кассете).
- Середина позвоночного края лопатки должна быть расположена по центру снимка.

Центральный луч

- ЦЛ направлен на середину позвоночного края лопатки.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по области лопатки с четырех сторон. Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры и укладка. • Должна быть видна вся лопатка в боковой укладке, при этом латеральный и позвоночный края лопатки накладываются друг на друга. • Тело лопатки видно в профиль без наложений ребер. • Плечевая кость должна минимально накладываться на лопатку.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области лопатки должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину позвоночного края лопатки, которая должна быть в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция без движения дает резкие контуры костей и их трабекулярной структуры без переэкспонирования нижнего угла лопатки. Контуры акромиона и клювовидного отростка должны быть видны через головку плечевой кости.



Рис. 5-77. Вертикальная укладка для левой косой проекции (~45°) тела лопатки



Рис. 5-78. Рентгенограмма тела лопатки в левой косой проекции (~45°)



Рис. 5-79. Вертикальная укладка для левой косой проекции (~60°) акромиона и клювовидного отростка



Рис. 5-80. Рентгенограмма акромиона и клювовидного отростка в левой косой проекции (~60°)

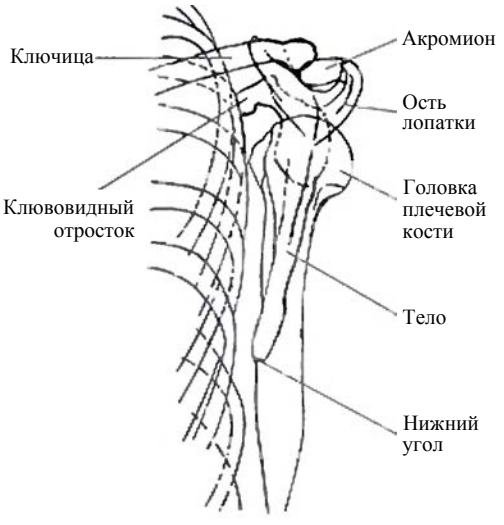


Рис. 5-81. Анатомическая схема лопатки в боковой проекции

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ - КОСАЯ ЗАДНЯЯ УКЛАДКА (ПРАВАЯ ИЛИ ЛЕВАЯ): ЛОПАТКА

Горизонтальная укладка (см. стр. 194 — вертикальная укладка)

Лопатка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Переломы лопатки.

Примечание: эта укладка дает увеличенное изображение из-за большого РОП.

Технические условия исследования



- Размер кассеты 24 x 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- Не рекомендуется автоматический контроль экспозиции.
- При использовании цифрового приемника изображения следует диафрагмировать максимально близко к области интереса.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
16	75	13	1310	380	Щитовидна железа 0 Молочная железа 0

мкГр

Радиационная защита гонад — рекомендуется. Можно использовать рентгенозащитный передник или юбку.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, рука с исследуемой стороны лежит поперек грудной клетки. Поверните туловище пациента примерно на 30°, чтобы поднять исследуемое плечо и привести лопатку в истинно боковое положение. Верхнее колено пациента согнуто, что поможет ему удерживать тело в наклонном положении.

Укладка снимаемой области

- Пальпируйте границы лопатки (рис. 5-82, вставка) и поворачивайте тело пациента, пока лопатка не будет приведена в истинно боковое положение. (Плоская задняя сторона лопатки должна быть перпендикулярна кассете.)
- Середина латерального края лопатки должна быть расположена по центру снимка.

Центральный луч

- ЦЛ направлен на середину латерального края лопатки.
- Минимальное РИП — 100 см

Диафрагмирование по области лопатки с четырех сторон.

Дыхание следует задержать на время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна вся лопатка в боковой проекции.

Укладка. • Тело лопатки видно в профиль без наложений ребер. • Плечевая кость должна минимально накладывать на лопатку.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам области лопатки должны быть видны границы диафрагмирования. • ЦЛ должен быть направлен на середину латерального края лопатки, которая должна быть в центре снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция без движения дает резкие контуры костей и их трабекулярной структуры без переэкспонирования нижнего угла лопатки. Контуры акромиона и клювовидного отростка должны быть видны через головку плечевой кости.



Рис. 5-82. Горизонтальная укладка для боковой проекции лопатки



Рис. 5-83. Рентгенограмма лопатки в боковой проекции

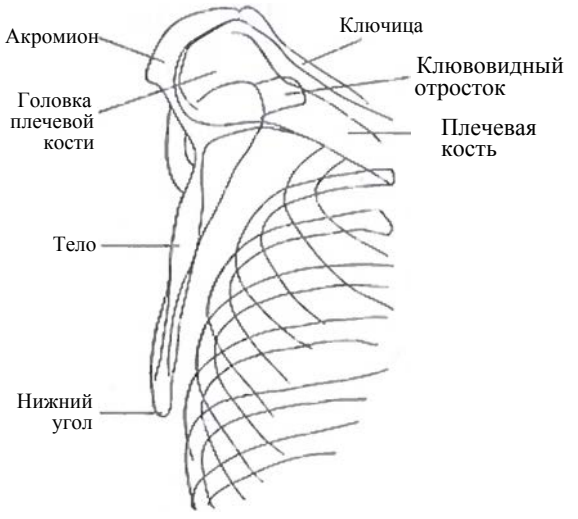


Рис. 5-84. Анатомическая схема лопатки в боковой проекции

Упражнения по рентгенограммам

Каждый из данных снимков брюшной полости демонстрирует, по крайней мере, **одну ошибку, требующую пересъемки**.

Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы, которые обсуждались в этой главе, и категории, приведенные справа.

Для начала предлагается обдумать, к какой категории можно отнести **ошибку** на снимке, требующую его пересъемки.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ			
	А	Б	В	Г
1. Видимые анатомические структуры	____	____	____	____
2. Укладка пациента	____	____	____	____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	____	____	____	____
4. Параметры экспозиции	____	____	____	____
5. Маркировка	____	____	____	____

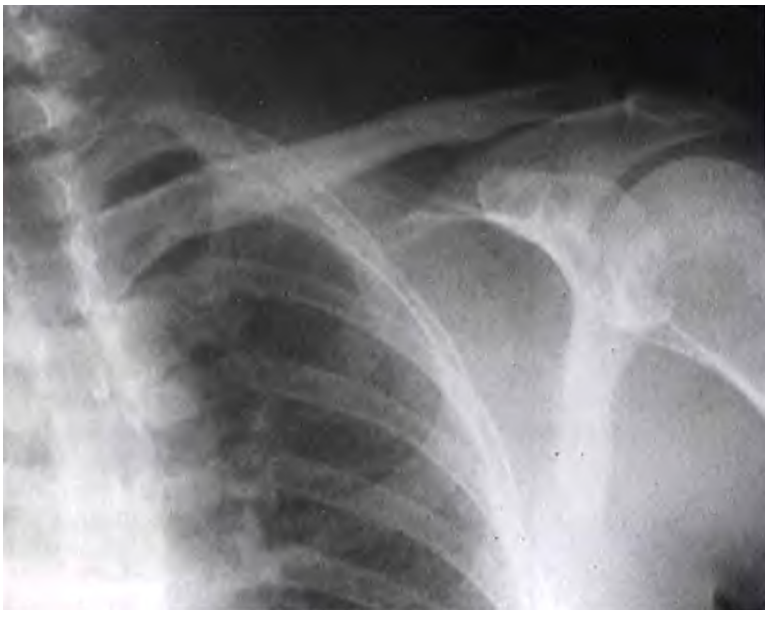


Рис. С5-85. Задняя проекция ключицы **А**



Рис. С5-86. Задняя апикальная косая аксиальная проекция плеча (метод Гарта) **Б**



Рис. С5-87. Задняя проекция лопатки **В**



Рис. С5-88. Задняя проекция плечевого сустава и плечевой кости **Г**

Нижняя конечность

СОАВТОРЫ: **Jeannenn Hall-Rollins**, MRC, BSRT (R) (CV)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Стопа — фаланги пальцев и кости плюсны, 198
Суставы и сесамовидные кости, 199
Кости предплюсны, 200
Своды стопы, 201
Голеностопный сустав, 202
Обзор рентгенограмм, 203
Голень — большеберцовая и малоберцовая кости, 204
Дистальный отдел бедренной кости, 205
Коленный сустав, 206
Обзор рентгенограмм, 208
Классификация суставов, 209
Поверхности, проекции и движения стопы и голеностопного сустава, 210

Укладки

Общие вопросы, 211
Альтернативные методы исследования, 212
Клинические показания, 213
Результаты опроса по США и Канаде, 214
Основные и специальные проекции, 215
Пальцы
- Задняя проекция, 216
- Косая проекция, 217
- Боковая проекция, 218
- Сесамовидные кости, 219

Стопа
- Задняя проекция, 220
- Косая проекция, 221
- Боковая проекция, 222
- Задняя и боковая проекции с нагрузкой, 223

Пяточная кость
- Подошвенно-тыльная (аксиальная) проекция, 224
- Боковая проекция, 225

Голеностопный сустав
- Задняя проекция, 226
- Задняя проекция суставной щели голеностопного сустава (с ротацией на 15°), 227
- Задняя косая проекция (45°), 228
- Боковая проекция, 229
- Задняя проекция с силовым сгибанием, 230

Голень — большеберцовая и малоберцовая кости
- Задняя проекция, 231
- Боковая проекция. 232

Коленный сустав
- Задняя проекция, 233
- Косая проекция с медиальной ротацией, 234
- Косая проекция с латеральной ротацией, 235
- Боковая проекция, 236
- .Задняя двухсторонняя проекция с нагрузкой, 237

Коленный сустав — межмыщелковая ямка
- Передняя аксиальная проекция (метод Кэмп Ковентри и метод Холмблада), 238
- Задняя аксиальная проекция, 239

Надколенник и надколенника-бедренный сустав
- Передняя проекция, 240
- Боковая проекция, 241
- Тангенциальная проекция (метод Мерчанта), 242
- Тангенциальная проекция (нижневерхняя, методы Хьюстона и Сеттегаста), 243

Бедренная кость — середина и дистальный отдел
- Задняя проекция, 244
- Боковая проекция, 245

Бедренная кость — середина и проксимальный отдел
- Задняя проекция (см. главу 7)
- Боковая проекция, 246

Упражнения по рентгенограммам, 247

Нижняя конечность

Кости нижней конечности подразделяются на четыре основные группы: (1) стопа, (2) голень, (3) бедро (бедренная кость), (4) тазобедренный сустав. В этой главе представлен подобный обзор рентгеноанатомии и укладок для трех из них: **стопы, голени, средних и дистальных отделов бедренной кости, включая голеностопный и коленный суставы**.

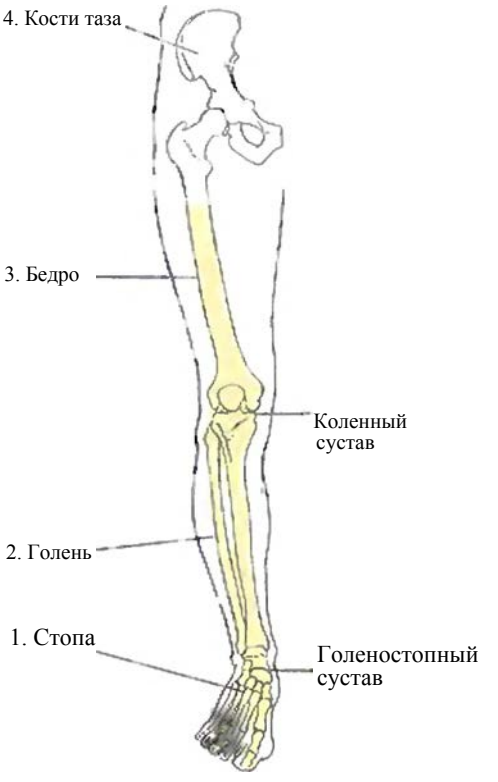


Рис. 6-1. Нижняя конечность

СТОПА

Кисти стопы в основном схожи с костями кисти и запястья, изученными в главе 4.

26 костей одной стопы подразделяются на четыре группы

Фаланги (пальцы стопы)	14
Плюсневые кости (подъем стопы)	5
Кости предплюсны	7
Всего	26

Фаланги пальцев стопы

Дистальный отдел стопы представлен фалангами, образующими пальцы. Пять пальцев каждой стопы пронумерованы с первого по пятый соответственно, если считать от медиального края или от большого пальца. Заметьте, что первый, или большой, палец имеет только две фаланги, **проксимальную** и **дистальную**, так же как и большой палец кисти. Со второго по пятый пальцы каждой стопы имеют, кроме того, еще и **медиальную фалангу**. Таким образом, две фаланги большого пальца и по три в каждом пальце со второго по пятый составляют всего **14 фаланговых костей**.

Сходство с рукой в данном случае очевидно, так как в каждой кисти также имеется 14 фаланг. Однако фаланги стопы короче, чем фаланги кисти, и диапазон движений у них существенно меньше.

При описании любой кости или сустава необходимо указывать, какому пальцу и какой стопе они принадлежат. Например, описание — дистальная фаланга первого пальца правой стопы — дает точную локализацию кости.

Дистальные фаланги 2-5 пальцев настолько малы, что рассмотреть их на рентгенограмме как отдельные кости достаточно трудно.

Кости плюсны

Пять **костей плюсны** образуют подъем стопы. Они пронумерованы так же, как и пальцы, с первого по пятый, считая от медиального края к латеральному.

В каждой плюсневой кости различают три части. Небольшая округлая дистальный отдел называется **головкой**. Удлиненная тонкая средняя часть называется **телом**. Слегка расширенный проксимальный конец каждой плюсневой кости называется основанием.

Латеральный отдел **основания пятой плюсневой кости имеет** выступающую неровную **бугристость**, которая является местом прикрепления сухожилия. Проксимальный отдел пятой плюсневой кости и ее бугристость обычно хороню видны на рентгенограммах, что очень важно, так как эта область стопы часто травмируется.

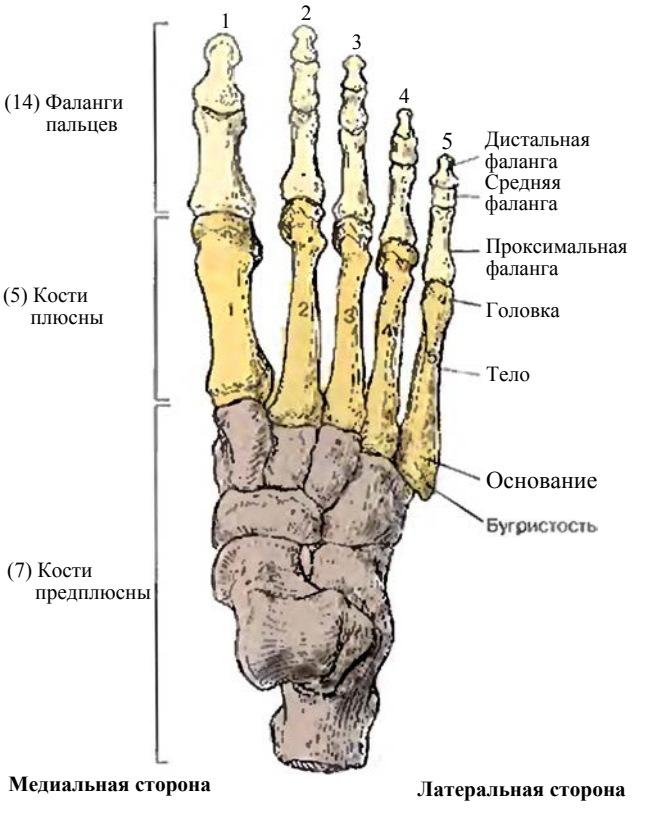


Рис. 6-2. Кости стопы

Суставы фаланг пальцев (межфаланговые) и костей плюсны

Суставы фаланг пальцев. Важно уметь распознавать межфаланговые суставы в связи с возможными переломами в области их суставных поверхностей. Две кости, образующие каждый сустав, определяют его название. Между проксимальной и дистальной фалангами первого пальца находится **межфаланговый сустав**.

Поскольку остальные пальцы стопы состоят каждый из трех костей, они образуют по два сустава. Сустав между средней и дистальной фалангой называется **дистальным межфаланговым суставом**. Между средней и проксимальной фалангами находится **проксимальный межфаланговый сустав**.

Суставы костей плюсны. Суставы, расположенные в области головки плюсневых костей, называются **плюснефаланговыми**, а в области основания плюсневых костей находятся предплюсне-плюсневые суставы. Важно различать основание третьей плюсневой кости, или третий предплюсне-плюсневый сустав, поскольку здесь находится центральная точка, или точка прохождения центрального луча (ЦЛ) при выполнении снимка стопы в прямой задней или косой проекции.

При описании суставов стопы важно точно указать сначала их название, а затем принадлежность к определенному пальцу и стопе. Например, повреждение или перелом «области дистального межфалангового сустава пятого пальца левой стопы».

Сесамовидные кости

И в стопе, и в кисти часто присутствуют несколько сесамовидных костей небольших размеров. Как правило, эти дополнительные кости сращены с суставной капсулой или сухожилием мышцы и располагаются возле различных суставов. В верхней конечности сесамовидные кости очень малы и находятся чаще всего на ладонной поверхности около пястно-фалангового сустава или реже возле межфалангового сустава большого пальца.

В нижних конечностях сесамовидные кости крупнее и имеют большее значение при рентгенодиагностике. Самая крупная сесамовидная кость в теле — *patella*, или надколенник, о ней будет позже сказано в этой главе. Сесамовидные кости, показанные на рис. 6-3 и 6-4, почти всегда присутствуют на задней, или подошвенной, поверхности у головки первой плюсневой кости возле плюснефалангового сустава. Сесамовидные кости иногда находятся и у других суставов стопы. Несмотря на свой малый размер, эти кости также подвержены переломам, что важно при рентгенодиагностике. Находясь на подошвенной поверхности, они могут причинять значительную боль и дискомфорт, особенно при нагрузке на стопу. Для обнаружения переломов сесамовидных костей применяют специальные тангенциальные проекции, о них будет также рассказано в этой главе (стр. 219).

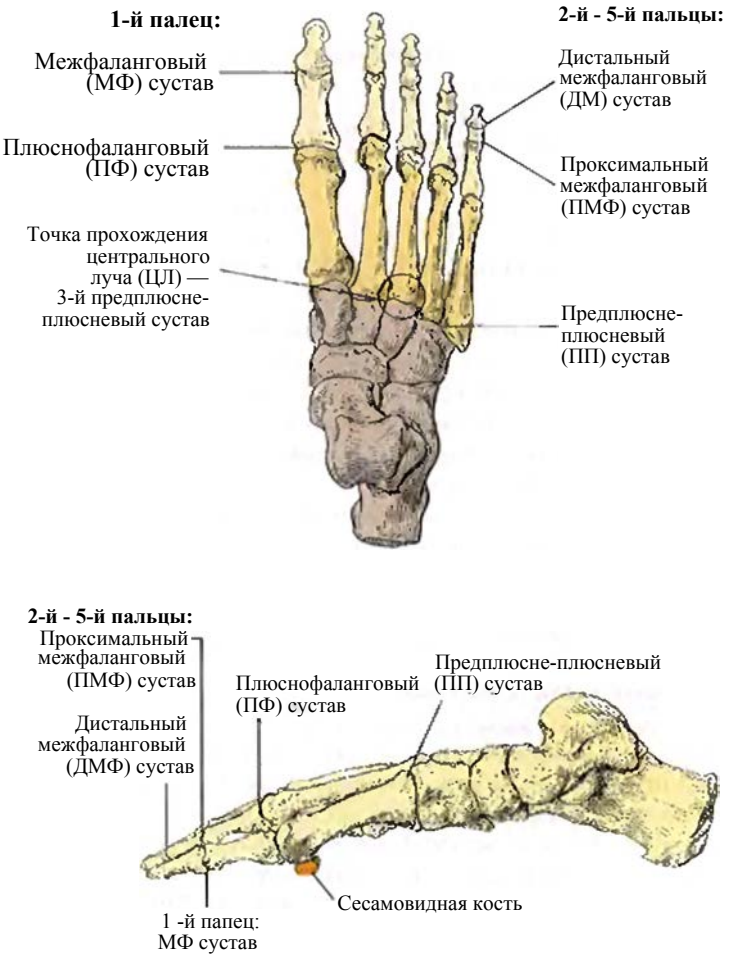


Рис. 6-3. Суставы правой стопы

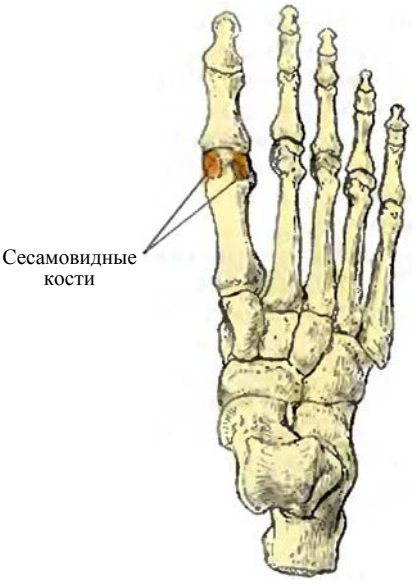


Рис. 6-4. Сесамовидные кости

КОСТИ ПРЕДПЛЮСНЫ

Семь больших костей проксимального отдела стопы называются костями предплюсны.

(1) Calcaneus	Пяточная
(2) Talus	Таранная
(3) Cuboid	Кубовидная
(4) Navicular	Ладьевидная
(5-6-7) 1, 2, 3 Cuneiformia	1, 2, 3 Клиновидные

Сходство предплюсны с аналогичной частью верхней конечности не так очевидно, потому что предплюсна представлена семью костями, в отличие от восьми костей запястья. При этом кости предплюсны крупнее, чем кости запястья, и менее подвижны, так как они составляют основу для поддержания тела в вертикальном положении.

Семь костей предплюсны иногда относят к костям голеностопного сустава, хотя только одна кость, таранная, непосредственно принадлежит этому суставу. Каждая из костей предплюсны будет дальше рассмотрена отдельно, вместе со всеми костями, с которыми она имеет сочленения.

Пяточная кость (Calcaneus)

Пяточная кость является самой крупной и прочной костью стопы. Задненижний отдел ее образован хорошо выраженным отростком — **бугром пяточной кости**. Его неровная, шероховатая поверхность является местом прикрепления сухожилий мышц. Нижний расширенный отдел бугра переходит в два небольших округлых отростка: более крупный **латеральный** и меньший, реже упоминаемый, **медиальный отросток**.

На латеральной поверхности пяточной кости находится **малоберцовый блок**, который может иметь различный размер и форму и визуализируется латерально на снимке и осевой проекции. На медиальной поверхности, в переднем ее отделе, находится крупный выступающий отросток — **опора таранной кости**.

Сочленения. Пяточная кость сочленяется с двумя костями: в переднем отделе с кубовидной и в верхнем — с таранной. Соединение с таранной костью образует важный **подтаранный сустав**. В этом сочленении задействованы три суставные поверхности, обеспечивающие перераспределение веса тела для поддержания его в вертикальном положении: это обширная **задняя суставная поверхность** и две меньшие — **передняя и средняя суставные поверхности.**

Обратите внимание, что средняя суставная поверхность является верхней частью выступающей опоры таранной кости, которая обеспечивает медиальную поддержку для этого важного опорного сустава.

Углубление между задней и средней суставными поверхностями называется **бороздой пяточной кости** (рис. 6-6). В сочетании с аналогичной бороздой таранной кости она образует отверстие для прохождения соответствующих связок. Это отверстие, находящееся в середине подтаранного сустава, называется **пазухой предплюсны** (рис. 6-7).

Таранная кость (Talus)

Таранная кость — это вторая крупная кость предплюсны, она располагается между нижним отделом голени и пяточной костью. Вместе с голеностопным и таранно-пяточным суставами она участвует в перераспределении веса тела.

Сочленения. Таранная кость сочленяется с четырьмя костями: сверху с **большой и малой берцовыми**, снизу с **пяточной** и спереди с **ладьевидной**.

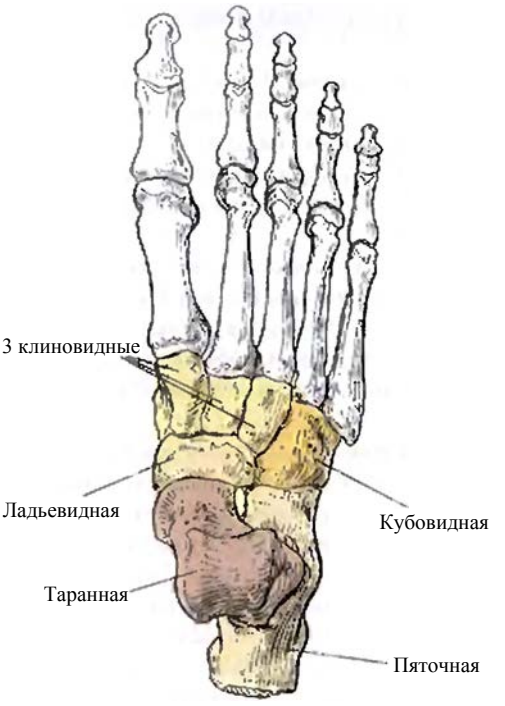


Рис. 6-5. Кости предплюсны (7)



Рис. 6-6. Левая пяточная кость (верхняя или проксимальная поверхность)

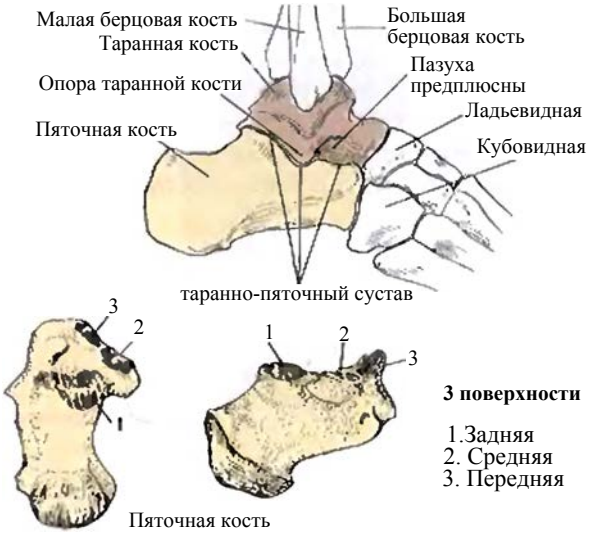


Рис. 6-7. Пяточная и таранная кости (с голеностопным и подтаранным суставами)

Ладьевидная кость (Naviculare)

Ладьевидная кость — плоская, овальной формы, располагается в области медиального края стопы, между таранной и тремя клиновидными костями.

Сочленения. Ладьевидная кость сочленяется с **четырьмя** костями: сзади с таранной и спереди с тремя клиновидными.

Клиновидные кости (3) (Cuneiformia)

Три клиновидные кости располагаются у медиального края и в центре стопы, между тремя первыми плюсневыми костями в дистальном отделе и ладьевидной костью в проксимальном. **Медиальная** (первая), самая крупная из клиновидных костей, сочленяется с первой плюсневой костью. **Промежуточная** (вторая) клиновидная кость меньше остальных, сочленяется со второй плюсневой костью. **Латеральная** (третья) клиновидная кость сочленяется с третьей плюсневой костью в дистальном отделе и с кубовидной костью в — латеральном. Все три клиновидные кости сочленяются в проксимальном отделе с ладьевидной костью.

Сочленения. Медиальная клиновидная кость сочленяется с **четырьмя** костями: с ладьевидной в проксимальном отделе, с первой и второй плюсневыми костями в дистальном отделе и с промежуточной клиновидной в латеральном отделе.

Промежуточная клиновидная кость также сочленяется с **четырьмя** костями: с ладьевидной в проксимальном отделе, со второй плюсневой в дистальном отделе и с медиальной и латеральной клиновидными с каждой стороны.

Латеральная клиновидная кость сочленяется с шестью костями: в проксимальном отделе с ладьевидной, в дистальном — со второй, третьей и четвертой плюсневыми, в медиальном — с промежуточной клиновидной и в латеральном — с кубовидной костью.

Кубовидная кость (Cuboideum)

Кубовидная кость располагается у латерального края стопы, впереди пяточной кости и позади оснований четвертой и пятой плюсневых костей.

Сочленения. Кубовидная кость сочленяется с **четырьмя** костями: в проксимальном отделе с пяточной, в медиальном — с латеральной клиновидной и в дистальном — с четвертой и пятой плюсневыми (иногда она еще сочленяется с пятой костью — ладьевидной).

Своды стопы

Продольный свод стопы. Кости стопы образуют **продольный и поперечный своды**, обеспечивающие мощную опору рессорного типа для веса всего тела. Пружинящий продольный свод образован медиальной и латеральной составляющими и располагается большей частью у медиального края и центра стопы.

КОСТИ ПРЕДПЛЮСНЫ И КОСТИ, С НИМИ СОЧЛЕНЯЮЩИЕСЯ

1. Пяточная (2)	**5. Промежуточная клиновидная (4)**
Кубовидная	Ладьевидная
Таранная	Вторая плюсневая
2. Таранная (4)	Медиальная и латеральная
Большая и малая берцовые	клиновидные
Пяточная	**6. Латеральная клиновидная (6)**
Ладьевидная	Ладьевидная
3. Ладьевидная (4)	2, 3, 4 плюсневые
Таранная	Промежуточная клиновидная
Три клиновидные	Кубовидная
4. Медиальная клиновидная (4)	**7. Кубовидная (4)**
Ладьевидная	Пяточная
1 и 2 плюсневые	Латеральная клиновидная
Промежуточная клиновидная	4 и 5 плюсневые

В скобках обозначено число костей, с которыми сочленяется указанная кость.



Рис. 6-8. Ладьевидная, клиновидные (3) и кубовидная кости

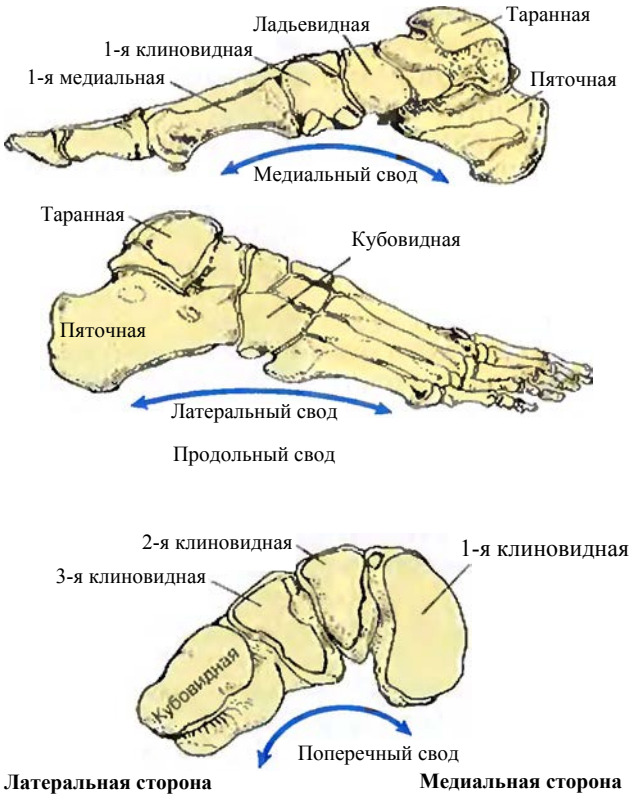


Рис. 6-9. Своды стопы и взаиморасположение костей предплюсны

Поперечный свод проходит вдоль подошвенной поверхности дистального отдела предплюсны и предплюсне-плюсневых суставов. Поперечный свод образован в основном клиновидными костями, особенно короткой второй, в сочетании с самой крупной клиновидной и кубовидной костями (рис. 6-9).

ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ

Вид спереди

Голеностопный **сустав** образован тремя костями: двумя длинными костями голени, **большеберцовой** и **малоберцовой** и одной костью предплюсны — **таранной**. Расширенный дистальный отдел тонкой малоберцовой кости, заходящий на таранную кость, называется наружной (латеральной) лодыжкой.

Дистальный отдел более крупной и мощной большеберцовой кости имеет расширенную суставную поверхность для сочленения с такой же широкой верхней суставной поверхностью таранной кости. Медиальный удлиненный отросток большеберцовой кости, вытянутый вдоль медиального края таранной кости называется внутренней (**медиальной**) **лодыжкой**.

Внутренние части большой и малой берцовых костей образуют глубокую П-образную впадину, или **суставную щель**, охватывающую блок таранной кости с трех сторон. Однако рассмотреть все три части щели в прямой (задней) проекции невозможно, поскольку дистальные отделы большеберцовой и малоберцовой костей перекрыты таранной костью. Это происходит потому, что дистальный отдел малоберцовой кости расположен несколько сзади, как показано на рисунках. Задняя проекция с поворотом стопы кнутри на 15°, названная **проекцией суставной щели**[1] и показанная на рис. 6-15, позволяет полностью рассмотреть открытое суставное пространство над таранной костью.

Передний бугорок — небольшой расширенный отросток, расположенный латерально и кпереди в нижней части большеберцовой кости, сочленяется с верхним латеральным отделом таранной кости, при этом частично перекрывает спереди малоберцовую кость (рис. 6-10 и 6-11).

Дистальная суставная поверхность большеберцовой кости образует крышу вилки и называется **потолком большеберцовой кости**. При некоторых типах переломов, особенно у детей и подростков, встречаются повреждения дистального эпифиза и потолка большеберцовой кости.

Вид сбоку

На рис. 6-11 изображен голеностопный сустав в истинно боковой проекции, на котором видно, что **дистальный отдел малоберцовой кости располагается примерно на 1 см кзади по отношению к большеберцовой кости**. Такое взаимное расположение становится важным при определении истинно боковой укладки голени, голеностопного сустава и стопы. Основной ошибкой при боковой укладке голеностопного сустава является незначительная ротация сустава, в результате которой медиальная и латеральная лодыжки практически перекрывают друг друга. Однако это приведет к тому, что голеностопный сустав будет изображен в косой проекции, как это показано на рисунках. Таким образом, при истинно боковой проекции **латеральная лодыжка** располагается приблизительно на **1 см кзади** от медиальной лодыжки. Кроме того, латеральная лодыжка еще и **длиннее** соседней — медиальной примерно **на 1 см** (это лучше видно на фронтальной проекции, рис. 6-10).

Осевой (аксиальный) вид

Аксиальный вид внутреннего края дистальных отделов малоберцовой и большеберцовой костей показан на рис. 6-12. Свод нижней поверхности большеберцовой кости (потолок большеберцовой кости) показан на этом рисунке изнутри, в торцевой проекции голеностопного сустава. Также видно взаиморасположение латеральной и медиальной лодыжек малоберцовой и большеберцовой костей соответственно. Меньшая, малоберцовая кость расположена больше кзади. Линия, проведенная через центр обеих лодыжек, находится под углом приблизительно 15-20° к фронтальной плоскости (параллельной передней поверхности тела). Следовательно, для того чтобы межлодыжечная линия стала параллельна фронтальной плоскости, голень и голеностопный сустав должны быть повернуты на 15-20°. Такое взаимоотношение дистальных отделов большеберцовой и малоберцовой костей важно при укладке голеностопного сустава или прорези голеностопного сустава в различных проекциях, как описано в разделах этой главы, посвященных укладкам.



Рис. 6-10. Правый голеностопный сустав — вид спереди



Рис. 6-11. Правый голеностопный сустав — вид в истинно боковой проекции



Рис. 6-12. Голеностопный сустав — аксиальная проекция (рис. 6-10, 6-11 и 6-12 с разрешения Mayo Foundation)

Голеностопный сустав

Голеностопный сустав относится к группе **синовиальных сочленений блоковидного типа**, в котором возможны только сгибательные и разгибательные движения (тыльное сгибание и подошвенное сгибание). Этому способствуют сильные коллатеральные связки, переходящие от медиальной и латеральной лодыжек на пяточную и таранную кости. Значительное боковое давление может быть причиной растяжения голеностопного сустава, сопровождающегося растяжением или разрывом боковых связок и разрывом сухожилии мышц, что приводит к расширению внутрисуставного пространства на стороне повреждения.

[1] Frank ED et al: Radiography of the ankle mortise, *Radiol Technol* 62-65: 354-359, 1991.

УПРАЖНЕНИЯ ПО РЕНТГЕНОГРАММАМ

На приведенных рентгенограммах стопы и голеностопного сустава в трех наиболее часто встречающихся проекциях представлен анатомический обзор костей и сочленений. Для проведения обзорного теста предлагается назвать (или выписать) все помеченные на снимках части, закрыв предварительно приведенные ниже ответы.

Левая стопа, боковая проекция (рис. 6-13)

А. Большеберцовая кость.
Б. Пяточная кость.
В. Бугор пяточной кости.
Г. Кубовидная кость.
Д. Бугристость пятой плюсневой кости.
Е. Наложенные клиновидные кости.
Ж. Ладьевидная кость.
З. Подтаранный сустав.
И. Таранная кость.

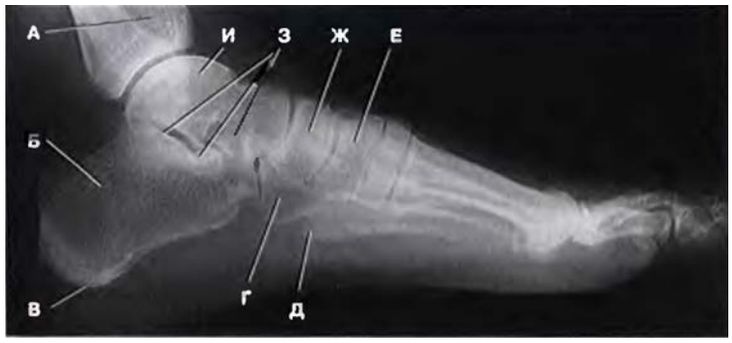


Рис. 6-13. Левая стопа, боковая проекция

Косая проекция правой стопы (рис. 6-14)

А. Межфаланговый сустав первого пальца правой стопы.
Б. Проксимальная фаланга первого пальца правой стопы.
В. Плюснефаланговый сустав первого пальца правой стопы.
Г. Головка первой плюсневой кости.
Д. Тело первой плюсневой кости.
Е. Основание первой плюсневой кости.
Ж. Вторая, или промежуточная, клиновидная кость (частично перекрыта первой, или медиальной, клиновидной костью).
З. Ладьевидная кость.
И. Таранная кость.
К. Бугор пяточной кости.
Л. Третья, или латеральная, клиновидная кость.
М. Кубовидная кость.
Н. Бугристость основания пятой плюсневой кости.
О. Пятый плюснефаланговый сустав правой стопы.
П. Проксимальная фаланга пятого пальца правой стопы.



Рис. 6-14. Косая проекция правой стопы

Проекция суставной щели правого голеностопного сустава (рис. 6-15)

А. Малоберцовая кость.
Б. Латеральная лодыжка.
В. Открытая суставная щель голеностопного сустава.
Г. Таранная кость.
Д. Медиальная лодыжка.
Е. Нижняя суставная поверхность большеберцовой кости (сочленяемая поверхность эпифиза).



Рис. 6-15. Проекция суставной щели правого голеностопного сустава

Боковая проекция голеностопного сустава (рис. 6-16)

А Малоберцовая кисть.
Б. Пяточная кость.
В. Кубовидная кость.
Г. Бугристость основания пятой плюсневой кости.
Д. Ладьевидная кость.
Е. Таранная кость.
Ж. Пазуха предплюсны.
З. Передний бугорок.
И. Большеберцовая кость.



Рис. 6-16. Боковая проекция голеностопного сустава

ГОЛЕНЬ - БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ И МАЛОБЕРЦОВАЯ КОСТИ

К следующей группе костей нижней конечности, которая будет рассмотрена в этой главе, относятся две кости голени: большеберцовая и малоберцовая.

Большеберцовая кость

Большеберцовая кость является одной из самых крупных костей скелета человека и служит опорной костью голени. Ее можно легко прощупать через кожу в переднемедиальной части голени. В ней различают три части: **центральное тело и два конца**.

Проксимальный отдел. Расширенные боковые отделы верхнего, или проксимального, конца большеберцовой кости образуют два мощных отростка — **медиальный и латеральный мыщелки**.

На верхней поверхности головки большеберцовой кости, между двумя мыщелками, располагается **межмыщелковое возвышение**, в котором различают два маленьких бугорка, **медиальный** и **латеральный межмыщелковые бугорки**.

Верхняя суставная поверхность мыщелков имеет две вогнутые **суставные поверхности**, часто называемые **плато большеберцовой кости**, которые образуют сочленение с бедренной костью. На боковой проекции голени видно, что **плато большеберцовой кости имеет наклон от 10° до 20°** по отношению к линии, перпендикулярной длинной оси кости (рис. 6-18)[1]. Эту важную анатомическую особенность надо брать в расчет при укладке для получении прямой задней проекции коленного сустава, центральный луч должен идти параллельно плато и перпендикулярно кассете. При этом суставная щель получится на снимке открытой.

В проксимальном отделе кости на передней её поверхности, сразу за мыщелками, располагается шероховатый выступ — **бугристость большеберцовой кости**. Эта бугристость является местом прикрепления связки надколенника, в которую входят сухожилия большой мышцы передней поверхности бедра. Иногда у подростков происходит отделение большеберцовой бугристости от тела кости, это состояние известно как болезнь *Осгуда-Шлаттера* (смотри клинические показания, стр. 213).

Тело большеберцовой кости — это длинная средняя часть кости, расположенная между двумя ее концами. По передней поверхности тела, между бугристостью большеберцовой кости и медиальной лодыжкой, идет заостренный **гребень**, или передний край большеберцовой кости, который хорошо прощупывается под кожей.

Дистальный отдел. Дистальный отдел большеберцовой кости меньше проксимального, он заканчивается коротким отростком пирамидальной формы, **медиальной лодыжкой**, которую легко можно пропальпировать в медиальной области голеностопного сустава.

На латеральной поверхности нижнего конца большеберцовой кости располагается плоская, треугольной формы **малоберцовая вырезка**, к которой прилегает нижний конец малоберцовой кости.

Малоберцовая кость

Малоберцовая кость меньшего размера и расположена латерально кзади по отношению к более крупной большеберцовой кости. Верхний, или проксимальный, отдел кости образует расширенную головку, которая сочленяется с наружной поверхностью задненижней части латерального мыщелка большеберцовой кости. Верхний конец головки заострен, он называется верхушкой головки малоберцовой кости.

Тело малоберцовой кости — это длинная тонкая часть между двумя ее концами. Расширенный дистальный отдел малоберцовой кости образует характерный выступ, который можно прощупать с латеральной стороны голеностопного сустава и которая называется, как уже говорилось, **латеральной лодыжкой**.

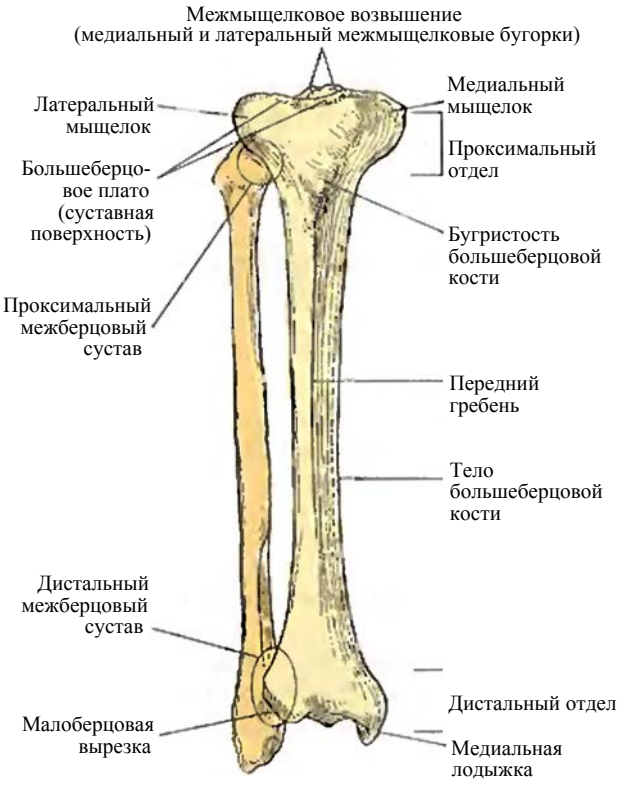


Рис. 6-17. Большеберцовая кость — вид спереди

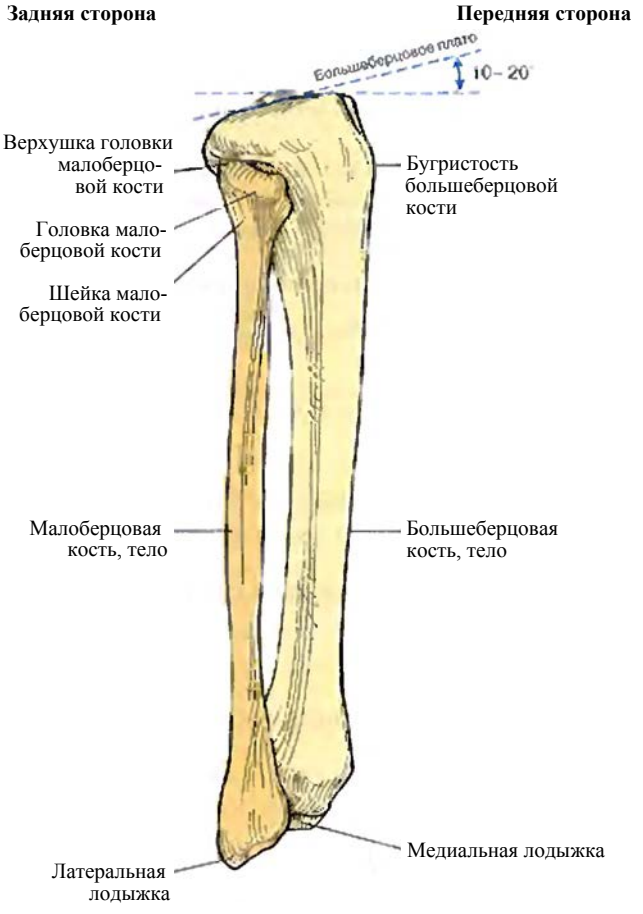


Рис. 6-18. Большеберцовая и малоберцовая кости — вид сбоку

[1] Manaster BJ: *Handbooks in radiology*, ed. 2, Chicago, 1997, Year Book Medical Publishers, Inc.

БЕДРЕННАЯ КОСТЬ

Бедро, или бедренная кость, является самой длинной и мощной из всех трубчатых костей скелета человека. Это единственная длинная кость между тазобедренным и коленным суставами. Проксимальные отделы бедренной кости будут описаны в главе 7 вместе с тазобедренным суставом и костями таза.

Средний и дистальный отделы бедренной кости, вид спереди (рис. 6-19)

Так же как и у всех трубчатых костей, тело бедренной кости представляет собой удлиненную и более тонкую часть. На передней поверхности нижнего отдела бедренной кости лежит надколенник, или коленная чашечка. **Надколенник**, самая крупная сесамовидная кость скелета, расположен кпереди от дистального отдела бедренной кости. Обратите внимание, что во фронтальной проекции при полностью распрямленной ноге нижний край надколенника находится примерно на 1,25 см **выше, или проксимальнее**, собственно коленного сустава. Важно помнить об этом при укладке коленного сустава.

Небольшое гладкое углубление треугольной формы на передней поверхности нижней части бедренной кости называется **надколенниковой поверхностью** (рис. 6-19). Это углубление еще иногда называют **межмыщелковой бороздой**, В литературе также встречается определение **блоковая борозда** (имеется в виду блоковидное образование, напоминающее катушку от ниток, которое составляют медиальный и латеральный мыщелки с углублением между ними). Необходимо знать все три термина как относящиеся к данному углублению.

При выпрямленной ноге надколенник располагается несколько выше надколенниковой поверхности. Залегая в толще сухожилия мышцы, надколенник при согнутом колене смещается вниз, или дистально, по надколенниковой поверхности. Это хорошо видно на рис. 6-21, стр. 206, на котором коленный сустав изображен в боковой проекции.

Средний и дистальный отделы бедренной кости, вид сзади (рис. 6-20)

На задней поверхности дистального отдела бедренной кости видны два округлых мыщелка, разделенных в дистальном заднем отделе глубокой **межмыщелковой ямкой**, или вырезкой, над которой расположена подколенная поверхность (см. стр. 206).

В дистальных отделах медианного и латерального мыщелков находятся гладкие суставные поверхности для сочленения с большеберцовой костью. При вертикальном положении бедренной кости **медианный мыщелок располагается несколько ниже, или дистальнее, латерального** (рис. 6-20). Это объясняет, почему **ЦЛ должен быть наклонен на 5-7° краниально при выполнении боковой проекции коленного сустава**, что проецирует мыщелки друг на друга, а бедренная кость расположена параллельно кассете. Объяснение этому приведены дополнительно на рис. 6-19, на котором видно, что в вертикальной анатомической позиции, когда мыщелки дистального отдела бедра параллельны нижней плоскости коленного сустава, тело бедренной кости у взрослого человека отклонено от вертикали примерно па 10°. Величина этого угла колеблется в пределах от 5° до 15°[1]. У людей небольшого роста с широким тазом этот угол будет больше, а у высоких пациентов с узким тазом, соответственно, меньше. Таким образом, величина данного угла у женщин, как правило, больше, чем у мужчин.

Характерным отличием между медиальным и латеральным мыщелками является присутствие **бугорка приводящей мышцы**, слегка выступающей области, к которой прикрепляется сухожилие приводящей мышцы. Бугорок этот располагается в **задне-**

[1] Keals TE et al: *Radiology*, 87:904, 1966.

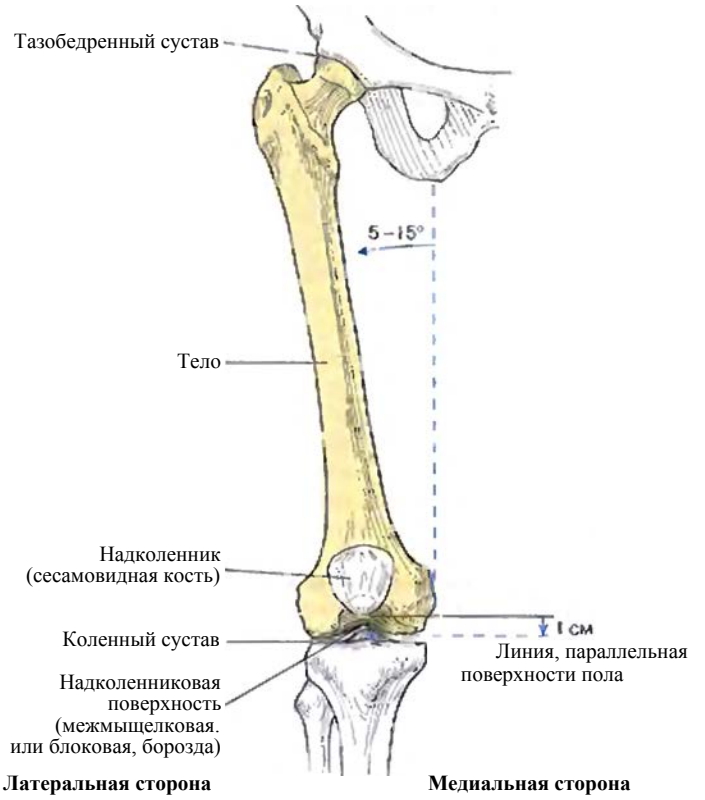


Рис. 6-19. Бедренная кость - вид спереди

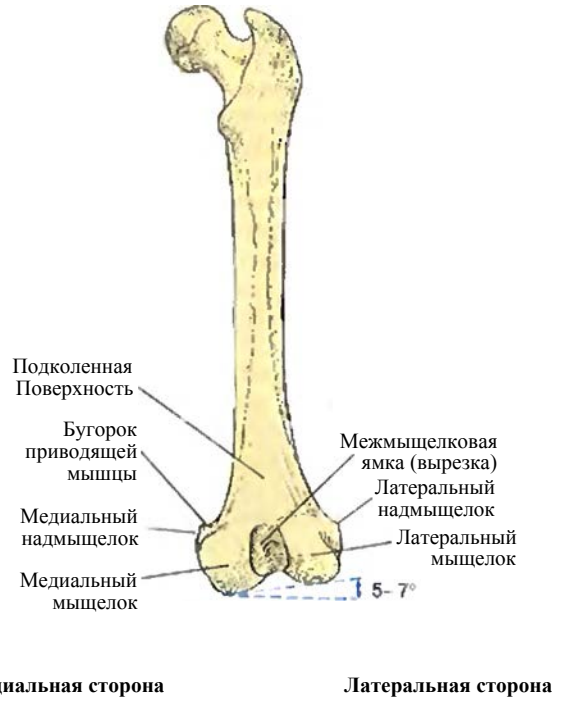


Рис. 6-20. Бедренная кость - вид сзади

боковой области медиального мыщелка. Он лучше виден на боковой рентгенограмме при небольшом повороте дистального отдела бедренной кости и колена. Присутствие этого бугорка на латеральном мыщелке позволяет рентгенологу правильно оценить степень ротации кости для получения снимка в истинно боковой укладке. Это показано на рентгенограмме, на рис. 6-33 (стр. 208).

На внешней поверхности мыщелков располагаются шероховатые выступы, медиальный и латеральный надмыщелки, которые служат местом прикрепления связок и легко пальпируются снаружи. Медиальный надмыщелок вместе с бугорком приводящей мышцы является более рельефным.

Дистальный отдел бедренной кости и надколенник (вид сбоку)

На боковом виде (рис. 6-21) показано расположение надколенника по отношению к **надколенниковой поверхности** дистального отдела бедренной кости. Надколенник, самая крупная сесамовидная кость скелета, залегает в толще сухожилия четырехглавой мышцы бедра. При согнутом колене надколенник смещается вниз, по направлению к межмыщелковой борозде. При неполном сгибании, под углом примерно 45°, как это показано на рисунке, надколенник лишь частично смещен, при сгибании же па 90° надколенник сдвигается значительно ниже по отношению к дистального отдела бедренной кости. Это смещение, а также взаимоотношение надколенника и дистального отдела бедра имеют значение при укладке коленного сустава и при выполнении тангенциальной проекции надколенико-бедренного сустава (сочленения между надколенником и дистальным отделом бедра).

На задней поверхности дистального отдела бедренной кости, сразу выше межмыщелковой ямки, располагается **подколенная поверхность**, под которой проходят поколенные сосуды и нервы.

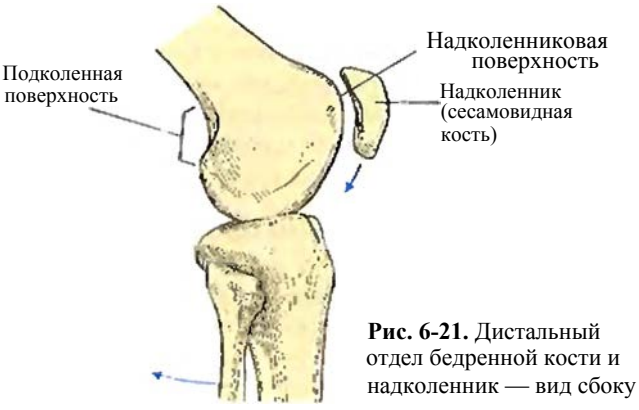


Рис. 6-21. Дистальный отдел бедренной кости и надколенник — вид сбоку

Дистальный отдел бедренной кости и надколенник (аксиальный вид)

Аксиальный, или торцевой, вид дистального отдела бедренной кости показывает расположение надколенника по отношению к **надколенниковой поверхности** (межмыщелковой или блоковой борозде). В этой проекции хорошо видно суставное пространство в сочленении между надколенником и бедренной костью (рис. 6-22). Хорошо видны и другие отделы нижней части бедренной кости.

В заднем отделе бедра видна глубокая межмыщелковая ямка (вырезка). В верхних отделах внешней поверхности **медиального и латерального мыщелков** видны неровные выступы **надмыщелков**.

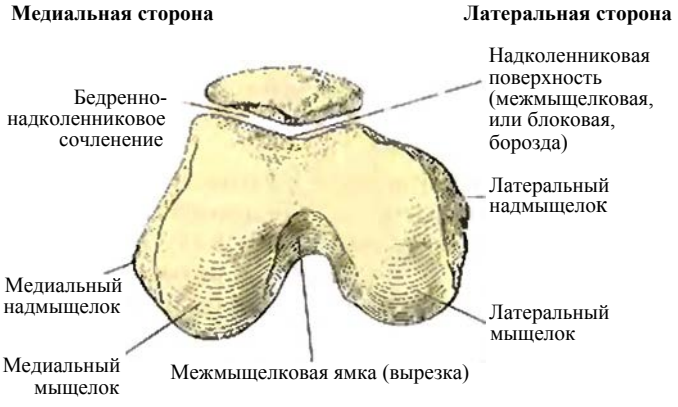


Рис. 6-22. Дистальный отдел бедренной кости и надколенник (аксиальный вид)

Надколенник

Надколенник (коленная чашечка) — плоская кость треугольной формы, примерно 5 см в диаметре. Надколенник выглядит перевернутым вверх дном, поскольку его заостренная верхушка образует **нижний край**, а закругленное **основание — верхний**. Внешняя сторона **передней поверхности** выпуклая и шероховатая, а внутренняя овальной формы **задняя поверхность**, сочленяющаяся с бедренной костью, — гладкая. Надколенник предохраняет переднюю часть коленного сустава от травм, кроме того, он играет роль рычага, увеличивающего подъемную силу четырехглавой мышцы бедра, сухожилие которой прикрепляется к бугристости большеберцовой кости голени. Надколенник в своей верхней позиции при полностью выпрямленной конечности и расслабленной четырехглавой мышце является подвижным и легко сметаемым образованием. Если же нога согнута в коленном суставе, а четырехглавая мышца напряжена, надколенник сдвигается вниз и фиксируется в таком положении. Таким образом, видно, что любое смещение надколенника связано только с бедренной костью, а не с большеберцовой.



Рис. 6-23. Надколенник

КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

Коленный сустав представляет собой комплексное сочленение, включающее в себя, в первую очередь, **бедренно-большеберцовый сустав** между двумя мыщелками бедренной кости и соответствующими им мыщелками большеберцовой кости. Еще в образовании коленного сустава участвует **бедренно-надколенниковое сочленение**, поскольку надколенник сочленяется с передней поверхностью дистального отдела бедренной кости.

Проксимальный межберцовый сустав и основные связки коленного сустава

Проксимальный отдел малоберцовой кости не принимает участия в образовании коленного сустава, несмотря на то, что латеральная **малоберцовая коллатеральная связка (ЛКС)** идет от бедренной кости и прикрепляется к наружной поверхности верхней части малоберцовой кости, как показано на рис. 6-24. Головка малоберцовой кости при этом сочленяется с латеральным мыщелком большеберцовой кости посредством передней и задней связок головки малоберцовой кости.



Рис. 6-24. Коленный и проксимальный межберцовый суставы — вид сзади

Кроме того, на этом рисунке показаны и другие важные связки, а именно: **большеберцовая (медиальная) коллатеральная связка (МКС)**, расположенная медиально, а также **передняя и задняя крестообразные связки (ПКС и ЗКС)**, которые находятся внутри полости коленного сустава.

(Аббревиатуры ЛКС, МКС, ПКС и ЗКС часто используются при описании этих четырех связок[1]). Стабильность коленного сустава в большой степени зависит от этих двух пар связок.

[1] Manaster BJ: *Handbooks in radiology*, ed. 2, Chicago, 1997, Year Book Medical Publishers, Inc.

КОЛЕННЫЙ СУСТАВ — продолжение

Две **сильные коллатеральные связки**, располагающиеся по сторонам коленного сустава, **препятствуют движению приведения и отведения** в суставе. Две **крестообразные связки** представляют собой прочные округлые тяжи, пересекающие друг друга перед прикреплением, соответственно, к переднему и заднему отделам межмыщелкового возвышения большеберцовой кости. Они укрепляют коленный сустав, **препятствуя внутрисуставному смещению костей вперед и назад.**

Помимо перечисленных двух пар связок, в переднем отделе располагается **связка надколенника** и несколько мелких связок, которые помогают поддерживать целостность коленного сустава (рис. 6-26). Связка надколенника является частью сухожилия большой четырехглавой мышцы бедра, которая фиксируется у основания надколенника и продолжается вниз, достигая бугристости большеберцовой кости. Позади связки надколенника располагается **подколенная жировая подушка**, защищающая переднюю поверхность коленного сустава.



Рис. 6-25. Правый коленный сустав (при полном сгибании) — вид спереди

Суставная полость и синовиальная мембрана

Суставная полость каленного сустава представляет собой самое крупное суставное пространство в теле человека. В целом коленный сустав относится к суставам синовиального типа, окруженным **суставной капсулой, или сумкой**. Суставная сумка представляет собой единую, похожую на мешок оболочку, заполненную вязкой синовиальной жидкостью. Это хорошо видно при артрографии с введением в полость сустава рентгеноконтрастных веществ (рис. 6-28).

Суставная полость, или сумка, коленного сустава, располагающаяся выше надколенника, между сухожилием четырехглавой мышцы и бедренной костью, называется **наднадколенниковой сумкой** (рис. 6-26). Ниже надколенника располагается **поднадколенниковая сумка**, отграниченная **поднадколенниковой жировой подушкой**, которая хорошо видна на рентгенограммах. На боковой рентгенограмме при артрографии с введением в полость сустава рентгеноконтрастного вещества также хорошо различимы пространства о задних отделах дистального отдела бедренной кости.



Рис. 6-26. Коленный сустав, сагиттальный разрез

Мениски (суставные диски)

Медиальный и латеральный мениски — это плоские внутрисуставные хрящевые диски между верхней суставной поверхностью большеберцовой кости и мыщелками бедренной кости (рис. 6-27). Мениски имеют серповидную форму, их утолщенный периферический край полого снижается по направлению к истонченной центральной части. Мениски являются своеобразными амортизаторами, предохраняющими коленный сустав от ударов и давления. Считается, что мениски вместе с синовиальной мембраной участвуют в выработке синовиальной жидкости, играющей роль смазки суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей, покрытых упругим и гладким гиалиновым хрящом.



Рис. 6-27. Суставная поверхность большеберцовой кости, вид сверху (показаны мениски и места прикрепления крестообразных связок)

Травматические повреждения коленного сустава

Травматические повреждения являются самой распространенной формой патологии коленного сустава. Особенно часто сустав травмируется при катании на лыжах, сноуборде или при таких видах спорта, как футбол или баскетбол. Например, разрыв большеберцовой (медиальной) коллатеральной связки часто сочетается с разрывом передней крестообразной связки и разрывом медиального мениска. Пациенты с таким типом повреждений обычно приходят в рентгенологическое отделение, где им выполняется либо МРТ (магнитно-резонансная томография), позволяющая увидеть состояние мягких тканей сустава, либо артрография коленного сустава.



Рис. 6-28. Артрограмма коленного сустава в боковой проекции. На рентгенограмме с двойным контрастированием хорошо видна суставная капсула (сумка)

УПРАЖНЕНИЯ ПО РЕНТГЕНОГРАММАМ

Для упражнений предлагаются наиболее часто встречающиеся проекции голени, коленного сустава и надколенника.

Прямая задняя проекция голени (Рис. 6-29)

А. Медиальный мыщелок большеберцовой кости.
Б. Тело большеберцовой кости.
В. Медиальная лодыжка.
Г. Латеральная лодыжка.
Д. Тело малоберцовой кости.
Е. Шейка малоберцовой кости.
Ж. Головка малоберцовой кости.
З. Верхушка (шиловидный отросток) головки малоберцовой кости.
И. Латеральный мыщелок большеберцовой кости.
К. Межмыщелковое возвышение (гребень большеберцовой кости).

Боковая проекция голени (Рис. 6-30)

А. Межмыщелковое возвышение (гребень большеберцовой кости).
Б. Бугристость большеберцовой кости.
В. Тело большеберцовой кости.
Г. Тело малоберцовой кости.
Д. Медиальная лодыжка.
Е. Латеральная лодыжка.

Прямая задняя проекция коленного сустава (Рис. 6-31)

А. Медиальный и латеральный межмыщелковые бугорки; выступы межмыщелкового возвышения (гребня большеберцовой кости).
Б. Латеральный надмыщелок бедра.
Б. Латеральный мыщелок бедра.
Г. Латеральный мыщелок большеберцовой кости.
Д. Верхняя суставная поверхность большеберцовой кости.
Е. Медиальный мыщелок большеберцовой кости.
Ж. Медиальный мыщелок бедра.
З. Медиальный надмыщелок бедра.
И. Надколенник (просматривается через бедренную кость).

Боковая проекция коленного сустава (Рис. 6-32)

А. Основание надколенника.
Б. Верхушка надколенника.
В. Бугристость большеберцовой кости.
Г. Шейка малоберцовой кости.
Д. Головка малоберцовой кости,
Е. Верхушка головки (шиловидный отросток) малоберцовой кости.
Ж. Медиальный и латеральный мыщелки, наложенные друг на друга.
З. Надколенниковая поверхность (межмыщелковая, или блоковая, борозда).

Боковая проекция коленного сустава (при незначительном вращении) (Рис. 6-33)

И. Бугор приводящей мышцы.
К. Латеральный мыщелок.
Л. Медиальный мыщелок.

Тангенциальная проекция (бедренно-надколенниковый сустав) (Рис. 6-34)

А. Надколенник.
Б. Бедренно-надколенниковый сустав.
В. Латеральный мыщелок.
Г. Надколенниковая поверхность (межмыщелковая, или блоковая, борозда).
Д. Медиальный мыщелок.



Рис. 6-29. Прямая задняя проекция голени



Рис. 6-30. Боковая проекция голени

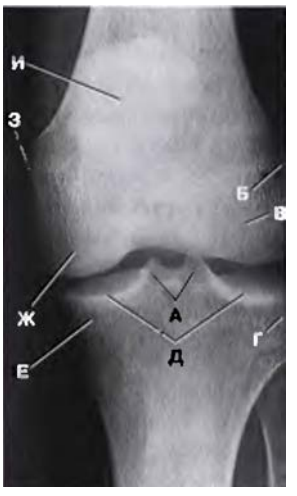


Рис. 6-31. Прямая задняя проекция коленного сустава



Рис. 6-32. Боковая проекция коленного сустава



Рис. 6-33. Боковая проекция коленного сустава (при незначительном вращении)

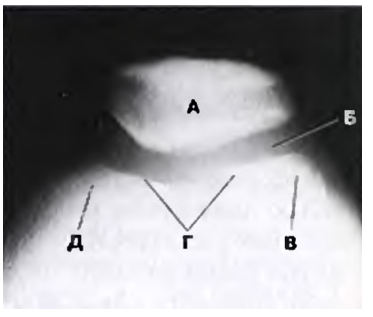


Рис. 6-34. Тангенциальная проекция (бедренно-надколенниковый сустав)

КЛАССИФИКАЦИЯ СУСТАВОВ

Все суставы, или сочленения, нижней конечности (с одним исключением) относятся к типу **синовиальных суставов**, характеризующемуся наличием фиброзной капсулы, содержащей синовиальную жидкость. Следовательно, все они (с одним исключением) являются **диартрозами**, или **подвижными сочленениями**.

Единственным исключением из группы синовиальных суставов является **дистальный межберцовый сустав**, относящийся к **фиброзным соединениям**, в котором сочленение между суставными поверхностями большеберцовой и малоберцовой костей происходит с помощью соединительной ткани. Он относится к **синдесмозам** и является непрерывным **неподвижным, или малоподвижным, сочленением (амфиартрозом)**. Сам дистальный отдел этого сустава сглажена и прикрыта общей синовиальной мембраной голеностопного сустава.



Рис. 6-35. Суставы нижней конечности

КОРОТКО О СУСТАВАХ СТОПЫ, ГОЛЕНИ, ГОЛЕНОСТОПНОМ И КОЛЕННОМ СУСТАВАХ

Все суставы нижней конечности кроме дистального межберцового сустава	
Классификация	Синовиальные (суставная Капсула, содержащая суставную жидкость)
Степень подвижности	Диартрозы (подвижные)
По типу движения	
1. Межфаланговые суставы	Блоковидные или шарнирные: сгибание и разгибание
2. Плюснефаланговые	Разновидность эллипсовидного, или мыщелковый сустав: сгибание, разгибание, отведение, приведение (круговое движение, как в пястнофаланговых суставах практически невозможно)
3. Предплюсне-плюсневые	Плоские или малоподвижные: ограниченные, скользящие движения
4. Межпредплюсневые	Плоские или малоподвижные: движения в подтаранном суставе в комбинации с некоторыми другими суставами предплюсны происходят за счет скольжения и вращения, в результате стопа может поворачиваться наружу и внутрь
5. Голеностопный сустав	Блоковидный, или шарнирный: только тыльное и подошвенное сгибание(движения стопы из стороны в сторону могут происходить только при растяжении или разрыве связок)
6. Коленный сустав	
А) Бедренно-большеберцовый	Специальный вид - блоковращательное соединение; при слегка согнутом колене возможны сгибание, разгибание и в небольшом объеме скользящие и вращательные движения
Б) Бедренно-надколенниковый	Седловидный. Считается суставом седловидного типа в связи с его формой и отношением надколенника к дистальному отделу бедренной кости
7. Межберцовые суставы	
Проксимальный межберцовый	Плоский или малоподвижный: ограниченные скользящие движения между латеральным мыщелком и головкой малоберцовой кости
Дистальный межберцовый	Фиброзный амфиартроз (тугоподвижный), относится к синдесмозам

ПОВЕРХНОСТИ И ПРОЕКЦИИ СТОПЫ

Поверхности. Определение поверхности стопы может иногда вызвать некоторые трудности, поскольку у стопы тыльной называется **верхняя часть**. Тыльная поверхность обычно относится к задним частям тела. В данном случае имеется в виду **тыл стопы**, который является верхней, или противоположной подошве, поверхностью. Подошва стопы является при этом **задней**, или **подошвенной поверхностью**.

Проекции. Задней проекцией стопы является **подошвенная проекция**. Реже применяемая **передняя проекция** может также называться **тыльной проекцией**. Рентгенологи должны быть знакомы с каждым из этих терминов и хорошо знать, какую именно проекцию они выполняют.

ДВИЖЕНИЯ В СТОПЕ И ГОЛЕНОСТОПНОМ СУСТАВЕ

Недоразумения возможны и при использовании терминов, относящихся к движениям в голеностопном суставе и в суставах предплюсны: **тыльное и подошвенное сгибание, а также повороты внутрь и наружу (инверсия и эверсия)**. Уменьшение угла между тыльной поверхностью стопы и передней поверхностью нижней части голени называется **тыльным сгибанием**. Вытягивание стопы и голеностопном суставе или опускание стопы вниз по отношению к ее естественной позиции называется **подошвенным сгибанием**.

Инверсия, или варгусное отклонение, — внутренний поворот, или изгиб, в голеностопном и подтаранном суставах. **Эверсия, или вальгусное отклонение**, — наружный поворот, или изгиб. Нижняя часть голени при этом остается неподвижной. Растяжение связок в голеностопном суставе чаще всего является следствием случайных насильственных подворотов стопы.

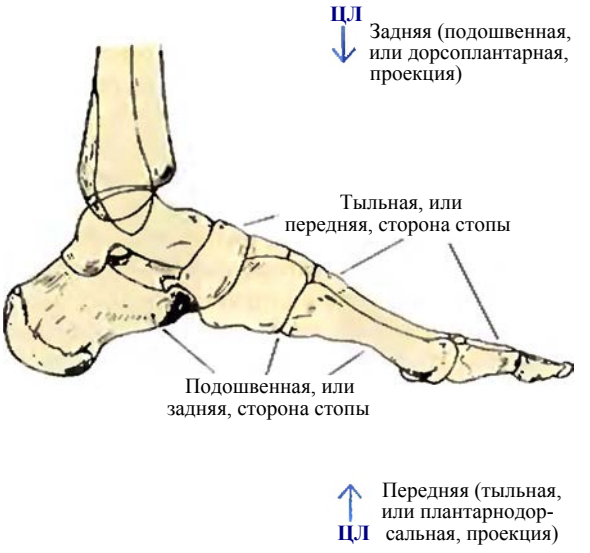


Рис. 6-36. Поверхности и проекции стопы



Рис. 6-37. Движения стопы и голеностопного сустава

Общие вопросы

Рентгенография нижней конечности обычно выполняется на снимочном столе, как показано на рис. 6-38. Больных с тяжелой травмой часто исследуют прямо на носилках или каталке.

РАССТОЯНИЕ

Расстояние источник/приемник рентгеновского излучения (РИП) при рентгенографии нижней конечности обычно составляет 100 см. Если снимок выполняется на кассету, расположенную на деке стола, следует учитывать, что расстояние от деки стола до кассетодержателя обычно составляет 8-10 см, и поэтому излучатель следует дополнительно поднять. При рентгенографии на каталке или носилках используйте измеритель, обычно расположенный на глубинной диафрагме аппарата, чтобы установить РИП - 100 см.

Радиационная защита

При рентгенографии нижней конечности гонадная защита желательна, так как гонады оказываются в непосредственной близости от зоны облучения. Область гонад можно защитить любой накидкой из просвинцованного винила[1]. И хотя требования радиационной защиты гонад применимы только к пациентам репродуктивного возраста и только при непосредственном расположении гонад в области прямого пучка, рекомендуется применять ее во всех случаях.

Кассетодержатель — вне поля снимка

При выполнении снимка на кассету, расположенную на деке стола, а не под декой в кассетодержателе, следует вывести кассетодержатель из зоны экспозиции. При этом существенно уменьшится доза облучения пациента от рассеянного излучения.

ДИАФРАГМИРОВАНИЕ

Правила диафрагмирования всегда одинаковы — **границы области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон снимка, но при этом не должны быть отсечены изображения исследуемых органов. Следует использовать кассету минимального размера**, позволяющую получить изображение исследуемой области. Заметим, что при рентгенографии нижней конечности чаще всего используются кассеты небольших размеров.

На одну кассету при рентгенографии нижней конечности могут быть выполнены несколько проекций, поэтому следует внимательно относиться к диафрагмированию.

При использовании цифровых приемников рентгеновского изображения (в частности, систем компьютерной рентгенографии с пластинами из запоминающею люминофора) следует закрывать неиспользуемую область кассеты листом просвинцованного винила. Люминофор очень чувствителен к рассеянному излучению, что может вызвать сильную вуаль на следующих рентгенограммах.

Если границы диафрагмирования видны со всех четырех сторон, то это облегчает задачу нахождения центра снимка — на пересечении диагоналей.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ УКЛАДОК

Для верхней и нижней конечности при укладках действует одно и то же правило — **длинная ось исследуемой конечности должна располагаться вдоль длинной оси кассеты.** Если нужно выполнить несколько проекций, то **при выполнении нескольких снимков на одну кассету ориентация конечности должна сохраняться**.

Исключением служит голень взрослого. Ее обычно укладывают по диагонали кассеты так, чтобы вошел коленный и голеностопный суставы, как это показано на рис. 6-38.



Рис. 6-38. Образцовая укладка для медиолатеральной проекции нижней конечности.
- корректное направление ЦЛ;
- правильное диафрагмирование;
- правильное использование радиационной защиты;
- диагональная укладка нижней конечности позволяет получить на рентгенограмме изображение обоих суставов

ПРАВИЛЬНОЕ ЦЕНТРИРОВАНИЕ

Аккуратное центрирование и укладка исследуемой части тела, а также правильное направление ЦЛ очень важны при рентгенографии верхней и нижней конечностей. На снимках должны быть видны открытыми суставные щели и не должно быть геометрических искажений формы костей, то есть снимаемая часть тела должна быть параллельна плоскости кассеты, а ЦЛ направлен перпендикулярно снимаемой конечности. Следуйте указаниям на страницах укладок

ПАРАМЕТРЫ ЭКСПОЗИЦИИ

Параметры экспозиции для рентгенографии нижней конечности:

1. Низкое или среднее значение кВ (50-70).
2. Короткое время экспозиции.
3. Малый фокус.
4. Адекватное значение мАс для оптимальной оптической плотности.

На корректно экспонированных рентгенограммах нижней конечности должны быть видны как контуры мягких тканей, так и четкая трабекулярная структура кости.

Альтернативные параметры экспозиции для стопы

Увеличение напряжения на трубке до 70-75 кВ при, соответствующем уменьшении мАс сделает оптическую плотность фаланг и костей предплюсны на рентгенограмме более равномерной.

[1] Чаще всего в тексте и на фотографиях в качестве радиационной защиты упоминается изображен достаточно простой рентгенозащитный элемент — лист винила, содержащего свинец, обшитый материалом, допускающим чистку и дезинфекцию, а не тот сложный набор элементов, настойчиво рекомендуемый отечественным СанПином (прим. ред.).

ПРИЕМНИК ИЗОБРАЖЕНИЯ

Для рентгенографии конечности дистальнее колена обычно растры не используются. При пленочной рентгенографии следует выбирать кассеты с усиливающими экранами высокого разрешения.

Растры. Общее правило гласит, что растры используются при толщине исследуемого объекта более 10 см. (Некоторые рекомендуют — 13 см.) Размер среднего колена — 10-13 см., что приводит к необходимости принимать решение об использовании растров в зависимости от размера пациента либо следовать инструкциям отделения лучевой диагностики. Мы рекомендуем применять растры при толщине колена более 10 см, особенно в задней проекции. Снимки бедренной кости выше колена следует всегда выполнять с растром.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Во-первых, с ребенком следует разговаривать на понятном ему языке. Родители часто помогают при фиксации ребенка, особенно если это не случай травмы. При этом следует позаботиться об их радиационной защите. Фиксаторы полезны во многих случаях, так как они помогают ребенку держать конечность неподвижно в нужном положении. Мягкие подушки для удобства укладки и ремни для фиксации — распространенный инструментарий. Подушки с песком следует применять аккуратно, так как они тяжелые. Измерение толщины тела — важный фактор в определении оптимальных параметров экспозиции.

В общем, в педиатрии применяют пониженные параметры экспозиции из-за небольшого размера и малой плотности исследуемых конечностей. Используют короткие времена экспозиции увеличивая ток (мА), — это уменьшает динамическую нерезкость снимка.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Пожилых пациентов следует укладывать для снимка с осторожностью, и рентгенография нижней конечности в этом случае не исключение. Следует обращать внимание на признаки перелома бедра (нога чрезмерно вывернута). Рутинные укладки следует корректировать под возможности пациента сгибать конечности и под персональную патологию. При укладке конечности следует использовать подушки и фиксаторы, чтобы обеспечить пациенту комфорт.

Параметры экспозиции следует подбирать с учетом возможного остеопороза или остеоартрита. Используют короткие времена экспозиции, увеличивая ток (мА), это уменьшает динамическую нерезкость снимка за счет произвольных и непроизвольных движений.

РАЗМЕЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О ПАЦИЕНТЕ И МАРКЕРОВ

На каждой странице, посвященной укладке, приведен значок положения кассеты, на котором указана рекомендованная область размещения маркеров. Приведен рекомендованный размер кассеты и ее ориентация относительно пациента (вдоль или поперек). Расположение специального окошка для идентификации пациента зависит от производителя кассеты. Важными являются требования размещать маркеры так, чтобы они не **перекрывали исследуемые анатомические структуры**.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ФИКСАТОРА (ГИПСА) НА ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ

ТИП ФИКСАТОРА	УВЕЛИЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКПОЗИЦИИ
Маленький или средний гипс	увеличение мАс на 50- 60% или кВ на 5-7 кВ
Большой гипс	увеличение мАс на 100% или кВ на 8-10 кВ
Пластиковый фиксатор	увеличение мАс на 25-30% или кВ на 3-4 кВ

Если на одну кассету выполняют несколько снимков, то показано расположение этих областей.

При оценке рентгенограммы одним из критериев является размещение маркеров, которые должны быть читаемы и не перекрывать исследуемые органы. По краям должны быть видны маркеры анатомической стороны — правый («П») или левый («Л»).

УВЕЛИЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ ПРИ СНИМКАХ ЗАГИПСОВАННОЙ КОНЕЧНОСТИ

При снимках нижней конечности с наложенным гипсом требуется увеличить параметры экспозиции. Степень увеличения зависит от типа фиксатора (см. таблицу).

Альтернативные методы исследования

АРТРОГРАФИЯ

Артрография обычно используется для визуализации больших синовиальных суставов, таких как коленный. Она выполняется посредством введения в полость сустава контрастных веществ в стерильных условиях. При артрографии выявляются заболевания и травмы менисков, связок и сухожилий (см. главу 21).

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

КТ часто используется при исследовании нижней конечности для оценки поражения мягких тканей опухолями. Поперечные КТ-изображения очень полезны для оценки протяженности перелома и оценки минерализации костей.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

МРТ используется при оценке повреждения мягких тканей нижней конечности. Наиболее частый объект исследования при МРТ нижней конечности — коленный сустав. В этом случае МРТ — незаменимое средство для оценки повреждения связок или разрыва менисков. МРТ также хорошо выявляет опухоли костей.

ДЕНСИТОМЕТРИЯ КОСТЕЙ (ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИЯ)

Денситометрия костей используется для оценки потери костной массы у пожилых пациентов или пациентов с литическим (костеразрушающим) типом костных заболеваний (см. главу 21 о костной денситометрии).

РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА

Радионуклидное сканирование предназначено для диагностики остеомиелита, метастатических процессов в костях, вколоченных переломов, а также воспалительных заболеваний подкожной клетчатки. Оценка исследуемого органа проводится в течение 24 ч от момента начала исследования. Радионуклидное исследование более информативно, чем рентгенография, поскольку позволяет оценить не только анатомическое, но и функциональное состояние органа.

Клинические показания

Рентгенологи должны быть знакомы с наиболее частыми клиническими показаниями для рентгенографии нижней конечности, а именно (прилагаемый перечень не является полным):

Костные кисты — доброкачественные опухолеподобные образования, представляющие собой полость, заполненную серозной жидкостью. Чаще развиваются у детей и располагаются преимущественно в области коленного сустава.

Хондромаляция надколенника — часто называется *коленом бегуна.* В основе патологии лежат дистрофические изменения (размягчение) хряща, приводящие к его изнашиванию; сопровождается болью и постоянным раздражением пораженной области. Часто страдают бегуны и велосипедисты.

Хондросаркома — злокачественная опухоль кости. Преимущественная локализация — таз и длинные трубчатые кости. Чаще встречается у мужчин старше 45 лет.

Саркома Юинга — первичная злокачественная опухоль кости, как правило, наблюдается в детском возрасте, от 5 до 15 лет. Опухоли обычно локализуется в диафизах длинных трубчатых костей. В клинической картине отмечаются боли, повышение температуры тела в начале заболевания и лейкоцитоз.

Экзостоз, или **остеохондрома** — доброкачественное опухолеподобное поражение кости, сущность которого заключается в гиперпродукции костного вещества (часто поражается область коленного сустава). Опухоль растет параллельно с ростом кости, отодвигаясь при этом от прилежащего сустава. Рост опухоли останавливается к моменту образования синостоза эпифиза с диафизом. Рост опухоли также сопровождается болевыми ощущениями, особенно при сдавливании окружающих тканей.

Переломы — повреждения кости с нарушением ее целостности, возникающие в результате воздействия значительной механической силы (прямой или опосредованной). Переломы различаются по локализации, по форме и направлению линий перелома, по наличию костных отломков и повреждения кожных покровов (описания основных типов переломов даны в главе 19).

Подагра — форма артрита, развивающегося главным образом у мужчин. В основе лежит нарушение пуринового обмена, приводящее к повышению уровня мочевой кислоты в крови и отложению уратов в тканях, чаще в области первого плюснефалангового сустава. Могут поражаться и другие суставы кистей и стоп.

Гидрартроз — скопление жидкости (серозной или геморрагической) в полости сустава. Является проявлением различной патологии (переломы, вывихи, повреждения мягких тканей).

Болезнь Осгуда-Шлаттера — хроническое воспалительное заболевание костной и хрящевой ткани кости в области передней поверхности проксимального отдела большеберцовой кости, преимущественно встречается у мальчиков в возрасте от 10 до 15 лет. Причиной заболевания служит постоянное перенапряжение собственной связки надколенника, приводящее к отрыву костных частиц бугристости большеберцовой кости, к которой она прикрепляется. В период обострения применяется иммобилизация конечности с помощью гипсовой повязки.

Остооартроз — дегенеративно-дистрофическое заболевание суставов (см. главы 4 и 5)

Остеокластома (остеобластокластома), или **гигантоклеточная опухоль**, — литическое повреждение доброкачественного характере, встречающееся преимущественно у молодых людей, поражает чаще проксимальные отделы большеберцовой кости или дистальные отделы бедра после окостенения эпифизов.

Остеогенная саркома — первичная злокачественная костная опухоль, чаще встречается у детей и подростков (максимальный возраст 20 лет). Местом наиболее типичной локализации являются метафизы длинных трубчатых костей. Опухоль приводит к массивной деструкции костной ткани.

Остеоид-остеома — доброкачественная опухоль, чаще встречается у подростков и лиц молодого возраста. Основным клиническим симптомом являются локализованные боли, часто усиливающиеся по ночам, снимаются приемов больших доз анальгетиков и противовоспалительных препаратов. Опухоль обычно локализуется в большеберцовых или бедренных костях.

Остеомаляция — дословно означает размягчение костей. Причиной заболевания являет нарушение минерального обмена вследствие обеднения организма солями кальция, фосфора и/или витамина D, поступающих извне, или в результате нарушения всасывания этих минералов. Постепенное размягчение костей приводит к деформации опорных частей скелета. У детей это заболевание проявляется в форме **рахита** и, как правило, приводит к искривлению большеберцовых костей.

Болезнь Педжета (деформирующий остит) — хроническое идиопатическое заболевание скелета, не имеющее отношения к неопластическим процессам, обусловленное патологической перестройкой костной ткани, что приводит к понижению прочности костей. В кости возникают рентгенопрозрачные участки разрежения костных структур и такие же беспорядочные поля остеосклероза. Структура их на рентгенограмме отличается своеобразным хлопьевидным (ватным) рисунком. Наиболее частая локализация процесса — череп, таз, позвоночник, бедренные и берцовые кости, ключицы и ребра. Заболевание является одним из наиболее частых поражений скелета, чаще болеют мужчины старше 40 лет. Измененные трубчатые кости искривляются, часто случаются переломы, связанные с размягчением костной ткани. В прилегающих суставах возможны явления артрита.

Синдром Рейтера — характеризуется поражением крестцово подвздошных сочленений и суставов нижних конечностей, чаще встречается у мужчин молодого возраста. Отличительным рентгенологическим признаком является появление специфического разрастания костной ткани в месте прикрепления ахиллова сухожилия к верхнему краю пяточной кости (пяточные шпоры). Поражение обычно двустороннее, основными клиническими проявлениями синдрома являются артрит, уретрит и конъюнктивит. Заболеванию часто предшествуют инфекции мочеполовых путей, такие как сальмонеллез, или инфекции, передающиеся половым путем.

ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1]
Костная киста	Задняя и боковая проекции пораженной конечности	Рентгенопрозрачная область округлой формы	Нет
Хондромаляция надколенника	Задняя и боковая проекции колена, тангенциальная (аксиальная) проекция бедренно-надколенникового сустава	Патология бедренно-надколенникового сустава, смещение надколенника	Нет
Хондросаркома	Задняя и боковая проекции пораженной конечности, КТ, МРТ	Разрушение кости с наличием обызвествлений в опухоли	Нет
Саркома Юинга	Задняя и боковая проекции пораженной конечности, КТ, МРТ	Нерезко очерченная зона разрушения кости с окружающими ее в виде «луковой шелухи» (слоями периостальной реакции)	Нет
Экзостоз (остеохондрома)	Задняя и боковая проекции пораженной конечности	Наросты на кости с хрящевой шапочкой, идут обычно вдоль тела кости в сторону от ближайшего сустава	Нет
Подагра	Задняя и боковая проекции конечности	Отложения солей мочевой кислоты в суставном пространстве, деструкция сустава	Нет
Болезнь Осгуда-Шлаттера	Задняя и боковая проекции колена	Фрагментация и/или отделения бугристости большеберцовой кости сухожилием надколенника	Нет
Остеартроз	Задняя, косая и боковая проекции пораженной области	Сужение суставного пространства с сопутствующей деформацией костной ткани	В тяжелой стадии может потребоваться понижение параметров (-)
Остеокластома (гигантоклеточная опухоль)	Задняя и боковая проекции пораженной области	Большие рентгенопрозрачные области патологических изменений с полосками костной ткани между ними	Нет
Остеогенная саркома	Задняя и боковая проекции пораженной области, КТ, МРТ	Выраженная деструкция кости с иррегулярной реакцией надкостницы; классическое проявление реакции надкостницы в виде иголок (спикул) и протуберанцев	Нет
Остеоид-остеома	Задняя и боковая проекции пораженной области	Маленькое округлое плотное образование с рентгенопрозрачной серединой	Нет
Остеомаляция (рахит)	Задняя и боковая проекции пораженной конечности	Пониженная плотность кости, искривление наиболее нагруженных конечностей	уменьшение параметров пропорционально уменьшению костной плотности
Болезнь Педжета (деформирующий остеит)	Задняя и боковая проекции пораженных частей тела	Чередование зон уплотнения и разрежения костного вещества с рентгенопрозрачными участками (хлопьевидный рисунок)	Может требоваться повышение параметров (+)
Синдром Рейтера	Задняя и боковая проекции пораженной части тела	Асимметричная эрозия суставной щели; эрозия пяточной кости, обычно двухсторонняя	Нет

[1] Зависит от стадии или тяжести заболевания или состояния.

Результаты опроса по США и Канаде

Знание о том, какие проекции считаются основными какие — специальными, поможет обучающимся понять значимость каждой из рассмотренных проекций.

Резюме

Пальцы. Основными проекциями считаются **передняя, косая и боковая. 62% опрошенных в США и 92% в Канаде** центрируют снимок по **исследуемому пальцу**, тогда как оставшиеся делают снимок фаланг всех пальцев и плюсневых костей.

Стопа. Распространенными основными проекциями остаются **задняя, косая медиальная и медиолатеральная**. **Латеромедиальную** проекцию в США считают основной 16% опрошенных, а 30% считают ее специальной. (В Канаде — 22 и 11 % соответственно).

Задняя и боковая проекции с нагрузкой продолжают оставаться специальными проекциями для большинства опрошенных.

Голеностопный сустав. За последние 5 лет резко увеличилась популярность **задней проекции** суставной **щели** (с внутренней ротацией на 15-20°), ее считают основной проекцией 74% опрошенных в США и 76% в Канаде. Косая проекция с внутренней ротацией на 45° стала использоваться реже — 62% в США.

Другими основными проекциями остались **задняя и медиалатеральная**, а **латеромедиальная** проекция и проекция **с силовым сгибанием** рассматриваются большинством опрошенных как специальные.

Коленный сустав. Общими основными проекциями остаются **задняя, боковая и косая**. 52% в США и 35% в Канаде выполняют **обе косые проекции**, 24% в США и 18% в Канаде выполняют только медиальную косую проекцию, 13% в США и 6% в Канаде выполняют только латеральную косую проекцию. 44% опрошенных в Канаде считают **переднюю проекцию** основной, тогда как в США ее считают таковой только 9% опрошенных.

Для исследования **межмыщелковой ямки** в США наиболее распространен **метод Кэмп Ковентри** (62%), тогда как в Канаде им пользуются только 33% опрошенных. Метод укладки по **Холмбладу (на коленях)** считается основным в США у 46% и в Канаде у 38% опрошенных.

Исследование надколенника включает **переднюю, боковую и тангенциальную проекцию с супинационной укладкой по Мерчанту**. Пронационные тангенциальные проекции по Сеттегасту и Хьюстону менее распространены, не выполняются примерно 20% опрошенных.

Основные и специальные проекции

Определенные основные и специальные проекции для кисти, запястья, предплечья, локтевого сустава и плечевом кости описаны на следующих страницах как рекомендуемый стандарт и как процедуры, которыми должны владеть все рентгенолаборанты.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Стандартные, или базовые, проекции — это проекции, которые чаще всего используются для диагностики контактных пациентов.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальными проекциями называют проекции, которые чаще всего используются в качестве дополнения для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Пальцы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 216
- Косая, 217
- Боковая, 218

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Сесамовидные кости (тангенциальная), 219

Стопа
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 220
- Косая, 221
- Боковая, 222

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя и боковая с нагрузкой, 223

Пяточная кость
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подошвенно-тыльная (аксиальная), 224
- Боковая, 225

Голеностопный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 226
- Задняя — суставной щели, 227
- Косая (45°), 228
- Боковая, 229

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя проекция с силовым сгибанием, 230

Голень
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 231
- Боковая, 232

Коленный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 233
- Косая, 234
- Боковая, 236

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (двухстороняя) с нагрузкой, 237

Коленный сустав — межмыщелковая ямка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя аксиальная (метод Кэмп Ковентри и Холмблада), 238

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная, 239

Надколенник и надколенниково-бедренный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, 240
- Боковая, 241
- Тангенциальная, 242
- Тангенциальная (нижневерхняя проекция, методы Хьюстона и Сеттегаста), 243

Бедренная кость — середина и дистальный отдел
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя, 244
- Боковая, 245

Бедренная кость — середина и проксимальный отдел
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (см. задняя проекция костей таза, глава 7)
- Боковая, 246

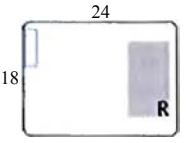
ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ПАЛЬЦЫ СТОПЫ

Пальцы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи фаланг исследуемого пальца. Могут быть выявлены также другие патологические процессы, в частности остеоартрит, подагра.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
2	60	2	60	60	М НСЗ Ж < 1 мкГр

Примечание: правила некоторых отделений лучевой диагностики требуют выполнения снимка всех пальцев в задней проекции с дистальными отделами костей плюсны. В большинстве случаев выполняют снимок только исследуемого пальца, диафрагмируя близко к краям зоны интереса (см. результаты обзора на стр. 215).

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или сидит на леке стола, колени согнуты, подошвенная сторона стопы лежит на кассете.

Укладка снимаемой области

- Длинная ось пальца лежит вдоль длинной оси области снимка. Центральный луч (ЦЛ) также выравнивается вдоль длинной оси области снимка (если идет под наклоном).
- ЦЛ направлен на изучаемый плюснефаланговый сустав.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **в сторону пяточной кости на 10-15°** (ЦЛ перпендикулярен фалангам).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть виден весь исследуемый палец и половина дистального отдела плюсневой кости.

Укладка. • Пальцы должны отстоять друг от друга, не допускается наложение мягких тканей. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • **Отсутствие ротации** пальца подтверждается симметричностью вогнутых краев тел фаланг и дистальных отделов плюсневых костей. Ротация проявляется на снимке в увеличении вогнутости края кости, которая повернута в сторону от кассеты[1].

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен **изучаемый плюснефаланговый сустав** и половина дистального отдела плюсневой кости.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальная оптическая плотность и контраст снимка дают четкую визуализацию контуров кортикального слоя кости и ее трабекулярной структуры.

[1] McQuillen-Martensen K: *Radiographic critique*, Philadelphia, 1996, WB Saunders.



Рис. 6-39. Укладка для задней проекции 2-го пальца (ЦЛ наклонен на 10-15°)



Рис. 6-40. Укладка для передней проекции 1-го пальца с выравнивающим клином (ЦЛ перпендикулярен кассете)



Рис. 6-41. Рентгенограмма 2-го пальца в задней проекции

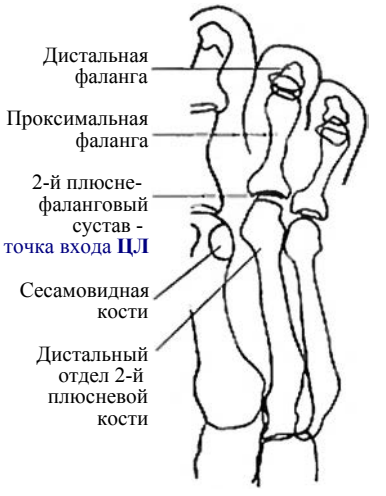


Рис. 6-42. Анатомическая схема 2-го пальца в задней проекции

- Если под ступню подложен выравнивающий клин — 15°, то ЦЛ должен быть направлен перпендикулярно кассете (рис. 6-40).
- ЦЛ направлен на середину изучаемого плюснефалангового сустава.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям исследуемого пальца. Следует оставлять на снимке края соседних пальцев (рис. 6-41).

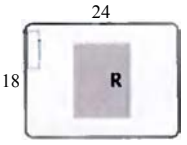
ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С МЕДИАЛЬНОЙ ИЛИ ЛАТЕРАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ: ПАЛЬЦЫ СТОПЫ

Пальцы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи фаланг исследуемого пальца. Могут быть выявлены также другие патологические процессы, в частности остеоартрит, подагра.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение поперечное.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке из цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
2	60	2	60	60	М НСЗ Ж < 1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или сидит на деке стола, колени согнуты, подошвенная сторона стопы лежит на кассете.

Укладка снимаемой области

- Длинная ось пальца лежит вдоль длинной оси области снимка. Центральный луч (ЦЛ) также выравнивается вдоль длинной оси области снимка.
- ЦЛ направлен на изучаемый плюснефаланговый сустав.
- Поверните ступню и ногу на 30-45° медиально при исследовании первого, второго и третьего пальцев или латерально — для исследования четвертого и пятого пальцев. (См. косую укладку ступни для подробного объяснения угла ротации.)
- Используйте для косой укладки ступни рентгенопрозрачный клин — 45°.

Центральный луч

- ЦЛ должен быть направлен перпендикулярно кассете и на середину изучаемого плюснефалангового сустава.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям исследуемого пальца. Следует оставлять на снимке края соседних пальцев.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть виден весь исследуемый палец и половина дистального отдела плюсневой кости без наложений.

Укладка. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • Корректный наклон ступни подтверждается увеличенной кривизной вогнутых краев тел фаланг и дистальных отделов плюсневых костей с одной стороны. Головки плюсневых костей должны быть изображены бок о бок (или с минимальным наложением).[1]

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен изучаемый плюснефаланговый сустав. • Межфаланговые и плюснефаланговые суставы должны выглядеть открытыми при корректном направлении ЦЛ.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальная оптическая плотность и контраст снимка дают четкую визуализацию контуров кортикального слоя кости и ее трабекулярной структуры.

[1] McQuillen-Martenson K: *Radiographic critique*, Philadelphia, 1996, WB Saunders.



Рис. 6-43. Укладка для задней проекции 1-го пальца с медиальной ротацией



Рис. 6-44. Укладка для передней проекции 4-го пальца с латеральной ротацией



Рис. 6-45. Рентгенограмма 2-го пальца в косой проекции

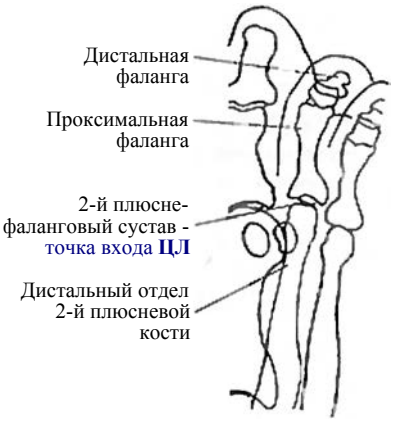


Рис. 6-46. Анатомическая схема 2-го пальца в косой проекции

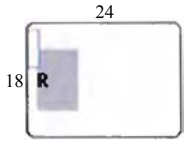
БОКОВАЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЛИ ЛАТЕРОМЕДИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПАЛЬЦЫ СТОПЫ

Пальцы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая
- Боковая

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и/или вывихи фаланг исследуемого пальца. Могут быть выявлены также другие патологические процессы, в частности остеоартрит, подагра

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты - 18 х 24 см, расположение поперечное.
- Кассета делится при съемке на три части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
2	60	2	60	60	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента и снимаемой области

- Поверните исследуемую стопу и ногу кнутри (для латеромедиальной проекции) при исследовании первого, второго и третьего пальцев и латерально (для медиолатеральной проекции) при исследовании четвертого и пятого пальцев.
- Изучаемый сустав должен находиться в центре снимка, при этом область снимка кассеты выравнивается по длинной оси изучаемого пальца.
- Убедитесь, что изучаемый межфаланговый сустав находится в центре снимка.
- Используйте марлю или ленты для того, чтобы отогнуть и зафиксировать в стороне пальцы, которые не являются предметом изучения.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Фаланги изучаемого пальца должны быть видны в профиль без наложений от других пальцев, по возможности. Ноготь должен быть виден в профиль. (Если наложений невозможно избежать, особенно при съемке третьего и четвертого пальцев, то без наложений должны быть получена хотя бы дистальная фаланга, а проксимальная фаланга должна быть видна через наложенные структуры.)

Укладка. • Длинная ось пальца должна быть параллельна границам области снимка. • Истинная боковая проекция подтверждается увеличенной вогнутостью переднего края дистальной фаланги и заднего края проксимальной фаланги. Края фаланг, противоположные вогнутым, должны выглядеть прямыми[1].

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны со всех четырех сторон. ЦЛ должен быть направлен на середину снимка, где должен быть расположен изучаемый межфаланговый сустав, который должен выглядеть открытым. • Межфаланговый сустав должен быть виден даже если есть наложение от других анатомических структур.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальная оптическая плотность и контраст снимка дают четкую визуализацию контуров кортикального слоя кости и ее трабекулярной структуры.

[1] McQuillen-Martensen K: *Radiographic critique*, Philadelphia, 1996, WB Saunders.



Рис. 6-47. Укладка для латеромедиальной проекции 1 -го



Рис. 6-48. Укладка для медиолатеральной проекции 4-го пальца



Рис. 6-49. Укладка для медиолатеральной проекции 4-го пальца



Рис. 6-50. Рентгенограмма 2-го пальца в боковой проекции



Рис. 6-51. Анатомическая схема 2-го пальца в боковой проекции

- ЦЛ направлен на середину изучаемого **межфалангового сустава первого пальца или на проксимальный межфаланговый сустав для пальцев со второго по пятый**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям исследуемого пальца.

ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПАЛЬЦЫ СТОПЫ - СЕСАМОВИДНЫЕ КОСТИ

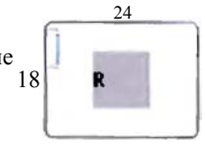
Пальцы
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Сесамовидные кости (тангенциальная)

Выявляемая патология

Проекция дает изображение сесамовидных костей у первого плюснефалангового сустава в профиль для диагностики протяженности травмы.

Примечание: для визуализации сесамовидных костей также можно использовать боковую проекцию первого пальца при тыльном сгибании стопы.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Кассета делится при съемке на две части.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 50-60 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
2	60	2	60	60	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на животе; следует дать пациенту подушку под головку и подложить под голень сложенное полотенце — так ему будет комфортнее.

Укладка снимаемой области

- Следует выполнить тыльное сгибание стопы так, чтобы подошвенная поверхность составила **15-20° с вертикалью**.
- Первый (большой) палец должен быть отогнут еще дальше так, чтобы он лежал на кассете (рис. 6-52).
- Следует убедиться, что стопа не повернута относительно длинной оси голени; можно положить мешки с песком по бокам голени, чтобы предотвратить ротацию стопы.

Примечание: данная укладка некомфортна и болезненна, постарайтесь выполнить снимок максимально быстро.

Центральный луч

- ЦЛ должен быть направлен **перпендикулярно кассете** и тангенциально вдоль задней поверхности первого **плюснефалангового сустава** (в зависимости от угла сгибания стопы может потребоваться отклонение ЦЛ от перпендикулярного направления, чтобы обеспечить истинную тангенциальную проекцию).
- Минимальное РИП составляет 100 см

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям области интереса. Охватите дистальные отделы первой, второй и третьей плюсневой кости для локализации сесамовидных костей, но ЦЛ при этом направлен на первый плюснефаланговый сустав.



Рис. 6-52. Укладка для тангенциальной проекции — пациент лежит на животе



Рис. 6-53. Альтернативная укладка для тангенциальной проекции — пациент лежит на спине



Рис. 6-54. Рентгенограмма и тангенциальной проекции

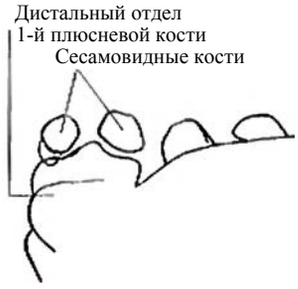


Рис. 6-55. Анатомическая схема тангенциальной проекции

Альтернативная проекция. Если пациент не способен выполнить описанную выше укладку стопы, то можно выполнить проекцию в супинационной укладке пациента (лежа на спине). При этом пациент с помощью ленты (марли) сам оттягивает пальцы стопы (рис. 6-53). ЦЛ направлен тангенциально на заднюю сторону первого плюснефалангового сустава. Эта укладка не рекомендована, так как из-за возросшего РОП (расстояние объект-приемник изображения) геометрические искажения будут сильнее, что вызовет потерю четкости снимка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны сесамовидные кости в профиль без наложений.

Укладка. • Должны быть видны контуры границ дистальных плюсневых костей с первой по третью, что говорит о корректном сгибании стопы.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Как минимум должны быть включены три первые плюсневые кости для локализации сесамовидных костей, но ЦЛ при этом должен быть направлен на первый плюснефаланговый сустав. Центр снимка должен быть в районе задней стороны первого плюснефалангового сустава.

Выбор направления ЦЛ и отсутствие ротации дадут изображение сесамовидных костей без наложений от других анатомических структур. • Между первой плюсневой костью и сесамовидными костями должна быть выраженная щель.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальная оптическая плотность и контраст снимка дают четкую визуализацию контуров кортикального слоя кости и ее трабекулярной структуры. • Мягкие ткани должны быть видны на снимке, а область сесамовидных костей не должна быть переэкспонирована.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: СТОПА

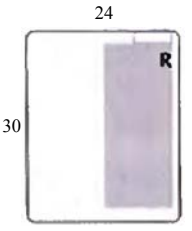
Тыльно-подошвенная проекция

Стопа
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая
- Боковая

Выявляемая патология

Диагностируются переломы и их протяженность, расположение отломков, патология суставов, изменения мягких тканей, определяется местонахождение инородных тел.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты - 24 х 30 см, расположение продольное.
- Кассета делится при съемке на две части в задней и косой проекциях.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ; или 70 - 75 кВ при уменьшении мАс для обеспечения более однородной оптической плотности фаланг и костей плюсны.
- Уставки и доза при 70 кВ:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
6	70	2	100	80	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником

Укладка пациента

Пациент лежит на спине (подложите пациенту под голову подушку), колени согнуты, подошвенная поверхность стопы прилежит к кассете.

Укладка снимаемой области

- Стопа плотно прилежит к кассете.
- Длинная ось стопы направлена вдоль длинной оси снимка. Центральный луч (ЦЛ) также выравнивается вдоль длинной оси снимка. Используйте мешки с песком, чтобы зафиксировать кассету на деке стола.
- Если ногу надо зафиксировать, то следует согнуть и вторую ногу пациента и зафиксировать их вместе.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **в сторону пяточной кости на 10°** (ЦЛ перпендикулярен плюсневым костям).
- ЦЛ направлен на основание третьей плюсневой кости.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стопы.

Примечание: высокий свод стопы требует наклона ЦЛ до 15°, низкий свод позволяет уменьшить угол до 5° так, чтобы ЦЛ был перпендикулярен костям плюсны. При поиске инородных тел ЦЛ должен быть перпендикулярен кассете.



Рис. 6-56. Укладка для задней проекции стопы — ЦЛ наклонен на 10°



Рис. 6-57. Рентгенограмма стопы в задней проекции

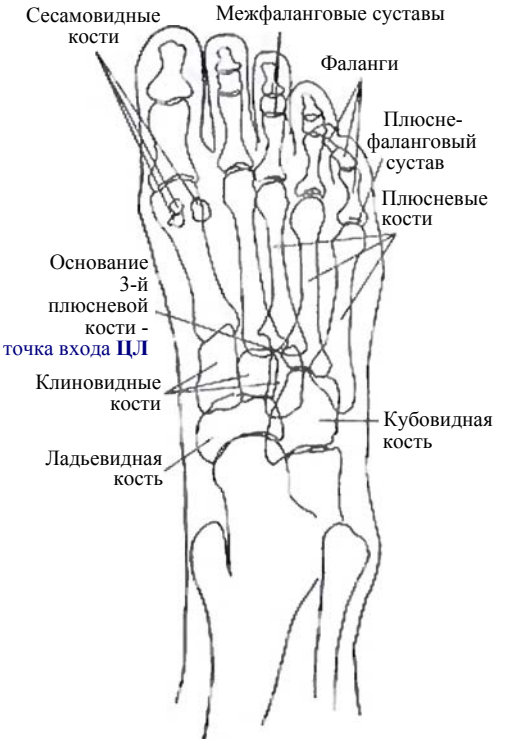


Рис. 6-58. Анатомическая схема стопы в задней проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна вся стопа, включая все фаланги и кости плюсны, а также ладьевидная, кубовидная и клиновидные кости.

Укладка. • Длинная ось стопы должна быть параллельна границам снимка. • Отсутствие ротации подтверждается почти одинаковым расстоянием между плюсневыми костями со второй по пятую. Основания первой и второй плюсневых костей на снимке разделены, тогда как изображения оснований плюсневых костей со второй по пятую получаются с легким наложением. • Суставная щель межпредплюсневого сустава между первой и второй клиновидной костью должна быть хорошо видна.

Диафрагмирование и ЦЛ. Центр прямоугольной области диафрагмирования должен быть в районе **основания третьей плюсневой кости**, мягкие ткани стопы не должны быть срезаны по границам области диафрагмирования.

• Плюснефаланговые суставы должны выглядеть открытыми. Межфаланговые суставы могут получаться закрытыми из-за эффекта расхождения рентгеновского пучка.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальная оптическая плотность и контраст снимка дают четкую визуализацию контуров кортикального слоя костей и их трабекулярной структуры — как дистальных фаланг, так и костей предплюсны до таранной кости (см. методику применения высоких значений кВ для получения более однородной плотности изображений костей от фаланг до костей предплюсны). • Сесамовидные кости (если они есть) должны быть видны через головку первой плюсневой кости.

ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С МЕДИАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ: СТОПА

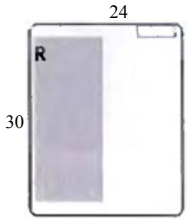
Стопа
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая
- Боковая

Выявляемая патология

Диагностируются переломы и их протяженность, расположение отломков, патология суставов, изменения мягких тканей, определяется местонахождение инородных тел.

Примечание: может потребоваться альтернативная латеральная ротация для изучения медиальной части костей предплюсны и основания первой плюсневой кости.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Кассета делится при съемке на две части в задней и косой проекциях.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ, или 70 - 75 кВ при уменьшении мАс для обеспечения более однородной оптической плотности фаланг и костей плюсны.
- Уставки и доза при 70 кВ:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
7	70	2	110	80	М НСЗ Ж < 1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или сидит на деке стола, колени согнуты, подошвенная сторона стопы лежит на кассете. Нога расположена под наклоном (рис. 6-59).

Укладка снимаемой области

- Длинная ось стопы направлена вдоль длинной оси снимка. Центральный луч (ЦЛ) также выравнивается вдоль длинной оси снимка.
- Стопа повернута в **медиальном** направлении так, чтобы **подошвенная плоскость образовывала угол 30-40°** с плоскостью кассеты (см. примечание ниже).
- Используйте для косой укладки ступни рентгенопрозрачный клин — 45°. Используйте мешки с песком, чтобы зафиксировать кассету на деке стола.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на основание третьей плюсневой кости.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стопы.

Примечание. Многие рекомендуют угол ротации в 30°. Мы рекомендуем 40-45° для стопы со средним поперечным сводом.

Альтернативная боковая косая укладка

- Поверните стопу в латеральном положении на 30° (угол наклона меньше из-за естественного изгиба стопы).



Рис. 6-59. Укладка для косой проекции стопы с медиальной ротацией на 30-40°



Рис. 6-60. Рентгенограмма стопы в косой проекции с медиальной ротацией на 40°



Рис. 6-61. Анатомическая схема стопы в косой проекции с медиальной ротацией на 40°



Рис. 6-62. Рентгенограмма стоны в альтернативной косой проекции с латеральным поворотом

• Латеральная ротация лучше демонстрирует промежуток между первой и второй плюсневыми костями и между первой и второй клиновидными костями. Также хорошо визуализируется ладьевидная кость.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна вся стопа от дистальных фаланг до пяточной кости и проксимального отдела таранной кости.

Укладка. • Длинная ось стопы должна быть параллельна границам области снимка. • Корректный угол ротации подтверждается отсутствием наложений изображений плюсневых костей с третьей по пятую. Первая и вторая плюсневые кости могут быть наложены в области основания. • Бугристость, расположенная в области основания пятой плюсневой кости, должна быть хорошо видна в профиль. • Рентгеновские суставные щели вокруг кубовидной кости и пазухи предплюсны должны выглядеть «открытыми», если стопа правильно повернута.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Центр прямоугольной области диафрагмирования должен быть в районе **основания третьей плюсневой кости**, мягкие ткани стопы не должны быть срезаны по границам области диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальная оптическая плотность и контраст снимка дают четкую визуализацию контуров кортикального слоя костей и их трабекулярной структуры — как дистальных фаланг, так и костей плюсны и предплюсны.

БОКОВАЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЛИ ЛАТЕРОМЕДИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: СТОПА

Выявляемая патология

Диагностируются переломы и их протяженность, расположение отломков, патология суставов, изменения мягких тканей, определяется местонахождение инородных тел.

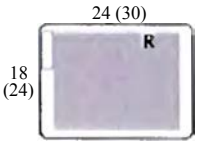
Стопа
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая
- Боковая

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 18 х 24 см для стопы небольшого размера

или

24 х 30 см для большой стопы.



- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	66	1	220	130	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально на боку (подложите пациенту подушку под голову).

Укладка снимаемой области

- Колено исследуемой ноги должно быть согнуто под углом 45°, другую ногу пациента можно использовать в качестве упора для исследуемой ноги.
- Аккуратно согните стопу в тыльном направлении так, чтобы уложить ее в истинно боковую укладку.
- Под голень и колено следует положить подушку для того, чтобы зафиксировать стопу. **Подошвенная поверхность** должна быть **перпендикулярна** кассете. Стопа должна лежать **без ротации.**
- Длинная ось стопы должна лежать вдоль длинной оси снимка (за исключением случаев диагонального размещения большой стопы).
- Центр области основания плюсневых костей должен быть в центре снимка.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен в район медиальной клиновидной кости (на уровне основания третьей плюсневой кости).
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна вся стопа, включая 2-3 см дистального отдела малоберцовой и большеберцовой костей. Изображение всех плюсневых костей наложено друг на друга, бугристость в основании пятой плюсневой кости видна в профиль.

Укладка. • Длинная ось стопы должна быть параллельна границам снимка. • **Истинно боковая укладка** достигнута, если суставная щель большеберцово-таранного сустава открыта, дистальный отдел малоберцовой кости накладывается на заднюю сторону большеберцовой кости, а дистальные отделы плюсневых костей наложены друг на друга.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Мягкие ткани от фаланг до пяточной кости должны быть включены в снимок. Центр снимка в районе медиальной клиновидной кости.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка позволят видеть границы наложенных плюсневых и предплюсневых костей. • Неподвижность: должны быть ясно видны контуры кортикального слоя и трабекулярная структура пяточной кости, а также областей костей, которые получились на снимке без наложений.



Рис. 6-63. Укладка для боковой **медиолатеральной** проекции стопы



Рис. 6-64. Укладка для альтернативной боковой **латеромедиальной** проекции стопы



Рис. 6-65. Рентгенограмма стопы в боковой медиолатеральной проекции

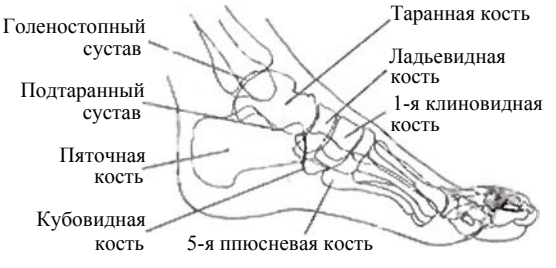


Рис. 6-66. Анатомическая схема стопы в боковой медиолатеральной проекции

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стопы так, чтобы включить 2-3 см голеностопного сустава.

Альтернативная латеромедиальная проекция. Эта проекция не удобна или даже болезненна для пациента, но позволяет легче уложить стопу в истинную боковую проекцию.

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ С НАГРУЗКОЙ: СТОПА

Стопа
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя и боковая с нагрузкой

Выявляемая патология

Эти проекции полезны для изучения состояния костей стопы, образующих продольный свод, под нагрузкой весом тела.

Примечание. Выполняют обычно боковую проекцию обеих стоп для сравнения.

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 18 х 24 см и 24 х 30 см.
- Усиливающий экран высокого разрешения.
- 65 ± 5 кВ.
- Уставки и доза при 70 кВ:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
6	70	2	100	80	М НСЗ Ж <1

мкГр



Задняя проекция, 2 стопы



Боковая проекция

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка снимаемой области и направление ЦЛ

Примечание: В некоторых отделениях лучевой диагностики принят протокол исследования отдельно каждой стопы в задней проекции.

Задняя проекция

- Пациент стоит[1], вес одинаково распределен на **обе** стопы. Стопы стоят параллельно друг другу.
- ЦЛ **наклонен на 15° от вертикали** (рис. 6-67) и направлен **на среднюю точку между ступнями на уровне основания плюсневых костей**.

Боковая проекция

- Пациент стоит[1], вес одинаково распределен на **обе** стопы. Стопы стоят параллельно друг другу.
- Пациент стоит на двух деревянных блоках одинаковой толщины (или на специальном блоке с прорезью для кассеты).



Рис. 6-67. Укладка для задней проекции двух стоп



Рис. 6-68. Рентгенограмма стоп в задней проекции



Рис. 6-69. Укладка для боковой проекции левой стопы



Рис. 6-70. Рентгенограмма стопы в боковой проекции с нагрузкой

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры и укладка. • Для задней проекции должны быть видны обе стопы с мягкими тканями от фаланг пальцев до таранной кости. • Для боковой проекции должна быть видна вся стопа с примерно 2 см дистального отдела малоберцовой и большеберцовой костей. • Дистальный отдел малоберцовой кости должен быть виден через заднюю сторону (половину) большеберцовой кости, а подошвенные поверхности головок плюсневых костей должны накладываться друг на друга при отсутствии ротации ступни.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Для **задней** проекции правильный наклон ЦЛ дает открытую рентгеновскую суставную щель предплюсне-плюсневых суставов и визуализацию сустава между первой и второй клиновидными костями. • Основания плюсневых костей должны быть в центре снимка. Мягкие ткани стопы должны быть включены в снимок.

• Для боковой проекции центр снимка должен быть на уровне основания третьей плюсневой кости. • Область диафрагмирования должна включать мягкие ткани от фаланг до пяточной кости и от тыльной до подошвенной поверхностей плюс 2 см от голеностопного сустава.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка позволит видеть границы мягких тканей и контуры наложенных костей плюсны и предплюсны. Трабекулярная структура кости должна быть четкой.

- Обеспечьте пациенту упор для его безопасности на время экспозиции.
- Установите кассету вертикально между ступнями так, чтобы ее длинная ось лежала вдоль длинной оси стопы.
- После выполнения первого снимка разверните пациента для снимка другой стопы.
- ЦЛ направлен **горизонтально** (рис. 6-69) **на основание третьей плюсневой кости**.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стоп (стопы).

[1] На рис. 6-67 и 6-69 пациент стоит на подставке поворотного стола-штатива. Снимок выполняется потолочным излучателем. В большинстве отечественных ЛПУ это невозможно. Поэтому мы рекомендуем выполнять эту проекцию на полу, табуретке или на стойке снимков с моторизованной подставкой. — *Ред.*

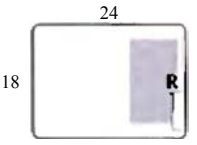
ПОДОШВЕННО-ТЫЛЬНАЯ (АКСИАЛЬНАЯ) ПРОЕКЦИЯ: ПЯТОЧНАЯ КОСТЬ

Пяточная кость
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подошвенно-тыльная (аксиальная)
- Боковая

Выявляемая патология

Разного вида патология и переломы с медиальным или латеральным смещением отломков.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 х 24 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперечно.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 70 ± 5 кВ.
- Увеличение напряжения на трубке на 8-10 кВ от других проекций стопы.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
10	70	5	270	140	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закроите область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или сидит на деке стола, ноги вытянуты.

Укладка снимаемой области

- Голеностопный сустав должен быть расположен в центре снимка.
- Согните стопу в тыльном направлении так, чтобы подошвенная поверхность была почти перпендикулярна кассете.
- Пациент с помощью ленты (или бинта) должен удерживать стопу в этом положении. (Постарайтесь выполнить снимок максимально быстро, так как эта укладка очень некомфортна для пациента.)

Центральный луч

- ЦЛ направлен **на основание третьей плюсневой кости** так, чтобы он вышел из стопы чуть дистальнее латеральной лодыжки.
- Наклоните ЦЛ **краниально на 40° вдоль длинной оси стопы** (см. примечание ниже).
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к области пяточной кости.

Примечание: угол наклона ЦЛ должен быть увеличен, если подошвенная поверхность стопы не перпендикулярна плоскости кассеты.



Рис. 6-71. Укладка для подошвенно-тыльной (аксиальной) проекции пяточной кости



Рис. 6-72. Рентгенограмма пяточной кости в подошвенно-тыльной (аксиальной) проекции



Рис. 6-73. Анатомическая схема подошвенно-тыльной (аксиальной) проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть изображена вся пяточная кость от бугра пяточной кости сзади до таранно-пяточного сустава спереди.

Укладка. • **Отсутствие ротации:** часть борозды пяточной кости должна быть видна с медиальной стороны в профиль. Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и центр снимка должны быть посередине между дистальной частью латеральной лодыжки и бороздой пяточной кости. • Если стопа согнута так, что образует угол 90° с голенью и ЦЛ направлен правильно, то суставная щель таранно-пяточного сустава будет выглядеть открытой, а бугор пяточной кости получиться без геометрических искажений.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка, а также отсутствие движений во время экспозиции позволит четко видеть контуры кости и ее трабекулярную структуру и хотя бы слегка визуализировать таранно-пяточный сустав без переэкспозиции дистального отдела бугра пяточной кости.

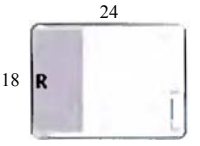
БОКОВАЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПЯТОЧНАЯ КОСТЬ

Пяточная кость
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подошвенно-тыльная (аксиальная)
- Боковая

Выявляемая патология

Любая патология и повреждения пяточной кости, таранной кости и таранно-пяточного сустава, а также локализация переломов и их протяженность.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 х 24 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперечно.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
5	65	4	160	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально на боку, изучаемой стороной вниз. Положите пациенту подушку под голову. Колено изучаемой ноги должно быть согнуто под углом 45°, другая нога служит опорой.

Укладка снимаемой области

- Пяточная кость должна быть расположена в центре снимка (рис. 6-74).
- Под колено изучаемой ноги следует положить подушку (сложенное полотенце) так, чтобы подошвенная поверхность была перпендикулярна плоскости кассеты.
- Голеностопный сустав и ступня должны быть **в истинно боковой укладке**, которая помещает латеральную лодыжку примерно на 1 см кзади от медиальной лодыжки.
- Стопа должны быть согнута в тыльном направлении так, чтобы она находилась под прямым углом к голени.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен на точку на **2,5 см внутрь от медиальной лодыжки**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть изображена вся пяточная кость в профиль с таранной костью и дистальным отделом голеностопного сустава сверху, ладьевидной костью и открытой рентгеновской суставной щелью между пяточной и кубовидной костью дистально.

Укладка. • Отсутствие ротации подтверждается наложением передних частей таранной кости, открытым таранно-пяточным суставом и латеральной лодыжкой, накладывающейся на заднюю часть (половину) большеберцовой и таранной кости. Пазуха предплюсны и пяточно-кубовидный сустав должны выглядеть открытыми.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и центр снимка должны быть на 2,5 см дистальнее верхушки латеральной лодыжки, как ее видно через таранную кость. • Область диафрагмирования должна включать часть голеностопного сустава и таранно-ладьевидный сустав, а также основание пятой плюсневой кости.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция поможет визуализировать некоторые мягкие ткани и более плотные части пяточной и таранной костей. Контуры части малоберцовой кости должны быть едва видны через таранную кость. Отсутствие движения во время экспозиции дает четкую трабекулярную структуру кости.



Рис. 6-74. Укладка для медиолатеральной проекции пяточной кости



Рис. 6-75. Рентгенограмма пяточной кости в медиолатеральной проекции

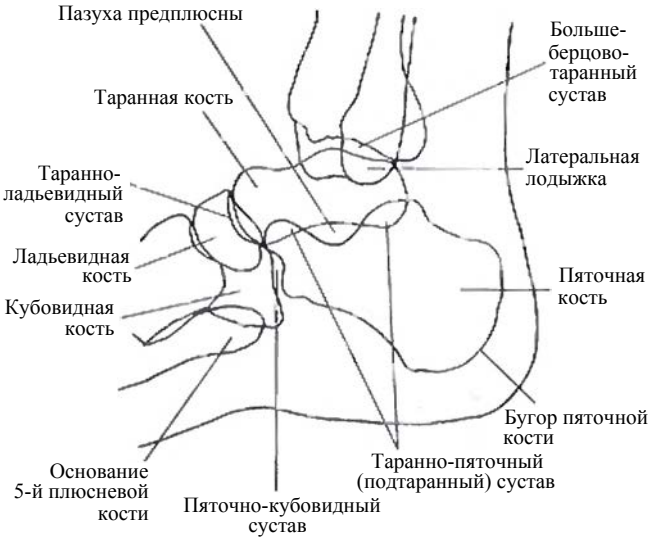


Рис. 6-76. Анатомическая схема пяточной кости в медиолатеральной проекции

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к области пяточной кости, включив дистальный отдел голеностопного сустава.

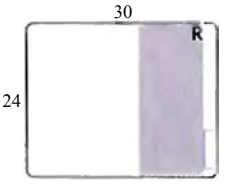
ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ

Голеностопный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
  - Задняя - суставной щели (15°)
- Косая (45°)
- Боковая

Выявляемая патология

Опухоли и другая патология голеностопного сустава, дистальных отделов малоберцовой и большеберцовой костей, проксимальных отделов таранной кости и пятой плюсневой кости. (Латеральный отдел суставной щели голеностопного сустава в этой проекции не получается открытым, см. проекцию суставной щели на с. 227.)

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 х 30 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперечно.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	65	6	270	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине (дайте пациенту подушку для головы), ноги пациента полностью выпрямлены.

Укладка снимаемой области

- Стопа должна быть выровнена по длинной оси снимка, голеностопный сустав — в центре.
- Не следует форсировать сгибание стопы в тыльном направлении, пусть она лежит в естественной позиции (см. примечание 1).
- Уложите **стопу и голеностопный сустав** и укладку для **прямой задней проекции**. Убедитесь в отсутствии ротации ступни. Межлодыжечная линия не будет параллельна плоскости кассеты (см. примечание 2).

Центральный луч

- ЦЛ идет перпендикулярно плоскости кассеты и направлен на середину отрезка между лодыжек.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стопы, включая половину проксимальной области костей плюсны и дистальную часть малоберцовой и большеберцовой костей.

Примечание 1: силовое сгибание стопы в тыльном направлении может быть болезненно для пациента и может вызвать дополнительное повреждение.

Примечание 2: лодыжки находятся на разном расстоянии от кассеты при нормальном анатомическом положении стопы для задней проекции. (Латеральная лодыжка расположена примерно на 15° кпереди.) Следовательно, латеральная часть сустава не получится на снимке открытой. Если эта часть сустава получается на задней проекции открытой, то можно предположить разрыв связок и расширение суставной щели[1].



Рис 6-77. Укладка для задней проекции голеностопного сустава



Рис. 6-78. Рентгенограмма голеностопного сустава в одной проекции. (С разрешения E.Frank, RT(R), HASRT.)

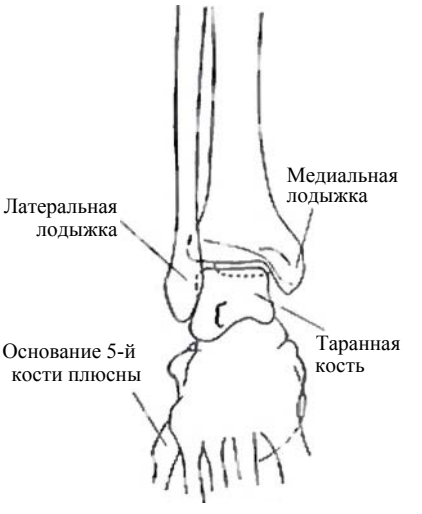


Рис. 6-79. Анатомическая схема голеностопного сустава в задней проекции

[1] Frank ED et al: Mayo Clinic: Radiography of the ankle mortise, Radiol Technol 62(5):354-359, 1991.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальная треть большеберцовой и малоберцовой костей, латеральная и медиальная лодыжки, таранная кость и половина проксимальной области костей плюсны.

Укладка. • Длинная ось стопы должна быть параллельна границам области снимка. • Отсутствие ротации подтверждается тем, что медиальная часть сустава открыта, а латеральная — закрыта. Наблюдается наложение дистального отдела малоберцовой кости на дистальную часть большеберцовой кости и таранной кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и центр снимка должны находиться в районе большеберцово-таранного сустава, посередине между латеральной и медиальной лодыжкой. • Область диафрагмирования должна включать примерно одну треть голени и половину проксимального отдела костей плюсны. Должны быть включены мягкие ткани вокруг названных костей.

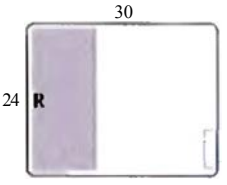
Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальные параметры экспозиции дают четкую визуализацию контуров костей и их трабекулярной структуры. • Таранная кость должна быть показана с ее трабекулярной структурой и контурами кортикального слоя. Должны быть видны мягкие ткани.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ СУСТАВНОЙ ЩЕЛИ - С МЕДИАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ НА 15-20°: ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ

Выявляемая патология

Эта проекция очень полезна для выявления патологии области суставной щели голеностопного сустава и проксимального отдела 5-й плюсневой кости плюсны — частого места переломов.

Голеностопный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя — суставной щели (15°)
- Косая (45°)
- Боковая



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 24 x 30 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперечно.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	65	6	270	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине (подложите пациенту подушку под голову), ноги пациента полностью выпрямлены.

Укладка снимаемой области

- Стопа должна быть направлена вдоль длинной оси снимка, голеностопный сустав — в центре.
- Не следует форсировать сгибание стопы в тыльном направлении, пусть она лежит в естественной позиции (это позволяет визуализировать основание 5-й плюсневой кости[1]).
- Поверните **всю ногу и стопу на 15-20°** медиально так, чтобы **межлодыжечная линия стала параллельной плоскости кассеты**.
- По необходимости используйте подставку под ногу для ее фиксации.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальная одна треть большеберцовой и малоберцовой костей, потолок большеберцовой кости, включая эпифизы (если они есть), латеральном и медиальная лодыжки, таранная кость и половина проксимальной области костей плюсны. • Вся суставная щель голеностопного сустава должна быть открыта. (Ширина щели 3-4 мм над таранной костью считается нормальной, но дополнительное расширение на 2 мм говорит о патологии[1].)

Укладка. • Правильный угол ротации подтверждается открытой суставной щелью и проекцией лодыжек в профиль. Может быть небольшое наложение в дистальном большеберцово-малоберцовом суставе.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и центр снимка должны находиться в середине голеностопного сустава. Область диафрагмирования должна включать примерно одну треть голени и половину проксимального отдела костей плюсны. Должны быть включены мягкие ткани вокруг названных костей.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальные параметры экспозиции дают четкую визуализацию контуров костей и их трабекулярной структуры. • Должны быть видны мягкие ткани, но плотность должна быть достаточной для визуализации таранной, больше берцовой и малоберцовой костей.



Рис. 6-80. Укладка для задней проекции суставной щели голеностопного сустава с медиальной ротацией на 15°



Рис. 6-81. Рентгенограмма щели голеностопного сустава в задней проекции

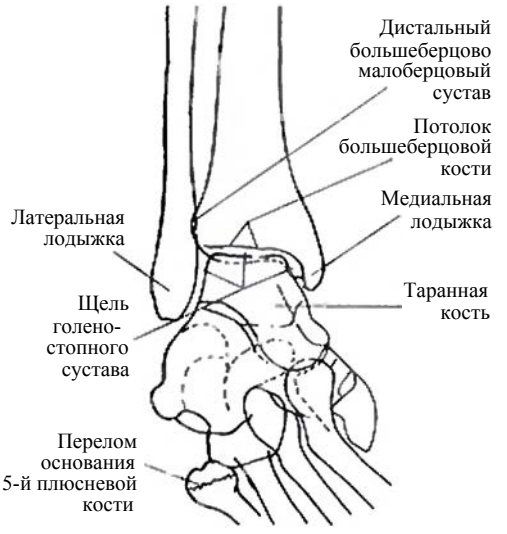


Рис. 6-82. Анатомическая схема голеностопного сустава в задней проекции с медиальной ротацией

Центральный луч

- ЦЛ идет **перпендикулярно** плоскости кассеты, и направлен **на середину отрезка между лодыжек**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стопы, включая половину проксимальной области костей плюсны и дистальную часть малоберцовой и большеберцовой костей.

Примечание: эта проекция и укладка не должны заменять заднюю или косую проекции голеностопного сустава. Это специальная проекция для выявления травмы или растяжения связок голеностопного сустава[2].

Это также распространенная проекция, которую выполняют при хирургической операции на голеностопном суставе.

[1] Manaster BJ, Handbooks in radiology, skeletal radiology, ed 2, St. Louis, 1997, Year Book.

[2] Frank ED et al: Mayo Clinic: Radiography of the ankle mortise, *Radiol Technol* 62(5):354-359, 1991.

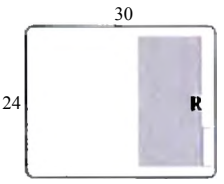
ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С МЕДИАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ НА 45°: ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ

Голеностопный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя - суставной щели (15°)
- Косая (45°)
- Боковая

Выявляемая патология

Переломы дистального большеберцово-малоберцового сустава, дистальных отделов малоберцовой кости и латеральной лодыжки, а также основания 5-й плюсневой.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 х 30 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперечно.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	65	6	270	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине (подложите пациенту подушку под голову), ноги пациента полностью выпрямлены, упор под колено (свернутое полотенце или маленький мешок с песком) помогает пациенту чувствовать себя комфортно.

Укладка снимаемой области

- Стопа должна быть направлена вдоль длинной оси снимка, голеностопный сустав — в центре.
- Если состояние пациента позволяет — согните стопу в тыльном направлении так, чтобы подошвенная поверхность находилась под углом 10-15° к вертикали (см. примечание).
- **Поверните ногу и стопу медиально на 45°** (подобно проекции щели голеностопного сустава).

Центральный луч

- ЦЛ идет **перпендикулярно** плоскости кассеты и направлен **на середину отрезка между лодыжек**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стопы, включая дистальную часть малоберцовой и большеберцовой костей (см. примечание).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальная треть голени, латеральная и медиальная лодыжки и половина проксимальной области плюсны.

Укладка. • Косая проекция с медиальной ротацией на 45° демонстрирует дистальный большеберцово-малоберцовый сустав открытым, с минимальным наложением для среднего пациента. • Латеральная лодыжка и таранная кость получаются без или с набольшим наложением, но медиальная лодыжка и таранная кость частично наложены друг на друга.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и центр снимка должны находиться в середине голеностопного сустава. Область диафрагмирования должна включать примерно одну треть голени и половину проксимального отдела плюсны. Должны быть включены мягкие ткани вокруг названных костей.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальные параметры экспозиции дают четкую визуализацию контуров костей и их трабекулярной структуры. • Таранная кость должна быть показана с ее трабекулярной структурой и контурами кортикального слоя. Должны быть видны мягкие ткани.

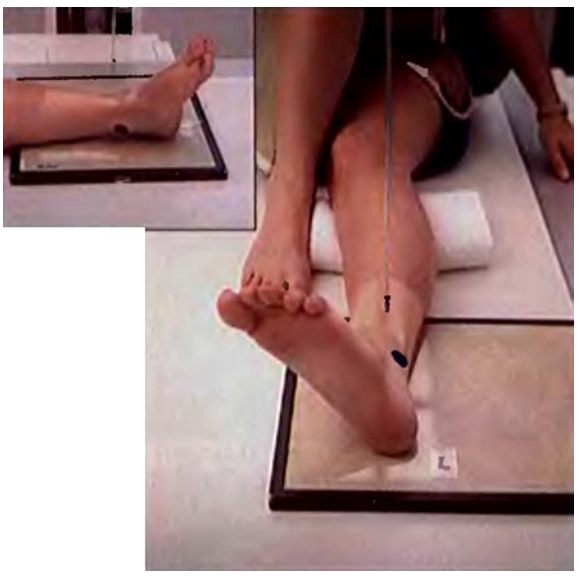


Рис. 6-83. Укладка для задней проекции голеностопного сустава в косой проекции с медиальной ротацией на 45°



Рис. 6-84. Рентгенограмма голеностопного сустава в косой проекции с медиальной ротацией на 45°. (С разрешения E. Frank, RT (R), FASRT.)



Рис. 6-85. Анатомическая схема голеностопного сустава в косой проекции с медиальной ротацией на 45°.

Примечание: если нога пациента свободно вытянута или подошвенная поверхность находится под углом 10-15° к вертикали, то пяточная кость накладывается на латеральную лодыжку при медиальной ротации стопы на 45°, таким образом затемняя область интереса.

Основание пятой плюсневой кости (частое место переломов) хорошо визуализируется в этой проекции и должно быть включено в область снимка.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЛИ ЛАТЕРОМЕДИАЛЬНАЯ: ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ

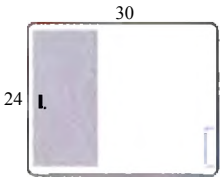
Выявляемая патология

Эта проекция очень полезна для выявления переломов, вывихов и выпотов в сустав при его заболеваниях.

Голеностопный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя - суставной щели (15°)
- Косая (45°)
- Боковая

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 24 х 30 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперечно.
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
6	65	5	240	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально, на боку, исследуемой стороной тела вниз (дайте пациенту подушку под голову), колено исследуемой ноги согнуто примерно на 45°, другая нога расположена снизу и качестве упора и фиксатора от ротации.

Укладка снимаемой области (медиолатеральная проекция)

- Стопа должна быть направлена вдоль длинной оси снимка, голеностопный сустав — в центре.
- По необходимости используйте подставку под колено ноги ногу для ее фиксации в истинно боковой укладке.
- Стопа должна быть согнута в тыльном направлении так, чтобы подошвенная плоскость составляла прямой угол с голенью. Сгибание следует выполнять без усилия, стараясь не причинять неприятных ощущении пациенту.

Центральный луч

- ЦЛ идет перпендикулярно плоскости кассеты и направлен на середину лодыжки.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стопы, включая половину проксимальной области плюсны и дистальную часть малоберцовой и большеборцовой костей.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальная треть большеберцовой и малоберцовой костей, при этом дистальный отдел малоберцовой кости наложен на дистальный отдел большеберцовой кости, таранная кость и пяточная кисть и профиль, бугристость пятой плюсневой кости, ладьевидная кость и кубовидная кость.

Укладка. • Отсутствие ротации подтверждается наложением дистального отдела малоберцовой кости задней стороной большеберцовой кости. Большеберцово-таранный сустав будет равномерно открыт.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и центр снимка должны находиться в середине голеностопного сустава. Область диафрагмирования должна включать примерно одну треть голени, пяточную кость, бугристость пятой плюсневой кости и окружающие мягкие ткани.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальные параметра экспозиции дают четкую визуализацию контуров костей и их трабекулярной структуры. Латеральная лодыжка должна быть видна через дистальный отдел малоберцовой кости и таранную кость. Должны быть различимы мягкие ткани для визуализации возможного выпота.



Рис. 6-86. Укладка для боковой медиолатеральной проекции голеностопного сустава



Рис. 6-87. Укладка для альтернативной боковой латеромедиальной проекции голеностопного сустава



Рис. 6-88. Рентгенограмма голеностопного сустава в боковой медиолатеральной проекции

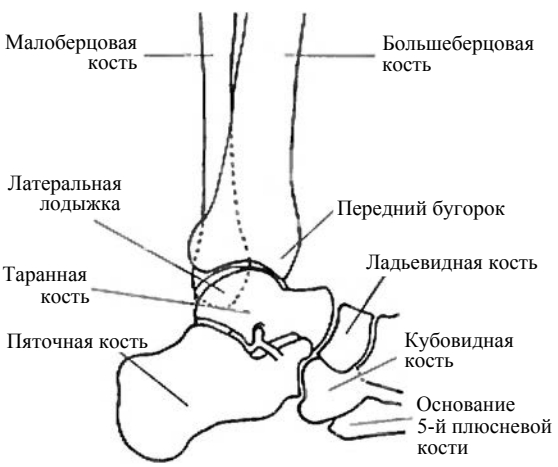


Рис. 6-89. Анатомическая схема голеностопного сустава в боковой медиолатеральной проекции

Альтернативная латеромедиальная проекция (рис. 6-87). Эта проекция выполняется достаточно часто, хотя она более болезненна для пациента, но с ее помощью истинная боковая укладка достигается гораздо легче.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ С СИЛОВЫМ СГИБАНИЕМ: ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ

Укладка с инверсией или эверсией

Голеностопный сустав
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя проекция с силовым сгибанием

Предупреждение: следует Выполнять с максимальной осторожностью.

Выявляемая патология

Различная патология, включающие расхождения в суставе из-за растяжения или разрыва связок.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 x 30 см.
- Кассета делится при съемке на две части, поперечно.
- Усиливающий экран высокою разрешения, съемка на деке стола без растра.
- При съемке на цифровой детектор следует использовать свинцовую защиту той части детектора, которая не используется.
- 60 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
8	65	6	270	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закроите область гонад пациента рентгенозащитным передником. Специалист, который выполняет силовое сгибание стопы, должен быть одет в рентгенозащитный фартук, его руки должны быть защищены специальными перчатками.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине (положите пациенту под голову подушку), ноги пациента полностью выпрямлены, упор под колено (свернутое полотенце или маленький мешок с песком) помогает пациенту чувствовать себя комфортно.

Укладка снимаемой области

- Стопа должна быть направлена вдоль минной оси снимка, голеностопный сустав — в центре.
- Согните стопу в тыльном направлении так, чтобы подошвенная плоскость составляла прямой угол с голенью.
- Стопа и голень расположены для прямой задней проекции без ротации. Затем, почти не меняя угол наклона подошвенной плоскости, разверните ее медиально (инверсия) или латерально (эверсия) — см. рис. 6-90 и 6-91 (см. примечание ниже).

Центральный луч

- ЦЛ идет **перпендикулярно** плоскости кассеты и направлен **на середину отрезка между лодыжек**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям стопы, включая дистальную часть малоберцовой и большеберцовой костей.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры и Укладка. • Голеностопный сустав для определения причин расхождения в суставе — разрыв или растяжение связок. Вид суставной щели сильно зависит от вида повреждения сустава.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и центр снимка должны находиться в середине голеностопного сустава.

Параметры экспозиции. • Отсутствие движения во время экспозиции, а также оптимальные параметры экспозиции дают четкую визуализацию контуров костей и их трабекулярной структуры. Должны быть видны мягкие ткани, латеральная и медиальная лодыжка, таранная кость и дистальный отдел малоберцовой и большеберцовой костей.



Рис 6-90. Укладка для задней проекции голеностопного сустава с инверсией



Рис. 6-91. Укладка для задней проекции голеностопного сустава с эверсией



Рис. 6-92. Рентгенограмма голеностопного сустава в задней проекции голеностопного сустава с инверсией



Рис. 6-93. Рентгенограмма голеностопного сустава в задней проекции голеностопного сустава с эверсией

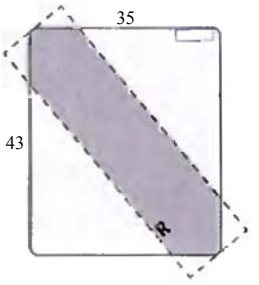
Примечание: при выполнении этой проекции должен присутствовать врач. Если сгибание болезненно для пациента, он может выполнить местную анестезию.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ГОЛЕНЬ

Голень
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Эта проекция очень полезна для выявления переломов, инородных тел и патологических изменений костей



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты - 35 х 43 см; кассета делится при съемке на две части, продольно (или голень размещают по диагонали, что требует увеличения РИП до 110 см).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 70 ± 5 кВ.
- Для получения рентгенограммы наилучшего качества используйте анодный «пяточный» эффект, поместите колено с катодной стороны рентгеновского излучателя.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
10	70	6	340	160	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине (положите пациенту подушку под голову), нога полностью вытянута.

Укладка снимаемой области

- Таз пациента, его колено и голень должны лежать в положении для прямой задней проекции, без ротации.
- Можно использовать мешок с песком для фиксации ноги (рис. 6-94), согните стопу в тыльном направлении так, чтобы она образовала угол 90° к голени (по возможности).
- Убедитесь в том, что и голеностопный сустав, и колено расположены на 3-5 см внутрь от границ кассеты (следует учитывать расхождение рентгеновского пучка).
- Для большинства взрослых голень следует размещать по диагонали на кассете 35 х 43 см. (Иногда рядом с поврежденным суставом размещают дополнительно кассету небольшого размера.)

Центральный луч

- ЦЛ идет перпендикулярно плоскости кассеты и направлен на середину голени.
- Минимальное РИП составляет 100 см, но мы рекомендуем увеличить РИП до 110-120 см, чтобы уменьшить расхождение пучка и включить в снимок большую часть голени. (При этом следует увеличить значение мАс.)

Диафрагмирование. С двух сторон по краям голени, со стороны суставов следует диафрагмировать так, чтобы включить большую часть суставов.

Контрольный снимок. В некоторых отделениях лучевом диагностики при выполнении контрольного снимка принято исследовать только один (поврежденный) сустав, помещая его внутрь кассеты на 5 см от края. Однако для первичной диагностики очень важно в случае повреждения дистального отдела голени включить в рентгенограмму также область проксимального большеберцово-малоберцового сустава, так как там часто обнаруживается второй перелом. Для очень крупных пациентов иногда требуется дополнительная задняя проекция коленного сустава и проксимального отдела голени на кассету меньшего размера.



Рис. 6-94. Укладка для задней проекции голени с включением коленного и голеностопного суставов



Рис. 6-95. Рентгенограмма голени с двумя суставами в задней проекции. (С разрешения Jim Sanderson, RT.)



Рис. 6-96. Анатомическая схема голени с двумя суставами в задней проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Большеберцовая и малоберцовая кости целиком, с коленным и голеностопным суставом. (На одной или двух кассетах.) (Исключение составляет контрольный снимок.)

Укладка. • Отсутствие ротации подтверждается изображением мыщелков бедренной и большеберцовой кости в профиль с межмыщелковым возвышением, расположенным по центру межмыщелковой ямки. • Некоторое наложение малоберцовой и большеберцовой костей будет наблюдаться как в проксимальном, так и в дистальном отделе.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Должны быть видны границы области диафрагмирования по бокам голени, но со стороны суставов поля должны быть минимальны (если вообще видны). • Из-за расхождения пучка суставные щели будут закрыты.

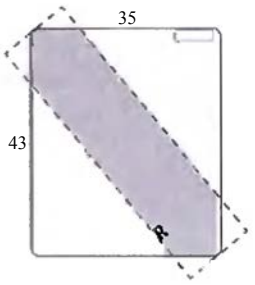
Параметры экспозиции. • Корректное использование анодного «пяточного» эффекта приведет к тому, что рентгенограмма будет примерно одинаковой плотности в области суставов. • Отсутствие движения во время экспозиции позволит видеть контуры кортикального слоя кости и ее трабекулярную структуру. Снимок должен иметь контраст, достаточный для визуализации как трабекулярной структуры кости, так и мягких тканей голени.

БОКОВАЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ГОЛЕНЬ - БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ И МАЛОБЕРЦОВАЯ КОСТИ

Выявляемая патология

Локализация патологических изменений и инородных тел, определение протяженности и расположение линий перелома.

Голень
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 35 х 43 см; кассета делится при съемке на две части, продольно (или голень размещают по диагонали, что требует увеличения РИП до 110 см).
- Усиливающий экран высокого разрешения, съемка на деке стола без растра.
- 70 ± 5 кВ.
- Для получения рентгенограммы наилучшего качества используйте анодный «пяточный» эффект, расположите колено с катодной стороны рентгеновского излучателя.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
9	70	6	330	190	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально, на боку, исследуемой стороной вниз, другая нога должна быть отодвинута назад, для фиксации следует использовать мешки и с песком, подушки или свернутые полотенца (рис. 6-97).

Укладка снимаемой области

- Колено пациента согнуто под углом 45° и находится в истинно боковой укладке. Плоскость надколенника должна быть перпендикулярна плоскости кассеты).
- Убедитесь в том, что и голеностопный сустав, и колено расположены на 3-5 см внутрь от границ кассеты (следует учитывать расхождение рентгеновского пучка).
- Для большинства взрослых голень следует размещать по диагонали на кассете 35 х 43 см. (Иногда рядом с поврежденным суставом размещают дополнительно кассету небольшого размера.)

Центральный луч

- ЦЛ идет **перпендикулярно** плоскости кассеты и направлен **на середину голени**.
- Минимальное РИП составляет 100 см, но мы рекомендуем увеличить РИП до 110-120 см, чтобы уменьшить расхождение пучка и включить в снимок большую часть голени. (При этом следует увеличить значение мАс.)

Диафрагмирование. С двух сторон по краям голени, со стороны суставов следует диафрагмировать так, чтобы включить большую часть суставов.

Контрольный снимок. В некоторых отделениях лучевой диагностики при выполнении контрольного снимка принято исследовать только один (поврежденный) сустав, помещая его внутрь кассеты на 5 см от края. Однако для первичной диагностики **очень важно в случае повреждения дистального отдела голени** включить в рентгенограмму также область проксимального большеберцово-малоберцового сустава, так как там часто обнаруживается второй перелом. Для крупных пациентов иногда требуется дополнительная задняя проекция коленного сустава и проксимального отдела голени на кассету меньшего размера.



Рис. 6-97. Укладка для боковой медиолатеральной проекции голени с включением двух суставов



Рис. 6-98. Рентгенограмма голени с двумя суставами в боковой медиолатеральной проекции. (С разрешения Jim Sanderson, RT).



Рис. 6-99. Анатомическая схема голени с двумя суставами в боковой медиолатеральной проекции. (С разрешения Jim Sanderson, RT).

Боковая латеропроекция. Если пациента нельзя поворачивать, то проекцию можно выполнить, расположив кассету между ног пациента, перпендикулярно деке стола, на котором лежит пациент. Под исследуемую ногу следует положить подушку так, чтобы голень располагалась по центру снимка. Направление рентгеновского пучка — горизонтальное.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Большеберцовая и малоберцовая кости целиком, с коленным и голеностопным суставом. (На одной или двух кассетах.) (Исключение составляет контрольный снимок).

Укладка. • Истинно боковая укладка большеберцовой и малоберцовой костей без ротации даст изображение бугристости большеберцовой кости в профиль, часть проксимальной головки малоберцовой кости наложится на большеберцовую кость, и контуры дистального отдела малоберцовой кости будут видны через заднюю половину большеберцовой кости. Боковые границы мыщелков бедренной кости будут наложены друг на друга.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Должны быть видны границы области диафрагмирования по бокам голени, но со стороны суставов поля должны быть минимальны (если вообще видны).

Параметры экспозиции. • Хорошая плотность рентгенограммы и отсутствие движения во время экспозиции позволит получить резкие контуры большеберцовой и малоберцовой костей и четкую трабекулярную структуру. • Оптимальная экспозиция и корректное использование анодного «пяточного» эффекта приведет к тому, что рентгенограмма будет примерно одинаковой плотности в области суставов. • Снимок должен иметь контраст, достаточный для визуализации как трабекулярной структуры кости, так и мягких тканей голени.

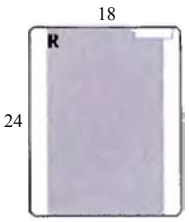
ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

Коленный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая (медиальная и латеральная)
- Боковая

Выявляемая патология

Любые переломы и патологические изменения кости, в том числе связанные с дегенерацией сустава, затрагивающие дистальный отдел бедренной кости, проксимальные отделы большеберцовой и малоберцовой костей, надколенник и коленный сустав.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположена продольно.
- Кассета с растром или кассетодержатель — при толщине колена более 10 см (70 ± 5 кВ).
- Съемка без растра на деке стола — при толщине колена менее 10 см (65 ± 5 кВ).
- Для получения рентгенограммы наилучшего качества используйте анодный «пяточный» эффект, расположите колено с катодной стороны рентгеновского излучателя.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
11	70	5	280	120	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гопал пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине (положите пациенту подушку под голову), без ротации таза, ноги и полностью вытянуты.

Укладка снимаемой области

- Колено должно быть расположено в центре снимка, голень выровнена по ЦЛ и средней линии стола (кассеты).
- Поверните голень внутрь на 3-5° для размещения коленного сустава в прямой задней проекции (так, чтобы **линия, соединяющая надмыщелки, стала параллельной** плоскости кассеты).
- По необходимости используйте мешки с песком для стабилизации ноги.

Центральный луч

- ЦЛ идет **параллельно плато большеберцовой кости** для пациента среднего размера и направлен перпендикулярно кассете (см. примечание).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальный отдел бедренной кости и проксимальный отдел малоберцовой кости. • Коленный сустав должен быть открыт так, чтобы были видны только края суставных поверхностей большеберцовой кости без визуализации самих поверхностей.

Укладка. • **Отсутствие ротации** подтверждается симметричным изображением мыщелков бедренной и большеберцовой кости и суставной щели. • Примерно половина медиальной части головки малоберцовой кости должна быть перекрыта большеберцовой костью. • Межмыщелковое возвышение будет видно по центру межмыщелковой ямки.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Поле снимка должно быть выровнено по размеру кассеты. • В центре снимка должен быть коленный сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция даст возможность видеть контуры надколенника через дистальный отдел бедренной кости, при этом головка и шейка малоберцовой кости не должны выглядеть переэкспонированными. • При снимке не должно быть движения, что обеспечит четкую визуализацию трабекулярной структуры всех костей. Мягкие ткани должны быть хорошо различимы.

[1] Martensen KM, Alternate AP knee method assures open joint space, *Radiol Technol* 64(1):1-9-23, 1992.

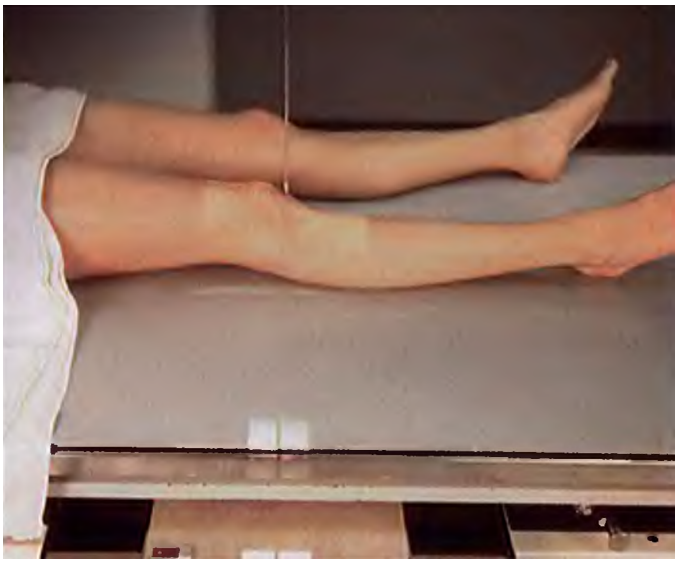


Рис. 6-100. Укладка для задней проекции коленного сустава — ЦЛ перпендикулярен плоскости кассеты (средний пациент)



Рис. 6-101. Рентгенограмма коленного сустава в задней проекции без наклона ЦЛ



Рис. 6-102. Анатомическая схема коленного сустава в задней проекции без наклона ЦЛ

- Направьте ЦЛ **на 1,25 см дистальнее** верхней точки надколенника.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С двух сторон - по краям коленного сустава, с других двух сторон следует диафрагмировать по краям кассеты.

Примечание: рекомендованное правило для определения параллельности ЦЛ плато большеберцовой кости (что позволяет получить на снимке суставную щель открытой) состоит в измерении расстояния от верхней передней подвздошной ости (топографический ориентир — см. стр. 49) до деки стола и определения угла наклона ЦЛ и учета следующих правил[1]:

< 19 см, **на 3-5° каудально** (худые бедра и ягодицы);
19-24 см, **наклона нет** (средние бедра и ягодицы);
>24 см, **на 3-5° краниально** (толстые бедра и ягодицы).

ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С МЕДИАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ (ВНУТРЬ): КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

Коленный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая (медиальная и латеральная)
- Боковая

Выявляемая патология

Патология проксимальных большеберцово-малоберцового и коленного суставов, включая переломы и изменения костей, связанные с дегенерацией сустава, особенно в его медиальной, задней или латеральной части.

Примечание: общепринято **выполнение двух проекций** коленного сустава — с медиальной и латеральной ротацией. Если выполняется только одна косая проекция, то это чаще всего медиальная ротация.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см расположение продольное.
- Кассета с растром или кассетодержатель — при толщине коленного сустава более 10 см (70 ± 5 кВ).
- Съемка без растра на деке стола — при толщине коленного сустава менее 10 см (65 ± 5 кВ).
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
10	70	5	280	130	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент полулежит на спине, все тело пациента и его исследуемая нога повернуты в сторону от исследуемой части коленного сустава, поднятое бедро следует поддержать подушкой, дайте пациенту подушку под голову.

Укладка снимаемой области

- Колено должно быть расположено в центре снимка, голень выровнена по ЦЛ и средней линии стола (кассеты).
- Поверните всю ногу **внутрь на 45°**. (Линия, соединяющая надмыщелки, должна составлять с плоскостью кассеты 45°.)
- По необходимости используйте мешки с песком для стабилизации ноги.

Центральный луч

- ЦЛ идет **перпендикулярно** плоскости кассеты для пациента среднего размера (см. задняя проекция коленною сустава).
- Направьте ЦЛ **на середину коленного сустава, примерно 1,25 см дистальнее верхней точки надколенника**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С двух сторон по краям коленного сустава, с других двух сторон следует диафрагмировать по краям кассеты, включая, насколько это возможно, бедренную, большеберцовую и малоберцовую кости.



Рис. 6-103. Укладка для задней косой проекции коленного сустава с медиальной ротацией



Рис. 6-104. Рентгенограмма коленного сустава в задней косой проекции с медиальной ротацией



Рис. 6-105. Анатомическая схема коленного сустава в задней косой проекции с медиальной ротацией

Примечание: термины «укладка с медиальной ротацией (внутрь) и латеральной ротацией (наружу)» относятся к направлению поворота передней поверхности надколенника. Это верно как для задней, так и для передней проекции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальный отдел бедренной кости и проксимальный отдел большеберцовой и малоберцовой кости с надколенником, который накладывается на медиальный мыщелок бедренной кости • Латеральные мыщелки бедренной и большеберцовой кости должны быть хорошо видны, а медиальная и латеральная суставные щели коленного сустава должны быть разной длины.

Укладка. • При удачном выборе наклонного положения колена проксимальный большеберцово-малоберцовый сустав получится открытым с латеральными мыщелками бедренной и большеберцовой кости в профиль. • Головка и шейка малоберцовой кости получается на снимке без наложений, и примерно половина надколенника должна быть видна без наложений от бедренной кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Поле снимка должно быть выровнено по размеру кассеты. В центре снимка должна быть суставная щель коленного сустава.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция без движения во время снимка даст возможность видеть детали мягких тканей области коленного сустава и трабекулярную структуру костей. Головка и шейка малоберцовой кости не должны выглядеть переэкспонированными.

ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ С ЛАТЕРАЛЬНОЙ РОТАЦИЕЙ (НАРУЖУ): КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

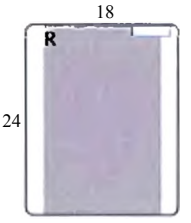
Коленный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая (медиальная и латеральная)
- Боковая

Выявляемая патология

Патология коленного сустава, переломы, патологические изменения костей, в том числе связанные с дегенерацией сустава, особенно в его передней и латеральной или задней и медиальной частях.

Примечание: общей практикой считается **выполнение двух проекций** коленного сустава — с медиальной и латеральной ротацией. Если выполняется только одна косая проекция, то это чаще всего медиальная ротация (внутрь) (см. с. 234).

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Кассета с растром или кассетодержатель — при толщине колена более 10 см (70 ± 5 кВ).
- Съемка без растра на деке стола — при толщине колена менее 10 см (65 ± 5 кВ).
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
10	70	5	280	130	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент полулежит на спине, все тело пациента и его исследуемая нога повернуты в сторону от исследуемой части коленного сустава, поднятое бедро следует поддержать подушкой, положите пациенту подушку под голову.

Укладка снимаемой области

- Колено должно быть расположено в центре снимка, голень выровнена по ЦЛ и средней линии стола (кассеты).
- Поверните всю ногу **наружу на 45°**. (Линия, соединяющая надмыщелки, должна составлять с плоскостью кассеты 45°.)
- По необходимости используйте мешки с песком для стабилизации ноги.

Центральный луч

- ЦЛ идет перпендикулярно плоскости кассеты для пациента среднего размера (см. задняя проекция коленного сустава).
- Направьте ЦЛ **на середину коленного сустава, примерно 1,25 см дистальнее верхней точки надколенника**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальный отдел бедренной кости и проксимальный отдел большеберцовой и малоберцовой кости с надколенником, который накладывается на латеральный мыщелок бедренной кости. • Медиальные мыщелки бедренной и большеберцовой кости должны быть хорошо видны в профиль.

Укладка. • При удачном выборе наклонного положения колена проксимальный отдел малоберцовой и большеберцовой костей будут налагаться друг на друга, медиальные мыщелки бедренной и большеберцовой кости видны в профиль. • Примерно половина надколенника должна быть видна без наложений от бедренной кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре снимка должна быть суставная щель коленного сустава.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция без движения во время снимка даст возможность видеть детали мягких тканей области коленного сустава и трабекулярную структуру костей. • Головка и шейка малоберцовой кости должны быть видны через большеберцовую кость.



Рис. 6-106. Укладка для задней косой проекции коленного сустава с латеральной ротацией



Рис. 6-107. Рентгенограмма коленного сустава в задней косой проекции с латеральной ротацией



Рис. 6-108. Анатомическая схема коленного сустава в задней косой проекции с латеральной ротацией

Диафрагмирование. С двух сторон — по краям коленного сустава, с других двух сторон следует диафрагмировать по краям кассеты, включая, насколько это возможно, бедренную, большеберцовую и малоберцовую кости.

Примечание: термины «укладка с медиальной ротацией (внутрь) и латеральной ротацией (наружу)» относятся к направлению поворота передней поверхности надколенника. Это верно как для задней, так и для передней проекции.

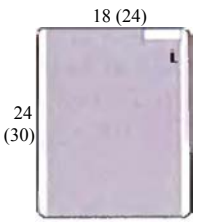
БОКОВАЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

Коленный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Косая
- Боковая

Выявляемая патология

Переломы, опухоли и патология суставной щели.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Кассета с растром или кассетодержатель — при толщине коленного сустава более 10 см (70 ± 5 кВ).
- Съемка без растра на деке стола — при толщине коленного сустава менее 10 см (65 ± 5 кВ).
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
10	70	4	220	110	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально на боку, исследуемой стороной вниз. Дайте пациенту подушку для головы, а также обеспечьте подставку под другую ногу, которая расположена сзади от исследуемой ноги, чтобы избежать избыточной ротации колена.

Укладка снимаемой области

- Тело пациента и его нога лежат так, чтобы обеспечить истинно боковую укладку колена (надмыщелки бедренной кости наложены друг на друга, и плоскость надколенника перпендикулярна плоскости кассеты).
- Согните колено на 20-30° (см. примечание 1).
- Коленный сустав должен быть расположен в центре снимка, нога выровнена по средней линии стола (кассеты).

Центральный луч

- ЦЛ **наклонен краниально на 5-7°** (см. примечание 2).
- Направьте ЦЛ **на середину коленного сустава, примерно 2,5 см дистальнее** медиального надмыщелка.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С двух сторон — по краям голени, с других двух сторон следует диафрагмировать по краям кассеты, включая, насколько это возможно, бедренную, большеберцовую и малоберцовую кости.

Боковая латеропроекция. Если пациента нельзя поворачивать, то проекцию можно выполнить, расположив кассету между ног пациента, перпендикулярно деке стола, на котором лежит пациент. Под исследуемое колено следует положить подушку так, чтобы не были обрезаны мягкие ткани с задней стороны коленного сустава. Направление рентгеновского пучка — горизонтальное.

Примечание 1: чрезмерное сгибание колена может вызвать напряжение в мускулах и связках, что может скрыть важную диагностическую информацию о состоянии суставной щели. Надколенник при этом расположится в межмыщелковой борозде, что скроет информацию о выпоте в мягких тканях или возможном смещении жировой подушки. Избыточное сгибание может вызвать расхождение осколков надколенника, если они есть.

Примечание 2: для низких пациентов с широким тазом угол наклона ЦЛ следует увеличить до 7-10°, а для высоких пациентов с узким тазом угол наклона ЦЛ не должен превышать 5° (см. с. 205).



Рис. 6-109. Укладка для медиолатеральной боковой проекции коленного сустава — ЦЛ наклонен на 5-7° краниально



Рис. 6-110. Рентгенограмма коленного сустава в медиолатеральной боковой проекции



Рис. 6-111. Анатомическая схема коленного сустава в медиолатеральной боковой проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальный отдел бедренной кости и проксимальный отдел большеберцовой и малоберцовой кости с надколенником должны быть видны в боковой проекции. Бедренно-надколенниковый и коленный сустав должны быть открыты.

Укладка. • Избыточная или недостаточная ротация может быть определена по изображению бугорка приводящей мышцы, расположенного на медиальном мыщелке (если он виден) (см. с. 208, рис. 6-33) и по степени наложения большеберцовой кости на головку малоберцовой кости. (Чем больше поворот, тем больше наложение.) • При **истинно боковой укладке** коленного сустава без ротации **задние границы мыщелков** бедренной кости будут наложены друг на друга • Надколенник виден в профиль, бедренно-надколенниковый сустав открыт.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Краниальный наклон ЦЛ на 5-10° даст наложение **дистальных границ** мыщелков. • Коленный сустав — в центре снимка. Сверху и снизу границы области диафрагмирования минимальны. Все мягкие ткани коленного сустава должны быть включены.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция без движения во время снимка даст возможность видеть детали мягких тканей области коленного сустава, включая передние жировые подушки коленного сустава и трабекулярную структуру костей.

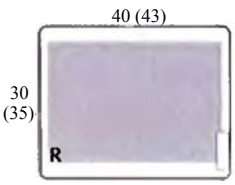
ЗАДНЯЯ ДВУХСТОРОННЯЯ ПРОЕКЦИЯ С НАГРУЗКОЙ: КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

Выявляемая патология

Дегенерация хрящей или другая патология коленного сустава. Для сравнения в рентгенограмму включают оба сустава.

Обычно выполняется задняя проекция, но иногда по требованию врача может быть выполнена и передняя проекция.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 30 х 40 см или 35 х х 43 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный отсеивающий растр.
- 70 ± 5 кВ.
- Уставки и доза

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
11	70	6	340	140	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закроите область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента и снимаемой области

- Пациент стоит на подставке достаточно высоко для того, чтобы излучатель мог обеспечить горизонтальное направление рентгеновского пучка.
- Ступни пациента стоят прямо, вес пациента равномерно распределен на две ноги; пациент должен держаться за какую-нибудь ручку, чтобы не упасть.
- Выровняйте кассету по высоте, расположению коленных суставов, центральной линии деки стола (или стойки снимков) и ЦЛ.

Центральный луч

- ЦЛ идет **перпендикулярно** плоскости кассеты для пациента среднего размера или наклонен **каудально на 5-10°** для пациента астенического телосложения и направлен **на среднюю точку между коленными суставами на 1,25 см ниже верхней точки надколенника.**
- Направьте **ЦЛ на середину коленного сустава, примерно 1,25 см дистальнее верхней точки надколенника.**
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С двух сторон — по краям коленных суставов, сверху и снизу следует диафрагмировать по краям кассеты, включая, насколько это возможно, бедренную, большеберцовую и малоберцовую кости.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Дистальные отделы бедренных костей, проксимальные отделы большеберцовых и малоберцовых костей и коленные суставы обеих сторон.

Укладка. • **Отсутствие ротации** обоих коленных суставов подтверждается симметричностью мыщелков бедренной и большеберцовой костей. • Примерно половина проксимального отдела малоберцовой кости будет перекрыта большеберцовой костью,

Диафрагмирование и ЦЛ. • Суставная щель коленного сустава получится открытой, если ЦЛ будет идти параллельно плато большеберцовой кости. • Область диафрагмирования должна включать оба коленных сустава, а также части бедренных и большеберцовых костей, достаточные, чтобы определить направление их длинных осей.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция позволит видеть слабые контуры надколенника через бедренную кость, должны быть также четко видны мягкие ткани и трабекулярная структура костей, что говорит об отсутсвии движения при экспозиции.



Рис. 6-112. Укладка для задней двухсторонней проекции коленного сустава с нагрузкой — ЦЛ перпендикулярен кассете или наклонен на 5-10° для астеничного пациента

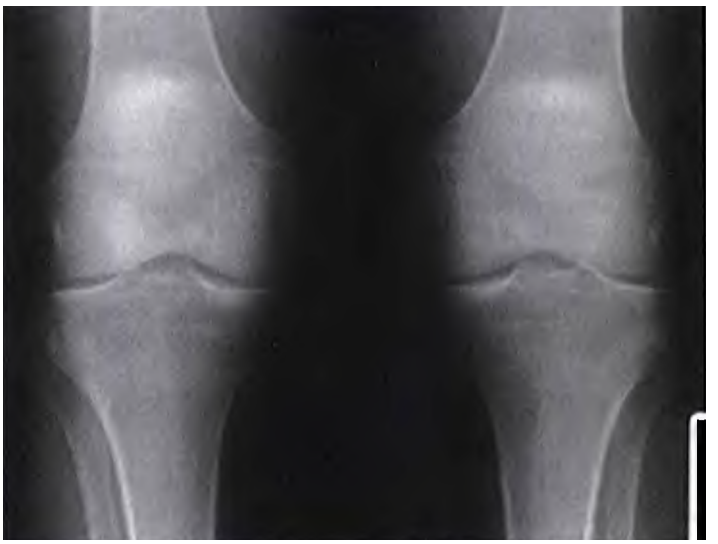


Рис. 6-113. Рентгенограмма коленных суставов в задней двухсторонней проекции с нагрузкой

Альтернативная передняя проекция. При необходимости можно выполнить переднюю проекцию, расположив пациента лицом к деке стола (или стойке снимков), колени должны быть согнуты примерно на 20º, ступни должны стоять прямо, бедра прижаты к деке стола или кассете.

ЦЛ исправлен **каудально на 10°** (параллельно плато большеберцовой кости) на уровень коленного сустава.

Примечание: угол наклона ЦЛ должен обеспечивать его параллельность плато большеберцовой кости, чтобы коленный сустав на снимке выглядел открытым. (См. заднюю проекцию коленного сустава на с. 233 для выбора корректного угла наклона ЦЛ.)

ПЕРЕДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ (ПРОЕКЦИЯ ТОННЕЛЯ): КОЛЕННЫЙ СУСТАВ - МЕЖМЫЩЕЛКОВАЯ ЯМКА

(1) Метод Кэмп Ковентри и (2) метод Холмблада

Коленный сустав — межмыщелковая ямка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Передняя аксиальная

Выявляемая патология

Демонстрируется межмыщелковая ямка, мыщелки бедренной кисти, плато большеберцовой кости и межмыщелковое возвышение, что позволяет выявить патологию костей или хрящей, дефектов, вызванных остеохондрозом, или сужение суставной щели.

Примечание: описаны два метода визуализации названных структур. Укладка лежа на животе (рис. 6-114) — легче для пациента. Метод укладки по Холмбладу — «стоя на коленях» (рис. 6-115) увеличивает сгиб коленного сустава и приводит к несколько иной проекции.



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный отсеивающий растр (рекомендована съемка без растра при толщине колена менее 10 см).
- 75 ± 5 кВ (больше на 4-6 кВ, чем для простой задней проекции коленного сустава).
- Уставки и доза (с растром 12:1):

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
11	78	5	360	170	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенезащитным передником. При укладке по Холмбладу обеспечьте защиту до уровня середины бедренной кости.

Укладка пациента

1. Пациент лежит на животе. Дайте пациенту подушку под голову.
2. Пациент стоит коленями на кассете (деке стола).

Укладка снимаемой области

1. Укладка на животе:
- Согните колено пациента **на 40-50°**. Обеспечьте подставку под голеностопный сустав (рис. 6-114).
- Коленный сустав должен быть расположен в центре снимка, с учетом наклона ЦЛ.

2. Укладка по Холмбладу:
- Пациент стоит на деке стола на четвереньках, кассета расположена под исследуемым коленным суставом, и расположите центр кассеты напротив подколенного сгиба.
- Попросите пациента перенести весь вес тела на другое колено.
- Под голени и голеностопные суставы следует поместить сложенное полотенце, чтобы уменьшить давление на изучаемое колено.
- Попросите пациента медленно **сдвинуты я вперед на 20-30°** и стоять в этом положении. В результате колено будет согнуто на 60 -70°.

Критерии оценки рентгенограммы

• Центр области диафрагмирования должен быть в середине коленного сустава. • В этой проекции межмыщелковая ямка демонстрируется в профиль открытой и без наложений от надколенника.

• Отсутствие ротации подтверждается симметричным изображением дистальных задних мыщелков бедренной кости и наложением примерно половины головки малоберцовой кости на большеберцовую кость. • Артикулирующие поверхности и межмыщелковое возвышение большеберцовой кости демонстрируются без наложений. • Оптимальная экспозиция позволяет видеть мягкие ткани коленного сустава и контуры надколенника через бедренную кость. • Отсутствие движения во время снимка даст четкую трабекулярную структуру мыщелков бедренной кости и проксимального отдела большеберцовой кости.



Рис. 6-114. Укладка в положении лежа на животе (метод Кэмп Ковентри) (коленный сустав согнут на 40-50°)



Рис. 6-115. Укладка по методу Холмблада (коленный сустав согнут на 60-70°)

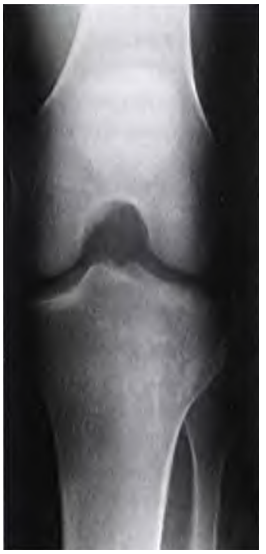


Рис. 6-116. Рентгенограмма коленного сустава в передней аксиальной проекции

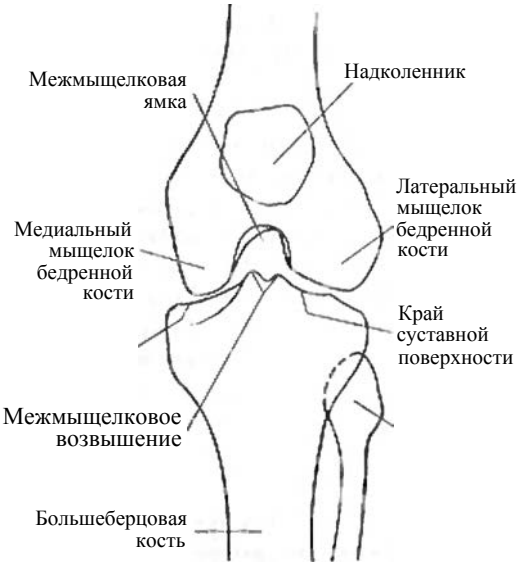


Рис. 6-117. Анатомическая схема коленного сустава в передней аксиальной проекции

Центральный луч

1. Укладка на животе:
- ЦЛ **направлен перпендикулярно нижней части голени** (40-50° каудально, чтобы компенсировать наклон ноги).

2. Укладка по Холмбладу:
- Направьте ЦЛ **перпендикулярно плоскости кассеты и голени**.
- Направьте ЦЛ **на середину подколенного сгиба**.
- Минимальное РИП составляет 100 см

Диафрагмирование. С четырех сторон по краям коленного сустава.

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: КОЛЕННЫЙ СУСТАВ -МЕЖМЫЩЕЛКОВАЯ ЯМКА

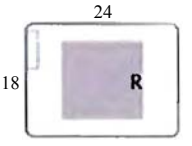
Коленный сустав — межмыщелковая ямка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Передняя аксиальная
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя аксиальная

Выявляемая патология

Демонстрируется межмыщелковая ямка, мыщелки бедренной кости, плато большеберцовой кости и межмыщелковое возвышение, что позволяет выявить патологию костей или хрящей, дефектов, вызванных остеохондрозом, или сужение суставной щели.

Примечание: эта проекция является обратной по отношению к передней аксиальной и выполняется для пациентов, которые не могут быть уложены на живот. Но эта проекция не является рекомендованной из-за геометрических искажений, вызванных увеличенным расстоянием объект/пленка (РОП) и расхождением рентгеновского пучка. В этой проекции область гонад подвержена большему действию рентгеновского излучения.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Если возможно, следует использовать изогнутые кассеты (рис. 6-120).
- Кассеты с усиливающими экранами высокою разрешения, малый фокус рентгеновской трубки (65 ± 5 кВ). Съемка без растра.

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником до уровня середины бедренной кости.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине. Следует создать упор для частично согнутой ноги (рис. 6-118). Нога лежит прямо без ротации.

Укладка снимаемой области

- Согните колено пациента **на 40-45°**. Обеспечьте подставку под кассету, которая должна упираться как в бедро, так и в голень (рис. 6-119).
- Если используется изогнутая кассета, то ее следует разменять так, как показано на рис. 6-120.
- Центр кассеты расположен напротив подколенною сгиба.

Центральный луч

- ЦЛ **направлен перпендикулярно нижней части голени** (40-50º краниально).
- Направьте ЦЛ **на 1,25 см дистальное верхней точки надколенника**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон по краям коленного сустава.

Критерии оценки рентгенограммы

• Центр области диафрагмирования должен быть в середине коленного сустава. • В этой проекции межмыщелковая ямка демонстрируется в профиль открытой и без наложений от надколенника. Межмыщелковое возвышение и плато большеберцовой кости, а также дистальные мыщелки бедренной кости должны быть хорошо видны.

• **Отсутствие ротации** подтверждается симметричным изображением дистальных задних мыщелков бедренной кости и наложением примерно половины головки малоберцовой кости на большеберцовую кость. • Оптимальная экспозиция позволяет видеть мягкие ткани коленного сустава и контуры надколенника через бедренную кость. • Отсутствие движения во время снимка даст четкую трабекулярную структуру мыщелков бедренной кости и проксимального отдела большеберцовой кости.



Рис. 6-118. Укладка задней аксиальной проекции коленного сустава — кассета 18 x 24 см уложена поперечно (коленный сустав согнут на 40-50°)

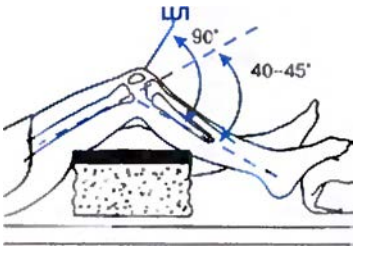


Рис. 6-119. Укладка с плоской кассетой 18 x 24 см

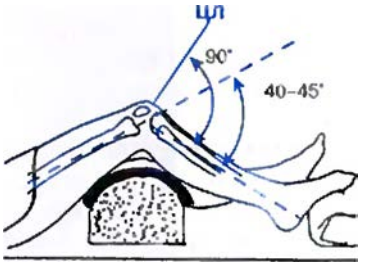


Рис. 6-120. Укладка с изогнутой кассетой (метод Беклера)

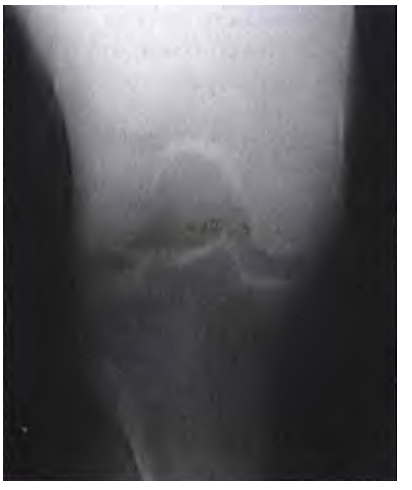


Рис. 6-121. Рентгенограмма коленного сустава в задней аксиальной проекции с наклоном ЦЛ

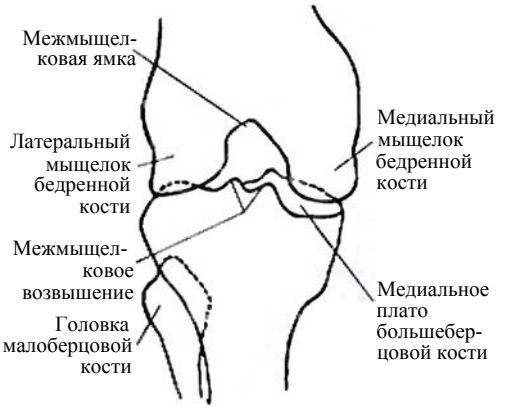


Рис. 6-122. Анатомическая схема коленного сустава в задней аксиальной проекции

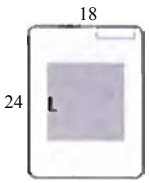
ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: НАДКОЛЕННИК

Надколенник
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Передняя
• Боковая
• Тангенциальная

Выявляемая патология

Переломы надколенника должны выявляться еще до любых проекции со сгибанием колена.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный отсеивающий растр (рекомендована съемка без растра при толщине колена менее 10 см).
- 75 ± 5 кВ (следует увеличить на 4-6 кВ относительно параметров передней проекции коленного сустава для лучшей визуализации надколенника).

• Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
10	76	5	330	170	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на животе, ноги вытянуты. Дайте пациенту подушку для головы. Под голеностопный сустав следует поместить подставку, а также положить небольшую подушку выше колена так, чтобы надколенник не был под давлением веса ноги.

Укладка снимаемой области

- Выровняйте и отцентрируйте длинную ось ноги и колена по средней линии стола и кассеты.
- **Прямая передняя проекция.** Выровняйте линию, соединяющую надмыщелки параллельно плоскости кассеты (**для этого обычно требуется повернуть колено внутрь на 5°**).

Центральный луч

- Направьте ЦЛ **перпендикулярно плоскости кассеты**.
- Направьте ЦЛ **на середину подколенного сгиба**, что в этой укладке совпадает с серединой надколенника.
- минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон по краям коленного сустава.

Примечание: при подозрении на перелом надколенника требуется особое внимание при укладке, н**еобходимо не сгибать колено**, а чтобы **не оказать прямого давления на надколенник** подложите под бедро небольшую подушку или сложенное полотенце.

Если пациент не может уложить колено пронационно, можно выполнить заднюю проекцию надколенника так же, как заднюю проекцию коленного сустава.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Коленный сустав и надколенник с его деталями, хорошо видимыми из-за короткого РОП.

Укладка. • **Отсутствие ротации** подтверждается симметричностью мыщелков. • При корректной ротации коленного сустава внутрь надколенник будет расположен по центру дистального отдела бедренной кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Если поворот ноги и центровка коленного сустава выполнены правильно, то суставная щель коленного сустава будет открытой, а надколенник будет расположен по центру области диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция без движений позволит видеть мягкие ткани области коленного сустава, а также четкую трабекулярную структуру костей и контуры надколенника через дистальный отдел бедренной кости.



Рис. 6-123. Укладка в положении лежа на животе, ЦЛ направлен перпендикулярно кассете на подколенный сгиб

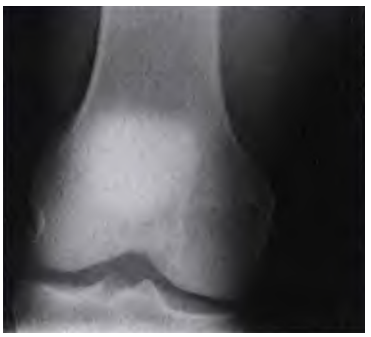


Рис. 6-124. Рентгенограмма надколенника в передней проекции



Рис. 6-125. Анатомическая схема коленного сустава и передней проекции

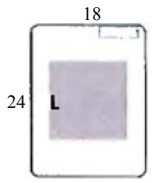
БОКОВАЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: НАДКОЛЕННИК

Надколенник
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Боковая
- Тангенциальная

Выявляемая патология

В сочетании с передней проекцией коленного сустава эта проекция полезна для выявления переломов надколенника, а также патологии надколенника-бедренного и коленного суставов.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты - 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный отсеивающий растр, 70 ± 6 кВ для среднего или маленького пациента (с толщиной колена менее 10 см).
- При снимке на кассеты без растра — 60 ± 5 кВ (уменьшить на 4-6 кВ относительно параметров для боковой проекции коленного сустава, чтобы исключить переэкспозицию надколенника).
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
5	65	4	200	180	М НСЗ Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально, на боку, исследуемой стороной вниз. Положите пациенту подушку под голову. Следует положить полушку под колено другой ноги (рис. 6-126).

Укладка снимаемой области

- Тело пациента и его голень должны быть повернуты так, чтобы обеспечить коленному суставу **истинно боковую укладку** (надмыщелки бедренной кости должны накладываться друг на друга, и плоскость надколенника должна быть перпендикулярна плоскости кассеты).
- Согните колено не более чем **на 5-10°**. (Большее сгибание может привести к смещению отломков надколенника, если они есть.)
- Надколенник должен лежать в центре снимка, и его длинная ось должна быть параллельна длинной оси кассеты.

Центральный луч

- Направьте ЦЛ **перпендикулярно плоскости кассеты**.
- Направьте ЦЛ **на середину надколенника-бедренного сустава**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С четырех сторон по краям коленного сустава так, чтобы была включена только область интереса.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Надколенник в профиль, а также надколенника-бедренный сустав и большеберцово-малоберцовый сустав.

Укладка. • **Истинно боковая укладка**, передние и задние границы медиального и латерального мыщелков бедренной кости должны быть наложены друг на друга, и надколенника-бедренный сустав должен получиться открытым.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Если поворот ноги и центровка коленного сустава выполнены правильно, то надколенник будет в центре области диафрагмирования, а суставная щель надколенника-бедренного сустава будет открытой. • Область диафрагмирования должна включать надколенник и коленный сустав с центром в области середины надколенника-бедренного сустава.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция без движений позволит видеть мягкие ткани области коленного сустава, а также хорошо экспонированный надколенник. • Трабекулярная структура костей и надколенника должна выглядеть четкой.

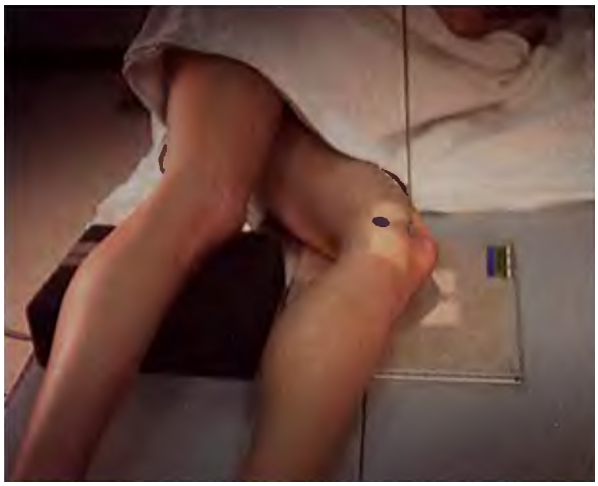


Рис. 6-126. Укладка для боковой проекции надколенника

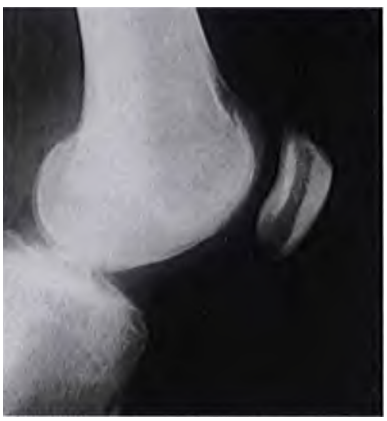


Рис. 6-127. Рентгенограмма надколенника и боковой проекции

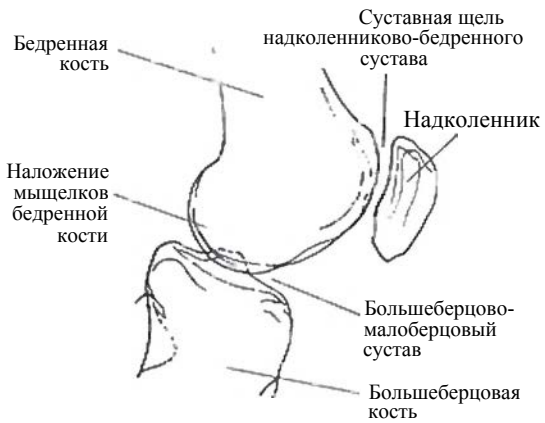


Рис. 6-128. Анатомическая схема коленного сустава в боковой проекции

Примечание: при подозрении на острую травму можно выполнить **боковую латеропроекцию** без сгибания ноги, в положении пациента на спине, как описано в главе 19.

ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ (АКСИАЛЬНАЯ) ПРОЕКЦИЯ: НАДКОЛЕННИК

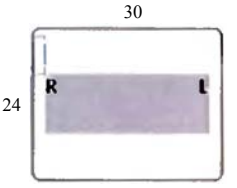
Двухсторонняя проекция по методу Мерчанта

Надколенник
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Боковая
- Тангенциальная

Выявляемая патология

Подвывих надколенника и другая поталогия надколенника и надколенника-бедренного сустава.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение поперечное.
- Кассета с усиливающим экраном высокого разрешения.
- 65 ± 5 кВ.
- Следует использовать специальный фиксатор для ног с держателем кассеты.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
8	66	11	220	140	М Ж	НСЗ <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине на краю стола, ноги согнуты под углом 40° и лежат на специальной подставке. Пациент должен лежать комфортно и расслабленно так, чтобы четырехглавая мышца была расслаблена (см. примечание).

Укладка снимаемой области

- Дистальный отдел бедренной кости должен лежать на уровне деки стола, поэтому его нужно поместить на подставку (рис. 6-129).
- Колени и ступни должны быть сдвинуты вместе и закреплены ниже коленного сустава так, чтобы предотвратить ротацию коленных суставов и позволить пациенту лежать расслабленно.
- Поместите кассету примерно на 30 см ниже коленных суставов перпендикулярно рентгеновскому пучку.

Центральный луч

- ЦЛ должен быть наклонен каудально на 30° к горизонтали. Угол наклона ЦЛ должен соответствовать положению ног так, чтобы обеспечить тангенциальную проекцию надколенниково-бедренного сустава.
- Направьте ЦЛ на середину линии, соединяющей надколенники.
- РИП составляет от 120 до 180 см (увеличение РИП уменьшает геометрическое увеличение изображения).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Межмыщелковая борозда (блоковая борозда) и надколенники с дистальными отделами бедренных костей должны быть видны в профиль с открытыми суставными щелями надколеннико-бедренных суставов.
Укладка. • Отсутствие ротации колена подтверждается симметричным изображением надколенника, передней части мыщелка бедренной кости и межмыщелковой борозды.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Корректный наклон ЦЛ и его правильная центровка подтверждаются открытыми суставными щелями надколеннико-бедренных суставов. • Поле диафрагмирования должно включать только надколенники и передние части мыщелков бедренных костей.
Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция позволит видеть мягкие ткани области коленного сустава и края суставных щелей. Трабекулярная структура костей и надколенника должна выглядеть четкой. Мыщелки бедренной кости должны выглядеть недоэкспонированными.



Рис. 6-129. Укладка для билатеральной тангенциальной проекции надколенников, коленный сустав согнут на 40°



Рис. 6-130. Специальная подставка для ног с кассетодержателем (с разрешения Медицинского центра и Госпиталя Св. Иосифа, Феникс, США)

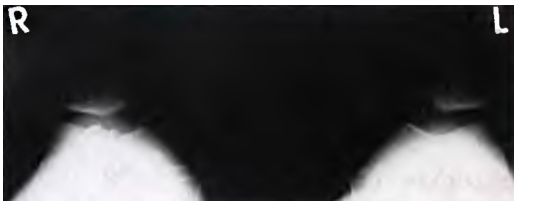


Рис. 6-131. Рентгенограмма надколенников в двухсторонней тангенциальной проекции

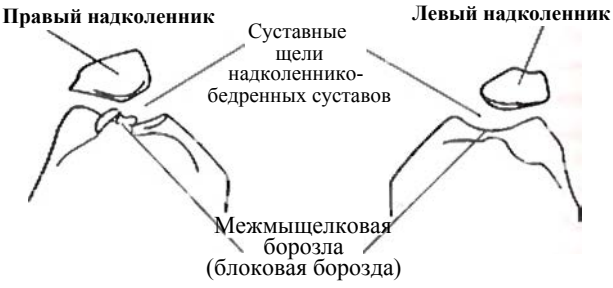


Рис. 6-132. Анатомическая схема надколенников двухсторонней тангенциальной проекции

Диафрагмирование. С четырех сторон максимально близко к краям области интереса.

Примечание: комфорт пациента очень важен, четырехглавая мышца должна быть расслаблена, чтобы избежать подвывиха надколенника, когда надколенник будет притянут к межмыщелковой борозде, что даст неверную диагностическую трактовку[1].

[1] Merchant AC et al: Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence, *J Bone Joint Surg* 56-A:1391-1396, 1974

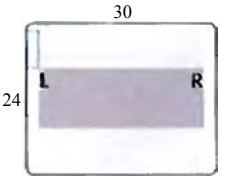
ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ (АКСИАЛЬНАЯ) ПРОЕКЦИЯ: НАДКОЛЕННИК

1. Нижневерхняя проекция (пациент лежит на спине, колени согнуты на 45°)
2. Метод Хьюстона (пациент лежит на животе, колени согнуты на 55°)
3. Метод Сеттегаста (пациент лежит на животе, колени согнуты на 90°)

Надколенник
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Боковая
- Тангенциальная

Выявляемая патология

Три дополнительных метода выполнения тангенциальной проекции надколенника и надколенниково-бедренного сустава изложены в порядке их распространенности. Указаны преимущества и недостатки каждого метода. Обычно выполняются снимки сразу двух надколенников.



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — 24 x 30 или 18 x x 24 см, расположение поперечное.
- Кассета с усиливающим экраном высокого разрешения, малое фокусное пятно.
- 65 ± 5 кВ.

1. Нижневерхняя проекция

- Пациент лежит на спине, ноги вместе, расслаблены и лежат на специальной подушке (рис. 6-133) так, что согнуты под углом 40-45°.
- Ноги лежат без ротации прямо.
- Кассета стоит на середине бедер, перпендикулярно ЦЛ (рис. 6-133). Используйте мешки с песком, ленты и другие подручные средства для фиксации кассеты в этом положении. Не следует заставлять пациента садиться и удерживать кассету телом в этом положении, так как при этом он получит существенную дозу

Центральный луч

- ЦЛ должен быть направлен снизу вверх, пол углом 10-15° к голени так, чтобы обеспечить тангенциальную проекцию надколенникооо-бедренного сустава. Пальпируйте края надколенника, чтобы определить корректный угол наклона ЦЛ.
- РИП составляет от 100 до 120 см.

Примечание 1: большое преимущество этого метода в том, что он не требует специальных приспособлений, а укладка комфортна для пациента. С подходящей подставкой легко обеспечить сгибание колонного сустава **на 40-45°**. Единственным недостаткам является фиксация кассеты, которую трудно удерживать в этом положении, особенно если сотрудничество с пациентом во время исследования затруднено.

2. Метод Хьюстона[1] (можно выполнять двухстороннюю проекцию на одну кассету).

Пациент лежит на животе, кассета лежит под коленным суставом на деке стола; медленно согните колено пациента на 45⁰ (см. примечание 3); попросите пациента удерживать голень в этом положении при помощи ленты или обеспечьте какой-либо упор для ноги и этом положении.

Центральный луч

- ЦЛ должен быть направлен под углом 15-20° к голени, так чтобы обеспечить тангенциальную проекцию надколенниково-бедренного сустава
- Направьте ЦЛ на середину надколенниково-бедренного сустава.
- Минимальное РИП составляет от 100 см.

Примечание 2: в этом методе укладка относительно комфортна для пациента, а также достигается расслабленное состояние четырехглавой мышцы. Главным недостатком метода является геометрическое искажение изображения из-за сложностей выравнивания ЦЛ и ноги, а также (иногда) сложность позиционирования излучателя в этом положении.

[1] Hughston AC: Subluxalion of the patella, *J Bone Joint Surg* 50-A:1003-1026, 1068.



Рис. 6-133. Укладка для нижневерхней тангенциальной проекции надколенников, коленный сустав согнут на 40-45°



Рис. 6-134. Укладка по методу Хьюстона[3], коленный сустав согнут на 45°



Рис. 6-135. Укладка по методу Сеттегаста, коленный сустав согнут на 90° (см. примечание 4)

Примечание 3: некоторые авторы предлагают сгибать колено только на 20º, чтобы избежать смещения надколенника в межмыщелковую борозду, что затрудняет диагностику ранних стадий патологии сустава.[2]

3. Метод Сеттегаста

Предупреждение: сильное сгибание колена должно выполняться только после исключения перелома надколенника исследованиями в других проекциях.

- Пациент лежит на животе, кассета лежит под коленным суставом на деке стола; медленно согните колено пациента **минимум па 90º**; попросите пациента удерживать голень в этом положении при помощи ленты или обеспечьте какой-либо упор для ноги в этом положении

Центральный луч

- ЦЛ должен быть направлен **под углом 15-20° к голени**, так чтобы обеспечить **тангенциальную проекцию надколенниково-бедренного сустава**.
- Минимальное РИП составляет от 100 см.

Примечание 4: большим недостатком этого метода является смещение надколенника в межмыщелковую борозду напряженной четырехглавой мышцей, что снижает диагностическую значимость этой проекции.

[2] Manaster BJ: Handbook in radiology, *Skeletal Radiol*, St Louis, 1989, Year Book Pub.

[3] Turner GW, Burns CB: Erect position/tangential projections of the pateliofemoral joint, *Radiol Technol* 54-1:11-14, 1982.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: БЕДРЕННАЯ КОСТЬ - СЕРЕДИНА И ДИСТАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

Примечание: если областью интереса является проксимальный отдел бедренной кости, рекомендуем обратиться к описанию исследования костей таза в главе 7.

Бедренная кость — середина и дистальный отдел
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Боковая

Выявляемая патология

Диагностика переломов и других патологических изменений в среднем и дистальном отделах бедренной кости, включая коленный сустав.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный отсеивающий растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Для использования анодного «пяточного» эффекта следует расположить пациента так, чтобы его голова и таз находились с катодной стороны излучателя.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
13	75	12	820	250	М 160 Ж <1

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником. Необходимо это выполнить тщательно, так как первичный пучок в этом случае достаточно близок к области гонад.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, исследуемое бедро лежит вдоль средней линии стола. Дайте пациенту подушку под голову. (Эту проекцию можно выполнить, если пациент лежит на носилках, подложив кассету под бедро.)

Укладка снимаемой области

- Бедро должно лежать вдоль длинной оси стола или кассеты по центральной линии.
- Поверните ногу внутрь примерно на 5° для прямой задней проекции, как в случае с прямой задней проекцией коленного сустава. (Для проксимального отдела бедренной кости требуется поворот ноги внутрь па 10-15°, как при выполнении проекции тазобедренного сустава).
- Убедитесь, что коленный сустав войдет в снимок, с учетом расхождения рентгеновского пучка. (Нижний край кассеты должен быть ниже коленного сустава примерно на 5 см.)

Центральный луч

- Направьте ЦЛ **перпендикулярно** бедренной кости и плоскости кассеты.
- Направьте ЦЛ **на середину кассеты**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С двух сторон — по бокам бедра, сверху и снизу — по краям кассеты.

Рентгенограмма с включением двух суставов: Чаще всего при исследовании бедренной кости правила отделении лучевой



Рис. 6-136. Укладка для задней проекции среднего и дистального отделов бедра (катод трубки расположен со стороны головы пациента)



Рис. 6-137. Рентгенограмма среднего и дистального отделов бедра в задней проекции

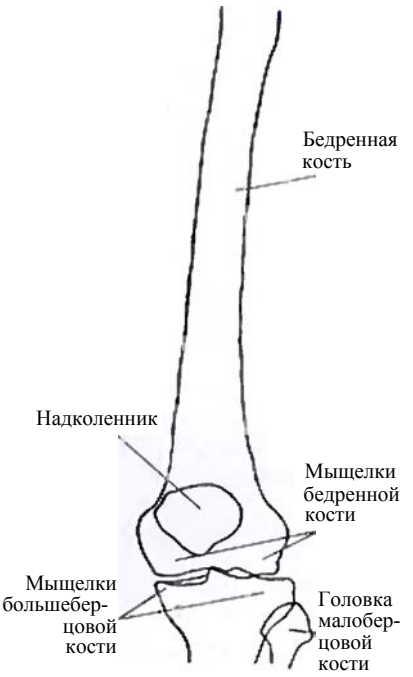


Рис. 6-138. Анатомическая схема среднего и дистального отделов бедра в задней проекции

диагностики требуют включения обеих суставов - тазобедренного и коленного. При исследовании взрослых большого размерь требуется использовать вторую кассету, которую помещают либо под коленный, либо под тазобедренный сустав. Если исследование включает тазобедренный сустав, то требуется ногу повернуть внутрь на 10-15°, чтобы получить изображение шейки бедра в профиль.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Две трети дистального отдела бедренной кости, включая коленный сустав. • Суставная щель коленного сустава не будет открыта полностью из-за расхождения рентгеновского пучка.

Укладка. • Отсутствие ротации подтверждается симметричностью мыщелков бедренной и большеберцовой кости, контуры надколенника смещены медиально относительно бедренной кости. • Медиальная половина головки малоберцовой кости будет закрыта большеберцовой костью.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Бедренная кость должна быть центрирована по полю облучения и располагаться вдоль длинной оси пленки, коленный сустав должен отстоять от нижнего края снимка примерно на 2,5 см. • Сверху и снизу края диафрагмы должны отстоять на минимальное расстояние от краев пленки.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция с корректным использованием анодного «пяточного» эффекта даст однородную оптическую плотность всей бедренной кости. • Отсутствие движений позволит видеть четкую трабекулярную структуру всей бедренной кости.

БОКОВАЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЛИ ЛАТЕРОМЕДИААЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: БЕДРЕННАЯ КОСТЬ - СЕРЕДИНА И ДИСТАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

Примечание: для выявления травмы проксимального отдела бедренной кости мы рекомендуем использовать методы исследования костей таза, описанные в главе 7. Для прочих исследований этой области см. стр. 246.

Бедренная кость — середина и дистальный отдел
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя
- Боковая

Выявляемая патология

Диагностика переломов и других патологических изменений кости в средней и дистальной трети бедренной кости, включая коленный сустав.

35



Технические условия экспозиции

- Размер кассеты - 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный отсеивающий растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Для использования анодного «пяточного» эффекта следует расположить пациента так, чтобы его голова и таз находились с катодной стороны излучателя.
- Уставки и доза (с растром 12:1)

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
11	75	7	470	240	М 90 Ж <2

мкГр

Радиационная защита

Закройте область гонад пациента рентгенозащитным передником. Необходимо это выполнить тщательно, так как первичный пучок в этом случае достаточно близок к области гонад.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально на боку, исследуемым бедром вниз или в случае травмы — пациент лежит на спине на носилках.

Укладка снимаемой области

Пациент горизонтально, на боку (рис. 6-139):

Предупреждение: не следует использовать эту укладку в случае травмы бедра.

- Пациент лежит исследуемым бедром вниз, согните колено пациента примерно на 45° и выровняйте бедро по средней линии стола или кассеты.
- Другая нога лежит сзади на подушках (рис. 6-139), что предотвращает ротацию исследуемого бедра.
- Убедитесь, что коленный сустав войдет в снимок, с учетом расхождения рентгеновского пучка. (Нижний край кассеты должен быть ниже коленного сустава примерно на 5 см.) Для взрослых пациентов под проксимальный отдел бедренной кости и тазобедренный сустав может потребоваться вторая кассета (см. стр. 246).

Латеромедиальная латеропроекция в случае травмы (рис. 6-140).

- Нужно уложить всю ногу от голеностопного сустава до средней части бедра на подушки (рис. 6-140) как для прямой задней проекции.
- Кассета стоит ребром на деке стола, прилегая к медиальной части бедра, горизонтально направленный рентгеновский пучок входит в бедро с латеральной стороны.

Центральный луч

- Направьте ЦЛ **перпендикулярно** бедренной кости и плоскости кассеты **на середину кассеты**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. По бокам — близко к краям бедра, сверху и снизу — по краям кассеты.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Две трети дистального отдела бедренной кости, включая коленный сустав. • Суставная щель коленного сустава не будет открыта полностью, и дистальные края мыщелков бедренной кости не будут накладываться друг на друга из-за расхождения рентгеновского пучка.

Укладка. • Истинно боковая проекция подтверждается наложением передних и задних краев медиальных и латеральных мыщелков бедренной кости, суставная щель надколенника-бедренного сустава открыта и выровнена по контуру мыщелков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Бедренная кость должна идти по центру снимка, коленный сустав должен отстоять от нижнего края снимка примерно на 2,5 см. • Сверху и снизу должны быть видны поля диафрагмирования небольшой ширины.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция с корректным использованием анодного «пяточного эффекта» дадут однородную оптическую плотность всей бедренной кости. • Отсутствие движений позволит видеть четкую трабекулярную структуру всей бедренной кости.



Рис. 6-139. Укладка для боковой медиолатеральной проекции среднего и дистального отделов бедра



Рис. 6-140. Укладка для латеромедиальной латеропроекции среднего и дистального отделов бедра в случае травмы



Рис. 6-141. Рентгенограмма среднего и дистального отделов бедра в боковой проекции

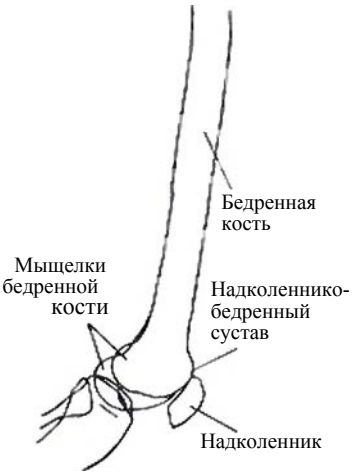


Рис. 6-142. Анатомическая схема среднего и дистального отделов бедра в боковой проекции

БОКОВАЯ - МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: БЕДРЕННАЯ КОСТЬ - СЕРЕДИНА И ПРОКСИМАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

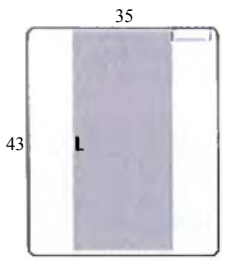
Предупреждение: не следует выполнять эту проекцию если есть подозрение на перелом в проксимальном отделе бедренной кости или костей таза. (См. исследование случаев травмы костей таза в главе 7).

Бедренная кость — середина и проксимальный отдел
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (см. заднюю проекцию тазобедренного сустава, см. главу 7)
- Боковая

Выявляемая патология

Диагностика переломов и других патологических изменений кости в средней и проксимальной трети бедренной кости и латеральной области тазобедренного сустава.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижным отсеивающий растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Для использования анодного «пяточного» эффекта следует расположить пациента так, чтобы его голова и таз находились с катодной стороны излучателя.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
14	75	12	810	360	М 620 Ж 10

мкГр

Радиационная защита

Обычно в этой проекции трудно обеспечить защиту области гонад, не закрыв исследуемые анатомические структуры.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально на боку исследуемым бедром вниз; положите пациенту подушку под голову.

Укладка снимаемой области

- Согните колено пациента примерно на 45°, и выровняйте бедро по средней линии стола. Помните, что проксимальный и средний отделы бедренной кости расположены близко к передней поверхности бедра.
- Другая нога должна быть вытянута и уложена сзади исследуемой ноги, пациент должен быть повернут на спину примерно на 15°, чтобы избежать наложения проксимального отдела бедренной кости на тазобедренный сустав.
- Убедитесь, что коленный сустав войдет в снимок, с учетом расхождения рентгеновского пучка. (Нижний край кассеты должен быть ниже коленного сустава примерно на 5 см.)

Центральный луч

- Направьте ЦЛ **перпендикулярно** бедренной кости и плоскости кассеты.
- Направьте ЦЛ **на середину кассеты**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. С двух сторон — по бокам бедра, сверху и снизу — по краям кассеты.

Рентгенограмма с включением двух суставов. Чаще всего при исследовании бедренной кости правила отделения лучевой диагностики требуют включения обоих суставов — тазобедренного и коленного. При исследовании крупных взрослых требуется использовать вторую кассету (меньшего размера — 24 x 30 см), которую помещают либо под коленный, либо под тазобедренный сустав.



Рис. 6-143. Укладка для боковой медиолатеральной проекции среднего и проксимального отделов бедра



Рис. 6-144. Рентгенограмма среднего и проксимального отделов бедра в боковой медиолатеральной проекции

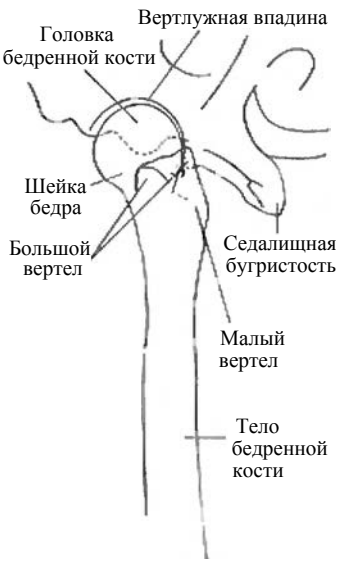


Рис. 6-145. Анатомическая схема среднего и проксимального отделов бедра в боковой медиолатеральной проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Половина либо две трети проксимального отдела бедренной кости, включая тазобедренный сустав. • Проксимальный отдел бедренной кости и тазобедренный сустав не должны быть перекрыты изображением второй ноги.

Укладка. • Истинно боковая проекция подтверждается наложением малого и большого вертела бедренной кости, с небольшим выступом вертела с медиальной стороны • Большой вертел практически полностью перекрыт шейкой бедра.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Бедренная кость должна идти по центру снимка, тазобедренный сустав должен отстоять от верхнего края снимка примерно на 2,5 см • Сверху и снизу должны быть видны поля диафрагмирования небольшой ширины.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция с корректным использованием анодного «пяточного» эффекта дадут однородную оптическую плотность всей бедренной кости. • Отсутствие движений позволит видеть четкую трабекулярную структуру всей бедренной кости.

Упражнения по рентгенограммам

Оцените прицеленные рентгенограммы, используя принципы, которые рассмотрены в этой главе и категории, приведенные справа для начала предлагаем обдумать, к какой категории можно отнести **ошибку** на снимке, требующую его **пересъемки**.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ					
	А	Б	В	Г	Д	Е
1. Видимые анатомические структуры	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2. Укладка пациента	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4. Параметры экспозиции	_____	_____	_____	_____	_____	_____
5. Маркировка	_____	_____	_____	_____	_____	_____

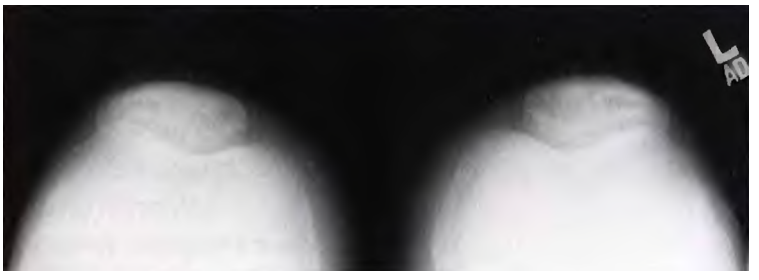


Рис. С6-146. Двухсторонняя проекция надколенников **А**



Рис. С6-147. Задняя проекции стопы **Б**



Рис. С6-148. Боковая проекция голеностопного сустава **В**



Рис. С6-149. Задняя проекция коленного сустава **Г**



Рис. С6-150. Боковая проекция коленного сустава **Д**



Рис. С6-151. Боковая проекция коленного сустава **Е**

ГЛАВА 7

Проксимальный отдел бедренной кости и тазовый пояс

СОАВТОРЫ: Jeannean Hall-Rollins, MRC, BSRT (R) (CV)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Бедренная кость, 249
Таз, 250
Тазовая кость, 250
Топографические ориентиры, 251
Малый и большой таз, 252
Родовой канал, 252
Сравнение мужского и женского таза, 253
Упражнения по рентгенограммам, 254
Классификация суставов, 255

Укладки

Укладка — общие положения
- Местонахождение головки и шейки бедренной кости, 256
- Влияние ротации нижней конечности, 257
- Гонадная защита, 258
- Рентгенография в педиатрии и гериатрии, 258
- Альтернативные методы исследования, 259
- Клинические показания, 259
- Результаты опроса по США и Канаде, 260
- Основные и специальные проекции, 261

Таз
- Задняя проекция таза, 262
- Задняя двухсторонняя в положении лягушки (модифицированная по методу Кливза), 263
- Задняя аксиальная для выхода из таза (по Тейлору), 264
- Задняя аксиальная для входного отверстия таза (модификация по Лилиенфельду), 265
- Задняя косая вертлужной впадины (по Джудету), 266

Таз и проксимальная бедренная кость
- Задняя односторонняя тазобедренного сустава, 267
- Аксиолатеральная нижневерхняя (по Данелиусу -Миллеру), 268
- Односторонняя проекция в положении лягушки (модификация по Кливзу), 269
- Модифицированная аксиолатеральная (по Клементсу-Накаяме), 270

Крестцово-подвздошные суставы
- Задняя аксиальная, 271
- Задние косые, 272

Упражнения по рентгенограммам, 273

Нижняя конечность

Первые две группы костей нижней конечности, стопа и голень, были описаны в главе 6 вместе с дистальным отделом бедренной кости, а также связанными с ними коленными и голеностопными суставами.

Третья и четвертая группы костей нижней конечности, о которых пойдет речь в этой главе, включают **проксимальный отдел бедренной кости и тазовый пояс**.

Суставы, относящиеся к этой группе костей, описанные в настоящей главе, — важные суставы тазового пояса: **тазобедренные, крестцово-подвздошные суставы и лобковый симфиз**.

БЕДРЕННАЯ КОСТЬ

Бедренная кость — самая длинная и крепкая кость во всем теле Эта кость, а также суставы, расположенные на ее концах, несут вес всего тела человека. Поэтому эти суставы часто страдают при травме.

Проксимальный отдел бедренной кости

Проксимальный отдел бедренной кости состоит из четырех основных частей — (1) головки, (2) шейки, (3) большого и (4) малого вертелов.

Головка бедренной кости округлая и гладкая в месте сочленения с костями таза. На головке недалеко от ее центра находится углубление, называемое **ямкой головки бедренной кости**, где крепится большая связка, именуемая **связкой головки бедренной кости.**

Шейка бедренной кости представляет собой часть бедра, соединяющую головку с телом или диафизом бедренной кости в области вертелов.

Большой вертел — это большой выступ, находящийся **выше** и **латерально** к стержню бедренной кости, он легко пальпируется и может служить топографическим ориентиром. **Малый вертел** — это выступ меньшего размера конической формы с тупым концом, выступающий медиально и сзади от места соединения шейки и стержня бедренной кости. Вертела соединяются сзади толстым гребнем, называемым **межвертельным гребнем**. **Тело** бедренной кости длинное и почти цилиндрической формы.

Углы проксимальной бедренной кости. Угол шейки к диафизу у среднего взрослого составляет приблизительно **125°**, с разбросом в диапазоне ± 15°, в зависимости от ширины таза и длины нижних конечностей. У длинноногих людей с узким тазом бедренная кость будет почти вертикальной и угол шейки будет составлять около 140°. У людей невысоких с широким тазом этот угол будет меньше (от 110 до 115°).

У среднего взрослого в анатомической позиции продольная ось бедренной кости наклонена под углом приблизительно **10° к вертикали**, как показано на рис. 7-3 (слева). Этот вертикальный угол равен примерно 15° у людей с широким тазом и короткими конечностями, а у длинноногих людей он составляет лишь 5°. Этот угол влияет на укладку и углы наклона центрального луча (ЦЛ) для боковой укладки колена, о чем говорилось в главе 6, стр. 205, рис. 6-20.

Другой угол шейки и головки бедренной кости, который также важен в рентгенографии, — это **передний угол** наклона головки и шейки в **15-20°** по отношению к телу бедренной кости (см. правую схему на рис. 7-3), в результате чего головка выступает несколько вперед. Этот угол важен при укладке, когда бедренную кость и ногу нужно повернуть на **15-20° внутрь** так, чтобы шейка бедренной кости была параллельна кассете для прямой задней проекции проксимальной бедренной кости.

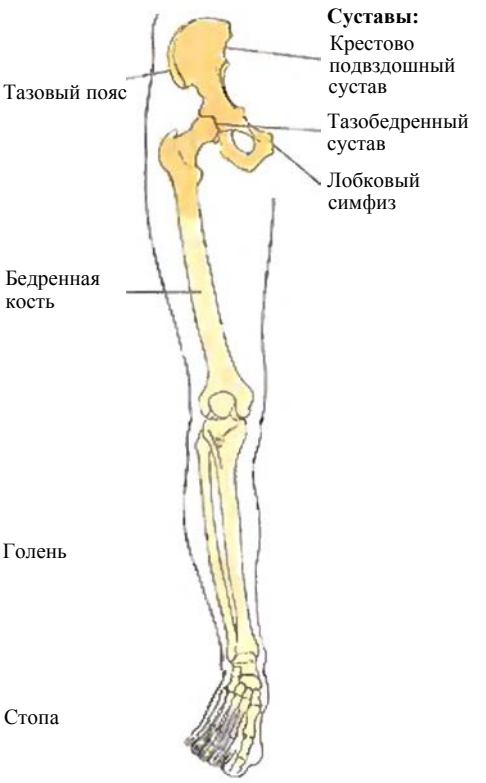


Рис. 7-1. Нижняя конечность

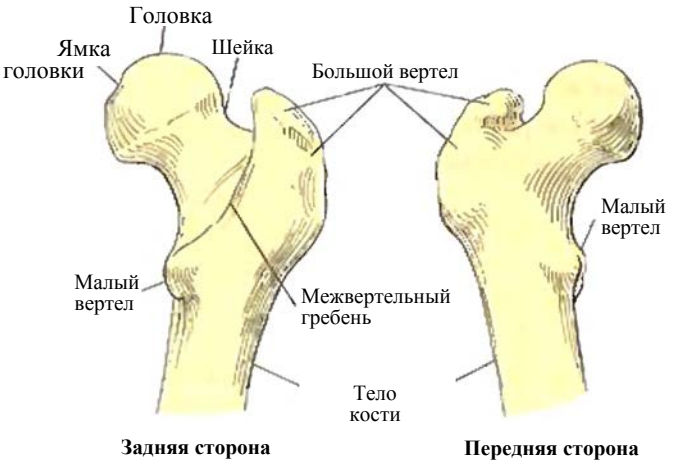


Рис. 7-2. Проксимальный отдел бедренной кости

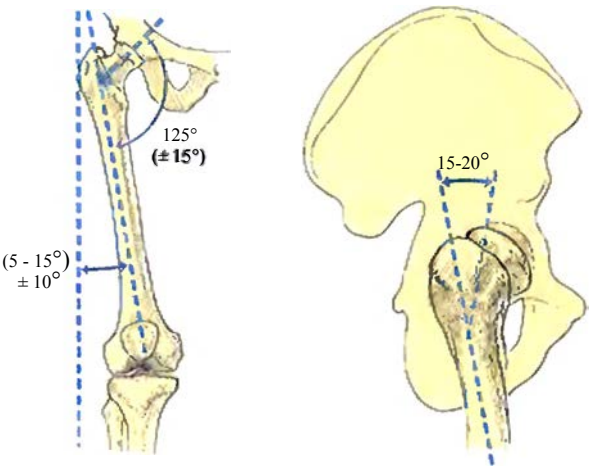


Рис. 7-3. Углы между частями проксимального отдела бедренной кости

Таз

Весь таз служит основанием туловища и образует соединение между позвоночным столбом и нижними конечностями. Таз состоит из четырех костей — двух **тазовых костей** (также называемых **безымянными костями**), одного **крестца** и одного копчика.

Иногда термин **«тазовый пояс»** используют применительно ковсему тазу. Однако это неверно, так как **тазовый пояс состоит только из двух тазовых костей**, а таз **включает еще крестец и копчик**[1].

Примечание: крестец и кончик тоже являются важными частями дистального позвоночного столба, и в нашем Руководстве они описаны в главе 9 вместе с поясничным отделом позвоночника.

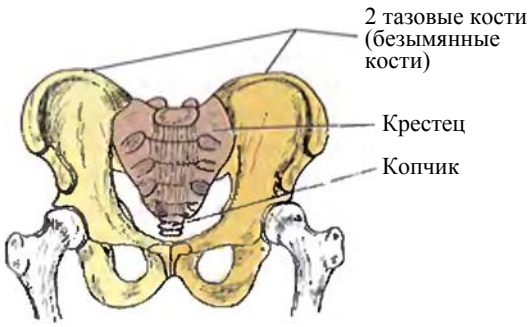


Рис. 7-4. Таз — четыре кости: две тазовые кости, крестец и копчик

ТАЗОВАЯ КОСТЬ

Каждая тазовая кость состоит из трех частей: (1) **подвздошной кости**, (2) **седалищной кости** и (3) **лобковой кости**. У ребенка это три отдельные кости, но к середине подросткового возраста они срастаются в одну. Это срастание происходит в области **вертлужной** впадины. Вертлужная впадина — это глубокая, чашеобразная впадина, служащая вместилищем головки бедра.

Подвздошная кость — самая большая из всех трех костей таза, расположена над вертлужной впадиной. Седалищная кость расположена ниже и сзади вертлужной впадины, а лобковая — ниже и спереди вертлужной впадины. Далее будет подробно описан каждый из трех отделов тазовой кости.

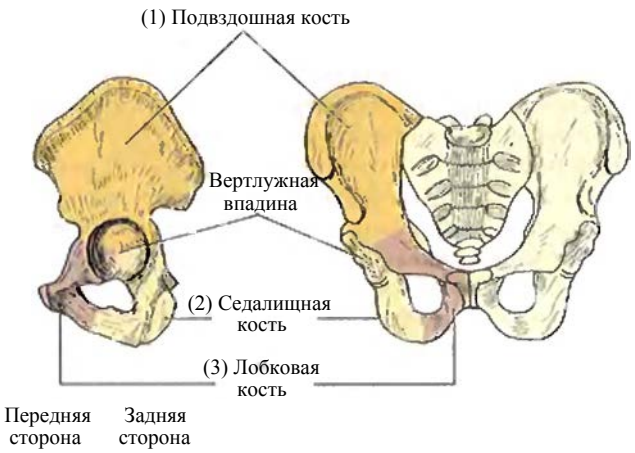


Рис. 7-5. Тазовая кость - три части

Подвздошная кость

Каждая подвздошная кость состоит из тела и крыла. Тело подвздошной кости представляет собой нижнюю ее часть около вертлужной впадины и занимает две пятых вертлужной впадины. Крыло — тонкая крыловидная верхняя часть подвздошной кости.

Гребень подвздошной кости — верхний край крыла, идущий от **верхней передней подвздошной ости** (ВППО) к **верхней задней подвздошной ости** (ВЗПО). В терминологии укладок самую высокую точку гребня часто называют **подвздошным гребнем**, хотя в действительности гребень протянулся между ВППО и ВЗПО.

Ниже ВППО находится менее выдающийся выступ, называемый **нижней передней подвздошной остью**. Подобно ему, ниже ВЗПО расположена **нижняя задняя подвздошная ость**.

Ориентиры для укладок. Гребень подвздошной кости (подвздошный гребень) и ВППО являются двумя важными ориентирами для укладок.

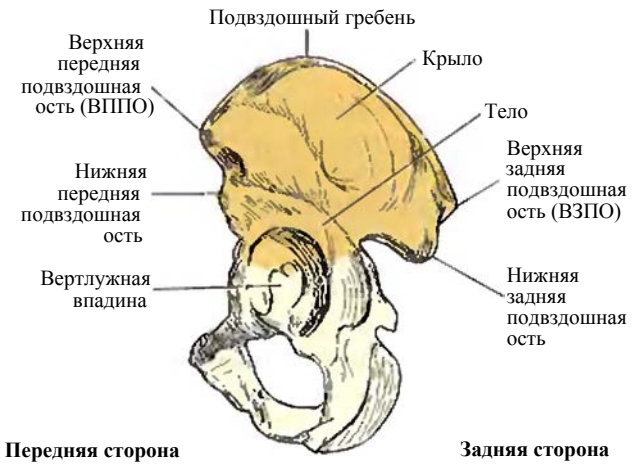


Рис. 7-6. Подвздошная кость

[1] Cray H: Cray's anatomy, ed 13, Philadelphia, 1985, Lea & Tebiger, pp. 261, 270

Седалищная кость

Седалищная кость — часть тазовой кости, расположенная ниже и сзади вертлужной впадины. Каждая седалищная кость имеет **тело** и **ветвь**. Верхний отдел тела седалищной кости образует две пятых части задненижнего отдела вертлужной впадины. Нижний отдел тела седалищной кости (старое название — *верхняя ветвь*) выступает каудально и медиально от вертлужной впадины, заканчиваясь **седалищной бугристостью**. Спереди от седалищной бугристости выступает **ветвь** седалищной кости.

Округлая, шероховатая область вблизи соединения нижней части тела и нижней ветви является топографическим ориентиром, называемым **бугристостью** седалищной кости, или **седалищной бугристостью**.

Сзади от вертлужной впадины расположен костный выступ, называемый **седалищной остью**. Небольшая часть седалищной ости также видна на изображении спереди (рис. 7-8). (Ее тоже можно увидеть на рентгенограмме — рис. 7-17.)

Непосредственно над седалищной остью расположена глубокая вырезка, именуемая **большой седалищной вырезкой**. Под седалищной вырезкой находится **малая седалищная вырезка**.

Ориентир для укладки. На седалищную бугристость приводится большая часть веса тела человека, когда он сидит. Ее можно пальпировать через мягкие ткани каждой ягодицы в положении лежа на животе. Однако поскольку это вызывает ощущение дискомфорта и смущение у пациента, этот ориентир используется не так часто, как описанные ранее ВППО и гребень подвздошной кости.

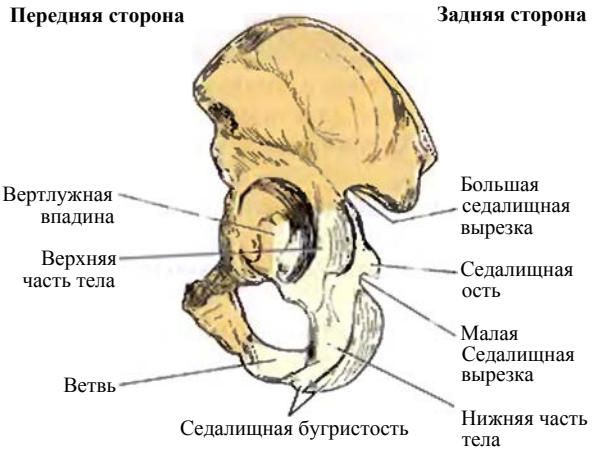


Рис. 7-7. Седалищная кость

Лобковая кость

Последний из трех отделов тазовой кости — **лобок**, или **лобковая кость**. Тело лобковой кости находится спереди и ниже вертлужной впадины и образует одну пятую верхненижнюю часть вертлужной впадины.

От тела каждой лобковой кости спереди и медиально отходит **верхняя ветвь**. Две верхние ветви встречаются на средней линии, образуя слегка подвижный сустав, симфиз лобковой кости, также называемый лобковым симфизом, или лонным сочленением. Каждая нижняя ветвь идет вниз и назад от симфиза лобковой кости, соединяясь с ветвью соответствующей седалищной кости.

Запирательное отверстие представляет собой большое отверстие, образованное ветвью и телом каждой седалищной кости и лобковой костью. Запирательное отверстие является самым большим отверстием в костной системе человека.

Ориентир для укладки. Гребни подвздошной кости и ВППО являются важными ориентирами укладки. Верхний край лобкового симфиза является возможным ориентиром для укладки таза и бедра, а также для укладки живота, так как он определяет самую нижнюю границу брюшной полости. Однако этим ориентиром обычно не пользуются по причине смущения или стеснения пациента при пальпации лобкового симфиза, так что лучше использовать другие доступные ориентиры.

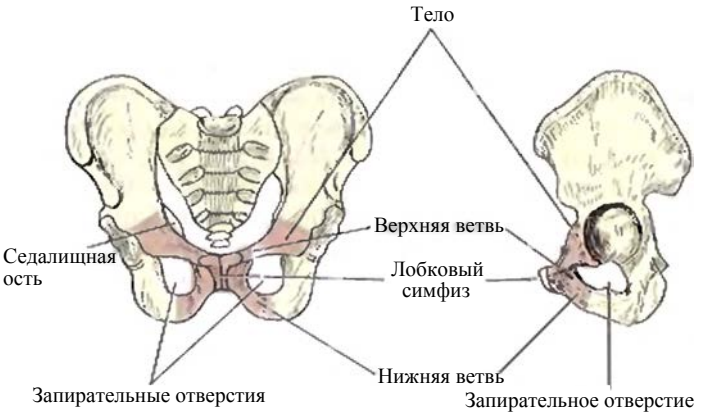


Рис. 7-8. Лобок (лобковая кость)

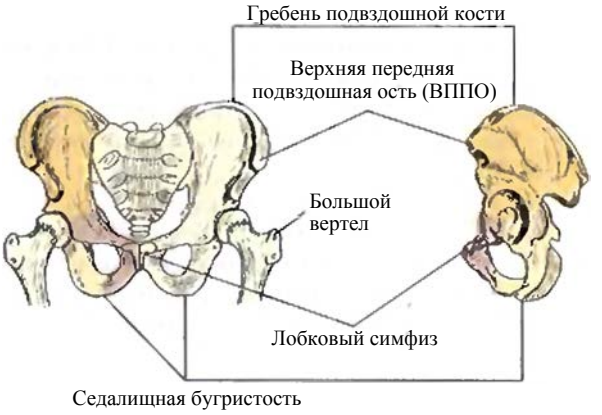


Рис. 7-9. Костные топографические ориентиры таза

ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ - РЕЗЮМЕ

Важные ориентиры для укладок таза представлены на рис. 7-9. Легко пальпируются самые верхние границы **подвздошного гребня и ВППО**. ВППО является одним из часто используемых ориентиров укладки таза. Этот ориентир также часто используют, проверяя ротацию таза и/или нижней части брюшной полости, определяя, одинаковым ли является расстояние между ВППО и поверхностью стола по обеим сторонам тела.

Местонахождение большого вертела бедренной кости определяют путем пальпации мягких тканей верхней части бедра. Обратите внимание, что выступ большого вертела находится примерно на том же уровне, что и верхняя граница лобкового симфиза, тогда как седалищная бугристость расположена на 4-5 см ниже лобкового симфиза. Эти расстояния разные для мужского и женского таза ввиду общих отличий формы таза у мужчин и женщин, о чем будет сказано позднее в этой главе.

МАЛЫЙ И БОЛЬШОЙ ТАЗ

Плоскость, проходящая через **пограничную линию на внутренней поверхности тазового кольца**, делит область таза на две полости. Пограничная линия входа в газ проходит по верхней части лобкового симфиза спереди и сверху и выступающей части крестца сзади[1]. Область над или выше косой плоскости, проходящей через границу входа в таз, называется большим тазом. Расширенный отдел таза, сформирован в первую очередь крыльями подвздошных костей, которые образуют боковые и задние границы большого таза, тогда как мышцы передней стенки живота определяют передние границы. Органы нижней части брюшной полости и плод внутри матки во время беременности покоятся на дне большого таза.

Область, расположенная ниже плоскости, проходящей через пограничную линию, называется **малым тазом**. Малый таз представляет собой широкий короткий канал, полностью окруженный костными структурами. Размер и форма малого таза играют очень важную роль во время родов, поскольку **малый таз образует действительный родовой канал**.

Малый таз

Граница верхнего **(входного) отверстия**, или верхней апертуры, малого таза проходит по пограничной линии. **Нижнее выходное отверстие**, или **нижняя апертура**, малого таза определяется двумя седалищными бугристостями и кончиком копчика. Три стороны выходного отверстия, имеющего треугольную форму, образованы линиями, соединяющими между собой седалищные бугристости и копчик[2]. Область, расположенная между входным и выходным отверстиями малого таза, называется **полостью** малого таза.

Родовой канал

Во время процесса родов головка ребенка сначала проходит через входное отверстие таза, затем через полость и, наконец, через выходное отверстие малого таза, как показано на рис. 7-12 и рис. 7-13.

Так как плод чувствителен к радиации, рентгенограммы таза во время беременности обычно не выполняют. Если величина или размеры родового канала таза находятся под вопросом, то для оценки возможных проблем во время родов выполняют специальные ультразвуковые исследования.

Примечание: раньше выполняли кефалопельвиметрию посредством специальной металлической линейки (Колхера-Зусмана), расположенной около таза при выполнении задней и боковой проекций. Таким способом определяли действительные размеры головки ребенка, а также размеры входного и выходного отверстия таза матери. В первом и втором изданиях настоящего учебника эта процедура описана подробно, но в последних изданиях эти описания опущены, так как сейчас для этих целей используют методы УЗИ, которые более предпочтительны.

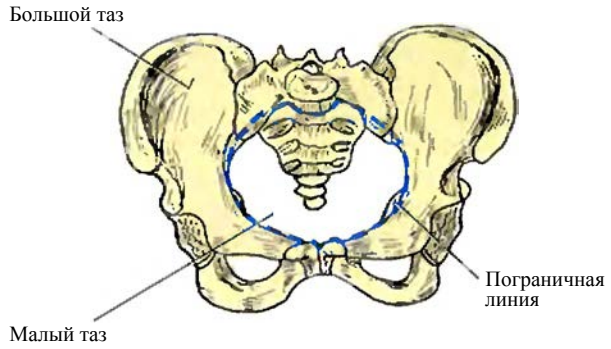


Рис. 7-10. Полости таза

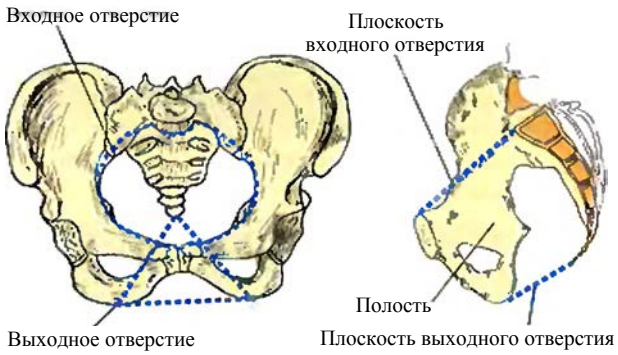


Рис. 7-11. Малый таз

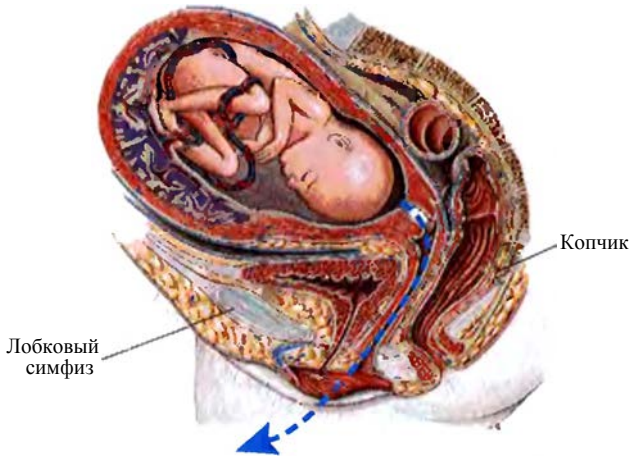


Рис. 7-12. Родовой канал — сагиттальный поперечной срез



Рис. 7-13. Родовой канал - вид спереди и вид сбоку

---

[1] Пограничная линия (linea terminalis) на внутренней поверхности костного тазового кольца, образованная мысом (promontorum), дугообразными линиями (lineae arcuatae), гребнями лобковых костей (pectin ossis pubis) и верхним краем лобкового симфиза, условно делит таз на большой и малый (pelvis major et pelvis minor) (БМЭ, том 24, стр. 449).

[2] Граница верхнего (входного) отверстия малого таза — верхней апертуры таза (apertura pelvis inf.) — проходит спереди по нижнему краю лобкового симфиза, сбоку — по седалищным буграм, нижнему краю ветвей седалищных костей и крестцово-бугорным связкам, а сзади — по копчику (БМЭ, том 24, стр. 449).

Сравнение мужского и женского таза

По форме женский таз достаточно сильно отличается от мужского, и их несложно различить на рентгенограммах. Женский таз шире и менее глубокий, с более выраженными крыльями. **Мужской таз** уже, глубже, с менее выраженным крыловидным отделом. Поэтому главным отличием мужского и женского таза является отличие **общей формы** таза.

Вторым основным отличием является **угол лобковой дуги**, образованный нижними ветвями лобковой кости сразу под лобковым симфизом. У женщин этот угол обычно больше 90° (тупой), тогда как у мужчин лобковая дуга обычно образует острый угол, меньше 90°.

Третье отличие заключается в **форме входного отверстия**, или верхней апертуры. Входное отверстие женского таза обычно больше, более округлое, а у мужчин оно, как правило, уже и имеет форму сердца. Общая форма таза существенно отличается у разных людей. Так, таз стройной женщины может походить на мужской. Хотя, вообще, отличия обычно достаточно очевидны, чтобы можно было определить пол пациента исходя по рентгенограмме.

КРАТКАЯ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ХАРАКТЕРИСТИК ЖЕНСКОГО И МУЖСКОГО ТАЗА

	МУЖСКОЙ ТАЗ	ЖЕНСКИЙ ТАЗ
1. Общая форма	Уже, глубже, с менее развернутыми крыльями	Шире , мопсе глубокий, с более развернутыми крыльями
2. Угол лобковой дуги	Острый угол (< 90°)	Тупой угол (>90°)
3. Форма входного отверстия	В форме сердца	Большое, круглое

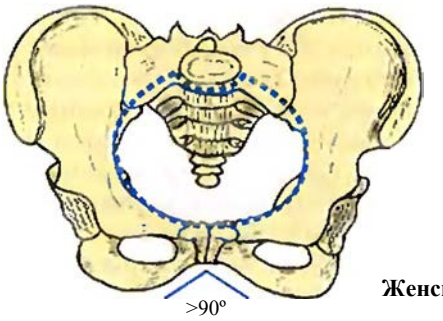
Сравнение рентгенограмм мужского и женского таза

На рис. 7-15 и 7-16 представлены рентгенограммы, соответственно, женского и мужского таза. Обратите внимание на три различия между типичным мужским и женским тазом.

Во-первых, по форме мужской таз уже и глубже, с менее развернутыми крыльями.

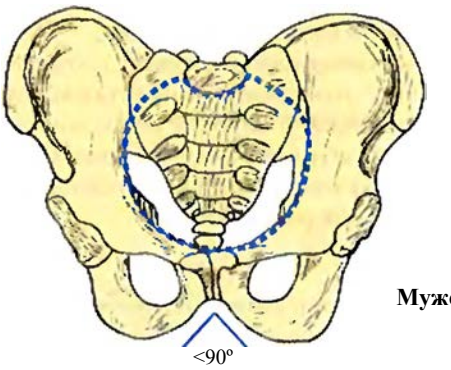
Во-вторых, угол лобковой дуги таза у мужчин — острый, менее 90°, по сравнению с тупым, более 90°, углом у женского таза. Этот угол обычно является одним из наиболее заметных отличий.

В-третьих, по форме входное отверстие мужского таза не такое большое и не такое округлое, как у женского таза.



Женский таз

>90º
(тупой угол)



Мужской таз

<90º
(острый угол)

Рис. 7-14. Таз — сравнение мужского и женского таза



Рис. 7-15. Рентгенограмма женского таза



Рис. 7-16. Рентгенограмма мужского таза

УПРАЖНЕНИЯ ПО РЕНТГЕНОГРАММАМ

На рис. 7-17 представлена рентгенограмма таза в задней проекции, где отмечены основные рентгеноанатомические структуры. Упражнение состоит в том, что вы закрываете ответы и пытаетесь самостоятельно идентифицировать указанные объекты.

А. Подвздошный гребень.
Б. ВППО (передний конец гребня).
В. Тело левой седалищной кости.
Г. Седалищная бугристость.
Д. Лобкоьый симфиз.
Е. Нижняя ветвь правой лобковой кисти.
Ж. Верхняя ветвь правой лобковой кости.
З. Правая седалищная ость.
И. Вертлужная впадина правого тазобедренного сустава.
К. Шейка правой бедренной кости.
Л. Большой вертел правой бедренной кости.
М. Головка правой бедренной кости.
Н. Крыло правой подвздошной кости.

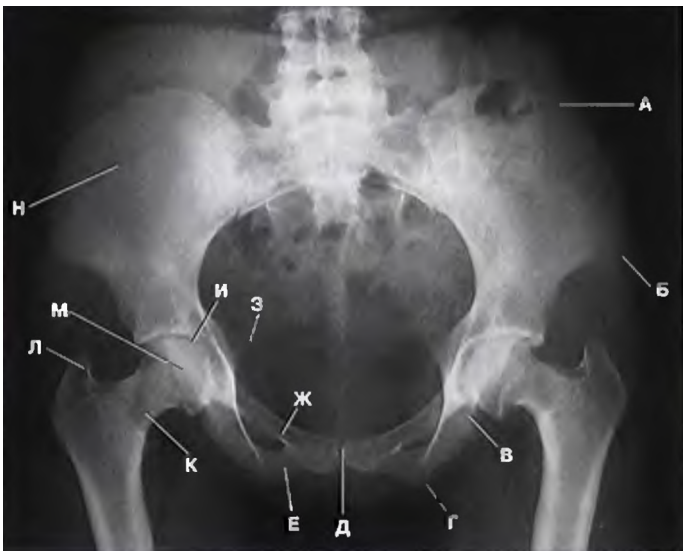


Рис. 7-17. Рентгенограмма таза в прямой задней проекции

Рентгенограмма тазобедренного сустава в боковой укладке

На рис. 7-18 представлена хорошая латерограмма проксимального отдела бедренной кости и тазобедренного сустава в нижневерхней проекции (рентгеновский пучок направлен горизонтально), как продемонстрировано на схеме укладки — рис. 7-19.

А. Вертлужная впадина.
Б. Головка бедренной кости.
В. Шейка бедренной кости.
Г. Диафиз бедренной кости.
Д. Область малого вертела.
Е. Большой вертел.
Ж. Седалищная бугристость.

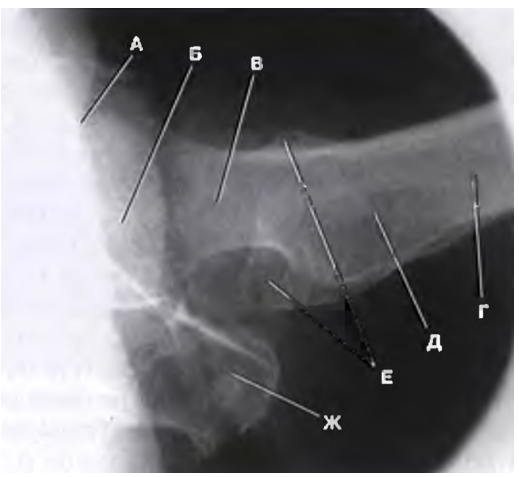


Рис. 7-18. Латерограмма проксимального отдела бедренной кости и тазобедренного сустава в нижневерхней проекции

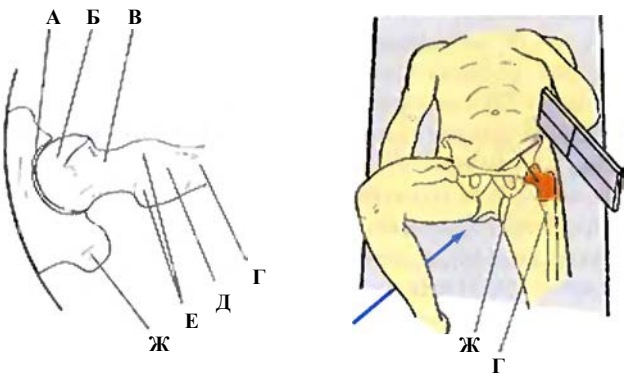


Рис. 7-19. Схема укладки проксимального отдела бедренной кости и тазобедренного сустава для латерограммы (в нижневерхней проекции)

КЛАССИФИКАЦИЯ СУСТАВОВ

Количество суставов, или сочленений, проксимального отдела бедренной кости и таза невелико, при этом самым крупным является тазобедренный сустав. Суставы тазового пояса, приведенные ниже, классифицированы по **типу подвижности** и по **типу движений**.

Крестцово-подвздошные суставы — суставы между крестцом и каждой подвздошной костью.

Лобковый симфиз — структура, расположенная между правой и левой лобковыми костями.

Соединение вертлужной впадины — временный сустав, который отвердевает к середине подросткового возраста.

Тазобедренные суставы — суставы, расположенные между головкой бедренной кости и вертлужной впадиной таза.

Крестцово-подвздошные суставы

Крестцово-подвздошные суставы — широкие плоские суставы, расположенные наклонно с каждой стороны между крестцом и каждой подвздошной костью. Эти суставы расположены под необычно косым углом, что требует специальной укладки для визуализации суставных щелей на рентгенограмме.

Крестцово-подвздошный сустав классифицируется как **синовиальный сустав,** он заключен в суставную фиброзную капсулу, содержащую синовиальную жидкость. Кости сочленяются посредством крепких крестцово-подвздошных связок. Вообще, синовиальные суставы по своей природе считаются свободно подвижными суставами, или **диартрозами**. Однако крестцово-подвздошный сустав представляет собой специальный вид синовиального сустава с ограниченными движениями, являясь, таким образом, **амфиартрозом**. Основанием для такой классификации служит то, что суставные поверхности крестцово-подвздошного сустава по форме очень неровные, а сочленяющиеся кости прилегают плотно друг к другу, поскольку их функция заключается в переносе веса тела человека. Подобная форма сустава ограничивает его движение, и полость сустава, или суставная щель, может быть малого размера или даже отсутствовать у более пожилых людей, особенно мужчин.

Лобковый симфиз

Лобковый симфиз — это сочленение правой и левой лобковых костей по средней линии передней части таза. Пальпируется наивысшая передняя точка этого сустава, являющаяся важным ориентиром для укладки, о чем говорилось ранее.

Лобковый симфиз классифицируется как хрящевой сустав, **подвид — симфизы**, с ограниченным движением (**амфиартрозы**). Суставные сочленяющиеся поверхности костей разделены фиброзно-хрящевым диском, который образует довольно толстую прокладку (у женщин толще, чем у мужчин), способную сжиматься и смещаться, допуская некоторую подвижность сочленяющихся костей, как в случае травмы таза или во время родов у женщин.

Соединение вертлужной впадины

У ребенка три отдела каждой тазовой кости являются отдельными костями, они сходятся в суставной впадине тазобедренного сустава и, срастаясь в подростковом возрасте, становятся совершенно неразличимы. Поэтому такая структура классифицируется как **хрящевой тип** сустава, **подтип — синхондрозы, неподвижный** сустав у взрослых. Такой сустав считается растущим сочленением, подобно суставам между эпифизами и диафизами длинных костей у детей в период роста.

Тазобедренный сустав

Газобедренный сустав относится к **синовиальному типу**, для которого характерна большая фиброзная капсула, содержащая синовиальную жидкость. Это **свободно подвижный** тип сустава, или **диартроз**, по типу движения являющийся наглядным примером шаровидного (чашеобразного) сустава.

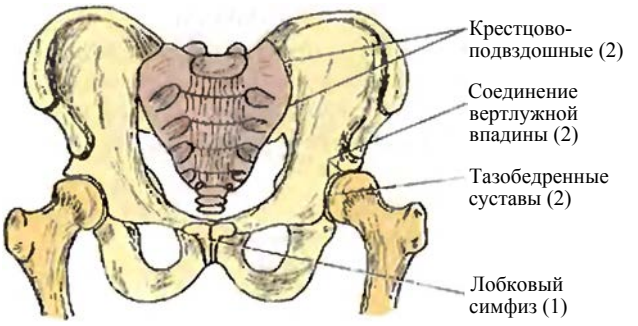


Рис. 7-20. Суставы таза

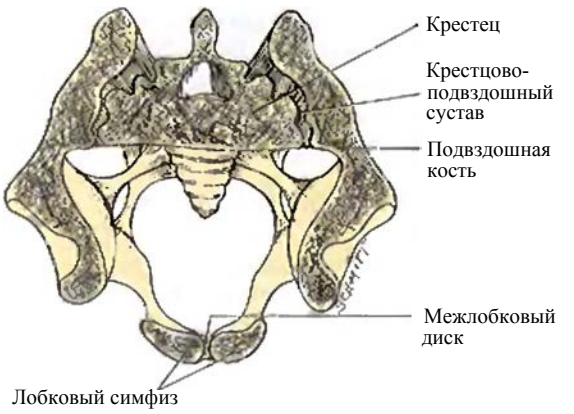


Рис. 7-21. Вид спереди поперечного среза таза, демонстрирующий крестцово-подвздошный сустав и лобковый симфиз

СУСТАВЫ ТАЗА

СУСТАВЫ	КЛАССИФИКАЦИЯ	ТИП ПОДВИЖНОСТИ	ТИП ДВИЖЕНИЯ
Крестцово-подвздошный сустав	Синовиальный	Амфиартроз	—
Лобковый симфиз	Хрящевой	Амфиартроз	—
Соединение вертлужной впадины	Хрящевой	Амфиартроз	—
Тазобедренный сустав	Синовиальный	Диартроз	Шаровидный (чашеобразный)

Головка бедренной кости представляет собой более чем полусферу и входит в относительно глубокую чашеобразную вертлужную впадину. Такое соединение делает тазобедренный сустав очень крепким, поскольку он поддерживает вес тела, обеспечивая в то же время высокую степень подвижности. Суставная капсула, окружающая сустав, очень крепкая и плотная, с утолщением наверху, что соответствует функции тазобедренных суставов — выдерживать вес тела человека. Ряд крепких пучков связок окружает суставную капсулу и сустав, делая его крепким и стабильным.

Движения тазобедренного сустава включают: **сгибание и разгибание, приведение** и **отведение, медиальную** (внутрь) и **латеральную** (наружу) **ротацию, круговращение**.

Общие положения

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ГОЛОВКИ И ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Традиционный способ определения расположения головки и шейки бедренной кости заключается, во-первых, в определении средней точки на линии, проходящей между ВППО (верхней передней подвздошной остью) и лобковым симфизом. **Шейка** находится приблизительно в 6-7 см и **головка** — 4 см дистально и под прямым углом к средней точке этой линии (рис. 7-22 и 7-23).

Видно, что **большие вертела** находятся на той же горизонтальной линии, что и лобковый симфиз. Однако у тучных людей большие вертела трудно пальпировать точно, а пальпация лобкового симфиза может смутить пациента. Поэтому предлагаем второй способ местонахождения головки или шейки бедренной кости, когда используется только **ВППО**, которая легко пальпируется у всех пациентов. Уровень лобкового симфиза находится на 8-10 см ниже уровня ВППО. Следовательно, шейка бедренной кости находится в **3-5 см медиальнее** и **8-10 см дистальнее от ВППО**. Этот уровень располагается на той же горизонтальной плоскости, что и лобковый симфиз, и большие вертела.

Как уже говорилось, между мужским и женским тазом существуют значительные различия, но можно использовать оба способа для нахождения головки или шейки бедренной кости для укладки тазобедренного сустава.

ВИД ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ В АНАТОМИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ

Как уже говорилось в настоящей главе, головка и шейка бедренной кости выступают приблизительно на 15-20° вперед относительно остальной бедренной кости и нижней части ноги. Поэтому, когда ноги находятся в истинно анатомической позиции, как для прямой задней проекции ноги, проксимальный отдел бедренной кости в действительности повернут назад на 15-20° (рис. 7-24). При этом на прямой задней проекции шейка бедренной кости выглядит укороченной и **виден малый вертел**.

РОТАЦИЯ НОГИ ВНУТРЬ

Повернув всю ногу внутрь, вы получаете проксимальный отдел бедренной кости и тазобедренный сустав в **прямой задней** проекции. Шейка бедренной кости параллельна поверхности изображения и не выглядит укороченной.

Малый вертел является ключевым при определении правильности укладки голени и стопы (по рентгенографическому изображению). Если всю ногу повернуть внутрь на 15-20°, контур малого вертела совсем не виден или у некоторых пациентов едва виден и закрыт телом бедренной кости. Когда нога находится в прямой задней проекции или когда повернута наружу, тогда малый вертел виден (см. иллюстрации на следующей странице).

ПРИЗНАКИ ПЕРЕЛОМА БЕДРА

Шейка бедренной кости — обычное место перелома у пожилых пациентов при падении. Типичным физическим признаком для такого перелома является **ротация** поврежденной ступни **наружу** и когда малый вертел ясно виден в профиль на рентгенограмме, как показано на рис. 7-23. Этот признак вновь продемонстрирован на следующей странице, рис. 7-32 и 7-33.

Предостережение при укладке. Если есть признак перелома бедра (ротация ступни наружу), рентгенограмму таза нужно выполнять, как бы не пытаясь повернуть ногу внутрь, как это было бы необходимо для прямой задней проекции тазобедренного сустава.

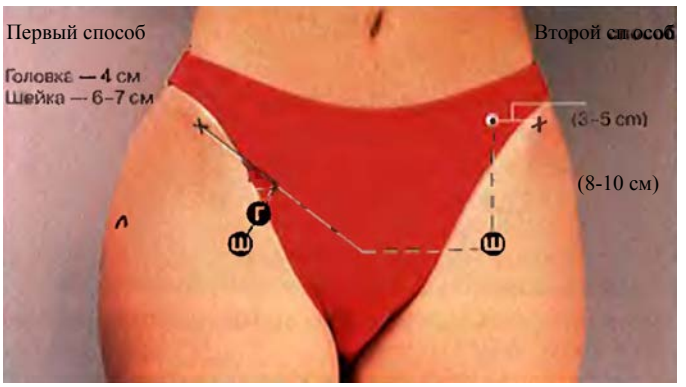


Рис. 7-22. Местонахождение головки (Г) и шейки (Ш) бедренной кости

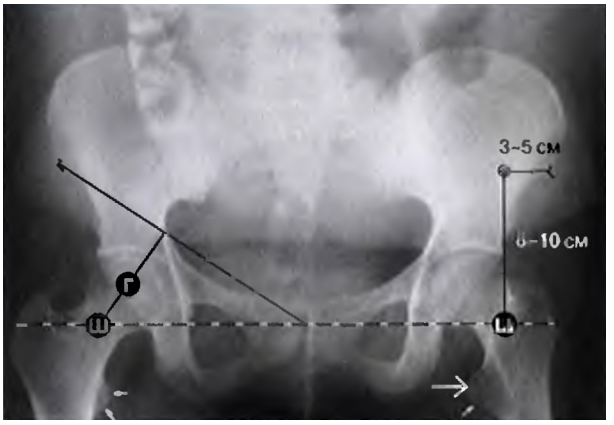


Рис. 7-23. Рентгенограмма женского таза, местонахождение головки (Г) и шейки (Ш) бедренной кости

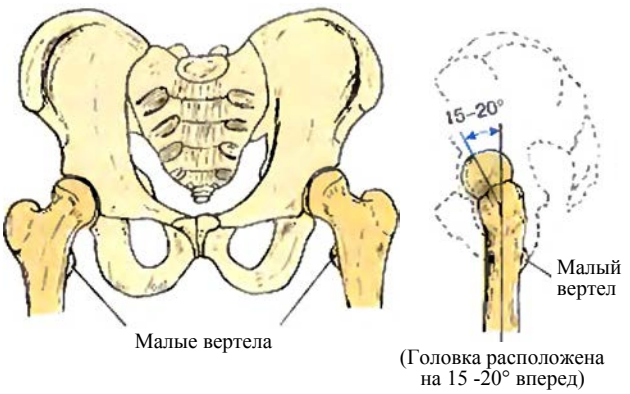


Рис. 7-24. Анатомическая позиция (прямая задняя проекция колена, ноги и голеностопного сустава, но не тазобедренного сустава)



Рис. 7-25. Попорот внутрь: прямая задняя проекция тазобедренного сустава. Латеральная ротация: типичное положение ступни при переломе бедра

РЕЗЮМЕ: ВЛИЯНИЕ РОТАЦИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Фотографии и соответствующие им рентгенограммы таза, приведенные на этой странице, демонстрируют влияние ротации нижней конечности на визуализацию проксимального отдела бедренной кости.

1. Анатомическая позиция (рис. 7-26 и 7-27):
- длинные оси ступней вертикальны;
- шейки бедренных костей частично укорочены;
- малый вертел ***виден частично***.

2. Медиальная ротация (внутрь) на 15-20° (желательная укладка для визуализации таза и бедер) (рис. 7-28 и 7-29):
- длинные оси ступней и нижних конечностей повернуты внутрь на 15-20°;
- головки и шейки бедренных костей видны в профиль;
- прямая задняя проекция проксимальных бедренных костей;
- малые вертела **не видны** или у некоторых пациентов едва видны.

3. Латеральная ротация (наружу) (рис. 7-30 и 7-31):
- длинные оси ступней и нижних конечностей одинаково повернуты латерально в нормальной расслабленной позиции;
- шейки бедренных костей сильно укорочены;
- малые вертела **видны в профиль внутрь**.

4. Типичная ротация при переломе бедра (рис. 7-32 и 7-33):
- длинная ось левой ступни повернута наружу (на сторону сломанного бедра);
- неповрежденные правая ступня и нога находятся в нейтральной позиции;
- малый вертел на повернутой наружу (левой) конечности более виден, область шейки укорочена.

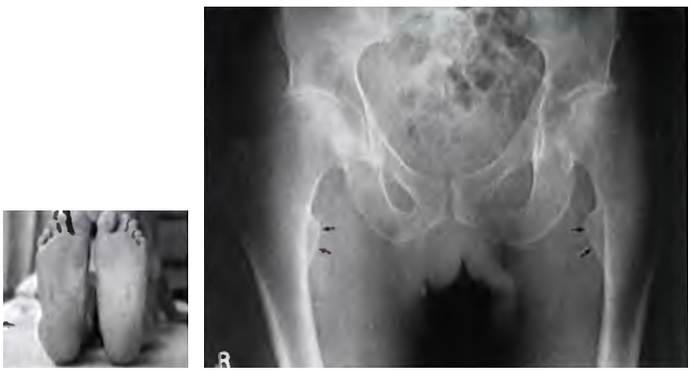


Рис. 7-26, 7-27. 1. Анатомическая позиция



Рис. 7-28, 7-29. 2. Медиальная ротация (внутрь) на 15-20°



Рис. 7-30, 7-31. 3. Латеральная ротация (наружу)

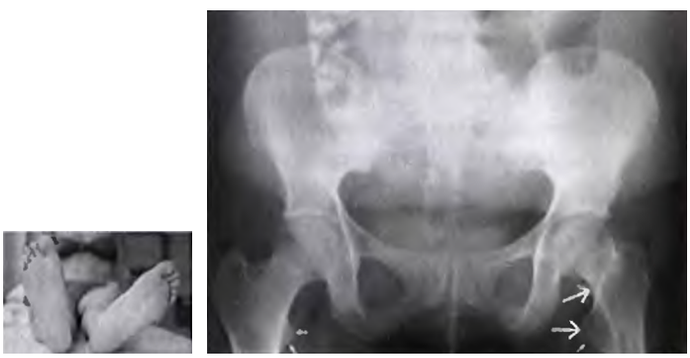


Рис. 7-32, 7-33. 4 Типичная ротация конечности при переломе бедра

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА - ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Правильная радиационная защита гонад при рентгенографии таза и бедер приобретает особое значение, так как при этих исследованиях область радиочувствительных гонад располагается в прямом пучке излучения или вблизи него.

Радиационная защита мужчин. Для **всех мужчин** можно использовать небольшие контактные экраны, изображенные на рис. 7-34. Эти экраны помещают на область яичек, не закрывая исследуемые анатомические объекты таза или бедер. Однако для снимков таза защиту нужно использовать аккуратно, так, чтобы верхний край защитного экрана располагался на уровне **нижнего края лобкового симфиза**, не закрывая области лобковой и седалищной костей таза.

Радиационная защита женщин. Контактные экраны на яичники используются для женщин детородного возраста или более молодых, при этом требуется большая точность, потому что могут быть закрыты исследуемые анатомические объекты таза или бедер. В качестве защитных экранов при задней проекции таза или двухсторонней проекции бедер используются куски просвинцованного винила различной формы, покрытые пригодным для дезинфекции материалом, как показано на рис. 7-36 и как было описано в главе 1, с. 63.

При рентгенографии одного тазобедренного сустава или проксимального отдела бедренной кости можно использовать защитные экраны большего размера[1], чтобы закрыть область таза, не закрывая при этом конкретной снимаемой области тазобедренного сустава, как показано на рис. 7-35. Чтобы правильно расположить этот вид гонадной защиты, нужно точно определить местонахождение головки и шейки бедренной кости.

При некоторых задних проекциях, когда нужно получить изображение всего таза, включая крестец и копчик, гонадную защиту у женщин применить невозможно. Также гонадную защиту невозможно применить при выполнении нижневерхней латерограммы, так как будут закрыты исследуемые структуры. Однако **гонадная защита должна использоваться как для мужчин, так и для женщин всякий раз, когда это возможно**, наряду с диафрагмированием только области интереса, для всех проекций таза и бедер. При общей травме таза, требующей визуализации всего таза, радиационная защита яичников женщин в большинстве случаев невозможна. Каждый рентгенолог должен следовать существующим в отделении предписаниям касательно гонадной защиты у мужчин и женщин.

Параметры экспозиции и доза облучения пациента. Чтобы уменьшить общую дозу облучения пациента, при исследованиях тазобедренного сустава и таза используют более высокие значения кВ — 90 ± 5 при меньших показателях мАс, что приводит к уменьшению дозы облучения. Однако более высокие знамения кВ уменьшают контраст, и поэтому они не рекомендуются, особенно у пожилых пациентов с некоторой потерей костной массы или ее плотности вследствие остеопороза (см. ниже). В таких случаях следует использовать значения кВ даже ниже среднего.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Рентгенографию таза и бедер у детей выполняют редко, за исключением новорожденных с дисплазией тазобедренных суставов. У младенцев и детей особенно важно правильно использовать защитные экраны, так как исследования по мере роста ребенка часто повторяются. Если во время процедуры нужно держать ноги ребенка, это должен делать кто-то из лиц, сопровождающих ребенка, а не медперсонал, надев защитные фартук и перчатки.

Степень и вид фиксации детей старшего возраста зависят от способности ребенка сотрудничать во время процедуры. Если ребенок оказывает сопротивление, то пеленание (см. главу 20, рентгенография в педиатрии) помогает фиксировать верхние конечности, предотвращая их наложение на зону интереса. В крайнем случае можно использовать бинт или мешки с песком для фиксации ног, с необходимым углом внутренней ротации.

[1] Обратите внимание, что такой простой тип защиты используется чаще всего. - *Ред.*



Рис. 7-34. Радиационная защита гонад мужчины при рентгенографии бедер и таза

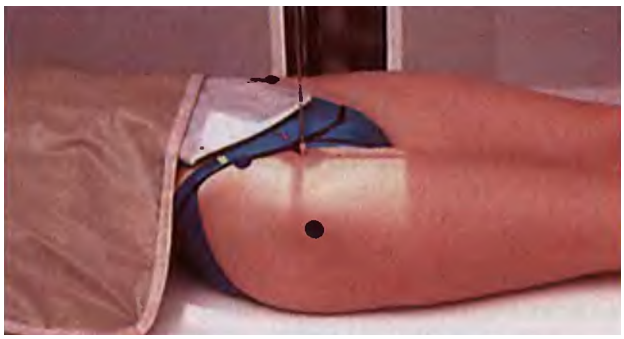


Рис. 7-35. Общая радиационная защита брюшной полости и таза при рентгенографии проксимального отдела бедренной кости, включая бедро



Рис. 7-36. Защитный экран на гонады (яичники) для женщин при выполнении двухсторонней проекции бедер и проксимальных отделов бедренных костей

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Пожилые пациенты склонны к переломам бедра при падении, в особенности при наличии остеопороза. Как уже отмечалось ранее, при травмах нужно придерживаться определенных укладок нижних конечностей пациента. **Нельзя двигать поврежденную конечность, если нога повернута наружу.** Вначале, не двигая поврежденную конечность для сравнения выполняют заднюю проекцию обоих бедер на предмет выявления переломов. После этого можно сделать нижневерхнюю (по Данелиусу-Миллеру) проекцию поврежденного бедра.

Если травмы нет, для большинства пожилых пациентов требуется (и приветствуется) некоторая фиксация, чтобы помочь пациенту держать ногу повернутой кнутри для выполнения боковой проекции.

Пациентам, перенесшим операцию по замещению тазобедренного сустава, при любых послеоперационных исследованиях **противопоказана** укладка в виде лягушки. Кроме задней проекции показана аксиолатеральная нижневерхняя проекция (см. с. 268).

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография (КТ) полезна при оценке повреждений мягких тканей или определении протяженности имеющихся переломов. Она используется также для изучения расположения головки бедренной кости по отношению к вертлужной впадине перед операцией на тазобедренном суставе или для исследования после вправления вывиха тазобедренного сустава.

Вообще, КТ используют как дополнительный к традиционной рентгенографии метод анализа рентгеноанатомии. В педиатрии КТ используют для исследования соотношения головки бедренной кости и вертлужной впадины после хирургического вправления вывиха тазобедренного сустава.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

Подобно КТ, магнитно-резонансная томография (МРТ) может быть полезна для получения изображений нижней конечности или таза при повреждении мягких тканей или при подозрении на наличие аномалий суставов. В зависимости от истории болезни пациента МРТ используют в тех случаях, когда необходимая информация не может быть получена с помощью традиционной рентгенографии.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ (УЗИ)

УЗИ используют для исследования новорожденных на предмет вывихов тазобедренных суставов, а также для оценки стабильности суставов нижних конечностей во время движения. Обычно этот способ исследования применяют в первые 4-6 месяцев жизни ребенка для снижения облучения ребенка.

РАДИОНУКЛИДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сканирование кости с помощью радионуклидов выявляет ранние признаки определенных патологических процессов кости, например скрытого перелома, костной инфекции, метастазов карциномы или других метастатических или ранних стадий злокачественных опухолей. Радионуклидное сканирование более чувствительно и, как правило, выявляет заболевания на более ранних стадиях, нежели другие методы, так как оно оценивает физиологический, а не анатомический аспект данных состоянии.

Клинические показания

Клинические показания для рентгенографии таза и бедер, с которыми должны быть знакомы все рентгенолаборанты (список неполон) следующие.

Анкилозирующий спондилит. Первым признаком является срастание крестцово-подвздошных суставов. Болезнь вызывает выраженное обызвествление передней продольной связки позвоночника. Прогрессируя, поражает позвоночник, создавая на снимке вид «бамбукового позвоночника». Чаще наблюдается у мужчин.

Хондросаркома. Злокачественная хрящевая опухоль, обычно поражает таз и длинные кости у мужчин старше 45 лет. Хондросаркома требует хирургического вмешательства, поскольку она не реагирует на лучевую и химиотерапию.

Дисплазия тазобедренных суставов у новорожденных (старое название — врожденный вывих тазобедренного сустава). Вывихи тазобедренных суставов вызваны условиями при рождении ребенка и могут потребовать частого повтора рентгенографии (см. главу 20, «Рентгенография в педиатрии»).

Эпифизарная точечная дисплазия головки бедренной кости. Это состояние обычно наблюдается у 10- 16-летних во время быстрого роста, когда даже незначительная травма может остановить рост кости. На рентгенограммах эпифиз выглядит коротким, а эпифизарная пластинка — более широкой с нечеткими границами.

Болезнь Легга-Кальве-Пертеса — является самым распространенным видом асептического или ишемического некроза. Обычно поражается одно бедро (головка и шейка бедренной кости). Болезнь чаще всего возникает у 5-10—летних мальчиков. Первым клиническим признаком является хромота. Рентгенограммы демонстрируют уплощенную головку бедренной кости, которая впоследствии может фрагментироваться.

Метастатическая карцинома. Злокачественная опухоль распространяясь через кровеносную систему, лимфатическую систему или через прямое проникновение, поражает кость. Метастатические опухоли кости случаются намного чаще, чем первичные злокачественные опухоли. Кости, содержащие красный костный мозг (позвоночник, череп, ребра, таз и бедренные кости), наиболее часто поражаются метастазами карциномы.

Остеоартрит. Как уже говорилось в Главах 4 и 5, это состояние известно как *дегенеративная болезнь* суставов, характеризующаяся дегенерацией суставного хряща и соседних костей, что вызывает боль и тугоподвижность суставов. Обычно поражает суставы, на которые приходится основная нагрузка весом тела, в частности тазобедренные суставы, и первые признаки ее видны на рентгенограммах суставов многих людей 40-летнего возраста еще до появления симптомов. По мере ухудшения состояния суставы теряют подвижность, и появляются хрящевые и костные выросты — остеофиты.

Переломы тазового пояса. Ввиду замкнутости тазового кольца сильный удар или травма, нанесенные с одной стороны таза, могут привести к тому, что место перелома будет удалено от места первоначального воздействия, вследствие чего нужна рентгенография всего таза.

Переломы проксимального (тазового) отдела бедренной кости. Эти переломы являются самыми распространенными у пожилых пациентов с остеопорозом или аваскулярным некрозом. И остеопороз (потеря костной массы вследствие метаболических или других факторов), и аваскулярный (бессосудистый) некроз (отмирание клеток) часто ведут к ослаблению или коллапсу суставов, несущих вес тела, таких как тазобедренный сустав. При этом переломы возникают даже при незначительной травме.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1]
Анкилозирующий спондилит	Задняя проекция таза, задняя и/или задняя косая проекция крестцово-подвздошных (КП) суставов	Ранняя стадия — слияние крестцово-подвздошных суставов; позднее — «бамбуковый позвоночник» вследствие обызвествления дисковых пространств позвоночного столба	Нет
Хондрокарцинома	Задняя проекция таза и двухсторонняя в положении лягушки, КТ, МРТ	Литические (т.е. разрушающие) очаги вследствие разрушения кости; очаговое обызвествление хрящевых (рентгенопрозрачных) опухолей	Нет
Дисплазия тазобедренных суставов (врожденный вывих тазобедренного сустава)	Задняя проекция таза и двухсторонняя в положении лягушки	Расширенная суставная щель и неправильное взаиморасположение головки и суставной впадины	Нет
Эпифизарная точечная дисплазия головки бедренной кости	Задняя проекция таза и двухсторонняя в положении лягушки	Эпифиз выглядит короче, а эпифизарная пластинка — шире	Нет
Болезнь Легга-Кальве-Пертеса	Задняя проекция таза и аксиолатеральная пораженного тазобедренного сустава	Уплощенная или фрагментированная головка бедренной кости	Нет
Метастатическая карцинома	Задняя проекция таза, двухсторонняя в положении лягушки, КТ, МРТ	Обычно многочисленные множественные небольшие остеолитические очаги	Нет
Остеоартрит	Задняя проекция таза и/или аксиолатеральная, если необходимо	Отличительный признак — сужение суставной щели и «шпор» ее краях	Нет или уменьшить (-)
Перелом тазового пояса	Задняя, косая и боковая проекции пораженной части	Двухсторонние рентгенопрозрачные линии поперек костей; неправильное соотношение в крестцово-подвздошных суставах, деформация тазового кольца	Нет
Перелом проксимального (тазового) отдела бедренной кости	Задняя проекция таза и аксиолатеральная пораженного бедра	Рентгенопрозрачная(ые) линия(и) поперек кости или области уплотнения вследствие наложения фрагментов	Нет

[1] В зависимости от стадии и тяжести заболевания или состояния.

Результаты опроса по США и Канаде

Краткое изложение результатов опроса

Таз. Кроме основной **задней проекции таза**, другой наиболее распространенной специальной проекцией является **задняя косая для вертлужной впадины** (по Джудету), как показали 45% респондентов в США и 54% — в Канаде. Поэтому данная проекция была внесена в настоящее издание как новая проекция, заменяющая переднюю косую проекцию (по Тойфелу), которая была определена как специальная только 24% респондентов в США и 12% — в Канаде, и поэтому в настоящем пятом издании она опущена.

Получены также результаты недавнего исследования касательно вопроса о том, что подразумевается под специальными **проекциями входного и выходного отверстий таза**, которые стали часто назначать терапевты, но эти проекции не включены или не обозначены как таковые в предыдущих изданиях. Чтобы внести ясность, задняя аксиальная проекция для передней части лобковых костей (по Тейлору) была переименована в заднюю аксиальную **проекцию выходного отверстия**, и была добавлена задняя аксиальная **проекция входного отверстия** (модифицированная по методу Лилиенфельда).

Тазобедренный сустав и проксимальный отдел бедренной кости. Для основных боковых укладок тазобедренного сустава наиболее распространенной, как показало исследование, является **односторонняя проекция** в положении лягушки (76% в США и 73% в Канаде). После этой проекции выполняют **аксиолатеральную нижневерхнюю** (по Данелиусу-Миллеру) проекцию травмы 75% респондентов в США и 55% — в Канаде.

Крестцово-подвздошные (КП) суставы. Наиболее распространенными основными проекциями КП суставов являются задняя аксиальная (69% в США, 82% в Канаде), после которой выполняю задние косые проекции (69% в США и 63% в Канаде). Передние косые были намного менее распространены (21% в США и Канаде) и поэтому в настоящее издание отдельной страницей не вошли.

Краткий перечень внесенных и удаленных проекций

В настоящем издании опущены проекции

- **Передняя косая для вертлужной впадины** (по Тойфелу).
- Передняя косая для КП суставов

В настоящее издание внесены следующие проекции

- **Задние косые для вертлужной впадины** (по методу Джудета).
- **Задняя аксиальная проекция входного отверстия таза** (модификация метода Лилиенфельда).

Основные и специальные проекции

На последующих страницах продемонстрированы некоторые основные и специальные проекции или укладки для исследования таза и проксимального отдела бедренной кости.

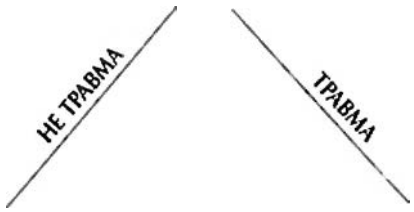
РУКОВОДСТВО ПО РЕНТГЕНОГРАФИИ ТАЗА

Следующий указатель — это **предлагаемая последовательность возможных основных и специальных проекций** таза и проксимального отдела бедренной кости, описанных в данном учебнике. **Основная задняя проекция таза** рассматривается как **первичная оценочная проекция как** для тазобедренного сустава, так и для общей оценки патологических процессов таза или его травмы. После этой проекции выполняют **дополнительные боковые проекции тазобедренного сустава и проксимального отдела бедренной кости или специальные проекции** таза при возможной травме других частей таза.

Задняя проекция всего таза считается основной при предполагаемом переломе бедра, даже если известно, какая сторона повреждена, чтобы можно было сравнить обе стороны.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ТАЗА 262

Задняя проекция всего таза
(Двухсторонняя проекция бедер)



Основная — проксимальный отдел бедренной кости и тазобедренный сустав

Боковая

1. Боковая задняя двухсторонняя в положении лягушки, 263

или

2. Односторонняя в положении лягушки, 269

Задняя

3. Задняя односторонняя тазобедренного сустава, 267 (послеоперационное или повторное исследование)

Основная — боковая проксимальный отдел бедренной кости и тазобедренный сустав

1. Аксиолатеральная нижневерхняя, 268 (по Данелиусу-Миллеру)

или

2. Модифицированная аксиолатеральная тазобедренного сустава, 270 (по Клементсу-Накаяме)

или

3. Медиолатеральная проекция (глава 19) (по Сандерсону)

Специальные — таз

4. Задняя аксиальная проекция выходного отверстия, 264 (по Тейлору)
5. Задняя аксиальная проекция входного отверстия, 265 (модификация Лилиенфельда)
6. Передняя косая вертлужной впадины, 266 (по Джудету)

Основные проекции

Основные, или базовые, проекции, также иногда именуемые *стандартными проекциями*, — это проекции или укладки, которые чаще всего используют в диагностике контактных пациентов.

Специальные проекции

Специальные проекции — это проекции, которые чаще всего используются как дополнительные для лучшего отображения определенных патологических состояний или конкретных частей тела.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Таз и/или двухсторонние тазобедренных суставов

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя таза или двухсторонняя бедер, 262
- Задняя двухсторонняя в положении лягушки, 263 (модификация Кливза)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задние аксиальные проекции выходного отверстия, 264 (по Тейлору)
- Задние аксиальные проекции входного отверстия, 265
- Задняя косая вертлужной впадины, 266 (по Джудету)

Бедро и проксимальный отдел бедренной кости

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя односторонняя тазобедренного сустава, 267

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ТРАВМЫ
- Аксиолатеральная нижневерхняя, 268 (по Данелиусу-Миллеру)

СПЕЦИАЛЬНАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ТРАВМЫ
- Одностороняя проекция в положении лягушки, 269 (модификация по Кливзу)

СПЕЦИАЛЬНАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ТРАВМЫ
- Модифицированная аксиолатеральная, 270 (по Клементсу-Накаяме)

Крестцово-подвздошные суставы

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная, 271
- Задние косые, 272

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ТАЗА (ДВУХСТОРОННЯЯ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ): ТАЗ

Предупреждение: НЕ пытайтесь выполнить ротацию ноги внутрь при подозрении на перелом или вывих тазобедренного сустава. Выполняйте снимок поврежденной ноги и в положении как она есть.

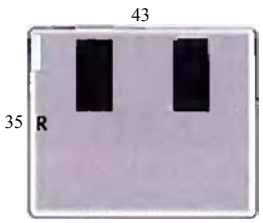
Таз
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя

Выявляемая патология

Переломы, вывихи суставов, дегенеративные и другие и поражения кости.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр
- 80 ± 5 кВ, 90 ± 5 кВ.
- Уставки и доза при 80 кВ



или

Для более низкой дозы на гонады при 90 кВ:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
18	80	12	1060	240	М 980 Ж 360
18	90	8	760	220	М 680 Ж 280

мкГр

Радиационная защита

Используйте защитные экраны гонад у мужчин. Экраны на яичники у женщин обычно не используют, так как они закрывают рентгеноанатомические структуры таза (если только областью интереса не являются одни только тазобедренные суставы).

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, руки — по бокам вдоль тела или скрещены на верхней части груди; под голову кладется подушка, а под колени — опора.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость пациента выравнивается по центральной линии стола и ЦЛ.
- **Нет ротации** таза; расстояние от поверхности стола до каждой ВППО должно быть одинаковым.
- Ноги пациента слегка раздвинуты и **повернуты** кнутри на 15-20° (см. **предупреждение** выше). Для фиксации укладки рентгенолог может положить мешок с песком между пятками и скрепить вместе стопы лентой сверху или положить на них дополнительные мешки с песком.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете, направлен **посредине между** уровнем ВППО и лонным сочленением, это приблизительно на 5 см ниже уровня ВППО (см. примечание).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Выполняйте по боковым краям ног и по верхней и нижней границам кассеты.



Рис. 7-37. Укладка пациента для задней проекции таза



Рис. 7-38. Рентгенограмма таза в задней проекции

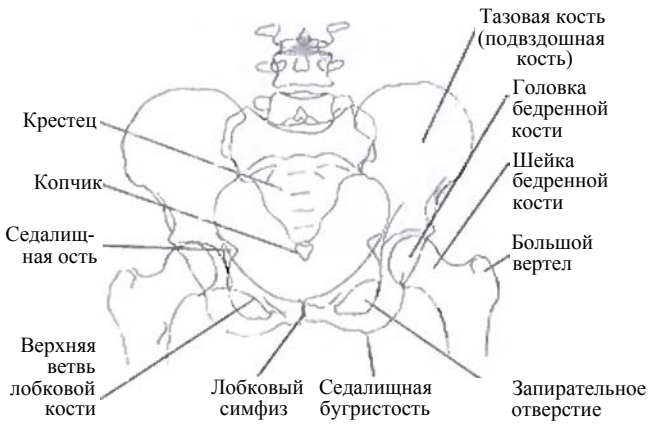


Рис. 7-39. Анатомическая схема таза и задней проекции

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание: если процедура выполняется как часть стандартной рентгенографии тазобедренного сустава, то центр снимка должен быть примерно на 5 см ниже, чтобы включить проксимальную треть бедренной кости.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Тазовый пояс, 5-й поясничный позвонок (L5), крестец и копчик, головки и шейки бедренных костей и большие вертела.

Укладка. • Малые вертела не должны быть видны совсем, или у многих пациентов видны лишь их верхушки. Большие вертела должны быть одинаковыми по форме и размеру. • Об отсутствии ротации свидетельствует симметричность крыльев подвздошной кости, седалищных остей и двух запирательных отверстий. Укороченное или закрытое запирательное отверстие указывает на ротацию в данном направлении. (Например, закрытое или суженное правое запирательное отверстие по сравнению с левым указывает на поворот вправо.) • Правая и левая седалищные ости (если они видны) должны быть одинакового размера.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Корректное центрирование подтверждается визуализацией всего таза и верхних частей бедренных костей без среза. • Срединная сагиттальная плоскость пациента выравнивается по центральной оси кассеты. • У крупных пациентов границы диафрагмирования минимальны. У пациентов небольшого роста должны быть равны боковые границы диафрагмирования и находиться латеральнее больших вертелов.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция позволяет хорошо видеть 5-й поясничный позвонок (L5), область крестца и края головок и вертлужных впадин бедренной кости, через накладывающиеся структуры таза, без переэкспонирования седалищной и лобковой костей. • Трабекулярная структура проксимальных отделов бедренных костей и костей таза должна быть видна отчетливо, что указывает на отсутствие движения при экспозиции.

ЗАДНЯЯ ДВУХСТОРОННЯЯ ПРОЕКЦИЯ В ПОЛОЖЕНИИ ЛЯГУШКИ: ТАЗ

Модифицированная по методу Кливза

Предупреждение: НЕ выполняйте эту укладку пациентам с деструктивными процессами в тазобедренном суставе или предполагаемом его переломе и вывихе.

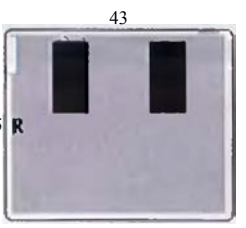
Таз
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Задняя двухсторонняя а положении лягушки (модификация по Кливзу)

Выявляемая патология

Эта проекция полезна для демонстрации нетравмированного тазобедренного сустава или развитой дисплазии (врожденного вывиха) газобедренного сустава.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ или 90 ± 5 кВ.
- Уставки и доза при 80 кВ:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
18	80	12	1060	280	М 980 Ж 360

мкГр

Радиационная защита

Используйте защитные экраны гонад как у мужчин, так и у женщин, не скрывая важные рентгеноанатомические структуры (см. примечание 1).

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, под его голову кладется подушка, руки пациента скрещены на груди.

Укладка снимаемой области

- Тело пациента выравнивают по центральной линии стола и/или кассеты и по ЦЛ.
- **Нет ротации таза** (одинаковое расстояние от ВППО до стола).
- ЦЛ направлен на центр кассеты, на уровне головок бедренных костей, верх кассеты расположен приблизительно на уровне подвздошного гребня.
- Оба колена согнуты примерно на 90°, как показано на рис. 7-40.
- Подошвенные поверхности стоп пациента сведены вместе и **оба бедра отведены на 40-45° от вертикали** (см. примечание 2). **Бедра** должны быть **отведены на одинаковый угол, ротация** таза **отсутствует**.
- Если необходимо, для стабилизации используйте опору под каждую ногу.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете, направлен **на точку 7,5 см ниже уровня ВППО** (2,5 см выше лонного сочленения).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте по границам кассеты с четырех сторон.



Рис. 7-40. Укладка пациента для двухсторонней проекции в позиции лягушки — бедра отведены на 40-45°

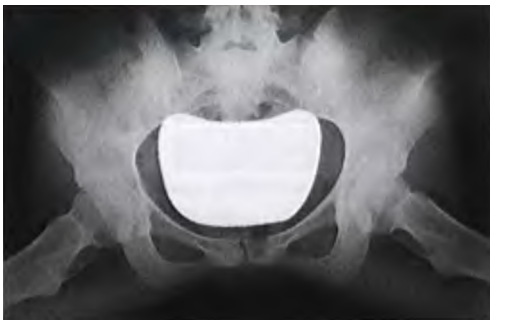


Рис. 7-41. Рентгенограмма таза в двухсторонней проекции в позиции лягушки

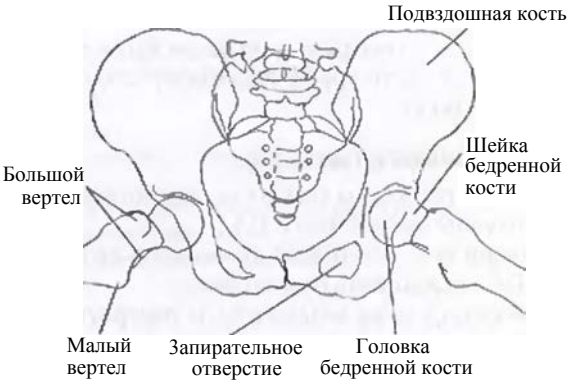


Рис. 7-42. Анатомическая схема таза в двухсторонней проекции в позиции лягушки

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание 1: эту проекцию часто выполняют при периодических исследованиях детей, поэтому **важно правильно расположить гонадные экраны у пациентов обоего пола, при этом тазобедренные суставы не должны быть закрыты**.

Примечание 2: отведение бедер на меньший угол, например только на 20-30° от вертикали, дает наименьшее укорочение шеек бедренных костей, но при таком положении укороченной выглядит вся проксимальная область бедренной кости, что может быть нежелательным.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • На одном снимке видны головки и шейки бедренных костей, вертлужная впадина и области вертелов.

Укладка. • Об **отсутствии ротации** свидетельствует симметричность тазовых костей, особенно крыльев подвздошной кости, запирательных отверстий и седалищных остей, если они видны. • Если оба бедра отведены правильно, то головки и шейки бедренных костей и большие и малые вертела должны быть симметричны. • Малые вертела, выступая за нижним или медиальным краем бедренной кости, должны быть одинаковы по размеру. • Большие вертела, главным образом, накладываются на шейки бедренных костей, которые выглядят укороченными (см. примечание 2).

Диафрагмирование и ЦЛ. • Тазовый пояс должен находиться в центре поля диафрагмирования по направлению справа налево, при этом средняя точка расположена примерно 2,5 см выше лобкового симфиза.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция визуализирует контуры головки бедренной кости и вертлужную впадину через наложенные на них структуры таза, без переэкспонирования проксимального отдела бедренной кости. • Трабекулярная кость должна быть видна отчетливо что указывает на отсутствие движения при экспозиции.

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ[1] ПРОЕКЦИЯ ВЫХОДА ИЗ ТАЗА (ДЛЯ ПЕРЕДНИХ И НИЖНИХ ОТДЕЛОВ ТАЗОВЫХ КОСТЕЙ): ТАЗ

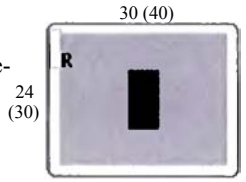
по Тейлору

Таз
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя аксиальная проекция выхода из таза

Выявляемая патология

Эта проекция дает хорошее изображение обеих лобковых и седалищных костей для оценки травмы таза при переломах и смещениях.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение поперечное,

или — 30 х 40 см.

- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ.
- Уставки и экспозиция:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	85	10	1240	330	М 1240 Ж 330

мкГр

Радиационная защита

Защита гонад возможна при условии, если не будут закрыты важные рентгеноанатомические структуры таза.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, под голову кладется подушка. Ноги пациента вытянуты, под коленями — опора.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость пациента выравнивается по ЦЛ и средней линии стола и/или кассеты.
- **Нет ротации** таза (одинаковое расстояние от ВППО до стола по обеим сторонам).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **краниально на 20-35° для мужчин и на 30-45° — для женщин.** (Разница в размере угла вызвана различиями формы мужского и женского таза.)
- ЦЛ направлен к точке средней линии, расположенной на 3-5 см дистально к верхней границе **лобкового симфиза** или **больших вертелов**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Хорошо демонстрируются верхние и нижние ветви лобковой кости, тело и ветвь седалищной кости, с минимальным укорочением или наложением.

Укладка. • Об **отсутствии ротации** свидетельствует следующее: Запирательные отверстия и обе седалищные кости одинаковы по форме и размеру.

Диафрагмирование и ЦЛ. • О правильности выбора угла наклона ЦЛ свидетельствует визуализация передних/нижних частей лобковых костей, с минимальным укорочением. • В центре поля диафрагмирования должна находиться средняя точка лобкового симфиза. • Боковые границы поля диафрагмирования должны на одинаковое расстояние отстоять от головок бедренной кости и вертлужных впадин. Сверху и снизу поле диафрагмирования поля должно захватывать тело и верхние ветви лобковой кости, и седалищные бугристости.

Параметры экспозиции. • Хорошо демонстрируются тело и верхние ветви лобковых костей, без переэкспонирования ветвей седалищной кости. • Четкие контуры костей и отчетливо видимая трабекулярная структура лобковой и седалищной костей указывают на отсутствие движения при экспозиции.

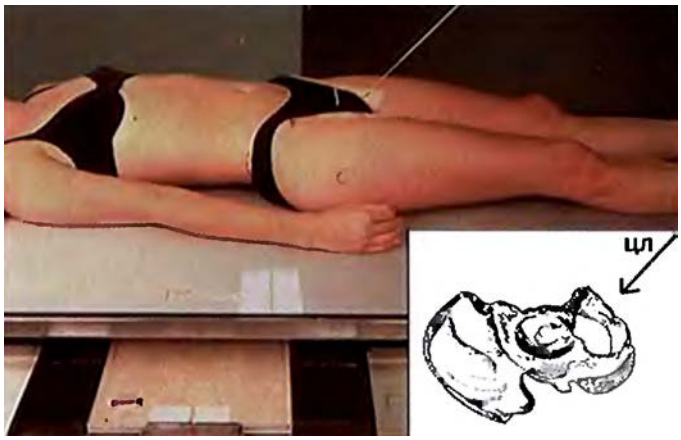


Рис. 7-43. Укладка пациента для задней аксиальной проекции выхода из таза — ЦЛ наклонен на 40° краниально



Рис. 7-44. Рентгенограмма таза в задней аксиальной проекции выхода из таза

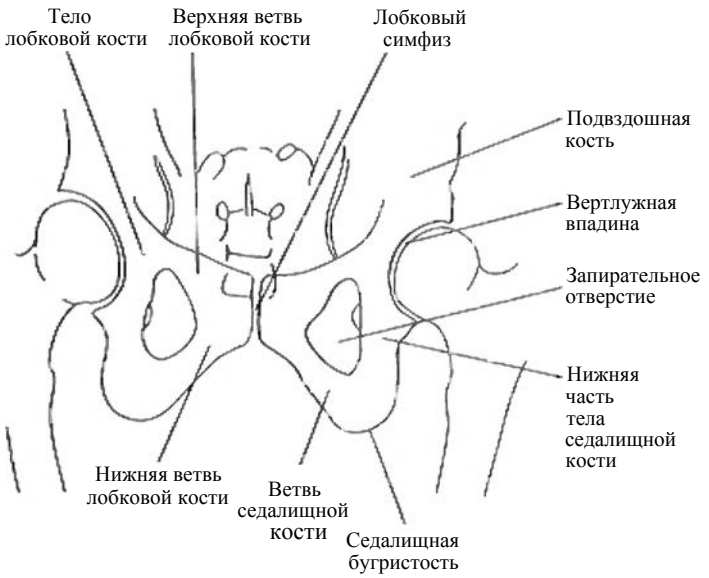


Рис. 7-45. Анатомическая схема таза в задней аксиальной проекции выхода из таза

Диафрагмирование. Диафрагмируйте с четырех сторон близко к области интереса.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

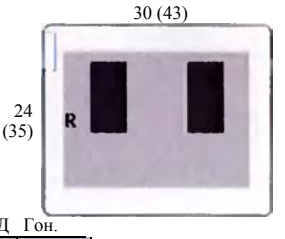
[1] Long BW, Rafert JA: *Orthopaedic radiography*, Philadelphia, 1995, WB Saunders.

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ВХОДА В ТАЗ[1]: ТАЗ

Выявляемая патология

Эта аксиальная проекция газового кольца позволяет дать оценку травме таза при заднем смещении или ротации передней части таза внутрь или наружу.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см,

или — 35 х 43 см, расположение поперечное.

- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ±5 кВ.
- Уставки и экспозиция:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	85	12	1490	400	М 1490 Ж 370

мкГр

Радиационная защита

Использование гонадной защиты для мужчин возможно, если при этом не будут закрыты важные рентгеноанатомические структуры таза.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, под голову кладется подушка. Ноги пациента вытянуты, для удобства под колени пациента ставят опору.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии стола и/или кассеты.
- **Нет ротации** таза (одинаковое расстояние от ВППО до стола по обеим сторонам).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **каудально на 40°** (почти перпендикулярен плоскости входа в таз).
- ЦЛ направлен **к точке средней линии, соединяющей обе ВППО**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется с четырех сторон близко к области интереса.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Эта аксиальная проекция хорошо демонстрирует тазовый пояс или вход в таз (верхнюю апертуру) в целом.

Укладка. • Об отсутствии ротации свидетельствует полная видимость обеих подвздошных остей, одинаковых по размеру и форме.

Диафрагмирование и ЦЛ. • О правильности угла и направления ЦЛ свидетельствует наложение друг на друга переднего и заднего отделов тазового кольца. • С центром поля диафрагмирования должен совпадать центр входа в таз. • Боковые края поля диафрагмирования должны быть равными с обеих сторон от головок бедренных костей и вертлужных впадин. Сверху и снизу поле диафрагмирования должно захватывать крылья и симфиз.

Парамефы экспозиции. • Оптимальная экспозиция демонстрирует наложенные друг на друга передний и задний отделы тазового кольца. Обычно имеет место переэкспонирование боковых сторон крыла. Четкие контуры костей и отчетливая трабекулярная структура лобковой и седалищной костей указывают на отсутствие движения во время экспозиции.

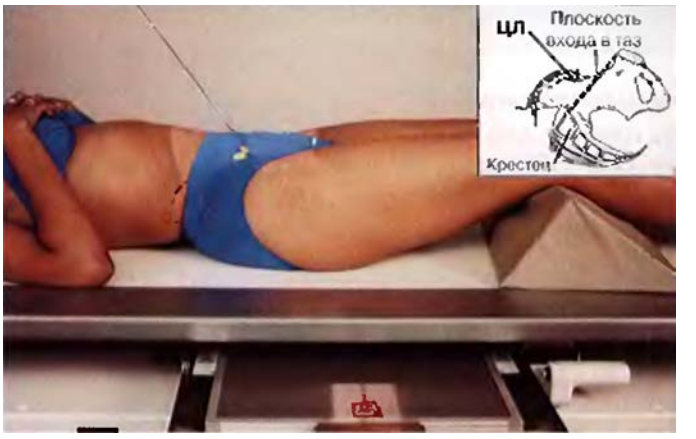


Рис. 7-46. Укладка пациента для задней аксиальной проекции входа в таз — ЦЛ 40° каудально (ЦЛ перпендикулярен входу в таз)



Рис. 7-47. Рентгенограмма входа в таз в задней аксиальной проекции



Рис. 7-48. Анатомическая схема входа в таз в задней аксиальной проекции

[1] Long BW, Rafert JA: *Orthopaedic radiography*, Philadelphia, 1995 WB Saunders.

ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ ТАЗА: ВЕРТЛУЖНАЯ ВПАДИНА

по Джудету

Таз
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная проекция выхода из таза
- Задняя аксиальная проекция входа в таз
- Задняя косая — вертлужная впадина (по Джудету)

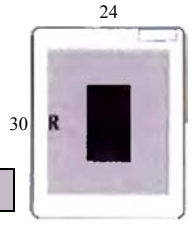
Выявляемая патология

Эта проекция полезна для оценки перелома вертлужной впадины или вывиха тазобедренного сустава.

Для сравнения обычно выполняют и **правую, и левую косые проекции**, при этом обе проекции центрируют по верхней или нижней части вертлужной впадины, в зависимости от рентгеноанатомии, которую нужно продемонстрировать.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ.
- Уставки и экспозиция



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	85	10	1310	380	М 10 Ж 20

мкГр

Радиационная защита

Защиту на гонады помещают очень точно, чтобы не закрыть исследуемые рентгеноанатомические структуры.

Укладка пациента — задние косые укладки

- Пациент находится в полусупинационной укладке, под голову кладется подушка. В зависимости от изучаемой рентгеноанатомической структуры **поврежденная сторона находится вверху или внизу**.

Укладка снимаемой области

- Пациент повернут в положение задней косой 45° укладки, так что и таз, и грудная клетка находятся под углом 45° к поверхности стола. Используйте клинообразную опору.
- Снимаемые головка бедренной кости и вертлужная впадина выравниваются по средней линии стола и/или кассеты.
- Кассета расположена продольно, ЦЛ направлен на центр кассеты, на уровне головки бедренной кости.

Центральный луч

- Если снимаемая область — это **нижняя часть вертлужной впадины**, то ЦЛ направлен перпендикулярно на **5 см дистально и 5 см медиально к ВППО исследуемой нижней части тела**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры[1]: • Если снимаемой областью является нижняя часть вертлужной впадины, то демонстрируются передний край вертлужной впадины и задняя часть подвздошно-седалищного столба. Также хорошо визуализируется крыло подвздошной кости (рис. 7-51). • Если снимаемой областью является верхняя часть вертлужной впадины, то демонстрируются задний край вертлужной впадины и **передняя часть подвздошно-седалищного столба**. Также визуализируется **запирательное отверстие** (рис. 7-52).

Укладка. • О правильном угле наклона тела пациента свидетельствует открытое и равномерное суставное пространство на краю вертлужной впадины и головки бедренной кости. • Запирательное отверстие должно быть открыто на рентгенограмме верхней части вертлужной впадины и закрыто — на рентгенограмме нижней части вертлужной впадины.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре кассеты и поля диафрагмирования находится вертлужная впадина. • Область диафрагмирования должна совпадать с областью интереса, чтобы уменьшить дозу, получаемую пациентом, и добиться оптимального контраста снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция должна обеспечить резкие контуры костей и трабекулярную структуру вертлужной впадины и головки бедренной кости, что указывает на отсутствие движения при выполнении экспозиции.

[1] Long BW, Rafert JA: *Orthopaedic radiography*, Philadelphia, 1995, WB Saunders.



Рис. 7-49. Правая задняя косая проекция — ЦЛ направлен на правую вертлужную впадину, ближнюю к кассете



Рис. 7-50. Левая задняя косая проекция — ЦЛ направлен на правую вертлужную впадину дальнюю от кассеты



Рис. 7-51. Рентгенограмма вертлужной впадины в правой задней косой проекции — нижняя часть (передний край и задняя часть подвздошно-седалищного столба)



Рис. 7-52. Рентгенограмма вертлужной впадины в левой задней косой проекции — верхняя часть (задний край и передняя часть подвздошно-седалищного столба)

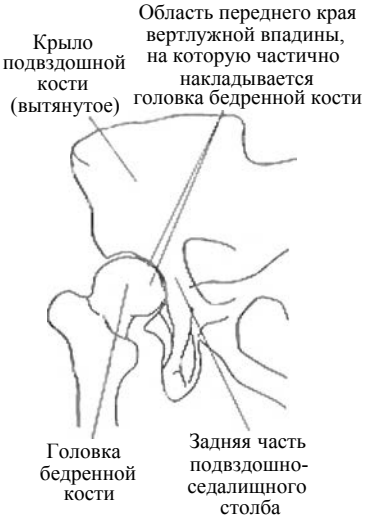


Рис. 7-53. Анатомическая схема нижней части вертлужной впадины в правой задней косой проекции

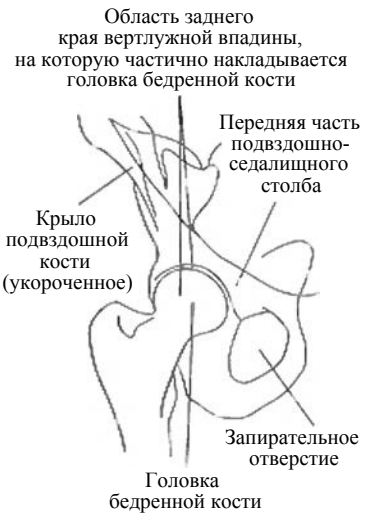


Рис. 7-54. Анатомическая схема верхней части вертлужной впадины и левой задней косой проекции

- Если снимаемая область — это **верхняя часть вертлужной впадины**, то ЦЛ направлен перпендикулярно **на 5 см прямо дистально к ВППО исследуемой верхней части тела**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте с четырех сторон области интереса.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

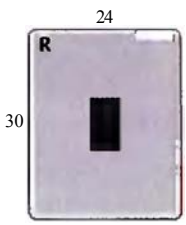
ЗАДНЯЯ ОДНОСТОРОННЯЯ ПРОЕКЦИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА: ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ И ПРОКСИМАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Предупреждение: если есть подозрение на перелом, **НЕ пытайтесь** выполнить ротацию ног. Перед тем как выполнить одностороннюю заднюю проекцию тазобедренного сустава с целью выявления возможной травмы сустава или таза, делают основную заднюю проекцию таза для сравнения обоих суставов.

Тазобедренный сустав и проксимальный отдел бедренной кости
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя односторонняя проекция тазобедренного сустава
- Аксиолатеральная (при травме тазобедренного сустава) (нижневерхняя)

Выявляемая патология

Эту проекцию выполняют после операции или при повторном обследовании для демонстрации вертлужной впадины, головки и шейки бедренной кости и большого вертела, а также для оценки состояния и положения любого ортопедического приспособления.



Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ.
- Уставки и экспозиция:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	80	12	1040	300	М 660 Ж 120

мкГр

Радиационная защита

Защитные средства располагают на гонады и область таза, **не закрывая поврежденный сустав**.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, руки вытянуты вдоль тела или скрещены на верхней части груди.

Укладка снимаемой области

- Определите местонахождение **шейки бедренной кости**, которая выравнивается по ЦЛ и средней линии стола и/или кассеты.
- **Нет ротации** таза (равное расстояние от ВППО с двух сторон таза до стола).
- Поверните поврежденную ногу **внутрь на 15-20°** (см. предупреждение выше).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна визуализироваться проксимальная треть бедренной кости вместе с вертлужной впадиной и прилегающими частями лобковой, седалищной и подвздошной костей. • Любое имеющееся ортопедическое приспособление должно быть видно полностью.

Укладка. • Большой вертел и головка и шейка бедренной кости должны быть видны в полный профиль, без укорачивания. • Малый вертел не должен выступать за медиальную границу бедренной кости, или у некоторых пациентов может быть видна только самая его верхушка при значительном повороте ноги внутрь.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Поле диафрагмирования должно охватывать весь тазобедренный сустав и полностью любое ортопедическое приспособление. • Шейка бедренной кости, расположенная в центре поля диафрагмирования, свидетельствует о правильном направлении ЦЛ.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция визуализирует края головки бедренной кости и вертлужную впадину через структуры таза без переэкспонирования других частей проксимального отдела бедренной кости или структур таза. • Трабекулярная структура большого вертела и области шейки должна быть резкой, что указывает на отсутствие движения во время экспозиции.

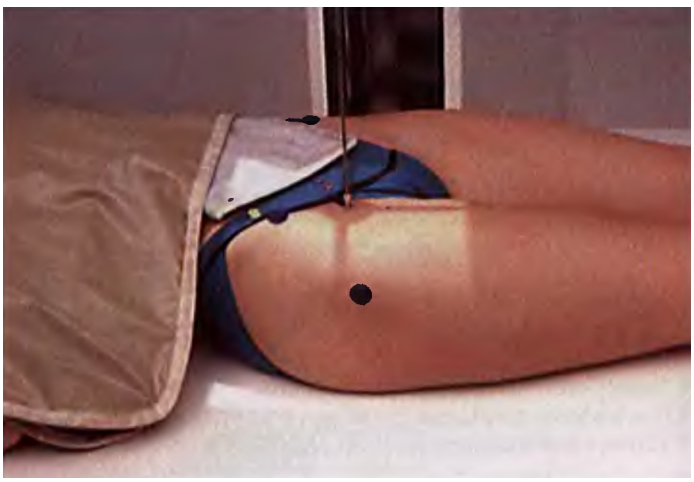


Рис. 7-55. Задняя проекция правого тазобедренного сустава



Рис. 7-56. Рентгенограмма тазобедренного сустава в задней проекции

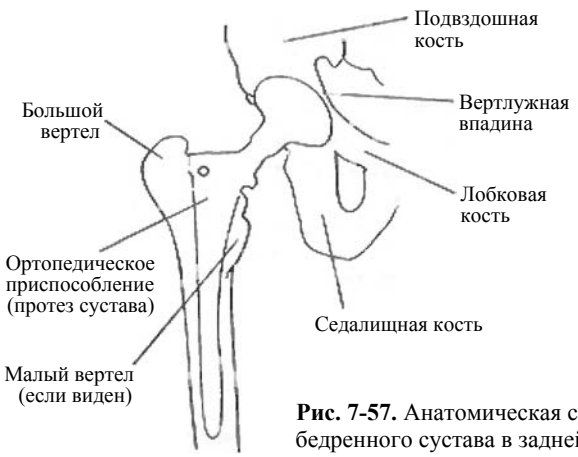


Рис. 7-57. Анатомическая схема тазобедренного сустава в задней проекции

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете, он направлен **на 2,5-5 см дистально к середине шейки бедренной кости** (чтобы полностью включить ортопедический протез тазобедренного сустава, если он имеется). Шейка бедренной кости может находиться примерно **на 3-5 см медиально** и **8-10 см дистально к ВППО** (см. стр 256).
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте с четырех сторон области интереса.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ НИЖНЕВЕРХНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ И ПРОКСИМАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ БЕДРЕННОЙ КОСТИ - ТРАВМА

по Данелиусу-Миллеру

Предупреждение: при первичном исследовании травмы **НЕ пытайтесь** выполнить ротацию ноги внутрь.

Примечание: это распространенная проекция **для диагностики травмы, во время операции, после операции** или у пациентов, кто не может двигаться или поворачивать поврежденную ногу, как это необходимо для боковой проекции в положении лягушки.

Тазобедренный сустав и проксимальный отдел бедренной кости

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

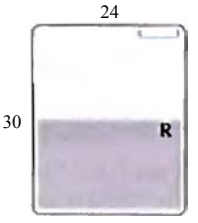
- Задняя односторонняя проекция тазобедренного сустава
- Аксиолатеральная (при травме тазобедренного сустава) (нижневерхняя)



Рис. 7-58. Укладка пациента для аксиолатеральной проекции

Выявляемая патология

Проекция дает боковой вид тазобедренного сустава для оценки переломов или вывихов при травме в случаях, когда нельзя двигать поврежденную ногу.



Технические условия исследования

- Размер кассеты - 24 х 30 см, расположение продольное.
- Неподвижный растр (свинцовые полоски расположены вертикально, чтобы избежать эффекта экранирования растром).
- 80 ± 5 кВ.
- При использовании цифрового приемника изображения — требуется диафрагмировать максимально близко к области интереса.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
22	75	40	3360	560	М 3360 Ж 160

мкГр

Радиационная защита

Использование гонадной защиты в этом случае невозможно; важно диафрагмировать максимально близко к области интереса.

Укладка пациента

(Можно выполнять на каталке или постели, если пациент не может двигаться, см. главу 19, «Травма таза»). Пациент лежит на спине, пол головой — подушка; приподнимите таз пациента на 3-5 см, по возможности положив под таз опору (особенно важно для худых пациентов, а также для пациентов, лежащих на мягкой подстилке или в кровати).

Укладка снимаемой области

- Согните и поднимите неповрежденную ногу пациента так, чтобы бедро было практически вертикально и выходило за пределы поля диафрагмирования (рис. 7-58). Зафиксируйте такую укладку. Если ступня стоит на глубинной диафрагме (**коллиматоре**), как показано, под ступню положите свернутую простыню или подушку, чтобы избежать ожога ступни от **горячей поверхности глубинной диафрагмы**.
- **Ротация** таза **отсутствует** (одинаковое расстояние от ВППО с двух сторон таза до стола).
- Кассету располагают над подвздошным гребнем так, чтобы она была параллельна шейке бедренной кости и перпендикулярна ЦЛ. Используйте, если есть, кассетодержатель или мешки с песком, чтобы установить кассету.

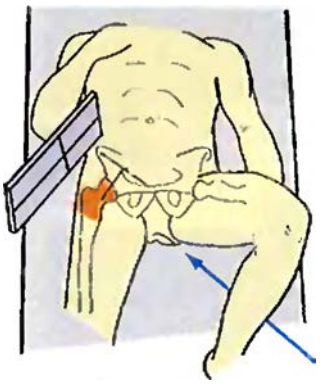


Рис. 7-59. Схема укладки для аксиолатеральной проекции

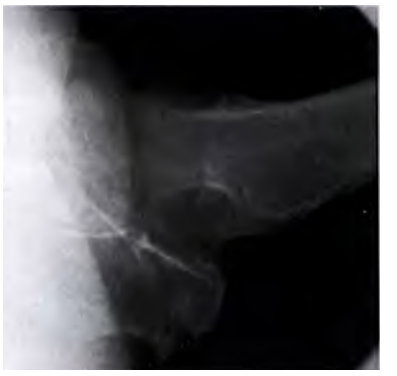


Рис. 7-60. Рентгенограмма тазобедренного сустава и проксимального отдела бедренной кости в аксиолатеральной проекции

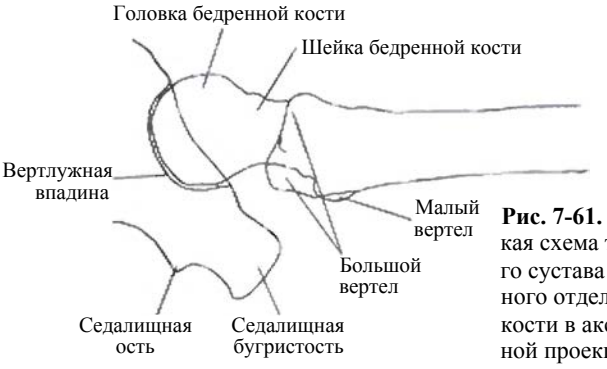


Рис. 7-61. Анатомическая схема тазобедренного сустава и проксимального отдела бедренной кости в аксиолатеральной проекции

- Поврежденную ногу поверните внутрь на 15-20°, **если не противопоказано** по причине возможно имеющегося перелома или другого патологического процесса (см. предупреждение выше).

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен шейке бедренной кости и кассете.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется с четырех сторон близко к головке и шейке бедренной кости.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть показаны полностью головка и шейка бедренной кости, а также вертел и вертлужная впадина.

Укладка. • При ротации кнутри поврежденной ноги если и видна, то лишь небольшая часть малого вертела. • На большую часть дистального отдела шейки бедренной кости накладывается большой вертел. • При правильном поднятии ноги и верном направлении ЦЛ мягкие ткани поднятой неповрежденной ноги не накладываются на исследуемое бедро.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Линии растра не видны (линии растра указывают на неправильное выравнивание трубки относительно кассеты).

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция позволяет видеть контуры всей головки бедренной кости и вертлужной впадины без переэкспонирования шейки и проксимального отдела бедренной кости.

Примечание: визуализация самой проксимального отдела головки бедренной кости и вертлужной впадины у пациентов с полными бедрами может быть невозможна.

ОДНОСТОРОННЯЯ МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ В ПОЛОЖЕНИИ ЛЯГУШКИ: ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ И ПРОКСИМАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Модифицированная по Кливзу

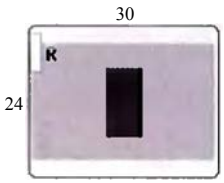
Предупреждение: НЕ используйте эту укладку для пациентов с деструктиной болезнью сустава или подозрением на его перелом или вывих. Это может привести к значительному смещению фрагментов кости (см. боковые проекции, используемые при травме).

Тазобедренный сустав и проксимальный отдел бедренной кости
СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ПРИ ОТСУТСВИИ ТРАВМЫ
• Односторонняя проекция в положении лягушки

Выявляемая патология

Проекция дает боковой вид тазобедренного сустава для оценки состояния тазобедренного сустава и проксимального отдела бедренной кости при отсутствии травмы.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 x 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ.
- Уставки и доза.

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	80	12	1020	320	М 640 Ж 120

мкГр

Радиационная защита

Защитные экраны на гонады используют так, чтобы не был закрыт исследуемый сустав.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, снимаемый сустав выравнивают по ЦЛ и средней линии стола и/или кассеты.

Укладка снимаемой области

- Согните колено и снимаемый тазобедренный сустав.
- Как показано, при этом стопа прижата к внутренней стороне другой ноги, около колена, если возможно.
- Отведите бедренную кость на **45° от вертикали** так, чтобы шейка бедренной кости была почти параллельна кассете (см. примечание 1).
- ЦЛ направлен на шейку снимаемого бедра, которая выравнивается по средней линии кассеты и поверхности стола. (Шейка бедренной кости находится в 7,5-10 см дистально от ВППО).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете (см. примечание 2) и направлен на **середину шейки бедренной кости** (центр кассеты).
- Минимальное РИП составляем 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте близко по четырем сторонам к области интереса.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Боковой вид вертлужной впадины, головки и шейки бедренной кости, области вертелов и проксимальной одной трети бедренной кости.

Укладка. • При должном отведении бедренной кости шейка бедренной кости демонстрируется в профиль, на нее накладывается большой вертел.

Диафрагмирование и ЦЛ. • О правильном центрировании свидетельствует шейка бедренной кости, находящаяся в центре поля диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция визуализирует края головки бедренной кости и вертлужной впадины через наложенные структуры таза без переэкспонирования других частей проксимальной бедренной кости. • Четкая трабекулярная структура и резкие костные края проксимального отдела бедренной кости и таза указывают на отсутствие движения во время выполнения экспозиции.



Рис. 7-62. Укладка для односторонней проекции в положении лягушки (шейка бедренной кости параллельна кассете). *Вставка*: хорошо демонстрирует головку и вертлужную впадину, но шейка укорочена



Рис. 7-63. Рентгенограмма шейки бедренной кости при отведении бедра на 45°

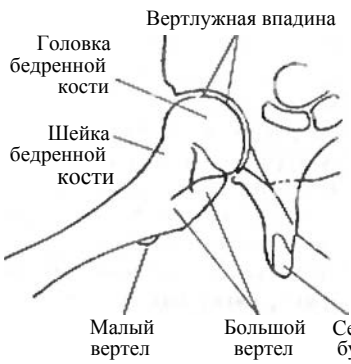


Рис. 7-64. Анатомическая схема тазобедренного сустава и проксимального отдела бедренной кости в односторонней проекции в положении лягушки

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание 1: у большинства пациентов оптимальное отведение бедра для демонстрации шейки бедренной кости без укорочения составляет 20-30° от вертикали. Такая укладка приводит к некоторому укорочению проксимальной области бедренной кости, что может быть нежелательно.

Примечание 2: модификацией этой укладки является укладка по метолу Лауенштейна-Хики, когда вначале пациент находится в таком же положении, а потом поворачивается на сторону поврежденной ноги так, чтобы бедренная кость касалась поверхности стола и была параллельна кассете. При такой укладке укорачивается область шейки, но хорошо демонстрируются головка и вертлужная впадина, если поврежденная нога отведена на достаточный угол, как показано на рис. 7-62, *вставка*.

МОДИФИЦИРОВАННАЯ АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ПРИ ВОЗМОЖНОЙ ТРАВМЕ: ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ И ПРОКСИМАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

по Клементсу-Накаяме[1]

Тазобедренный сустав и проксимальный отдел бедренной кости

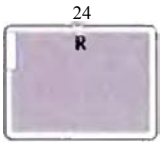
СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ТРАВМЫ
- Односторонняя проекция в положении лягушки

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ПРИ ТРАВМЕ
- модифицированная аксиолатеральная (по Клеменсу-Накаяме)

Выявляемая патология

Эта боковая косая проекция полезна для оценки предполагаемого перелома бедра или при артропластике (протезировании тазобедренного сустава), когда движения обеих нижних конечностей пациента ограничены и выполнение нижневерхней проекции невозможно.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр (кассета наклонена на 15°, свинцовые полоски растра расположены продольно).
- 80 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
22	75	40	3360	560	М 3360 Ж 160

мкГр

Радиационная защита

Гонады закрыты защитным экраном насколько это возможно, чтобы не закрыть исследуемые рентгеноанатомические структуры

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, поврежденной стороной к краю стола, ноги вытянуты. Под головой пациента находится подушка, руки скрещены на верхней части груди.

Укладка снимаемой области

- Нога пациента находится в нейтральной (анатомической) позиции. (Угол наклона ЦЛ в 15° вниз (рис. 7-65) компенсирует попорот ноги внутрь.)
- Кассета лежит на деке, при этом нижний край кассеты расположен 5 см ниже уровни поверхности стола.
- Кассета наклонена на 15° от вертикальной плоскости и расположена так, что лицевая сторона кассеты **перпендикулярна** ЦЛ для предотвращения эффекта экранирования растром
- ЦЛ направлен на центр кассеты.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Вертлужная впадина, головка и шейка бедренной кости и область вертела представлены в боковой косой проекции.

Укладка. • Головка и шейка бедренной кости должны быть видны в профиль, лишь с минимальным наложением большого вертела. • Малый вертел виден выступающим кзади от тела бедренной кости. (Когда нога находится в нейтральной или анатомической позиции, большая часть малого вертела видна лишь минимально, а при увеличении угла поворота ноги наружу, малый вертел виден еще меньше.)

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре расположены шейка бедренной кости и вертела. • В поле диафрагмирования должны входить структуры от вертлужной впадины до проксимального отдела бедренной кости, включая оба вертела.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция позволяет получить изображение головки и шейки бедренной кости без переэкспонирования проксимального отдела бедренной кости • На снимке линии растра не должны быть видны. • Четкая трабекулярная структура и резкие костные края проксимального отдела бедренной кости и таза указывают на отсутствие движения во время экспозиции.



Рис. 7-65. Модифицированная аксиолатеральная проекция — наклон ЦЛ на 15° от горизонтали, ЦЛ перпендикулярен шейке бедренной кости

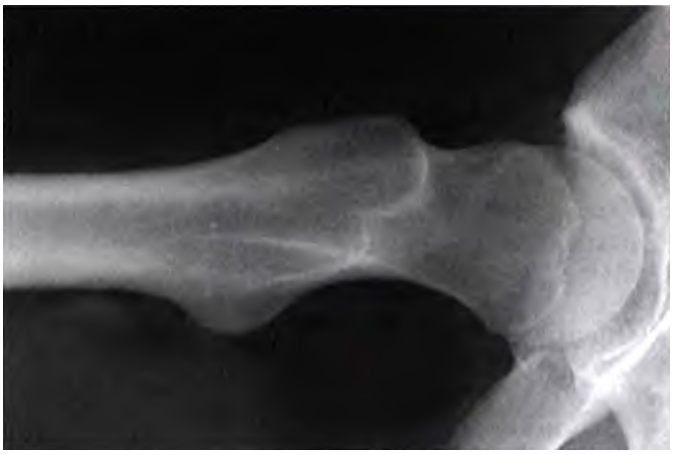


Рис. 7-66. Рентгенограмма бедра тазобедренного сустава и проксимального отдела бедренной кости в модифицированной аксиолатеральной проекции

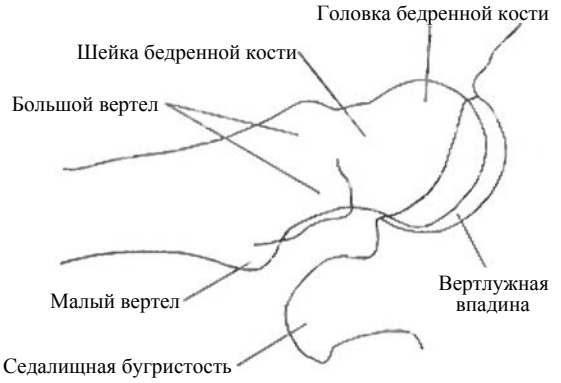


Рис. 7-67. Анатомическая схема бедра и проксимального отдела бедренной кости в модифицированной аксиолатеральной проекции

Центральный луч

- ЦЛ направлен медиолатерально так, чтобы он был перпендикулярен и направлен к шейке бедренной кости. Он должен быть наклонен вниз на 15-20° от горизонтали.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется с четырех сторон близко к области интереса.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

[1] Clements RS, Nakayama HK: Radiographic methods in total hip arthroplasty, Radiol Technol 51:589-600, 1980.

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНЫЕ СУСТАВЫ

Крестцово-подвздошные суставы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная
- Задние косые проекции

Выявляемая патология

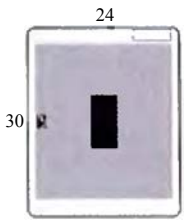
Проекция полезна для оценки переломов и вывихов суставов или неполного вывиха крестцово-подвздошных (КП) суставов.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 85 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	85	9	1060	300	М 90 Ж 260

мкГр



Радиационная защита

У мужчин используйте гонадные защитные экраны. У женщин экраны на яичники использовать нельзя, так как они закрывают область интереса.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, под головой пациента находится подушка; ноги вытянуты, под колени для удобства кладут опору.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии стола и/или кассеты.
- **Нет ротации** таза (одинаковое расстояние от ВППО до стола по обеим сторонам).

Центральный луч

- Угол **ЦЛ в 30-43°** наклонен **краниально** (обычно для мужчин требуется угол 30°, а для женщин — 35°, с увеличением в поясничнo-крестцовом изгибе).
- ЦЛ направлен на среднюю точку линии, расположенной при мерно на **5 см ниже уровня ВППО**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте по области интереса, при этом боковые края не должны отсекать крестцово-подвздошные суставы.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Альтернативная передняя аксиальная проекция: если супинационная укладка для пациента невозможна, можно выполнить переднюю проекцию, когда пациент лежит на животе, наклоняя ЦЛ в 30-35° **каудально**. ЦЛ должен быть направлен на уровень 4 поясничного позвонка или немного выше подвздошного гребня.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Видны крестцово подвздошные суставы, соединение 5-го поясничного и 1-го крестцового позвонков (L5-S1) и весь крестец.

Укладка. • Об отсутствии ротации свидетельствует и изображение остистого отростка L5 позвонка в центре тела позвонка и симметричные билатеральные крылья крестца (КП суставы равноудалены от средней линии позвонков).

Диафрагмирование и ЦЛ. • Пространства крестцово-подвздошных суставов и соединение 5-го поясничного и 1-го крестцового позвонков (L5-S1) и крестцовые отверстия должны быть открыты, что указывает на правильность угла наклона ЦЛ. • В центре поля диафрагмирования и/или кассеты должны находиться КП суставы и первые два сегмента крестца.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция должна позволить визуализировать весь крестец и контуры суставных щелей КП суставов. Четкая трабекулярная структура и резкие контуры костей указывают на отсутствие движения во время экспозиции.

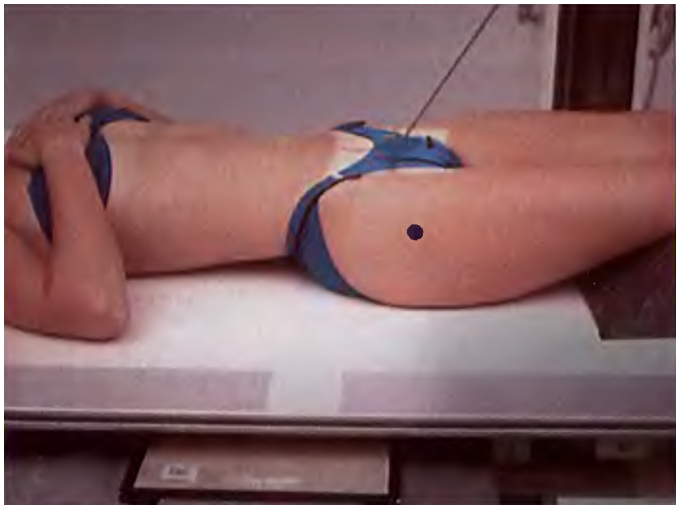


Рис. 7-68. Задняя аксиальная проекция КП суставов — ЦЛ 30 -35° краниально



Рис. 7-69. Рентгенограмма КП суставов в задней аксиальной проекции

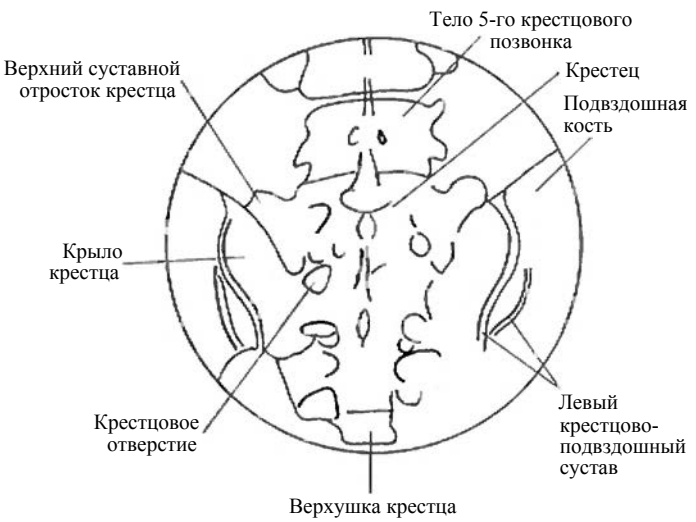


Рис. 7-70. Анатомическая схема КГ суставов в задней аксиальной проекции

ЗАДНИЕ КОСЫЕ ПРОЕКЦИИ (ЛЕВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ И ПРАВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ): КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНЫЕ СУСТАВЫ

Крестцово-подвздошные суставы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная
- Задние косые проекции

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует отдаленные **от кассеты** крестцово-подвздошные суставы для выявления их вывиха или подвывиха.

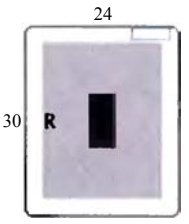
Для сравнения исследуется **оба сустава.**

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
17	80	12	1250	260	М Ж	90 290

мкГр



Радиационная защита

Гонадные защитные экраны располагают максимально точно, чтобы не закрыть крестцово-подвздошный сустав (можно использовать экраны для мужчин, но расположение женских экранов требует большей тщательности). Диафрагмируйте как можно ближе к области интереса.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, под головой пациента находится подушка.

Укладка снимаемой области

- Пациент повернут на **25-30°** в заднюю косую проекцию, **при этом снимаемая область находится на приподнятой стороне.**
- **Правый сустав** визуализируется при левой задней косой проекции, а левый — при **правой задней косой проекции**.
- При выполнении **обеих** укладок для определения точных углов наклона используйте транспортир.
- Положите опору под поднятое бедро и согнутое приподнятое колено.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен кассете** и направлен на точку, расположенную **2,5 см медиально** к верхней стороне ВППО (см. примечание для дополнительного краниального угла наклона ЦЛ).
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте с четырех сторон близко к области интереса.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание: для более четкой демонстрации нижней или дистального отдела сустава ЦЛ должен быть наклонен на 15-20° **краниально**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Виден крестцово-подвздошный сустав (дальний от кассеты), при этом суставное пространство открыто.

Укладка пациента: • Крыло подвздошной кости и крестец не заходят друг на друга, что указывает на правильный наклон.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре поля диафрагмирования находится открытый КП сустав.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция дает четкое изображение сустава на всем протяжении без пере- или недоэкспонирования. • Четкая трабекулярная структура и резкие контуры костей указывают на отсутствие движения во время выполнения экспозиции.



Рис. 7-71. Правая задняя косая проекция для левой стороны (верхняя часть) КП-сустава



Рис. 7-72. Левая задняя косая проекция для правой стороны (верхняя часть)

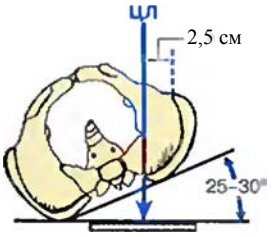


Рис. 7-73. Левая задняя косая проекция КП-сустава

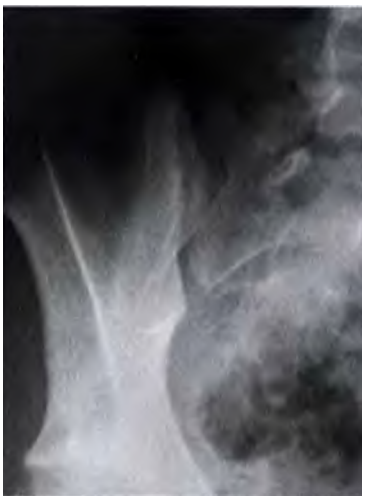


Рис. 7-74. Рентгенограмма КП-сустава в левой задней косой проекции (верхняя часть). (С разрешения Kathy Martensen, R.T.)

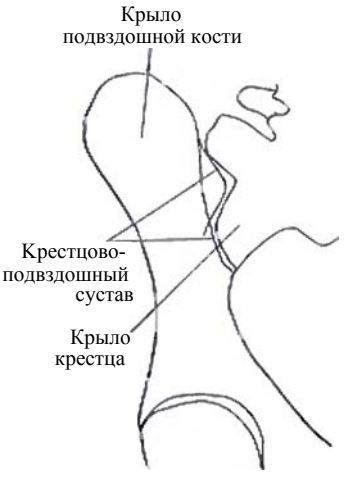


Рис. 7-75. Анатомическая схема КП-сустава в левой задней косой проекции (верхняя часть) (С разрешения Kathy Martensen, R.T.)

Упражнения по рентгенограммам

Каждая из приведенных здесь рентгенограмм содержит ошибки и требует пересъемки. Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы, которые изложены в этой главе, и категории, приведенные справа.

Для начала предлагается обдумать, к какой категории можно отнести ошибку на каждом снимке, которая **требует пересъемки**.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ			
	А	Б	В	Г
1. Видимые анатомические структуры	____	____	____	____
2. Укладка пациента	____	____	____	____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	____	____	____	____
4. Параметры экспозиции	____	____	____	____
5. Маркировка	____	____	____	____



Рис. С7-76. Рентгенограмма таза в задней проекции (83-летний пациент) **А**



Рис. С7-77. Рентгенограмма таза в односторонней проекции в положении лягушки (84-летний пациент) **Б**



Рис. С7-78. Рентгенограмма таза в задней проекции (7-летний ребенок) **В**



Рис. С7-79. Рентгенограмма таза в двусторонней проекции в положении лягушки (2-летний ребенок) **Г**

ГЛАВА 8

Шейный и грудной отделы позвоночника

СОАВТОРЫ: **April Apple**, RT (R), **Donna Wright,** Ed.D., RT (R)

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Alex Bakus, VS, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Позвоночный столб, 275

Кривизны позвоночного столба, 276

Типичные позвонки, 277

Суставы позвоночного столба, 278

Шейные позвонки, 279

Атлант (C1) и осевой позвонок (C2), 280

Грудные позвонки, 281

Анатомический обзор рентгенограмм, 283

Межпозвоночные отверстия в сравнении с дугоотросчатыми суставами, 285

Укладки

Топографические ориентиры, 287

Укладки — общие положения, 288

Альтернативные методы исследования или процедуры, 289

Клинические показания, 290

Результаты опроса по США и Канаде, 292

Основные и специальные проекции, 292

Шейный отдел позвоночника (основные проекции)

- Задняя с открытым ртом (C1 и C2), 293
- Задняя аксиальная, 294
- Косые проекции, 295
- Боковая, вертикальная, 296
- Боковая латерограмма при травме, 297 (дополнительные проекции при травме шейного отдела — см. главу 19)
- Шейно-грудная боковая (в положении пловца), 298

Шейный отдел позвоночника (специальные проекции)

- Боковая — сильное сгибание и сильное разгибание, 299
- Задняя (по Фуху) или передняя (по Джадду), 300
- Задняя проекция по методу двигающейся челюсти (по Оттонелло), 301
- Задняя аксиальная (суставные опоры), 302

Грудной отдел позвоночника (основные проекции)

- Задняя, 303
- Боковая, 304

Грудной отдел позвоночника (специальные проекции)

- Косая, 305

Упражнения по рентгенограммам, 307

Позвоночный столб

Позвоночный столб, который обычно называют позвоночником, представляет собой сложное соединение множества костей, называемых **позвонками**. Он служит гибкой опорой для туловища и головы и распределяет вес туловища на нижние конечности. Позвоночный столб находится в срединной сагиттальной плоскости, образуя заднюю, или дорсальную, сторону костного ствола тела человека. Так как смежные позвонки располагаются вертикально один над другим, отверстия каждого позвонка, выстраиваясь в линию, образуют трубообразный вертикальный позвоночный канал.

Позвоночный канал, повторяя различные изгибы позвоночного столба, начинается у основания черепа и идет дистально по направлению к крестцу. Этот канал, содержащий спинной мозг, наполнен спинномозговой жидкостью.

Спинной мозг, заключенный и защищенный спинным каналом, начинается **продолговатым мозгом**. Он проходит через большое отверстие черепа и идет дальше через **первые шейные позвонки** вниз **к нижней границе первого поясничного позвонка** и, сужаясь к концу, заканчивается точкой, называемой **мозговым конусом**.

Межпозвоночные диски: типичные позвонки взрослого человека разделены плотными фиброзно-хрящевыми дисками. Эти похожие на подушечки диски плотно прилегают к позвонкам, обеспечивая стабильность позвоночника, и в то же время позволяя ему сгибаться.

ОТДЕЛЫ ПОЗВОНОЧНОЮ СТОЛБА

Позвоночный столб условно разделяют на **пять отделов**. Позвонки каждого отдела имеют определенные отличительные признаки.

В этой главе пойдет речь о рентгеноанатомии и укладках первых двух отделов позвоночника: шейном и грудном. Три других отдела: поясничный отдел, крестец и кончик — будут рассмотрены в главе 9.

Шейными позвонками называются первые семь позвонков. У разных людей позвонки могут немного отличаться по высоте, но у всех их ровно **семь**.

Грудные позвонки. Следующие **двенадцать** позвонков — **грудные позвонки**, каждый из которых присоединен к паре ребер. Поскольку все позвонки находятся в задней или дорсальной части тела, то термин грудные является более верным, относя их именно к этой области, нежели старый термин *дорсальный позвоночник*.

Поясничные позвонки. Самые большие позвонки — это **пять поясничных позвонков**. Они самые крепкие в позвоночном столбе, поскольку наибольшая нагрузка веса тела человека приходится именно на нижний конец столба. По этой причине хрящевые диски между нижними поясничными позвонками являются распространенным местом возникновения повреждений и патологии.

Крестец и копчик изначально представляют собой множество отдельных костей, которые затем срастаются в две определенные кости. У новорожденного пять крестцовых сегментов и от **трех** до **пяти** (в среднем — четыре) копчиковых сегментов. Таким образом, у маленького ребенка в позвоночном столбе насчитывается **33** отдельные кости. После объединения в одну крестцовую кость и один копчик позвоночный столб взрослого насчитывает в среднем **26 отдельных костей**.

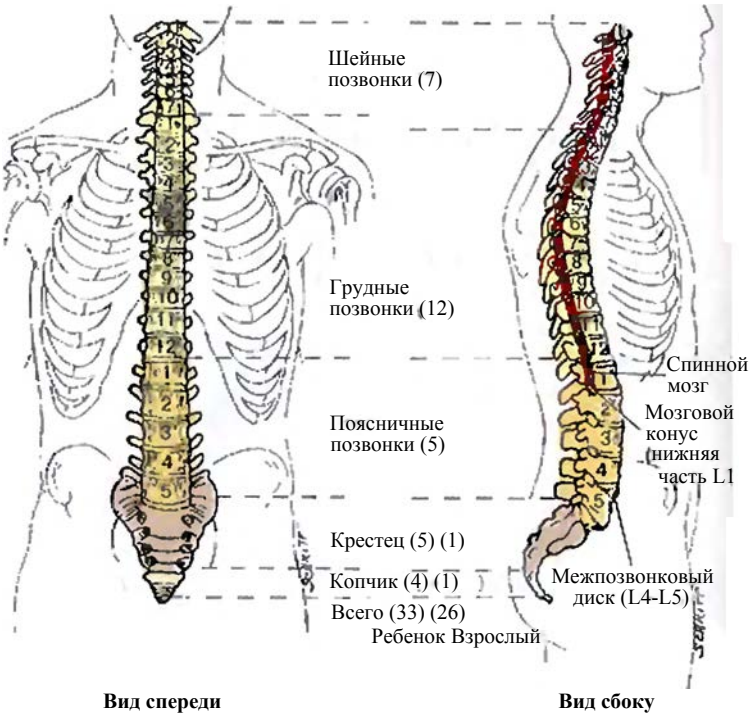


Рис. 8-1. Позвоночный столб

Изгибы позвоночного столба

Позвоночный столб имеет несколько переднезадних изгибов. Для описания этих изгибов используют термины **вогнутый** (округлой кривизной обращенный вперед) и **выпуклый** (округлой кривизной обращенный назад). И те и другие изгибы оказываются обратными в зависимости от того, откуда смотреть, спереди или сзади. В тексте книги изгибы будут описываться так, как если бы на пациента смотрели сзади. У шейного и поясничного отделов имеются вогнутые изгибы — **лордотические**. Грудной и крестцовый отделы имеют **выпуклые** изгибы.

Грудные и крестцовые (тазовые) изгибы начинают развиваться сразу после рождения. Эти два выпуклых изгиба называют **первичными изгибами**. Как только ребенок начинает поднимать головку и салиться, в шейном отделе формируется первый компенсаторный погнутый изгиб. Вторым компенсаторным вогнутым изгибом является поясничная кривизна, развивающаяся в тот период, когда ребенок учится ходить. Оба нижних изгиба, поясничный и крестцовый (тазовый), обычно у женщин выражены сильнее, чем у мужчин.

Первичные и компенсаторные изгибы являются нормой и выполняют важную функцию, делая позвоночный столб более крепким и помогая поддерживать равновесие вокруг центра тяжести при вертикальном положении тела.

Когда эти изгибы становятся выраженными или аномальными, для их описания обычно используют определенные термины: **лордоз, кифоз** и **сколиоз**.

ЛОРДОЗ

Термин **лордоз**, означающий *наклоненный назад*, характеризует **нормальный** изгиб дугой кпереди поясничного и шейного отделов позвоночника, о чем говорилось выше, но этим же термином обозначают аномально усиленный **дугой вперед изгиб** поясничного отдела позвоночника.

КИФОЗ

Кифоз означает *горб* и характеризуется **аномальным**, или **усиленным, изгибом грудного отдела (дугой назад)** с усиленной выпуклостью.

СКОЛИОЗ

Если посмотреть на позвоночник сзади или спереди (рис. 8-4), позвоночный столб обычно выглядит почти прямым, с незначительным боковым изгибом. Редко в верхней части грудного отдела здорового взрослого возникает небольшой боковой изгиб. Он обычно связан с доминированием одной из конечностей, поэтому изгиб может быть выпуклым вправо у правшей и выпуклым влево — у левшей.

Аномальный, или **выраженный, боковой изгиб** называется **сколиозом**. Это более серьезное состояние, когда боковой изгиб сильно выражен и имеет S-образную форму, что может привести к сильной деформации всей грудной клетки. Сколиоз более очевиден, если случается в нижней части позвоночного столба, где он может вызвать наклон таза, что влияет на нижние конечности, приводя к хромоте или неровной походке.

КРАТКАЯ ТАБЛИЦА ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОЗВОНОЧНЫХ ИЗГИБОВ

ТЕРМИН	ОПИСАНИЕ
Лордоз	Нормальный компенсаторный изгиб дугой кпереди шейного и поясничного отделов позвоночника **или** Аномально усиленный поясничный изгиб дугой кпереди
Кифоз	Аномально усиленный изгиб грудного отдела дугой назад
Сколиоз	Аномальный боковой изгиб

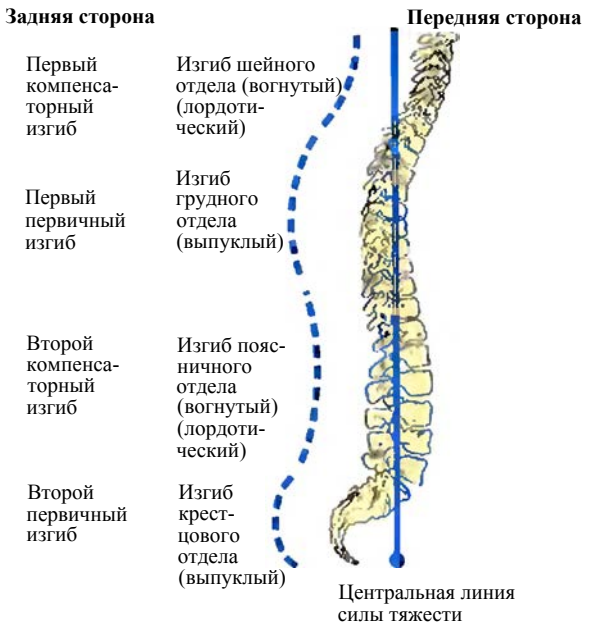


Рис. 8-2. Нормальные изгибы позвоночника взрослого человека (вид сбоку)

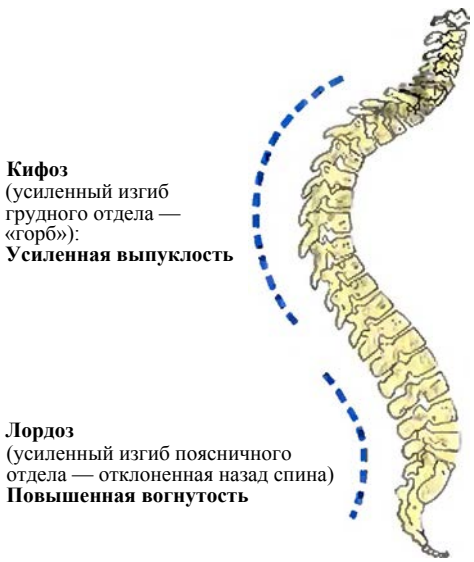


Рис. 8-3. Лордоз — кифоз

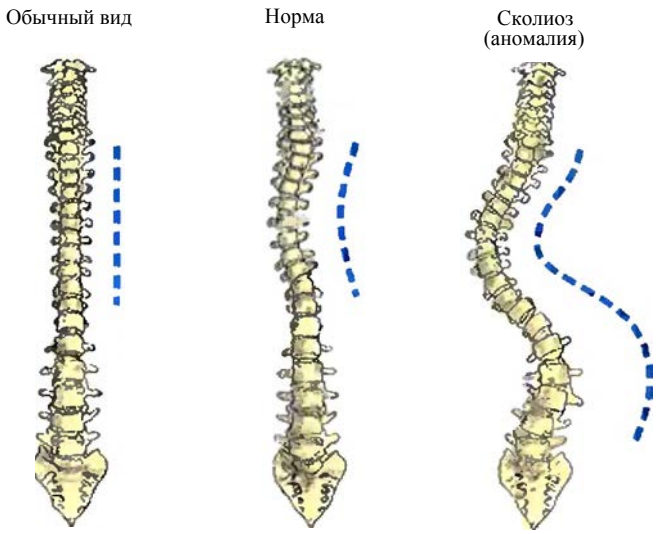


Рис. 8-4. Сколиоз — боковые изгибы (вид сзади)

Анатомия типичных позвонков

Хотя позвонки разных отделов отличаются по размеру и по форме, основное строение их одинаково. Типичный позвонок состоит из двух главных частей — **тела и дуги позвонка**.

(1) ТЕЛО

Тело — толстая передняя часть позвонка, на которую приходится вес тела человека. Верхняя и нижняя поверхности тела плоские и шероховатые, к ним крепятся межпозвоночные диски.

(2) ДУГА ПОЗВОНКА

Вторая часть типичного позвонка состоит из кольца или костной дуги, идущей назад от тела позвонка. Задняя поверхность тела и дуга позвонка образуют круглое отверстие — **позвоночное отверстие**, внутри которого проходит спинной мозг. Когда несколько позвонков расположены один над другим так, как они расположены в нормально сочлененном позвоночном столбе, последовательность позвоночных отверстий образует трубообразное отверстие, называемое позвоночным каналом, который заключает и защищает спинной мозг (рис. 8-5).

Вид сверху. Рис. 8-6 иллюстрирует различные части дуги позвонка. По обеим сторонам от тела позвонка отходят назад **ножки** позвонка. Ножки образуют большую часть дуги позвонка.

Задняя часть дуги позвонка образована двумя плоскими костными пластинками, называемыми **пластинками** дуги позвонка. Каждая пластинка отходит назад от ножки, соединяясь с другой пластинкой в средней линии.

От места соединения каждой ножки и пластинки латерально выступает **поперечный отросток**.

Остистый отросток идет кзади от места соединения двух пластинок. Остистые отростки являются самыми задними выступами позвонков, их можно пальпировать вдоль, задней поверхности шеи и спины.

Вид сбоку. Рис. 8-7 представляет вид сбоку типичного позвонка. Сразу идентифицируются передняя часть тела и находящийся сзади остистый отросток. Непосредственно от тела позвонка назад с каждой стороны отходят **ножки** позвонка, заканчивающиеся в области **поперечного отростка**. От основания поперечного отростка с каждой стороны назад идут две пластинки, заканчивающиеся остистым отростком.

Кроме этих частей на виде сбоку представлены наложенные друг на друга правый и левый **верхние суставные отростки** и нижняя пара правого и левого **нижних суставных отростков**. Эти отростки образуют важные суставы, которые необходимо визуализировать в каждом отделе позвоночного столба, как будет описано далее.

Резюме: типичный позвонок имеет **две ножки** и **две пластинки**, которые образуют дугу позвонка и позвоночное отверстие, содержащее спинной мозг, **два поперечных отростка**, идущих латерально, **один остистый отросток**, направленный назад, и большую переднюю часть позвонка — **тело**. У каждого типичного позвонка также есть **четыре суставных отростка**, два верхних и два нижних, образующих важные суставы позвоночного столба.

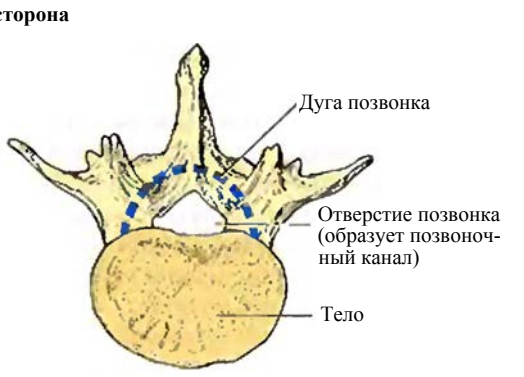


Рис. 8-5. Типичный позвонок (показаны две главные части)

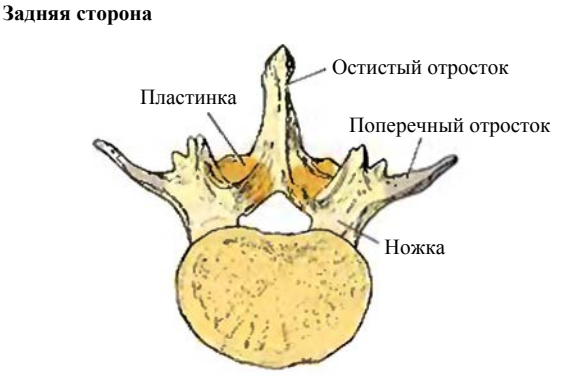


Рис. 8-6. Типичный позвонок — вид сверху

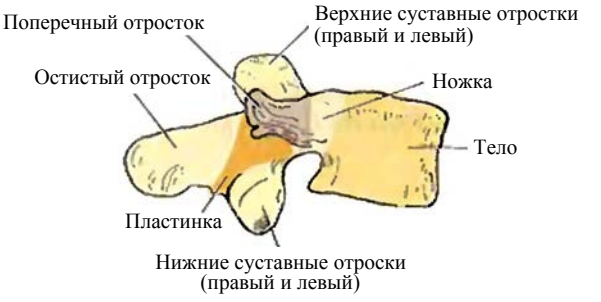


Рис. 8-7. Типичный позвонок — вид сбоку

(3) СУСТАВЫ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

Кроме **тела** и **дуги позвонка** третьим важным элементом позвоночного столба являются суставы. Без межпозвоночных дисков и дугоотростчатых суставов полномочный столб был бы неподвижным. Дыхание было бы невозможно без позвоночника, служащего в качестве оси вращения для дугообразных движений ребер.

МЕЖПОЗВОНОЧНЫЕ СУСТАВЫ

Межпозвоночные суставы — это слегка подвижные суставы, расположенные между телами позвонков. **Межпозвоночные диски**, находящиеся в этих суставах, плотно прилегают к привыкающим телам позвонков, обеспечивая стабильность позвоночника, но в то же время позволяя ему сгибаться и двигаться.

ДУГООТРОСТЧАТЫЕ СУСТАВЫ (старое название — анофизарные суставы)

От места соединения ножек и пластинок выступают **четыре** суставных отростка, о которых говорилось на предыдущей странице (рис 8-8).

РЕБЕРНЫЕ СУСТАВЫ

Третий вид суставов, которые хотя прямо и не влияют на стабильность самого позвоночного столба, но тоже располагаются вдоль отдела позвоночного столба. В грудном отделе позноночника двенадцать ребер сочленены с поперечными отростками и телами позвонков. Эти сочленения ребер с грудными позвонками называются **реберными суставами**, они будут изображены позднее на схемах грудных позвонков.

(4) МЕЖПОЗВОНОЧНЫЕ ОТВЕРСТИЯ

Четвертым элементом позвоночного столба, важным для рентгенографии, являются межпозвоночные отверстия. Вдоль верхней поверхности каждой ножки находится область в форме полумесяца, именуемая **верхней позвоночной вырезкой**, а вдоль нижней поверхности каждой ножки находится другая вырезка — **нижняя позвоночная вырезка** (рис. 8-8). Когда позвонки расположены один над другим, верхняя и нижняя позвоночные вырезки образуют одно **межпозвоночное отверстие** (рис. 8-9). Следовательно, между каждыми двумя позвонками находятся два межпозвоночных отверстия, **по одному с каждой стороны**, через которые проходят важные позвоночные нервы и кровеносные сосуды.

Дугоотростчатые суставы и межпозвоночные отверстия визуализируются на рентгенограммах с помощью соответствующей проекции каждого из трех отделов позвоночного столба, как будет описано в последующих разделах.

(5) МЕЖПОЗВОНОЧНЫЙ ДИСК

Пятый, последний элемент позвоночного столба, имеющий значение для рентгенографии, представлен межпозвоночными дисками. Типичные позвонки взрослого разделены толстыми фиброзно-хрящевыми дисками, расположенными между телами каждой пары позвонков, за исключением первого и второго шейных позвонков. (У первого шейного позвонка нет тела.) Эти фиброзно-хрящевые диски служат эластичной прокладкой между позвонками, помогая амортизировать нагрузку во время движения позвоночника.

Как показано на рис. 8-10, каждый диск состоит из наружною фиброзного отдела, называемого **фиброзным кольцом**, и мягкой полужидкой внутренней части, называемой **студенистым ядром**. Когда мягкая внутренняя часть выпячивается сквозь наружный фиброзный слой, она давит на спинной мозг, вызывая сильную боль и онемение, отдающие в нижние конечности. Это состояние называется **грыжей студенистого ядра**. (См. клинические показания, с. 290.)

Суставные отростки образуют дугоотростчатые суставы

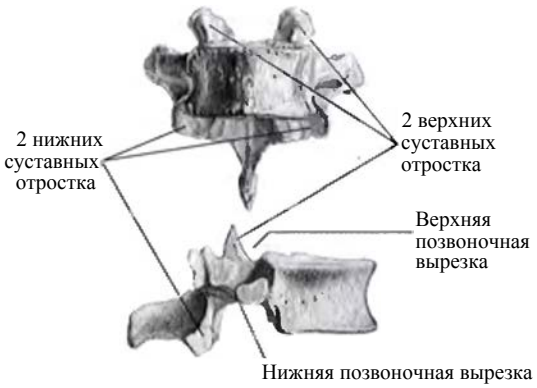


Рис. 8-8. Типичный позвонок — суставные отростки (вид спереди и вид сбоку)



Рис. 8-9. Дугоотростчатые суставы и межсуставные отверстия (наклонный вид сбоку)

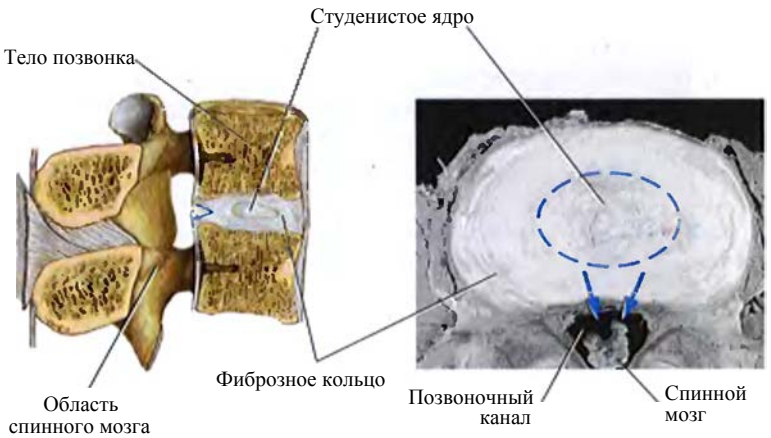


Рис. 8-10. Межпозвоночный диск

Особенности шейных позвонков

Шейные позвонки мало похожи на более типичные поясничные и грудные позвонки. Хотя в шейных позвонках есть многие части, характерные для типичных позвонков, шейные позвонки имеют ряд особенностей, например **поперечное отверстие, раздвоенные остистые отростки и частично покрывающие друг друга тела позвонков**. Каждый последующий шейный позвонок и тело позвонка больше вышерасположенного, таким образом позвонок тем больше, чем ближе он к седьмому шейному позвонку.

С1 (атлант) и С2 (осевой позвонок) совершенно необычные, и их следует описать отдельно. От третьего до шестого — это типичные шейные позвонки. Последний, седьмой, шейный позвонок — это **выступающий позвонок**, обладающий многими чертами грудных позвонков, включая очень длинный и более горизонтальный остистый отросток, который можно пальпировать у основания шеи сзади. Это пальпируемый костный ориентир, используемый для рентгенографических укладок (рис. 8-11).

Вид сверху. На рис. 8-12 показан типичный шейный позвонок (С3-С6) так, как он выглядит сверху. Достаточно маленькие поперечные отростки поднимаются от ножки и от тела позвонка, а не от места соединения ножки и пластинки. Отверстие в поперечном отростке называется **поперечным отверстием**. Через последовательные поперечные отверстия проходят позвоночная артерия, вены и некоторые нервы. Таким образом, одной характерной особенностью шейных позвонков является наличие у каждого позвонка **трех отверстий**, идущих вертикально: правого и левого поперечных отверстий и одного большого позвоночного отверстия.

Остистые отростки шейных позвонков от 2 до 6 довольно короткие, и концы их раздвоены, это вторая общая особенность шейных позвонков.

Вид сбоку (рис. 8-13). Если посмотреть сбоку, тела типичных шейных позвонков (С3-С7) небольшие и продолговатые по форме, при этом передний край немного больше нижнего, поэтому тела позвонков слегка заходят один на другой.

За поперечным отростком, в месте соединения ножки и пластинки, находятся шейные суставные отростки. Между верхним и нижним суставными отростками расположен короткий костный столбик (столб), который является в большей степени опорой, чем подобная область остальной части позвоночного столба. Этот костный столбик называют **суставным столбиком** (у С1 его иногда **называют латеральной массой**).

ШЕЙНЫЕ ДУГООТРОСТЧАТЫЕ СУСТАВЫ

Верхние и нижние суставные отростки, расположенные над и под суставными столбиками, направлены прямо латерально к большому позвоночному отверстию. Поэтому дугоотростчатые суставы от второго до седьмого шейных позвонков находятся под **прямым углом или 90°**, к средней сагиттальной плоскости, и они визуализируются только при истинно боковой укладке (рис. 8-14). Однако в отличие от других шейных дугоотростчатых суставов те суставы, которые расположены между С1 и С2, визуализируются только на **прямой задней проекции** (см. рис. 8-18).

ШЕЙНЫЕ МЕЖПОЗВОНОЧНЫЕ ОТВЕРСТИЯ

Межпозвоночные отверстия можно идентифицировать по их ножкам, которые образуют верхнюю и нижнюю границы этих отверстий, как показано на рис. 8-12 и 8-14. Межпозвоночные отверстия расположены **под углом в 45°** к срединной сагиттальной плоскости и открываются спереди, как показано на схемах. Из-за формы отверстия и потому что позвонки слегка перекрывают друг друга, отверстия также наклонены вниз под углом **в 15°**. Следовательно, чтобы шейные межпозвоночные отверстия «открыть» и продемонстрировать на рентгенограмме, требуется косая 45° проекция в сочетании с углом рентгеновского пучка в 15°, направленным краниально (рис. 8-31 и 8-33).

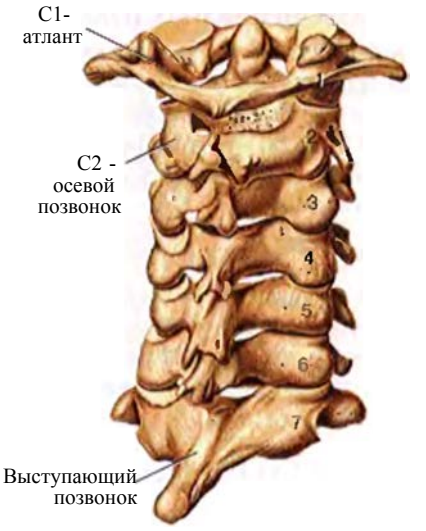


Рис. 8-11. Семь шейных позвонков — вид сзади в косой проекции

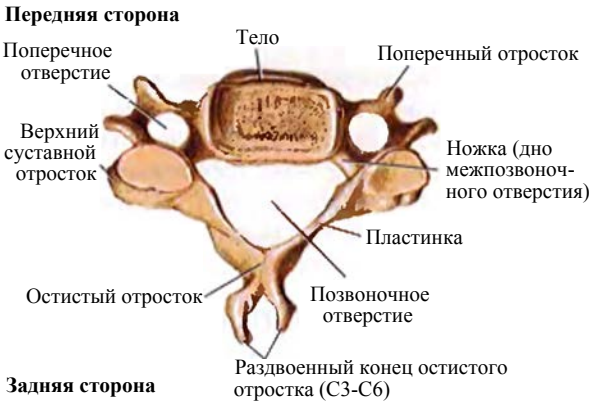


Рис. 8-12. Типичные (С3-С6) шейные позвонки — вид сверху

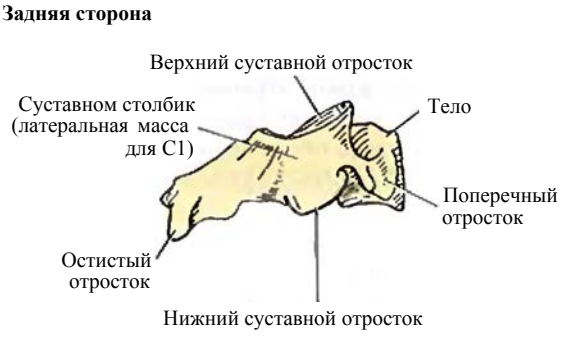


Рис. 8-13. Типичные шейные позвонки — вид сбоку

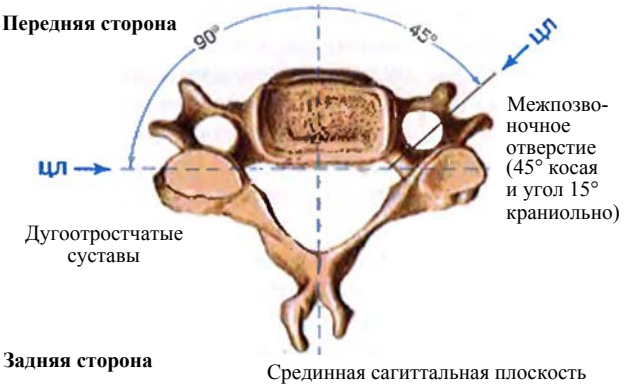


Рис. 8-14. Типичный шейный позвонок (вид сверху).
- Дугоотростчатые суставы, 90° (истинно боковая укладка).
- Межпозвоночное отверстие, 45° косая проекция

АТЛАНТ (С1) (рис. 8-15)

Первый шейный позвонок атлант, названный по имени греческого бога титана Атланта, держащего на своих плечах небесный свод, меньше других напоминает типичный позвонок. Спереди у него нет тела, а лишь толстая костная дуга, называемая **передней дугой**. На ней находится **передний бугорок**.

Зуб, или **зубовидный отросток**, является частью второго шейного позвонка (рис. 8-16), но на изображении атланта (С1) сверху (рис. 8-15) показано, как он удерживается на месте с помощью **поперечной связки атланта**. Относительное положение С1 и С2 также показаны на рис. 8-17 и на рентгенограмме (рис. 8-18).

Вместо имеющихся у типичных позвонков двух пластинок и остистого отростка у С1 есть **задняя дуга**, посредине которой расположен **раздвоенный задний бугорок** (рис. 8-15).

С левой и правой стороны С1 на **верхних суставных отростках** имеется большая вдавленная поверхность, называемая **верхней суставной поверхностью**, которая служит местом сочленения с соответствующими правым и левым затылочными мыщелками черепа. Эти сочленения, расположенные между С1 и затылочными мыщелками черепа, называются **атлантозатылочными** суставами.

Поперечные отростки С1 меньше, но также имеют **поперечное отверстие**, характерное для всех шейных позвонков.

Суставные опоры, находящиеся между верхним и нижним суставными отростками, называются **латеральными массами** атланта. Поскольку латеральные массы С1 удерживают вес головы и участвуют в ее поворотах, то они являются самой массивной частью С1.

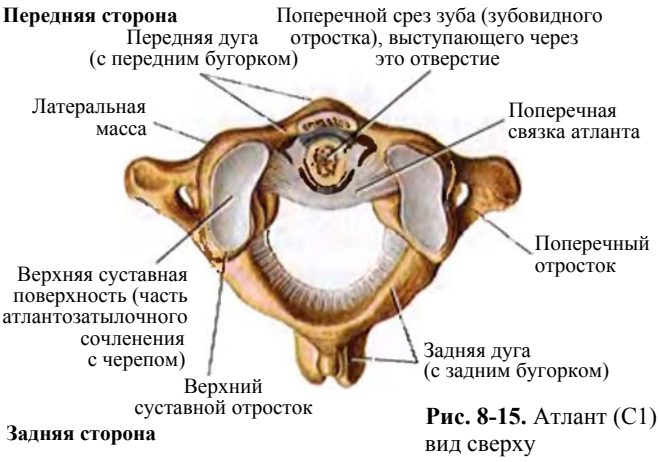


Рис. 8-15. Атлант (С1) - вид сверху

ОСЕВОЙ ПОЗВОНОК (С2)

Самой отличительной чертой второго шейного позвонка, осевого, является **зуб**, или **зубовидный отросток** конической формы, идущий кверху от верхней поверхности **тела позвонка**. На стадии эмбриона зуб в действительности является телом С1, но в процессе развития он сливается с С2. Поэтому зуб является частью С2 у взрослого человека.

Поворот головы в основном происходит между С1 и С2, при этом зуб служит в качестве опоры. Верхние суставные поверхности верхних суставных отростков, сочленяющиеся с черепом, также участвуют в повороте головы.

Сильное давление в результате усиленного сгибания-переразгибания, травма от резкого движения головы (как при ударе хлыстом) могут вызвать перелом зуба. Любой перелом позвоночного столба на этом уровне может привести также и к серьезному повреждению спинного мозга.

Как видно на рис. 8-16, **нижний суставной отросток**, сочленяемый с С3, лежит ниже **пластинки**. Ниже и латерально к верхнему суставному отростку расположен поперечный отросток с **поперечным отверстием**. Тупой **остистый отросток** с раздвоенным концом отходит назад.

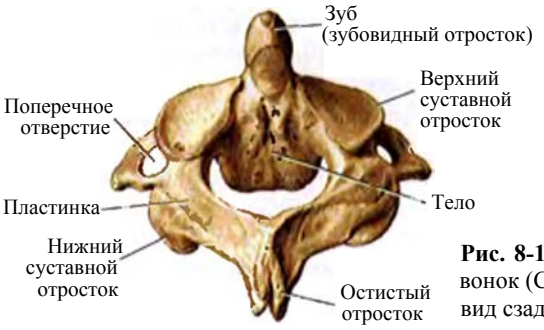


Рис. 8-16. Осевой позвонок (С2) — наклонный вид сзади сверху

РАСПОЛОЖЕНИЕ С1 ОТНОСИТЕЛЬНО С2

Демонстрация расположения С1 относительно С2 и С1 по отношению к основанию черепа с помощью рентгенографии клинически важна, так как повреждение этой области позвоночного канала может привести к тяжелому параличу и смерти. На рис. 8-18 представлена рентгенограмма в задней проекции, выполненная через открытый рот, для демонстрации С1 и С2. Передняя дуга С1, которая лежит перед зубом, на этом изображении ясно не видна, поскольку она представляет собой довольно тонкий участок кости, по сравнению с более плотным и большего размера зубом.

В норме сочленения между С1 и С2 и **дугоотростчатые суставы совершенно симметричны**. Соответственно, **зуб по отношению к С1 должен быть абсолютно симметричен**. Как травма, так и неправильная укладка может привести к асимметричному отображению этих объектов. Например, **поворот черепа** может изменить симметричность представления этих суставов, имитируя таким образом повреждение. Поэтому так важна точная укладка данной области. На схеме рис. 8-17 и на рентгенограмме рис. 8-18 отмечены следующие части.

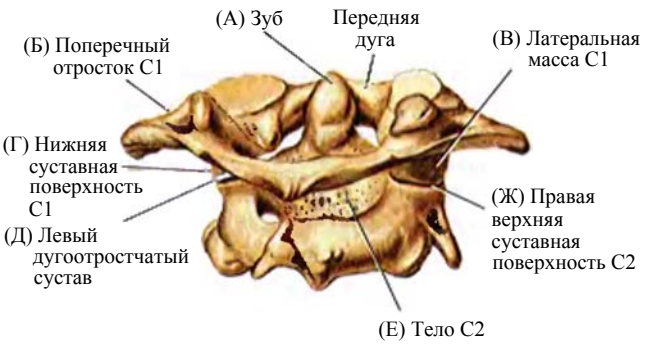


Рис. 8-17. С1 и С2 — наклонный вид сзади

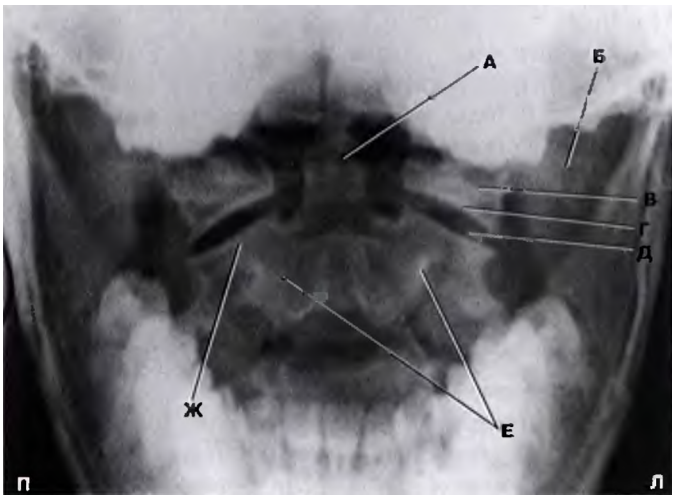


Рис. 8-18. Рентгенограмма С1 и С2 в задней проекции с открытым ртом

А. Центрально расположенный зуб.
Б. Левый поперечный отросток С1.
В. Левая латеральная масса С1.
Г. Нижняя суставная поверхность С1.
Д. Левый дугоотростчатый сустав.
Е. Тело С2.
Ж. Правая верхняя суставная поверхность С2.

Особенности грудных позвонков

Если внимательно посмотреть на двенадцать грудных позвонков, то можно обнаружить, что верхние позвонки заметно отличаются от нижних по размеру и внешнему виду, как показано на рис. 8-19.

Th5, Th6, Th7 и Th8 считаются типичными грудными позвонками. Первые верхние четыре грудных позвонка (Th1-Th4) меньше и обладают характерными признаками шейных позвонков. Другие четыре грудных позвонка (Th5-Th8) больше по размеру и похожи на поясничные позвонки.

РЕБЕРНЫЕ СОЧЛЕНЕНИЯ

Важной отличительной чертой всех грудных позвонков является наличие у них **суставных поверхностей для сочленения с ребрами**. Каждый из 12 грудных позвонков тесно связан с одной парой ребер. Обратите внимание, что у двух поясничных позвонков, изображенных на рис. 8-20, нет суставных поверхностей для реберных сочленений.

Реберно-позвоночные суставы. У каждого грудного позвонка есть **или одна полная суставная поверхность**, или **две частичные суставные поверхности**, называемые **суставными полуповерхностями**, с обеих сторон тела позвонка. В каждую суставную поверхность или сочетание двух полуповерхностей входит головка ребра, образуя **реберно-позвоночный сустав** (рис. 8-19 — 8-21).

Головка ребра сочленяется с двумя суставными полуповерхностями тел двух позвонков, Например, головка четвертого ребра сочленяется с полуповерхностями тел позвонков Th3 и Th4. Верхний отдел головки ребра сочленяется с полуповерхностью нижнего края Th3, а нижний отдел головки ребра сочленяется с полуповерхностью верхнего края Th4.

В рентгенографии очень важно уметь идентифицировать ребра и грудные позвонки. У Th1 одна полная поверхность и одна полуповерхность, расположенная на нижнем крае позвонка. У позвонков от Th2 до Th8 имеются суставные поверхности на верхнем и нижнем краях. У Th9 только одна полуповерхность на верхнем крае. У грудных позвонков от 10 до 12 имеются полные поверхности. Если знать расположение суставных поверхностей позвонков, то легче представить распределение ребер. Ребро 1 сочленяется только с Th1. Ребро 2 сочленяется с Th1 и Th2, и так далее. Ребра 11 и 12 сочленяются только с Th11 и Th12.

Реберно-поперечные суставы. Кроме реберно-позвоночных суставов все **первые десять грудных позвонков** имеют суставные поверхности (одна на каждый поперечный отросток) для сочленения с бугорками ребер от 1 до 10. Эти сочленения называются **реберно-поперечными суставами**. Обратите внимание, что у Th11 и Th12 (рис. 8-19 и 8-20) нет суставных поверхностей на концах поперечного отростка для реберного сочленения. Таким образом, первые десять пар реберных дуг идут сзади от верхних десяти тел позвонков, при этом бугорок каждого ребра сочленяется с одним поперечным отростком, образуя реберно-поперечный сустав. **Однако ребра 11 и 12 сочленяются только в реберно-позвоночных суставах**.

Верхний вид поперечного среза сочленении типичного позвонка (рис. 8-21) демонстрирует заключенные и тесно расположенные синовиальные капсулы. Эти **синовиальные суставы** являются **диартрозами** или слегка подвижными суставами со **скользящими движениями**. Рентгеноанатомия этих суставов будет далее рассмотрена более подробно в главе 10.

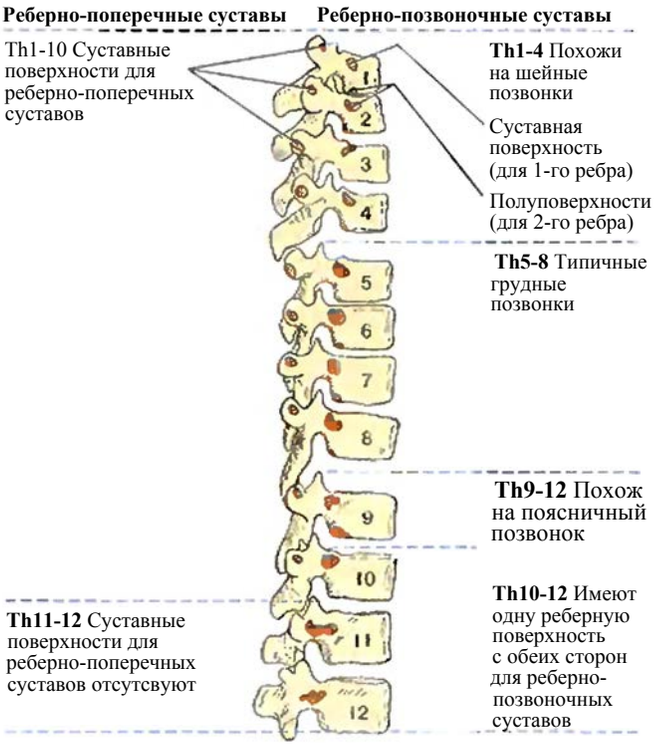


Рис. 8-19. Грудные позвонки (реберные сочленения)

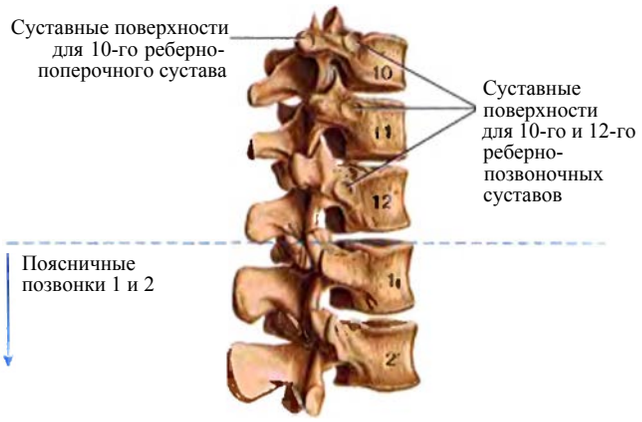


Рис. 8-20. Th10-12 (реберные сочленения только с Th10-Th12)

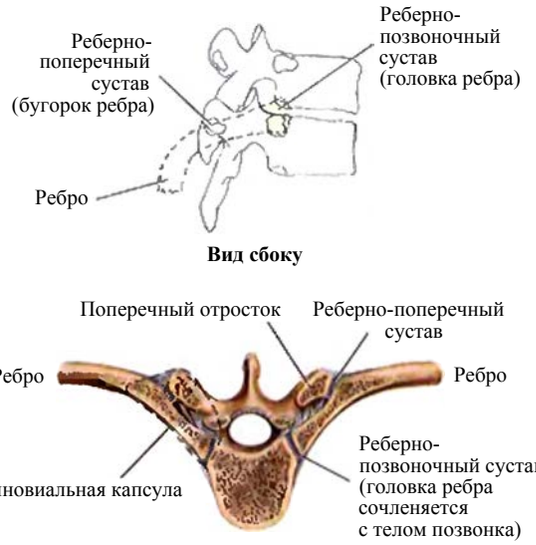


Рис. 8-21. Реберно-позвоночные и реберно-поперечные суставы - ребра 1-10

Вид сверху и вид сбоку (рис. 8-22): Обратите внимание на анатомические структуры типичного позвонка в норме (тело позвонка, ножки, межпозвоночное отверстие, верхний и нижний суставные отростки, пластинки, поперечные отростки, остистые отростки). Особенностью грудных позвонков является то, что длинный остистый отросток выступает далеко книзу, как хорошо показано на рис. 8-22 (вид сбоку). Например, если посмотреть на рентгенограмму грудного отдела позвоночника в задней проекции, остистый отросток Th4 накладывается на тело Th5.

Косой вид сбоку (рис. 8-23). Видно, что **верхний суставной отросток** (обращенный назад) **и нижний суставной отросток** (направлен больше вперед) соединяют следуемые друг за другом грудные позвонки, образуя **дугоотростчатые** (апофизарные) суставы.

Межпозвоночное отверстие расположено с каждой стороны между грудными позвонками, на верхнем и нижнем краях, у ножки (рис. 8-23).

ГРУДНЫЕ ДУГООТРОСТЧАТЫЕ СУСТАВЫ

Структура и углы суставных поверхностей нижних и верхних суставных отростков, составляющих дугоотростчатые суставы, существенно отличаются от структур и углов шейных и поясничных позвонков. У грудных позвонков дугоотростчатые суставы образуют **со срединной сагиттальной плоскостью** (ССП) **угол 70-75°**. Поэтому, например, чтобы «открыть» и продемонстрировать на рентгенограмме грудные дугоотростчатые суставы, нужна **косая укладка 70-75°** с перпендикулярным центральным лучом.

На рис. 8-35, стр. 286, представлена фотография грудного отдела скелета в левой задней косой проекции. На рис. 8-37 приведена рентгенограмма грудного отдела в той же проекции. На обоих рисунках можно увидеть правые дугоотростчатые суставы.

ГРУДНЫЕ МЕЖПОЗВОНОЧНЫЕ ОТВЕРСТИЯ

Как показано на рис. 8-24, межпозвоночные отверстия грудных позвонков находятся по отношению **к срединной сагиттальной плоскости** под прямыми углами (**90°**). Это хорошо видно на рис. 8-34, стр. 286, где представлена фотография грудного отдела позвоночника в боковой укладке. На рис. 8-36 представлена рентгенограмма той же самой укладки. Оба рисунка ясно демонстрируют наложенные друг на друга левое и правое грудные межпозвоночные отверстия.

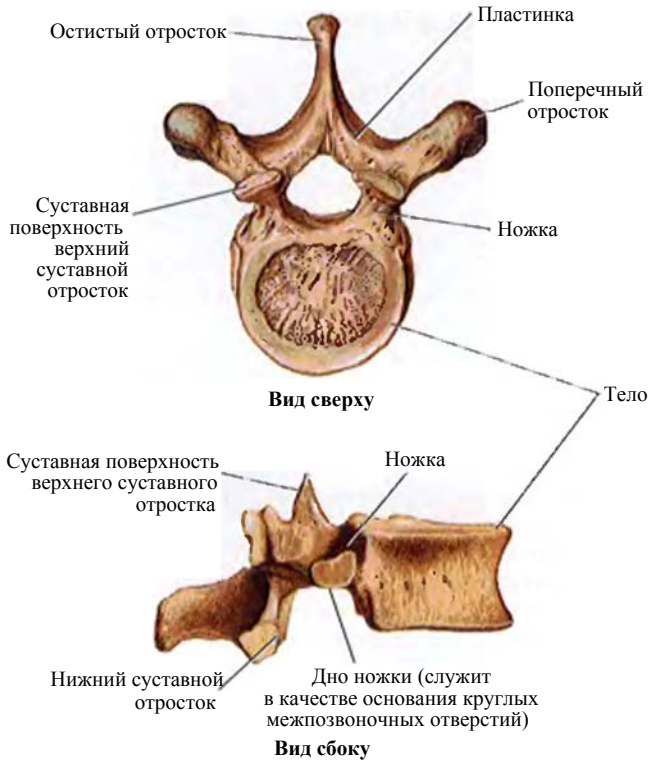


Рис. 8-22. Типичные грудные позвонки

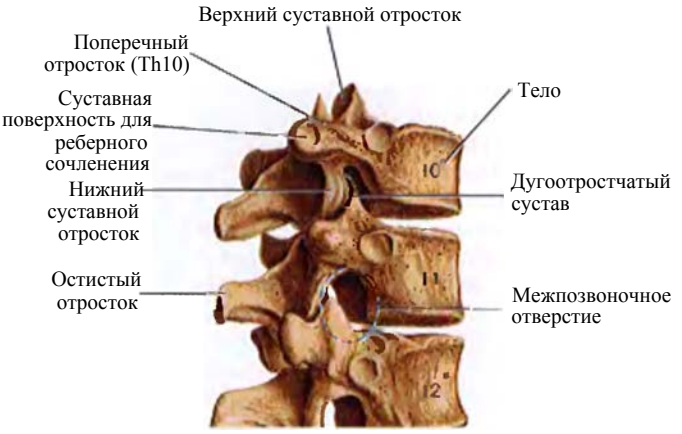


Рис. 8-23. Типичные грудные позвонки (наклонный вид сбоку)



Рис. 8-24. Типичные грудные позвонки.
- Межпозвоночные отверстия, 90° (истинно боковая укладка).
- Дугоотростчатые суставы, 70-75° (косая укладка)

Анатомический обзор рентгенограмм

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

На рис. 8-25 представлена традиционная рентгенограмма шейного отдела позвоночника в задней проекции. Обычно на этой проекции хорошо видны первые два или три грудных позвонка, а также от С7 вверх до С3. Идентификация специфических шейных позвонков возможна, если начать с Th1, который можно определить по крепящейся к нему первой паре ребер. Поэтому для местонахождения Th1 найдите самые верхние ребра и позвонок, к которому они присоединены. После того как определили местонахождение Th1, видимые шейные позвонки можно идентифицировать, начав с С7 и далее отсчитывая шейные позвонки вверх.

А — на этом изображении это первый грудной позвонок, который определяется по **Б** — первому ребру на правой стороне пациента.

В — это четвертый шейный позвонок (считаем вверх от Th1 и С7).

Г — латеральная масса С3.

Д — конец остистого отростка С3.

Примечание: белая область наверху снимка образована сочетанием теней основания черепа и нижней челюсти. На данной рентгенограмме эти структуры накрывают сверху первые два шейных позвонка.

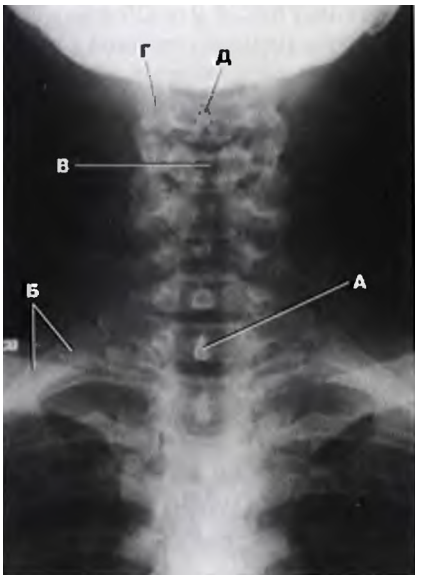


Рис. 8-25. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в задней проекции

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Самой важной и клиническом отношении рентгенограммой для исследования шейного отдела позвоночника является боковая проекция, подобно той, что представлена на рис. 8-26. На любой боковой проекции шейного отдела позвоночника должны быть видны все семь шейных позвонков и Th1. Это затруднено, если у пациента толстые, мускулистые или широкие плечи и короткая шея. Дополнительно к основной боковой проекции могут потребоваться другие проекции. С1 и С7 отличаются характерной структурой задней части этих позвонков, что облегчает их идентификацию на рентгенографических изображениях. Бугорок на задней дуге С1 напоминает остистый отросток, и определить его легко. Также легко идентифицировать длинный и выступающий остистый отросток С7.

На рис. 8-26 показано, что нижние передние края у последних четвертого или пятого тел шейных позвонков внешне похожи на губу. Этот признак наряду с общей формой тел шейных позвонков требует **краниального** наклона центрального луча (ЦЛ) приблизительно под углом **20°,** чтобы «открыть» нижние **межпозвоночные пространства** на задней проекции шейного отдела позвоночника.

А. Видно, что зуб (зубовидный отросток), показанный на этой рентгенограмме с помощью пунктира, направлен вверх через переднее кольцо С1.

Б. Задняя дуга и бугорок атланта (С1) (он виден также на рис. 8-27, А).

В. Тело С3.

Г. Дугоотростчатый сустав между С4 и С5. (Лучше всего он показан на боковой проекции шейного отдела позвоночника.)

Д. Тело С7.

Е. Остистый отросток С7, выступающий позвонок (ориентир укладки).

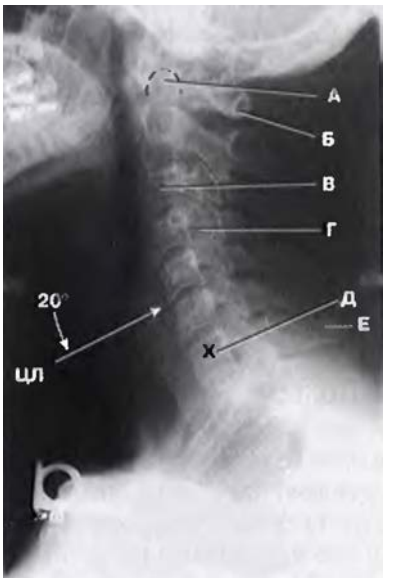


Рис. 8-26. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в боковой проекции

КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

На рентгенограмме, представленной на рис. 8-27, показано, насколько хорошо косая проекция демонстрирует **межпозвоночные отверстия** шейных позвонков. Через эти межпозвоночные отверстия проходят нервы позвоночника, идущие к спинному мозгу и от него.

А. Задняя дуга и бугорок атланта (С1).

Б. Межпозвоночное отверстие между С4 и С5 (считайте вниз от С1).

В. Ножка С6.

Г. Тело С7.

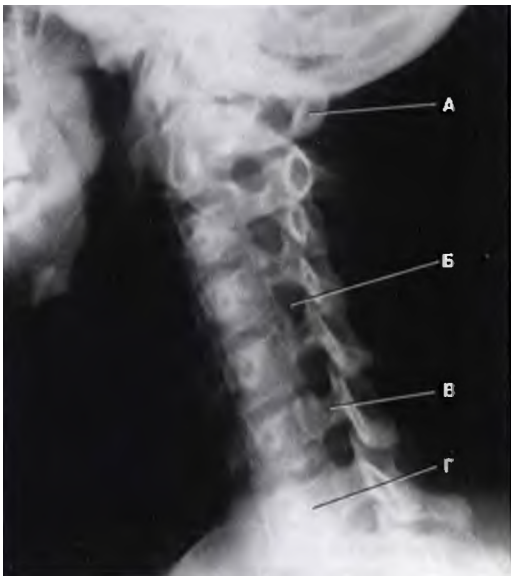


Рис. 8-27. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в косой проекции

ГРУДНОЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА В ЗАДНЕЙ И БОКОВОЙ ПРОЕКЦИЯХ

Каждый грудной позвонок лучше всего идентифицировать на задней проекции, так как на ней видны реберные сочленения сзади. К Th1 крепится первое ребро с характерным четким изгибом. Очень короткое двенадцатое ребро присоединяется к Th12. После того как вы идентифицируете Th1 или Th12, отсчитывая позвонки выше или ниже, вы сможете определить и другие грудные позвонки.

Грудной отдел позвоночника в задней проекции (рис. 8-28)

А. Задняя часть первого ребра.
Б. Задняя часть десятого ребра.
В. Остистый отросток **Th11**, едва различимый на краю тела.
Г. Тело **Th12**.
Д. Пространство межпозвоночного диска между **Th8** и **Th9**.
Е. Тело Th7 (центр грудного отдела позвоночника и грудной клетки среднего взрослого).
Ж. Тело Th11 (Помните, что головки первых ребер сочленяются с верхним отделом Th1).

Грудной отдел позвоночники в боковой проекции (рис. 8-29)

А. Тело Th3. (Считайте вверх от Th12, учитывая, что верхний край Th12 находится на уровне реберно-диафрагмального угла диафрагмы. Этот способ не используют для пациентов с поясничными ребрами. Такие аномальные короткие ребра могут крепиться к верхним поясничным позвонкам.)
Б. Тело Th7.
В. Межпозвоночные пространства между Th11 и Th12. (Лучше всего демонстрируются с помощью боковой проекции грудного отдела позвоночника).

ТАБЛИЦА ОТЛИЧИТЕЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ШЕЙНОГО И ГРУДНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА

Позвонок	Отличительная особенность
Шейные позвонки	
Все шейные позвонки	У каждого — три отверстия Более выраженные суставные столбики
C1, атлант	Вместо тела — передняя дуга Вместо остистого отростка — раздвоенный задний бугорок Латеральные массы (суставные столбики) Верхние суставные поверхности для атлантозатылочных сочленений
C2, осевой	Имеет зуб
C1-C6	Короткие остистые отростки с раздвоенными верхушками
C7	Называется выступающим позвонком из-за длинного остистого отростка
Грудные позвонки	
Все грудные позвонки	Имеют суставные поверхности для реберных сочленений (поверхности или полуповерхности)
Th1-Th10	Для сочленений с ребрами на поперечных отростках имеются суставные поверхности
Th1-Th9	Для сочленения с ребрами имеют суставные полуповерхности
Th10-Th12	Для реберных сочленений имеют только одну суставную поверхность

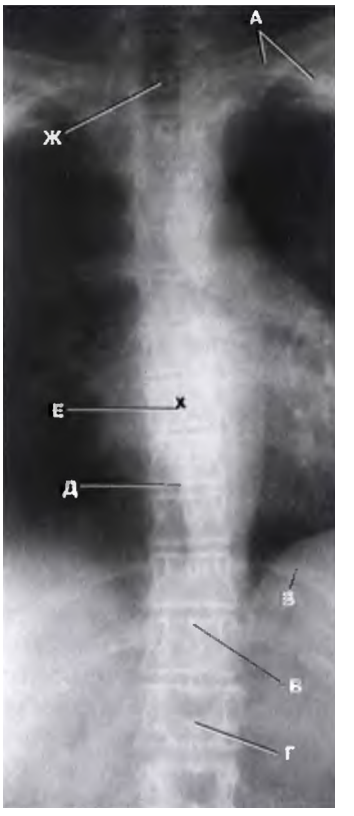


Рис. 8-28. Рентгенограмма грудного отдела позвоночника в задней проекции



Рис. 8-29. Рентгенограмма грудного отдела позвоночника в боковой проекции

Сравнение межпозвоночных отверстий и дугоотростчатых суставов

Межпозвоночные отверстия и дугоотростчатые суставы — это две анатомические области позвоночника, которые обычно нужно демонстрировать на рентгеновских снимках. Это особенно важно для исследования шейного отдела позвоночника. Изучая эти области на выполненном соответствующим образом снимке, врач получает важную информацию, касающуюся взаимоотношения соседних позвонков. Однако в зависимости от снимаемого отдела позвоночника (шейного, грудного или поясничного) требуются различные укладки пациента, чтобы лучше показать каждую анатомическую область.

ФОТОГРАФИИ ПОЗВОНКОВ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА

На двух фотографиях (рис. 8-30 и 8-31) шейные позвонки показаны в положении, необходимом для визуализации этих областей на шейных позвонках. На рис. 8-30 представлен шейный отдел позвоночного столба в левой боковой укладке, а на рис. 8-31 — левой задней косой 45°. **Дугоотростчатые суставы** хорошо визуализируются на рентгенограмме **боковой укладки** (см. стрелку).

На рентгенограмме справа (задняя косая укладка с поворотом на 45°) показано, что межпозвоночные отверстия открыты (см. стрелку). Нужно знать, что **левая задняя косая** укладка раскрывает отверстие с **правой стороны**, для чего необходим **15° угол наклона ЦЛ в краниальном** направлении. Следовательно, на рентгенограмме шейного отдела позвоночника в **задней косой** проекции наверху будет расположена та сторона, на которой хорошо открыты межпозвоночные отверстия.

При **передней** косой укладке будут открыты отверстия, расположенные **ближе всего** к кассете, и потребуется 15° **угол наклона ЦЛ каудально**.

РЕНТГЕНОГРАММЫ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

На двух снимках шейного отдела позвоночника (рис. 8-32 и 8-33) показаны те же рентгеноанатомические структуры, в тех же двух укладках, как и на предыдущих фотографиях. На рентгенограмме в правой боковой проекции лучше всего показаны **дугоотростчатые суставы**. Сустав, расположенный с одной стороны, накладывается на сустав, расположенный на противоположной стороне. Следует помнить, что на каждом позвонке дугоотростчатые суставы находятся между суставными опорами.

Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в косой правой проекции показывает круглые открытые **межпозвоночные отверстия**. На всех рентгенограммах шейного отдела в косой проекции открыт только один ряд отверстий, тогда как отверстия, расположенные на противоположной стороне, закрыты. Поскольку это **левая задняя** косая проекция, то показаны **правые межпозвоночные отверстия** или те, что находятся сверху.

Важно помнить, что левая задняя косая проекция демонстрирует те же рентгеноанатомические структуры, что и правая передняя косая проекция. Следовательно, если пациент находится в передней косой укладке то будут показаны отверстия, расположенные ближе к кассете. Таким образом, в противоположном случае при ЛЗК (левой задней косой) или ППК (правой передней косой) укладках визуализируются правые межпозвоночные отверстия.

ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА — РЕЗЮМЕ

Дугоотростчатые суставы — 90° боковая П или боковая Л	Межпозвоночные отверстия — 45° косая **ЦЛ 15° краниллно — видны верхние отверстия** ЛЗК — визуализация правых отверстий ПЗК — визуализация левых отверстий **ЦЛ 15° каудально — видны нижние отверстии** ЛПК — визуализация левых отверстий ППК — визуализация правых отверстий



Рис. 8-30. Левая боковая укладка шейного отдела позвоночника. Дугоотростчатые суставы



Рис. 8-31. Косая (ЛЗК) укладка шейного отдела позвоночника. Правые межпозвоночные отверстия (верхние)



Рис. 8-32. Боковая (левая) проекция шейного отдела позвоночника. Продемонстрированы дугоотростчатые суставы



Рис. 8-33. Косая (ЛЗК) проекция шейного отдела позвоночника. Правые межпозвоночные отверстия (верхние)

ФОТОГРАФИИ ГРУДНЫХ ПОЗВОНКОВ

На рис. 8-34 и 8-35 представлены две фотографии грудных позвонков. Грудные позвонки слова показаны в боковой укладке; а те, что справа, — в косой укладке. **Межпозвоночные отверстия** лучше всего показаны при **боковой укладке** грудного отдела позвоночника. А **косая 70°** укладка необходима, чтобы открыть **дугоотростчатые суставы**.

Задняя косая укладка справа показывает верхние дугоотростчатые суставы. **Передняя** косая демонстрирует нижние суставы.

РЕНТГЕНОГРАММЫ ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Рентгенограммы грудного отдела позвоночника в боковой и косой 70° проекциях (рис. 8-36 и 8-37) соответствуют тем же укладкам грудного отдела позвоночника, что и на фотографиях, представленных выше. Обратите внимание, что круглые отверстия накладывающихся **межпозвоночных отверстий** лучше всего видны на рентгенограмме в левой боковой проекции (см. стрелку).

Дугоотростчатые суставы лучше визуализируются на рентгенограмме в правой **косой** проекции. Последняя получена в левой задней косой 70° укладке, в которой лучше всего демонстрируются: верхняя группа дугоотростчатых суставов, грудного отдела, тех, что более удалены от кассеты. ЛЗК наилучшим образом демонстрирует **правые дугоотростчатые** суставы.

Если выполнить **переднюю** косую укладку, то на снимке будут показаны суставы **нижней группы** грудного отдела. **ЛПК** демонстрирует левые дугоотростчатые суставы. Следовательно, ЛПК демонстрирует те же дугоотростчатые суставы, что и правая задняя косая, как видно из приведенной ниже таблицы.

ГРУДНОЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА — РЕЗЮМЕ

Межпозвоночные отверстия — 90° боковая П или боковая Л	Дугоотростчатые суставы — 70° косая **Задние косые — верхняя группа суставов** ЛЗК — визуализация правых дугоотростчатых суставов ПЗК — визуализация левых дугоотростчатых суставов **Передние косые — нижняя группа суставов** ЛПК — визуализация левых дугоотростчатых суставов ППК — визуализация правых дугоотростчатых суставов



Рис. 8-34. Грудной отдел позвоночника. Левая боковая укладка — межпозвоночные отверстия



Рис. 8-35. Грудной отдел позвоночника. Косая (ЛЗК) — верхняя группа дугоотростчатых суставов



Рис. 8-36. Грудной отдел позвоночника. Левая боковая проекция — межпозвоночные отверстия



Рис. 8-37. Грудной отдел позвоночника. Косая (ЛЗК) проекция правых (верхняя группа) дугоотростчатых суставов

Топографические ориентиры

Топографические ориентиры — это полезные для выполнения укладок пальпируемые костные структуры. Ориентиры могут оказаться полезными, если нужно получить хорошо диафрагмированное изображение конкретных позвонков. У всех пациентов различные типы телосложения, но приводимые ориентиры представляют анатомические пропорции среднего пациента.

ОРИЕНТИРЫ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Рентгеноанатомические структуры, соотносящиеся с уровнями шейного отдела позвоночника, проиллюстрированы на рис. 8-38 и 8-39. **Верхушка сосцевидного отростка** соотносится с уровнем **С1**. Другой способ определения местонахождения уровня С1 — это отступить примерно 2,5 см вниз от **НСО** (наружного слухового отверстия).

Когда голова находится в нейтральном положении, угол челюсти, или **гонион**, расположен на том же уровне, что и **С3**. Наиболее выступающая часть **щитовидного хряща**, или адамова яблока, находится примерно на уровне С5. Этот ориентир может находиться на уровне **С4-С6**.

Остистый отросток последнего шейного позвонка, **С7 — выступающего позвонка**, расположен приблизительно на том же уровне, что и **тело Th1**. При определении местонахождения С7 и Th1 пациенту нужно наклонить голову вперед, в этом случае С7 и Th1 более заметны, нежели ориентироваться на уровень верха плеч. (Положение плеч может сильно меняться за счет позы и осанки.) Этот ориентир полезен, поскольку важно включить в снимок шейного отдела в боковой укладке весь С7.

При выполнении боковой проекции шейного отдела позвоночника плечи пациента должны быть опущены; однако в зависимости от типа телосложения пациента иногда плечи могут накладываться на последний шейный позвонок. Для демонстрации положения С7 относительно Th1 могут потребоваться дополнительные проекции, если на снимках шейного отдела позвоночника в стандартной боковой проекции плечи непроницаемы ввиду их высокой плотности. В этом случае и качестве ориентира для центрирования используют яремную вырезку или выступающий позвонок С7.

ОРИЕНТИРЫ ГРУДИНЫ И ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

На рис. 8-40 и рис. 8-41 показано, как части грудины соотносятся с уровнями грудного отдела позвоночника. Грудина состоит из трех основных отделов. Верхний отдел — это **рукоятка** грудины. Легко пальпируемая **U-образная** выемка на верхнем крае грудины называется **яремной** (надгрудинной) **вырезкой** (А). Яремная вырезка расположена на уровне Th2 и Th3. Th1 находится примерно на 4 см выше уровня яремной вырезки.

Местонахождение первых грудных позвонков тоже можно определить путем пальпации области ниже основания шеи, нащупав выступающий остистый отросток С7, выступающий позвонок. Обратите внимание, что длинный наклоненный выступающий позвонок направлен книзу, при этом конец его остистого отростка находится на уровне тела Th1.

Центральный отдел грудины называется **телом**. Рукоятка и тело соединяются под небольшим углом, называемым **грудинным углом** (В), который легко определить. Грудинный угол расположен на 5 см ниже вырезки рукоятки грудины. Сзади находится уровень соединения Th4 и Th5. Спереди — уровень сочленения второго ребра с грудиной.

Часто используемым ориентиром является уровень Th7. Спереди он расположен примерно на 8-10 см ниже яремной вырезки или посредине между яремной вырезкой и концом мечевидного отростка. Сзади — примерно на 18-20 см ниже выступающего позвонка (С). Этот ориентир приходится приблизительно на центр двенадцати грудных позвонков, поскольку нижние позвонки больше верхних.



Рис. 8-38. Ориентиры шейного отдела позвоночника

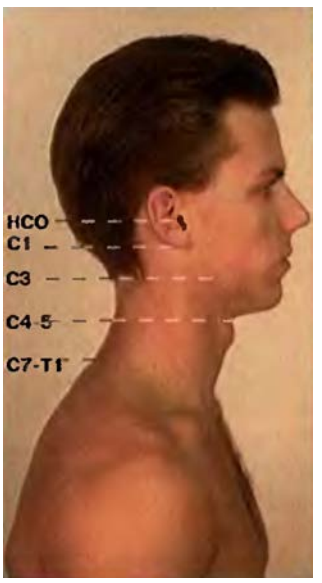


Рис. 8-39. Ориентиры шейного отдела позвоночника

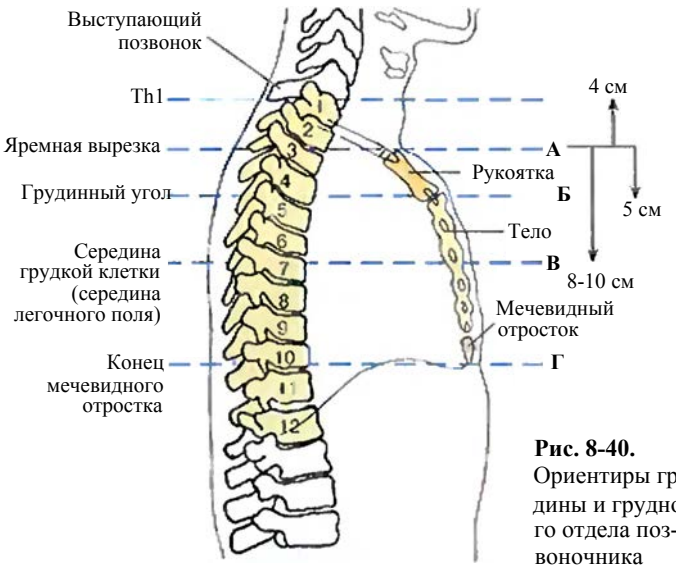


Рис. 8-40. Ориентиры грудины и грудного отдела позвоночника

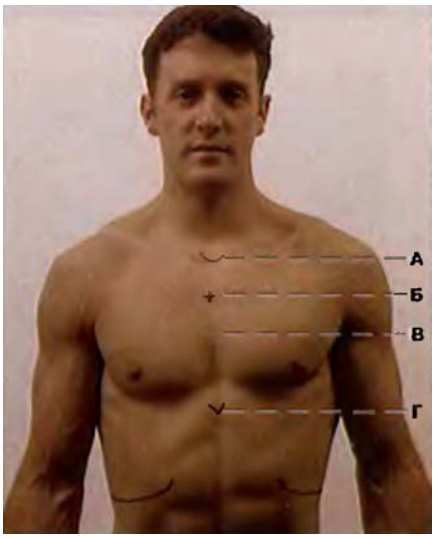


Рис. 8-41. Ориентиры грудины и грудного отдела позвоночника

Третий отдел грудины, ее нижняя часть, представлен **мечевидным отростком, или концом мечевидного отростка**. Местонахождение мечевидного отростка у пациента определяется с помощью пальпации (Г). Конец мечевидного отростка находится на уровне Th10.

Укладка и технические условия — общие положения

СРАВНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ УКЛАДОК

Рентгенографию шейного отдела позвоночника, как правило, выполняют при вертикальной укладке пациента, чтобы продемонстрировать стабильность связок и естественный изгиб позвоночника, при этом плечи пациента опущены. Чтобы улучшить качество изображения и уменьшить увеличение используют РИП, равное 180 см.

Пациент может либо сидеть, либо стоять у вертикальной стойки снимков, вертикально расположенной кассеты с отсеивающим растром или вертикально расположенной декой рентгеновского стола. При некоторых условиях, например при травме, может потребоваться горизонтальная укладка пациента.

Рентгенография грудного отдела позвоночника чаще всего выполняется при горизонтальной укладке пациента, за исключением исследований сколиоза, которое требует вертикальной укладки (описание приводится в главе 9).

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ПАЦИЕНТА

При рентгенографии позвоночника важными моментами являются диафрагмирование и радиационная защита. Облучение рентгеночувствительных тканей — щитовидной и паращитовидных желез, молочных желез, яичек и яичников — можно минимизировать с помощью максимально близкого к области интереса диафрагмирования и использования правильно расположенных контактных защитных экранов. Кроме того, во время рентгенографии шейного отдела позвоночника дозу на щитовидную железу можно значительно снизить, если при необходимости косых проекций использовать не заднюю косую, а переднюю косую проекцию (см. сравнительные дозы для пациента в таблицах на стр. 295).

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Для удобства обсуждения выделим факторы, влияющие на качества изображения: 1) параметры экспозиции, 2) размер фокусного пятна, 3) методы компенсации плотности изображения, 4) РИП, 5) уменьшение рассеянного излучения, 6) положение снимаемой области относительно кассеты, 7) цифровая рентгенография.

Во время боковой и косой укладок позвоночника позвоночный столб неизбежно располагается на некотором расстоянии от кассеты (увеличенное РОП). Из-за геометрического увеличения резкость и изображения будет уменьшена.

Параметры экспозиции

Для шейного отдела позвоночника диапазон кВ составляет 70-80, а для грудного отдела — от 80 до 90. Использование более высоких значений кВ в сочетании с системой экран-пленка большой фотографической широты дает более широкий спектр плотности на изображении. Кроме того, более высокое значение кВ уменьшает дозу облучения пациента, так как при этом можно использовать более низкие значения мАс.

Рентгенограммы грудного отдела позвоночника в боковой укладке обычно выполняют методом дыхания во время экспозиции для размытия изображения структур, накладывающихся на грудные позвонки. Для этого длительность экспозиции должна составлять минимум 3-4 с наряду с низким значением мА.

Размер фокусного пятна

Использование малого фокусного пятна может улучшить резкость изображения за счет уменьшения эффекта полутени. Методика дыхания во время экспозиции использует длительное время экспозиции при низких установках мА, с выбором малого фокусного пятна рентгеновской трубки.

Методы компенсации плотности изображения

Разброс размеров позвонков и различная плотность окружающих тканей в области грудного отдела позвоночника ставят перед рентгенолаборантом сложную задачу. Например, на изображении

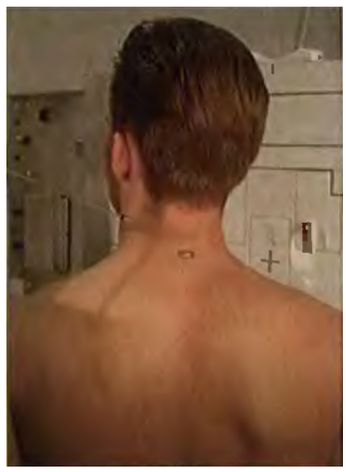


Рис. 8-42. Укладка шейного отдела позвоночника для передней косой проекции.
- РИП — 150 см.
- Малое фокусное пятно.
- При передних косых проекциях доза облучения щитовидной железы ниже.

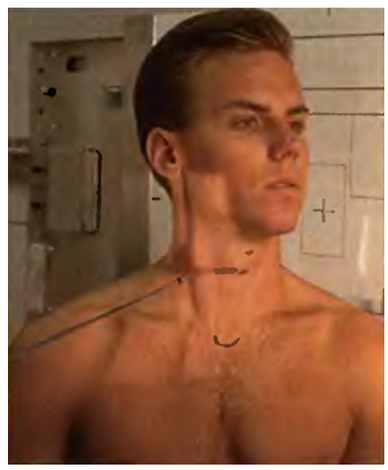


Рис. 8-43. Укладка шейного отдела позвоночника для задней косой проекции.
- РИП — 150 см.
- малое фокусное пятно.



Рис. 8-44. Укладка пациента для боковой проекции грудного отдела позвоночника. Рядом с пациентом расположены пластины из просвинцованного винила. Позвоночный столб почти параллелен поверхности стола.

позвоночника в задней проекции параметры экспозиции могут стать причиной переэкспонирования верхней части (тел позвонков меньшего размера, окруженных наполненными воздухом легкими) и недоэкспонирования нижней части (тел позвонков большего размера, окруженных плотными тканями органов брюшной полости ниже диафрагмы). Это может привести к тому, что снимок окажется слишком темным (переэкспонированным) вверху и слишком светлым (недоэкспонированным) внизу.

Клиновидные фильтры обеспечивают более однородную плотность при задней проекции грудного отдела позвоночника.

При задних проекциях грудного отдела позвоночника следует использовать анодный «пяточный» эффект и размещать анодный конец излучателя (излучающий менее интенсивно) над более тонкой анатомической частью (верхней частью грудного отдела позвоночника). Нижняя часть грудного отдела позвоночника находится напротив более толстой и плотной брюшной полости, ее помещают ближе к катодному концу, где интенсивность рентгеновского излучения выше.

РИП (расстояние источник/приемник изображения)

Рентгенограммы шейного отдела позвоночника выполняют при увеличенном РИП — 150-180 см для компенсации увеличенного РОП (расстояние обьект/приемник изображения), приводящего к уменьшению геометрической нерезкости изображения.

Изображения грудного отдела позвоночника обычно выполняют при минимальном РИП в 100 см.

Укладка и технические условия — общие положения (продолжение)

Рассеянное излучение

При повышении кВ и рентгенографии толстых или плотных тканей увеличивается уровень рассеянного излучения, что усиливает вуаль на снимке. Влияние рассеянного излучения можно минимизировать тремя способами: (1) с помощью диафрагмирования максимально близко к области интереса, (2) с помощью пластин из просвинцованного винила, расположенных на поверхности стола рядом с пациентом во время выполнения боковой проекции (см. рис. 8-44), и (3) с помощью отсеивающих растров. Диафрагмирование уменьшает объем облучаемых тканей и, следовательно, мощность вторичного излучения, тогда как просвинцованные пластины и отсеивающие растры не дают вторичному излучению достичь кассеты.

При рентгенографии позвоночника требуется использовать растр, за исключением некоторых случаев рентгенографии шейного отдела позвоночника, например у пациентов маленького роста с шеей, толщиной менее 10 см. Другой пример — при наличии воздушного зазора при боковой укладке шейного отдела позвоночника. Отдаление кассеты от позвоночника в подобном случае создает воздушный зазор, который уменьшает рассеянное излучение, попадающее на кассету. Такое увеличенное РОП также способствует большему геометрическому увеличению изображения, чем объясняется необходимость увеличения РИП.

Расположение снимаемой области относительно кассеты

Во время рентгенографии позвоночника важно правильное расположение снимаемой области относительно кассеты, потому что рентгеновский пучок должен пройти через определенные изучаемые анатомические структуры. Например, может потребоваться использование рентгенопрозрачной подушки, расположенной в области талии пациента, чтобы во время боковой укладки грудного отдела позвоночник был практически параллелен кассете (рис. 8-44).

Оптимальное размещение снимаемой области относительно кассеты для выполнения боковых проекций грудного и поясничного отделов позвоночника является сложной задачей по причине различного телосложения мужчин и женщин, что проиллюстрировано на страницах описания укладок для данных проекций.

Цифровая рентгенография

При цифровой рентгенографии важными условиями получения хорошего снимка являются: правильное центрирование анатомической области, диафрагмирование максимально близкое к области интереса, радиационная защита неработающей области цифрового детектора и использование растров из-за высокой чувствительности цифровых приемников изображения к вторичному (рассеянному) излучению.

Альтернативные методы исследования

Миелография

Миелография является одним из методов исследования позвоночника, который сочетает в себе флюороскопию и рентгенографию. Миелография позволяет диагностировать патологические изменения спинномозгового канала, межпозвоночных дисков или нервных корешков. В субарахноидальное пространство спинномозгового канала на уровне L2/L3 или L3/L4 вводится йодированное контрастное водорастворимое вещество. При отсутствии обтурации канала контрастное вещество, смешиваясь со спинномозговой жидкостью, свободно распространяется по спинномозговому каналу и вокруг нервных корешков. Дефекты наполнения свидетельствуют о наличии патологических изменений.

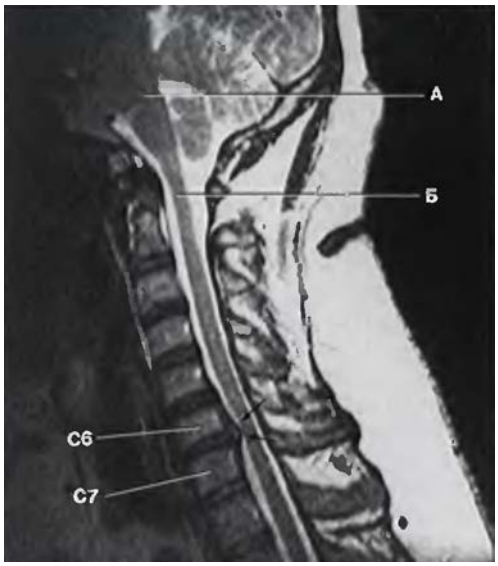


Рис. 8-45. МРТ-изображение шейного отдела позвоночника, полученное с помощью МРТ (видна грыжа диска между С6 и С7)

МРТ и КТ вытесняют миелографию как способ исследования позвоночного канала, но миелограммы все еще выполняют и поэтому более детально они описаны в главе 21.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Компьютерная томография (КТ) полезна для оценки травм позвоночника (переломы, подвывихи), грыж дисков, опухолей, а также артропатий, в частности ревматоидного артрита и остеоартрита.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Магнитно-резонансная томография шейного и грудного отделов позвоночника особенно полезна для демонстрации мягких тканей (необызвествленных), относящихся к позвоночнику (межпозвоночные диски, спинной мозг).

Поперечное МРТ изображение шейного отдела, представленное на рис. 8-45, отчетливо демонстрирует не только кости, но и мягкие ткани. Сразу за шейными позвонками виден позвоночный канал, содержащий спинной мозг (Б), похожий на трубкообразный столб. Спинной мозг, как это видно на изображении, является продолжением продолговатого мозга (А). На грыжеобразование диска между С6 и С7 указывает небольшое выбухание мягких тканей кзади, вызывающее некоторое смещение спинного канала.

РАДИОНУКЛИДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Радионуклидные исследования проводятся путем введения радиофармацевтических медицинских препаратов с изотопами в целях изучения определенных патологических процессов, включая те, что поражают кости. Например, внутривенно вводят фосфат технеция, который циркулирует с кровью и постепенно концентрируется в областях активности костной ткани, образуя на изображении «горячие очаги». Радионуклидное сканирование может демонстрировать некоторые патологические состояния костей позвоночника, например опухоли, заживающие переломы, раковые метастазы, остеомиелит (костная инфекция) или болезнь Педжета.

Клинические показания

Показания для рентгенографии шейного и грудного отделов позвоночника, с которыми должны быть знакомы все рентгенолаборанты, включают в себя следующие (список не полон):

Отрывной перелом остистых отростков. Этот перелом возникает по причине излишнего сгибания (гиперфлексии) шеи и приводит к отрывным переломам остистых отростков от C6 до Th1. Лучше всего перелом демонстрируется на снимке шейного отдела позвоночника и боковой проекции.

Компрессионный перелом. Возникает от резкого сгибания (флексии) или осевой нагрузки, в большинстве случаев в области грудного или поясничного отделов, часто связан с остеопорозом, заключается в сдавливании тела позвонка. Может быть результатом резкого кифоза, вызванного другими заболеваниями. В основном сдавливается передний край, что придает телу позвонка клиновидную форму. Это приводит к усилению кифоза и может угрожать дыхательной и сердечной функциям; кроме того, часто приводит к повреждению спинного мозга.

«Перелом повешенных». Перелом происходит в области ножек C2 с подвывихом или без него C2 или C3. Перелом шейных позвонков происходит в момент сильного разгибания шеи. Пациент, если он жив, находится в опасном состоянии, поскольку неповрежденный зуб давит сзади на ствол мозга.

Перелом Джефферсона. Этот оскольчатый перелом (расщепление или раздавливание в месте приложения силы) возникает в результате осевой нагрузки при резком падении на голову или на ноги. При насаживании черепа на C1 происходит перелом передней и задней дуг этого позвонка.

Перелом зубовидного отростка. Перелом зубовидного отростка может сопровождаться также переломом латеральных масс или дуг C1.

Взрывной перелом тела позвонка. Механизм повреждения — компрессия позвонка со сгибанием шейного отдела. Тело позвонка расколото на треугольные фрагменты, оторванные от передненижней части тела позвонка, при этом фрагменты задней части тела смещены в спинной канал. Возможны неврологические нарушения (обычно квадриплегия).

Односторонние подвывихи и двухсторонние блокады дугоотросчатых суставов. Во время травмы могут быть повреждены дугоотростчатые суставы шейного отдела. Если механизмом повреждения служило сгибание, дистракция (растяжение) и ротация (вращение) позвоночника, может наблюдаться подвывих дугоотросчатого сустава только с одной стороны. На рентгенограмме в боковой проекции тело позвонка из-за поворота по оси, что имеет форму галстука-бабочки. Если механизмом травмы было чрезмерное сгибание и дистракция, оба дугоотростчатых сустава — и правый, и левый — могут быть повреждены на одном уровне, что блокирует их. На рентгенограмме тело позвонка выглядит будто напрыгнувшим на тело позвонка, расположенного под ним. В любом случае состояние больного не стабильно, поскольку при такой травме повреждается.

Грыжа студенистого ядра. Если мягкая внутренняя часть (студенистое ядро) межпозвоночного диска продавливается через наружный слой фиброзного хряща (кольцо) в спинной канал, она может давить на спинной мозг или нервные корешки и вызывать онемение и сильную боль, отдающую в ноги. Это состояние, иногда называемое выпадением диска, хорошо видно на МРТ-изображении шейного отдела позвоночника, представленном на рис. 8-45. Хотя грыжа может поражать и шейные позвонки, чаще всего она возникает на уровне L4-L5.

Кифоз. Кифоз — аномальный или усиленный выпуклый изгиб грудного отдела позвоночника, что приводит к сутулости. Кифоз может быть вызван компрессионными переломами переднего края тел позвонков у пациентов с остеопорозом, особенно у женщин в менопаузе. К кифозу может привести также плохая осанка, рахит или другие заболевания позвоночника. (См. болезнь Шойерманна.)

Лордоз. Лордозом называется нормальная, а также аномально усиленная вогнутость поясничного отдела. К лордозу может привести беременность, ожирение, плохая осанка, рахит или туберкулез позвоночника.

Сколиоз. Хотя у многих людей в норме имеется небольшой боковой изгиб грудного отдела позвоночника, **сколиозом чаще всего называют аномальный, или усиленный, боковой изгиб позвоночника.** Сколиоз часто встречается у детей 10-14 лет, особенно у девочек. При сколиозе может потребоваться ношение специальных спинных фиксаторов до тех пор, пока не улучшится стабильность позвоночного столба. При сильной деформации может нарушаться сердечная и дыхательная функции. Более заметен сколиоз нижней части позвоночника где образуется наклон таза, влияющий на нижние конечности, что приводит к хромоте или неровной походке.

Болезнь Шойермана. Болезнь Шойермана — относительно частое заболевание неизвестного происхождения, которое обычно развивается в юности и приводит к аномальному искривлению позвоночника — кифозу или лордозу. Болезнь более распространена среди мальчиков. В большинстве случаев болезнь протекает в мягкой форме в течение нескольких лет, после чего симптомы исчезают, но некоторое искривление позвоночника остается.

Спондилит. Спондилит — инфекционное воспаление позвонков.

Анкилозирующий спондилит. Это системное заболевание неизвестной этиологии, поражающее позвоночник и большие суставы. Чаще всего случается у мужчин от 20 до 40 лет, вызывая боль и отсутствие гибкости позвоночника. Он возникает в результате воспаления крестцово-подвздошных, межпозвоночных и реберно-позвоночных суставов и обызвествления паравертебральных связок с оссификацией и анкилозом (сращение костей) позвоночных суставов. Может вызвать полную ригидность позвоночника и грудной клетки, вначале обычно заметен в крестцово-подвздошных суставах.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ
Переломы			
Отрывной перелом остистых отростков	Боковая и задняя проекция шейного отдела позвоночника, КТ	Отрывной перелом остистого отростка любого позвонка от C7 до Th1; на рентгенограмме задней проекции из-за смещения обломка можно увидеть двойной остистый отросток	Нет
Компрессионный перелом	Боковая и задняя проекция пораженного отдела позвоночника, КТ	В боковой проекции тело позвонка имеет клиновидную форму; несимметричное межпозвоночное пространство при задней проекции	Нет
«Перелом повешенных»	Боковая проекция шейного отдела, КТ	Перелом передней дуги C2, при этом обычно также имеется передний подвывих C2 или C3	Нет
Перелом Джефферсона	Задняя проекция C1-C2 с открытым ртом	Двустороннее смещение латеральных масс C1 по отношению к зубу	Нет
Перелом зубовидного отростка	Задняя проекция C1-C2 с открытым ртом и боковая поперек стола, КТ	Линия перелома проходит через основание зуба, может проходить через латеральные массы или дуги C1	Нет
Взрывной перелом тела позвонка	Боковая проекция шейного отдела, КТ	Оскольчатый перелом тела позвонка, когда фрагменты оторваны от передненижней его части, а фрагменты задней части позвонка смещены в позвоночный канал	Нет
Односторонние подвывихи и двусторонние блокады дугоотростчатых суставов	Боковая проекция шейного отдела	Одностороннее повреждение деформация позвонка в виде галстука-бабочки, поскольку позвонок повернут вокруг своей оси. Двустороннее повреждение: напрыгнувший позвонок, так как он сдвинут кпереди от своего нормального положения	Нет
Грыжа студенистого ядра	Задняя и боковая проекции пораженной части позвоночника, КТ, МРТ	Возможное сужение дискового пространства между позвонками и выпяченным в позвоночный канал диском на изображениях, полученных с помощью КТ или МРТ	Нет
Кифоз	Боковая проекция грудного отдела позвоночника, серия проекций при сколиозе, включая вертикальную переднюю/заднюю и боковую	Аномальный или усиленный выпуклый изгиб грудного отдела позвоночника	Нет
Лордоз	Боковая проекция поясничного отдела позвоночника, серия проекций при сколиозе, включая вертикальную переднюю/заднюю и боковую	Нормальный вогнутый изгиб поясничного отдела или аномальный или усиленный изгиб поясничного отдела	Нет
Сколиоз	Вертикальная задняя/передняя проекции позвоночника, серия проекций при сколиозе, включая боковую согнувшись	Аномальный или усиленный изгиб позвоночника	Нет
Болезнь Шойермана	Серия проекций при сколиозе	Мягко выраженный кифоз и/или сколиоз, чаще всего поражает грудной отдел позвоночника	Нет
Спондилит			
Анкилозирующий спондилит	Радионуклидные методы наследования — сканирование крестцово-подвздошным суставов, исследование позвоночника	Кальцификация с оссификацией (образование костных гребней между позвонками), отсутствие подвижности сустава	Нет

Результаты опроса по США и Канаде

Шейный отдел позвоночника. Тремя наиболее распространенными основными, или стандартными, проекциями шейного отдела остаются **задняя с углом наклона ЦЛ 15-20° краниально** (99% в США и Канале), **задняя с открытым ртом** (98% в США, 94% в Канаде) и **боковая** (98% в США и 97% в Канаде)

Передние косые (68% в США, 64% и Канаде) немного более распространены, нежели **задние косые** (62% в США, 42% в Канаде). В нашем Руководстве предложена передняя косая проекция из-за значительно более низкой дозы на щитовидную железу (см стр. 295). **Укладка в положении пловца** для C7 и T1 в США становится более распространенной как часть стандартного исследования шейного отдела (73% в 1999, 50% в 1995 и 59% в 1989 г.).

Задняя проекция с двигающейся челюстью (по Оттонелло) все чаще используется как специальная проекция в США (36% в 1999, 31% в 1995, 10% в 1989). В Канаде она менее распространена (только 51%).

В США как **задняя проекция зуба** (по Фуху), так и **передняя проекция зуба** (по Джадду) становятся все более распространенными специальными проекциями (46 и 40%) соответственно, в 1999 г. и только 33 и 25% в 1995 г.). В Канаде в 1999 г. их выполняли намного реже — 19 и 10%, соответственно.

Новые проекции шейного отдела. Задняя аксиальная проекция позвоночной дуги была добавлена в настоящее издание, так как 39% респондентов в США и 24% в Канаде указали ее как специальную проекцию. Такой процент, от 38 до 40%, наблюдается во всех регионах США.

Грудной отдел позвоночника. Боковая проекция с использованием дыхания во время экспозиции является наиболее распространенной стандартной боковой проекцией, как показали 92% в США и 88% в Канаде. (В 1995 г. и США процент составил 83%).

В США задние косые проекции немного более распространены, чем передние косые проекции (31 и 19% соответственно). Косые выполняют в Канаде как специальные только 8%. В нашем Руководстве описана передняя косая вследствие значительно более низкой дозы на молочную железу (см. стр. 305).

Основные и специальные рентгенографические процедуры

Протоколы исследований могут отличаться в зависимости от правил, принятых в отделении лучевой диагностики. Рентгенолаборанты должны быть знакомы с действующими практическими стандартами, протоколами а также стандартными (основными) и специальными проекциями для любого оборудования, на котором они работают.

Далее будут продемонстрированы и описаны некоторые основные и специальные проекции шейного и грудного отделов позвоночника.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные, или базовые, проекции, также иногда именуемые *стандартными*, — это те проекции или укладки, которые чаще всего используют при диагностике контактных пациентов.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции — проекции, которые чаще всего используются как дополнительные для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Шейный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя с открытым ртом (C1 и C2), 293
- Задняя аксиальная, 294
- Косые, 295
- Боковая, 296
- Боковая латерограмма, 297
- Боковая укладка о положении пловца (шейно-грудной отдел), 298

Шейный отдел позвоночника
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
  Сильное сгибание и разгибание, 299
- Задняя (по Фуху), 300 и передняя (по Джадду), 300
- Задняя с двигающейся челюстью (по Оттонелло), 301
- Задняя аксиальная (суставные опоры), 302

Грудной отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя, 303
- Боковая, 304

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Косые, 305

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ С ОТКРЫТЫМ РТОМ - C1 И C2: ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Предупреждение: пациенту нельзя двигать головой или шеей если не исключена травма шейного отдела, сначала нужно проконсультироваться с врачом, который изучит латерограмму в боковой проекции (с. 297)

Шейный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя с открытым ртом (C1 и C2)
- Задняя аксиальная
- Косые
- Боковая
- Боковая в положении пловца

Выявляемая патология

Патология C1 и C2 и прилегающих мягких тканей.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
18	75	15	1740	410	Щитовидная железа 600 Молочная железа 0

мкГр

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или стоит, руки но бокам вдоль тела. Голова лежит на поверхности стола, при необходимости используйте средства фиксации.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и центральной линии стола.
- Голова расположена так, чтобы при открытом рте линия, идущая от **нижнего края верхних резцов к основанию черепа** (верхушкам сосцевидных отростков), была **перпендикулярна** столу и/или кассете. Если пациент не может так открыть рот, то следует подобрать соответствующий угол наклона ЦЛ.
- **Нет ротации** головы или грудной клетки.
- Во время экспозиции **рот должен быть широко открыт.** (Пациент открывает рот непосредственно перед экспозицией. Экспозицию выполняют быстро, так как сохранять подобное положение для пациента затруднительно.)

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете, направлен через **центр открытого рта**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон максимально близко к области интереса, приблизительно 10 x 10 см.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание убедитесь, что, когда пациент открывает рот, подвижна только нижняя челюсть. Проинструктируйте пациента держать язык в нижней челюсти во избежание появления тени от языка на снимке, которая накладывается на изображение атланта и осевого позвонка.

Если верхний зуб (зубовидный отросток) не демонстрируется, используйте проекцию по Фуху или Джадду (с. 300).

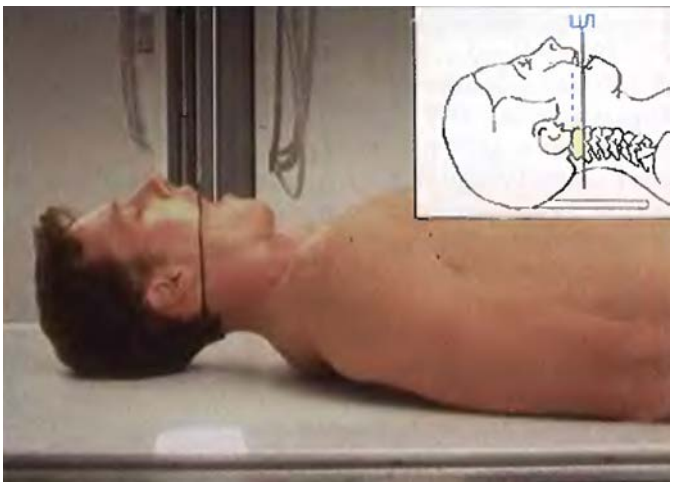


Рис. 8-46. Укладка пациента для задней проекции с открытым ртом — C1 и C2

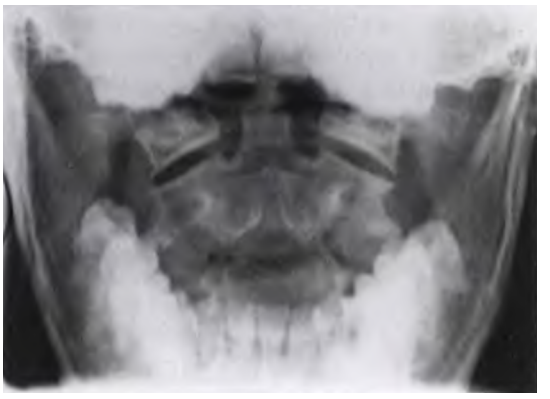


Рис. 8-47. Рентгенограмма C1 и C2 в задней проекции с открытым ртом

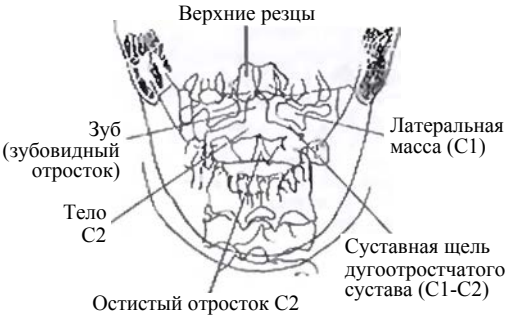


Рис. 8-48. Анатомическая схема шейного отдела - C1 и C2 в задней проекции с открытым ртом

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Через открытый рот должен быть отчетливо виден зубовидный отросток (зуб) и тело C2, латеральные массы C1 и дугоотростчатые суставы между C1 и C2.

Укладка. • На оптимальное сгибание/разгибание шеи указывает наложение нижнего края **верхних резцов** на **основание черепа**. • На зубовидный отросток не должны налагаться ни зубы, ни основание черепа. • Если есть наложение зубов на верхушку зубовидного отростка, то повторите укладку, используя чуть большее переразгибание шеи и направленный немного краниально угол ЦЛ. • Если на верхний зубовидный отросток накладывается основание черепа, повторите укладку, используя чуть большее сгибание шеи и направленный немного каудально угол ЦЛ. • Об отсутствии ротации свидетельствуют равные расстояния от латеральных масс и/или поперечных отростков C1 до мыщелков нижней челюсти и направленный к центру остистый отросток C2. Поворот может имитировать патологию, образуя на снимке неравные расстояния между латеральными массами и зубовидным отростком.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Область диафрагмирования составляет приблизительно 10 x 10 см, в центре которой расположен зубовидный отросток.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция должна дать хорошее изображение как костных структур, так и мягких тканей. • Контуры костей и трабекулярная структура костей должны быть видны отчетливо, что указывает на отсутствие движения во время экспозиции.

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Шейный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя с открытым ртом (C1 и C2)
- Задняя аксиальная
- Косые
- Боковая
- Боковая в положении пловца

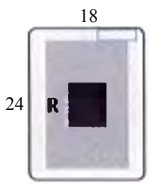
Выявляемая патология

Патология средней и нижней части шейного отдела позвоночника (от C3 до C7).

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
11	75	10	960	420	Щитовидная железа 530 Молочная железа 10
					мкГр



Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или стоит, руки по бокам вдоль тела.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и центральной линии стола и/или кассеты.
- Голова расположена так, чтобы линия, идущая от окклюзионной плоскости (жевательная поверхность зубов) к основанию черепа (верхушки сосцевидных отростков), была перпендикулярна столу и/или кассете. Линия, идущая от нижней челюсти к основанию черепа, должна быть **параллельна наклоненному ЦЛ**.
- **Нет ротации** головы или грудной клетки.

Центральный луч

- ЦЛ направлен **краниально под углом 15-20°** на уровне **нижнего края щитовидного хряща** так, чтобы ЦЛ вышел через **C4**.
- ЦЛ направлен на центр кастеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон максимально близко к краям мягких тканей шеи. Включите в поле снимка как можно большую часть продольно расположенного позвоночника.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание. Во время экспозиции пациент не должен глотать.

Примечание: для лучшей демонстрации межпозвоночных дисков используют краниальный угол наклона ЦЛ, что направляет рентгеновский пучок между частично заходящими друг на друга телами позвонков.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Ясно видны тела позвонков от C3 до Th2 или Th3, пространство между ножками и пространство межпозвоночных дисков.

Укладка. • Об **отсутствии ротации** свидетельствует следующее. Остистые отростки и грудино-шейные суставы (если видны) должны быть равноудалены от боковых краев позвоночного столба. • На первые два шейных позвонка налагаются нижняя челюсть и основание черепа.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По бокам границы диафрагмирования должны быть расположены максимально близко к краям мягких тканей шеи, сверху и снизу диафрагмируйте к краям кассеты. В центре поля диафрагмирования (ЦЛ) находится C4. • **Пространство межпозвоночного диска** открыто, что указывает на правильный угол наклона ЦЛ.

Параметры экспозиции. • Оптимальная экспозиция должна позволить хорошо видеть как плотные кости, так и мягкие ткани. • Контуры костей и трабекулы и трабекулярная структура костей видны отчетливо, что указывает на отсутствие движения во время экспозиции.



Рис. 8-49. Супинационная укладка пациента задней проекции с краниальным углом в 15-20°. (Вставка демонстрирует ЦЛ — 20°, параллельный пространству межпозвоночного диска, ЦЛ направлен на C4.)



Рис. 8-50. Ретенограмма шейного отдела в задней проекции с краниальным наклоном ЦЛ на 15-20°

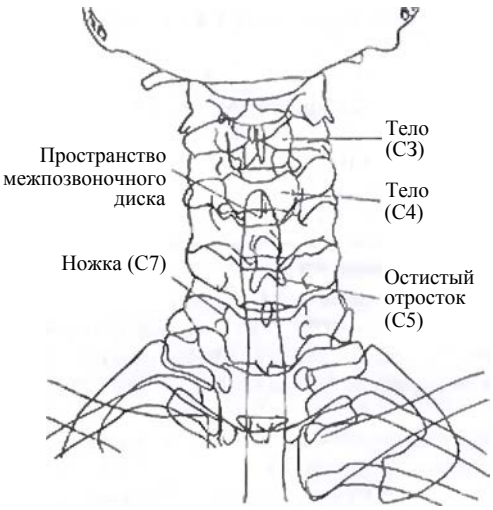


Рис. 8-51. Анатомическая схема шейного отдела в задней проекции с краниальным наклоном ЦЛ на 15-20°

ПЕРЕДНИЕ И ЗАДНИЕ КОСЫЕ ПРОЕКЦИИ: ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Предупреждение: пациенту нельзя двигать головой или шеей, если не исключена травма шейного отдела, сначала нужно проконсультироваться с врачом, который изучит латерограмму в боковой проекции (с. 297).

Шейный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя с открытым ртом (C1 и C2)
- Задняя аксиальная
- Косые
- Боковая
- Боковая в положении пловца

Выявляемая патология

Патология шейного отдела позвоночника и прилегающих мягких тканей.

В сравнительных целях выполняют и правую, и левую косую проекции. Передняя косая проекция является предпочтительнее из-за уменьшенной дозы облучения щитовидной железы.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное
- Подвижный или неподвижный растр (опциональное использование из-за воздушного просвета).
- 75±5 кВ.
- Уставки и доза:

	см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
Передняя косая	11	75	10	1290	500	Щитовидная железа 50 Молочная железа 0
Задняя косая	11	75	10	1290	500	Щитовидная железа 690 Молочная железа 40

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Предпочтительнее вертикальная укладка (сидя или стоя), но возможна и горизонтальная укладка, если позволяет состояние пациента.

Укладка снимаемой области

- Позвоночник выровнен по **средней линии** стола и/или кассеты и по ЦЛ
- Руки пациента расположены вдоль тела; если пациент в горизонтальной укладке, то руки лежат так, как необходимо для поддержания укладки.
- Поверните тело и голову пациента на 45°. (Используйте транспортир, чтобы отмерить угол в 45°.) См. примечание, касающееся поворота головы.
- Подбородок немного выдвинут вперед во избежание наложения нижней челюсти на позвонки. Если подбородок будет поднят слишком высоко, это приведет к наложению основания черепа на C1.

Центральный луч

Передняя косая
- Угол ЦЛ в **15-20°** направлен **каудально к C4** (уровень верхнего края щитовидного хряща).

Задняя косая
- Угол ЦЛ в **15-20°** направлен **краниально к C4** (к нижней части щитовидного хряща).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- РИП составляет 150-180 см.

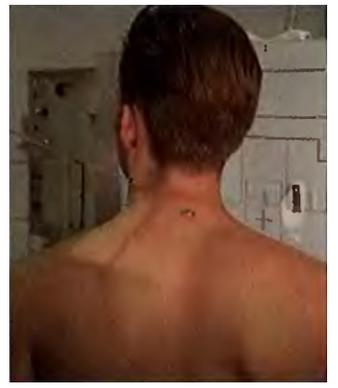


Рис. 8-52. Вертикальная укладка пациента для правой передней косой проекции. ЦЛ 15-20° каудально (меньшая доза на щитовидную железу)



Рис. 8-53. Вертикальная укладка пациента для опциональной левой задней косой проекции. - ЦЛ 15-20° краниально



Рис. 8-54. Рентгенограмма шейного отдела и косой проекции

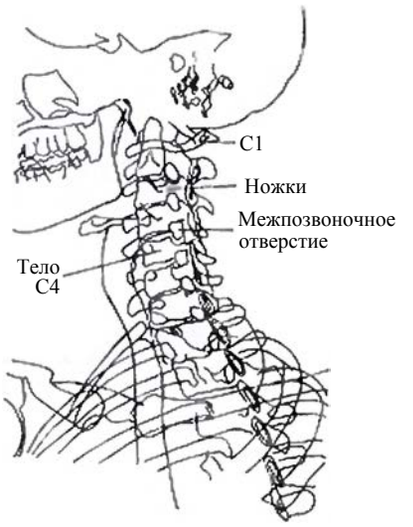


Рис. 8-55. Анатомическая схема шейного отделы в косой проекции

Диафрагмирование. По бокам диафрагмируйте вплотную к границам мягких тканей шеи, а сверху и снизу — к границам кассеты.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание.

Примечание: в отделениях лучевой диагностики иногда используют дополнительный прием, а именно: голову пациента поворачивают по направлению к кассете почти до боковой укладки. Однако это приводит к небольшой ротации верхних позвонков, но вместе с тем помогает избежать наложения на позвонки нижней челюсти.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Передняя косая: визуализируются межпозвоночные отверстия и ножки на стороне, ближайшей к кассете. • Задняя косая: визуализируются межпозвоночные отверстия и ножки на стороне, наиболее удаленной от кассеты.

Укладка. • На правильную ротацию и угол ЦЛ указывает демонстрация ножек шейных позвонков в полный профиль. Позвонки от C1 до C7 должны быть ясно видны с открытыми межпозвоночными отверстиями и открытыми пространствами межпозвоночных дисков. (Слишком большой поворот или, напротив, малый поворот сужают или частично закрывают межпозвоночные отверстия.) • При правильно поднятом подбородке ветви нижней челюсти не должны накладываться на верхние шейные позвонки, и на C1 не должно накладываться основание черепа.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По бокам границы диафрагмирования должны быть расположены максимально близко к краям мягких тканей шеи. Включите как можно большую часть продольно расположенного позвоночника. При правильном угле наклона ЦЛ межпозвоночные отверстия будут открытыми.

Параметры экспозиции. • Оптимально экспозиция должна обеспечивать хорошую видимость как мягких тканей, так и плотных костных структур всех шейных позвонков. • Костные края и трабекулярная структура костей должны быть видны отчетливо, что указывает на отсутствие движения во время экспозиции.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

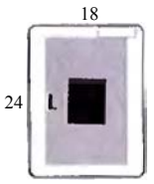
Пациенты с травмой: см. латерограмму в боковой укладке на следующей странице.

Шейный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя с открытым ртом (C1 и C2)
- Задняя аксиальная
- Косые
- Боковая
- Боковая в положении пловца

Выявляемая патология

Патология темного отдела позвоночника и прилегающих мягких тканей.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр (не обязателен из-за наличия воздушного зазора).
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и доза (180 см):

см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
11	75	28	800	370	Щитовидная железа 60 Молочная железа 30

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Пациент находится в вертикальной боковой укладке сидя или стоя, при этом плечо прижато к вертикальной стойке снимков.

Укладка снимаемой области

- Средняя корональная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии стола и/или кассеты.
- При центрировании кассеты по ЦЛ верх кассеты должен быть расположен примерно на 2,5 см выше НСО.
- Плечи пациента опущены (для равного распределения веса по обеим рукам, см. примечание 1).
- Попросите пациента **расслабиться** и **опустить плечи книзу** и **вперед насколько это возможно**. (Это делается непосредственно перед экспозицией, поскольку такое положение трудно сохранять в течение долгого времени.)
- Подбородок немного выдвинут вперед (во избежание наложения нижней челюсти на верхние шейные позвонки).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен горизонтально к C4 (уровень верхнего края щитовидного хряща).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- РИП составляет 150-180 см (см. примечание 2).

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на **полном выдохе** (для максимального опускания плеч).

Диафрагмирование выполняется с четырех сторон области интереса, близко к верхней и нижней границам кассеты.

Примечание 1: для равного опускания плеч пациенту в каждую руку можно дать груз весом 2,5-4,5 кг.

Примечание 2: большое (180 см) РИП компенсирует увеличенное РОП и дает меньшее увеличение.



Рис. 8-56. Вертикальная укладка пациента для боковой проекции



Рис. 8-57. Рентгенограмма шейного отдела в боковой проекции

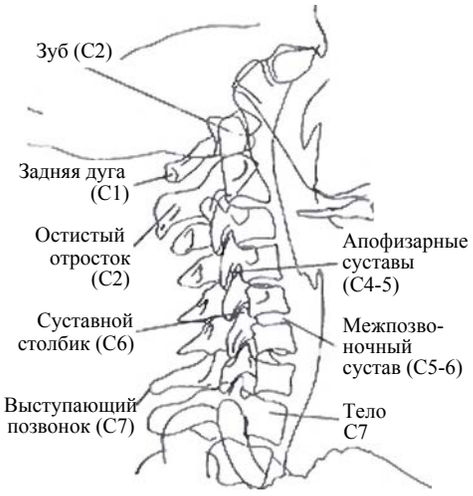


Рис. 8-58. Анатомическая схема шейного отдела в боковой проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Тела шейных позвонков, межпозвоночные щели, суставные опоры, остистые отростки и дугоотростчатые суставы.

Укладка. • Плечи пациента должны быть опущены (с помощью груза) так, чтобы ясно были видны позвонки от C1 до C7. Если на рутинной боковой проекции не демонстрируется соединение C7 с Th1, то необходимо сделать дополнительные снимки, как при укладке «пловца». • Подбородок поднят так, чтобы ветви нижней челюсти не накладывались на C1 и C2. • На отсутствие ротации головы указывает наложение обеих ветвей нижней челюсти. О ротации нижних шейных позвонков свидетельствует отсутствие наложения правых и левых апофизарных суставов друг на друга и отсутствие наложения задних контуров тел позвонков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По бокам границы диафрагмирования должны быть расположены максимально близко к мягким тканям шеи. Сверху и снизу диафрагмируйте по границам кассеты. В центре поля диафрагмирования (ЦЛ) должен находиться C4.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции должны быть хорошо видны мягкие ткани, контуры воздушного столба, а также костная структура всех шейных позвонков. • Костные края и трабекулярная структура костей должны быть видны отчетливо, что указывает на отсутствие движения во время экспозиции.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ, ЛАТЕРОГРАММА: ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА (ПАЦИЕНТ С ТРАВМОЙ)

Предостережение: при рентгенографии пациентов с травмой им нельзя снимать шейный воротник и совершать движения головой или шеей, пока врач не изучит рентгенограмму на предмет возможных переломов, подвывихов или признаков нестабильности шейного отдела позвоночника.

Шейный отдел позвоночника (пациент с травмой)
ОСНОВНАЯ ПРОЕКЦИЯ
• Боковая (горизонтальный рентгеновский пучок)

Выявляемая патология

Патология шейного отдела позвоночника, в том числе переломы и подвывихи.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 x 24 см.
  или — 24 x 30 см.
  расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ с растром.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
11	75	28	800	370	Щитовидная железа 60 Молочная железа 30

мкГр

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине на каталке или на рентгеновском столе

Укладка снимаемой области

- Не манипулируйте и не двигайте головой или шеей пациента.
- Плечо пациента должно быть прижато к вертикально расположенной кассете, или поставьте каталку рядом с вертикальной стойкой снимков.
- ЦЛ направлен на центр кассеты, при этом верх кассеты должен располагаться примерно на 3-5 см выше НСП.
- Плечи пациента опущены (см. примечание 2)

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен горизонтально к **С4** (уровень верхнего края щитовидного хряща).
- РИП составляет 150-180 см (см. примечание 3).

Диафрагмирование выполняется с четырех сторон по границам мягких тканей шеи так, чтобы максимально включить шейный отдел позвоночника.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на полном выдохе (это поможет опусканию плеч).

Примечание 1: обычно для пациентов среднего или меньше среднего роста можно использовать кассету без растра из-за увеличенного РОП и имеющегося при этой укладке воздушного зазора, который уменьшает количество рассеянного излучения, попадающего на кассету.

Примечание 2: наличие груза в руках пациента поможет ему опустить плечи, но это должно быть сделано квалифицированным ассистентом и/или с согласия или с помощью врача.

Примечание 3: большое РИП компенсирует геометрическое увеличение, вызванное увеличением РОП и возникающей в следствие этого потерей резкости изображения.



Рис. 8-59. Укладка пациента для левой боковой латерограммы — горизонтальный рентгеновский пучок

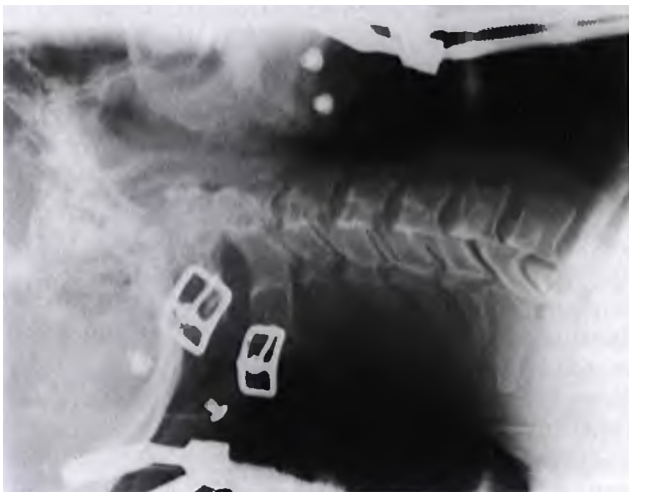


Рис. 8-60. Латерограмма шейного отдела в боковой проекции — горизонтальный рентгеновский пучок

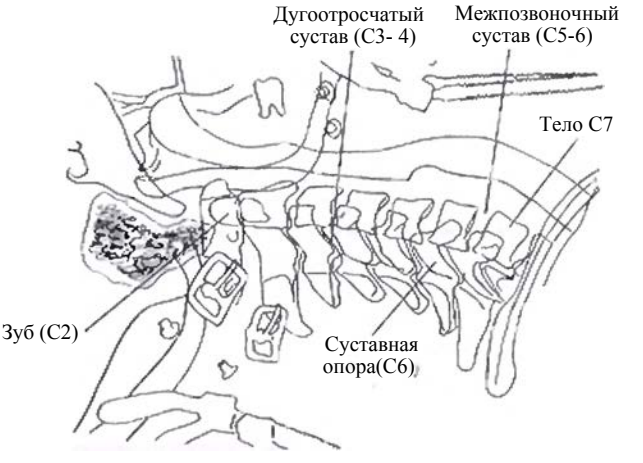


Рис. 8-61. Анатомическая схема шейного отдела в боковой проекции — горизонтальный рентгеновский пучок

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Тела шейных позвонков, пространства межпозвоночных дисков, суставные опоры. остистые отростки и дугоотростчатые суставы.
Укладка. • Должны демонстрироваться позвонки от С1 до С7. Если не демонстрируется соединение С7 с Th1, то необходимо сделать дополнительные снимки в позиции «пловца».
Диафрагмирование и ЦЛ. • По бокам границы диафрагмирования должны быть расположены максимально близко к краям мягких тканей шеи. Снимок должен охватывать по длине как можно большую часть позвоночника.
Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции фотографическая широта снимка должна обеспечить хорошую видимость, как мягких тканей, так и костных структур. • Костные края и трабекулярная структура кости должны быть видны отчетливо, что указывает на отсутствие движения во время экспозиции.

ШЕЙНО-ГРУДНАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ (В ПОЛОЖЕНИИ ПЛОВЦА): ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

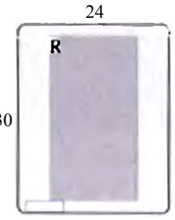
Укладка по Твинингу для C4-Th3

Шейный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя с открытым ртом (C1 и C2)
- Задняя аксиальная
- Косые
- Боковая
- Боковая в положении пловца

Выявляемая патология

Патология нижней части шейного отдела позвоночника, верхней части грудного отдела и прилегающих мягких тканей.

Эту проекцию используют в тех случаях, когда на боковой проекции шейного отдела не визуализируются C7 и Th1 или когда на боковой проекции грудного отдела предметом исследования являются верхние грудные позвонки.



Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ (больше на 5-10 по сравнению с боковой проекцией шейного отдела)
- Уставки и доза при РИП 180 см:

см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
24	80	120	4740	810	Щитовидная железа 110 Молочная железа 110

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Предпочтительна вертикальная укладка (сидя или стоя), но можно использовать и горизонтальную укладку, если этого требует состояние пациента.

Укладка снимаемой области

- Средняя корональная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии стола или кассетодержателя.
- Ближе всего к кассете расположена поднятая рука и плечо пациента, локоть согнут и голова опирается на предплечье как на опору.
- Руку и плечо отведите от кассеты по направлению книзу и немного вперед, чтобы головка плечевой кости была расположена впереди позвонков.
- Голова и грудная клетка пациента находятся в боковой укладке, насколько это возможно.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете (см. примечание).
- ЦЛ направлен на Th1, расположенный примерно на 2,5 см выше уровня яремной вырезки спереди и на уровне выступающего позвонка сзади.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- РИП составляет 150-180 см.

Диафрагмирование по четырем сторонам области интереса (поле составляет примерно 10 х 15 см)

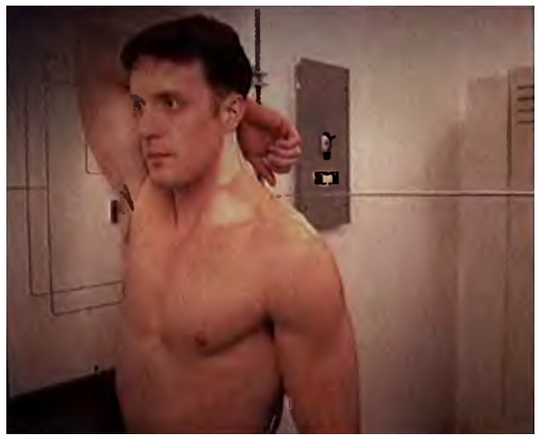


Рис. 8-62. Укладка пациента для боковой проекции в положении пловца



Рис. 8-63. Рентгенограмма позвоночника в боковой проекции (положение пловца)

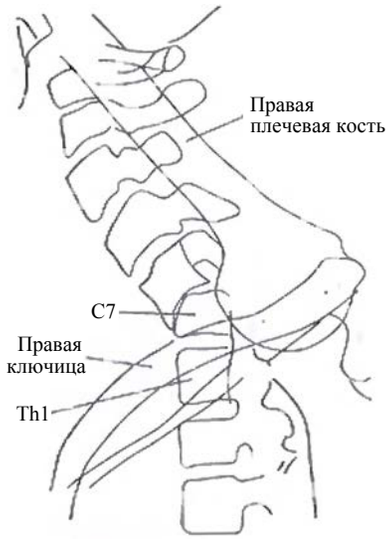


Рис. 8-64. Анатомическая схема позвоночника в боковой проекции в положении пловца

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на полном выдохе.

Примечание: чтобы два плеча были видны раздельно, особенно у пациентов с ограниченной гибкостью, которые не могут опустить плечо, отведя его от кассеты, нужно использовать небольшой наклон ЦЛ на 3-5° каудально.

Альтернативный метод «дыхания во время экспозиции». Если с пациентом во время рентгенографии можно сотрудничать и он может дышать, оставаясь неподвижным, то можно использовать низкие значения мА и 3-4 секундное время экспозиции, при этом во время экспозиции пациент должен часто дышать, чтобы легочные структуры на снимке оказались размытыми.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Видны тела позвонков, пространства межпозвоночных дисков и дугоотростчатые суставы C4-Th3. • Головка плечевой кости и рука, находящаяся дальше всего от кассеты, увеличены и должны быть видны дистально по отношению к Th4 или Th5 (если видны).

Укладка. • Ротация позвонков должна быть минимальной. • Головки плечевых костей должны быть видны одна над другой. Головка плечевой кости и рука, ближайшая к кассете, расположена выше и поэтому накладывается на нижние шейные позвонки, обеспечивая однородную плотность нижних шейных и верхних грудных позвонков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Диафрагмирование выполняется максимально близко к области интереса с четырех сторон. В центре поля диафрагмирования (ЦЛ) должен находиться Th1.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции хорошо видны контуры позвонков и межпозвоночные пространства от C4 до Th3 через структуры плеча без переэкспонирования верхних шейных позвонков. • Костные края и трабекулярная структура позвонков должны быть четкими, что свидетельствует об отсутствии движения.

БОКОВЫЕ ПРОЕКЦИИ - СИЛЬНОЕ СГИБАНИЕ (ГИПЕРФЛЕКСИЯ) И СИЛЬНОЕ РАЗГИБАНИЕ (ГИПЕРЭКСТЕНЗИЯ): ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

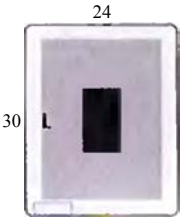
Предостережение: никогда не пытайтесь выполнить эти укладки пациентам с травмой, пока не будет исключен перелом шейного отдела позвоночника.

Шейный отдел позвоночника
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Боковая — сильное сгибание и сильное разгибание

Выявляемая патология

Функциональное исследование степени подвижности шейных позвонков; выполняется для диагностики повреждения типа «удар хлыстом».

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр (дополнительно).
- 75 ± 5 кВ (с растром).
- Уставки и доза на каждую проекцию при РИП 180 см:

см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
11	75	28	800	370	Щитовидная железа 60 Молочная железа 30

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Вертикальная боковая укладка, сидя или стоя, руки — по бокам вдоль тела.

Укладка снимаемой области

- Средняя корональная плоскость позвонков выравнивается по ЦЛ и средней линии кассеты.
- **Истинно боковая укладка**, без ротации таза, плеч или головы.
- Пациент **расслабляет и опускает плечи** как можно ниже (в каждую руку пациенту можно дать груз).
- Для **проекции с сильным сгибанием**: подбородок опущен так, чтобы он касался грудной клетки или был опущен так низко, насколько может пациент (не позволяйте пациенту наклоняться вперед, на кассете должен помещаться весь шейный отдел позвоночника).
- Для **проекции с сильным разгибанием**: подбородок должен быть поднят, а голова откинута назад как можно дальше (не позволяйте пациенту отклоняться назад, на кассете должен помещаться весь шейный отдел позвоночника).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете, он направлен горизонтально к области **С4** (уровень верхнего края щитовидного хряща, при этом голова находится в нейтральной позиции).
- РИП составляет 150 -180 см.
- ЦЛ направлен на центр кассеты (верх кассеты находится примерно на 5 см выше уровня НСО).



Рис. 8-65. Укладка пациента для проекции с сильным сгибанием

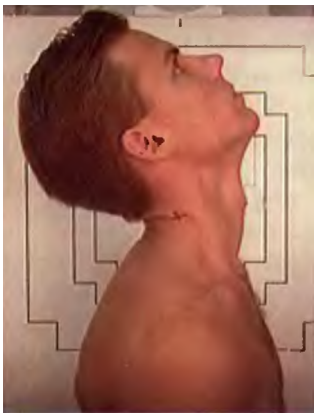


Рис. 8-66. Укладка пациента для проекции с сильным разгибанием



Рис. 8-67. Рентгенограмма позвоночника в проекции с сильным сгибанием



Рис. 8-68. Рентгенограмма позвоночника в проекции с сильным разгибанием

Диафрагмирование с четырех сторон к области интереса. Должны быть включены как верхние, так и нижние шейные позвонки, особенно на проекции с сильным сгибанием.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на полном выдохе.

Примечание: эти укладки неудобны для пациента; не нужно, чтобы пациент находился в таком положении дольше, чем это необходимо.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Изображения со сгибанием и разгибанием демонстрируют естественный изгиб позвоночника, амплитуду движения позвоночника и стабильность связок. На снимке должны быть позвонки от С1 до С7. Однако у некоторых пациентов С7 может быть отражен на снимке не полностью.

Укладка. • На отсутствие поворота головы указывает наложение ветвей нижней челюсти друг на друга. • Для проекции **с сильным сгибанием**: остистые отростки должны быть видны раздельно. • Для проекции **с сильным разгибанием**: остистые отростки должны быть как можно более сближены друг с другом.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По бокам границы диафрагмирования должны быть расположены максимально близко к краям мягких тканей шеи. Снимок должен охватывать по длине как можно большую часть позвоночника. В центре поля диафрагмирования (ЦЛ) должен находиться С4.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиция хорошо видны как мягкие, так и костные ткани шейного отдела позвоночника. • Костные края и трабекулярная структура костей должны быть видны отчетливо, что указывает на отсутствие движения во время экспозиции.

ЗАДНЯЯ ИЛИ ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ДЛЯ С1-С2 (ЗУБ): ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

По Фуху (задняя) или по Джадду (передняя)

Предостережение: если не исключена травма шейного отдела позвоночника, то пациенту не следует совершать движения головой или шеей до тех пор, пока врач не изучит рентгенограмму шейного отдела в боковой проекции.

Одна из этих проекций полезна для демонстрации верхней части зуба, если эта область плохо видна на задней проекции шейного отдела с открытым ртом.

Шейный отдел позвоночника
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая - сильное сгибание и сильное разгибание
- Задняя (по Фуху)
- Передняя (по Джадду)

Выявляемая патология

Патологические изменения зуба и окружающих костных элементов С1.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:



АКЭ (автоматический контроль экспозиции) не используется ввиду малого поля

	см	кВ	мАс	КД	СД		
Задняя проекция	11	75	15	2370	510	Щитовидная железа Молочная железа	60 0
Передняя проекция	11	75	15	1730	400	Щитовидная железа Молочная железа	30 0

мкГр

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента и укладка снимаемой области

- Супинационная (при задней проекции) или пронационная (при передней) проекции, при этом срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии стола.

Задняя (по Фуху)

- Поднимите подбородок пациента так, чтобы подбородочно-ушная линия была почти перпендикулярна поверхности стола (ЦЛ должен быть параллелен подбородочно-ушной линии).
- Нет ротации головы (углы нижней челюсти равноудалены от поверхности стола).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- ЦЛ, параллельный подбородочно-ушной линии, направлен к нижнему концу нижней челюсти.

Передняя (по Джадду)

- Укладка противоположна той, что используют для задней проекции. Подбородок касается поверхности стола так, чтобы подбородочно-ушная линия была почти перпендикулярна поверхности стола (ЦЛ должен быть параллелен подбородочно ушной линии).
- **Нет ротации головы**, ЦЛ направлен на центр кассеты.
- ЦЛ, **параллельный подбородочно-ушной линии**, проходит через середину затылочной кости, примерно в 2,5 см книзу и кзади верхушек сосцевидных отростков и углов нижней челюсти.

Диафрагмирование с четырех сторон максимально близко к области С1 и С2.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на полном выдохе.



Рис. 8-69. Укладка пациента для задней проекции — по Фуху



Рис. 8-70. Укладка пациента для передней проекции по Джадду (меньшая доза на щитовидную железу)

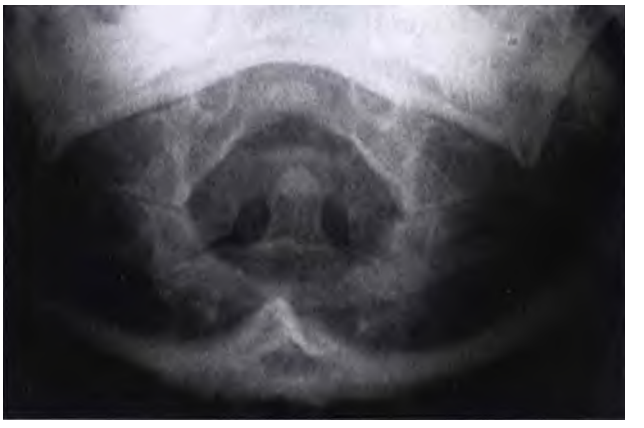


Рис. 8-71. Рентгенограмма задней или передней проекции зуба

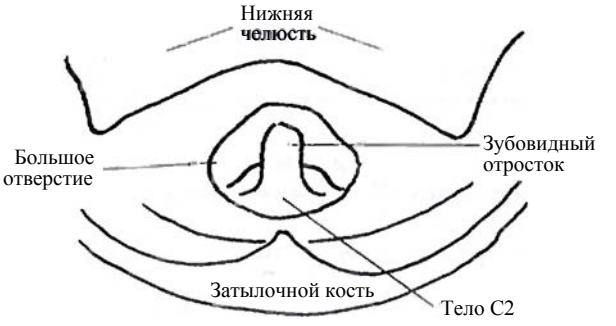


Рис. 8-72. Анатомическая схема задней или передней проекции для С1 или С2, зубовидный отросток

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Виден зуб (зубовидный отросток) и другие структуры С1 и С2 внутри большого отверстия.

Укладка. • Зубовидный отросток должен находиться в центре большого отверстия. • На отсутствие ротации указывает симметрично расположенная нижняя челюсть, изгибающаяся над большим отверстием. • На правильное разгибание головы и шеи может указывать то, что край верхней челюсти не накладывается на верхушку зуба и большое отверстие.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Диафрагмирование выполняется максимально близко к С1 и С2; центр поля диафрагмирования приходится на середину зубовидного отростка.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции и при отсутствии движения четко видны резкие контуры зубовидного отростка и других структур С1 и С2 внутри большого отверстия.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ПО МЕТОДУ ДВИГАЮЩЕЙСЯ ЧЕЛЮСТИ: ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

По Оттонелло

Предупреждение: пациенту нельзя двигать головой или шеей, если не исключена травма шейного отдела, сначала нужно проконсультироваться с врачом, который изучит латерограмму в боковой проекции.

Шейный отдел позвоночника
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая - сильное сгибание и сильное разгибание
- Задняя (по Фуху)
  Передняя (по Джадду)
- Задняя проекция по методу двигающейся челюсти (по Оттонелло)

Выявляемая патология

Патология зубовидного отростка и прилегающих костных структур С1, а также всех шейных позвонков.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- Низкое значение мА и длительное (>2 с) время экспозиции.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
18	75	15	1750	410	Щитовидная железа 960 Молочная железа 10

мкГр

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, руки — по бокам вдоль тела, голова лежит на поверхности стола, при необходимости используйте средства фиксации.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и центральной линии стола.
- Голова пациента расположена так, чтобы линия, идущая от нижнего края верхних резцов к основанию черепа, была **перпендикулярна** столу.
- **Нет ротации** головы или грудной клетки.
- Во время экспозиции нижняя челюсть должна находиться в **постоянном движении**.
- Должна двигаться только **нижняя челюсть**. Голова остается неподвижной, а **зубы не должны соприкасаться**.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете, направлен на **С4** (верхний край щитовидного хряща).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.

Диафрагмирование по четырем сторонам всей зоны шейного отдела позвоночника.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание: перед началом процедуры пациенту можно попрактиковаться и попробовать подвигать нижней челюстью, следите, чтобы двигалась только нижняя челюсть, а зубы при этом не соприкасались.



Рис. 8-73. Укладка пациента для задней проекции по методу двигающейся челюсти



Рис. 8-74. Укладка пациента для задней проекции по методу двигающейся челюсти во время экспозиции



Рис. 8-75. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в задней проекции по методу двигающейся челюсти

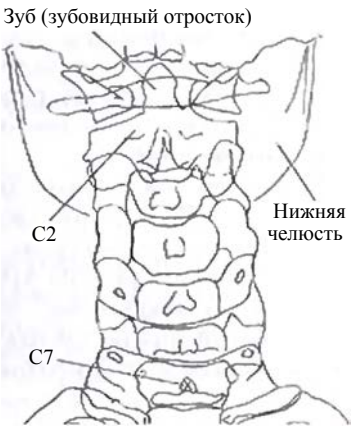


Рис. 8-76. Анатомическая схема шейного отдела в задней проекции по методу двигающейся челюсти

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Весь шейный отдел позвоночника с размазанными очертаниями нижней челюсти.
Укладка. • Не должно быть движения черепа или шейного отдела позвоночника.
Диафрагмирование и ЦЛ. • По бокам диафрагмирование выполняют максимально близко к краям мягких тканей шеи, сверху и снизу диафрагмируют по краям кассеты • Центр поля диафрагмирования (ЦЛ) приходится на С4.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции должны быть хорошо видны как верхние, так и нижние шейные позвонки. • Область С1 и С2 должна быть светлее, но тем не менее все структуры должны быть хорошо различимы, нижние шейные позвонки выглядят немного темнее, но не переэкспонированы. • Контуры костей должны быть резкими, что указывает на отсутствие движения позвоночника.

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ - ПОЗВОНОЧНАЯ ДУГА (СУСТАВНЫЕ ОПОРЫ): ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

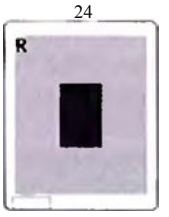
Предупреждение: пациенту нельзя двигать головой или шеей, если не исключена травма шейного отдела, сначала нужно проконсультироваться с врачом, который изучит латерограмму в боковой проекции (с. 297)

Шейный отдел позвоночника
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая — сильное сгибание и сильное разгибание
- Задняя (по Фуху)
  Передняя (по Джадду)
- Проекция по методу двигающейся челюсти (по Оттонелло)
- задняя аксиальная (суставные опоры)

Выявляемая патология

Патология задних отделов дуг С4 - С7 или остистых отростков шейно-грудных позвонков с повреждениями типа «удар хлыста». (см. предупреждение выше)

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 75 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
11	75	12	1150	500	Щитовидная железа 630 Молочная железа 50

мкГр

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, руки по бокам вдоль тела.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и центральной линии стола и/или кассеты.
- Голова сильно откинута назад (переразгибание шеи), если позволяет состояние пациента (см. предупреждение выше).
- **Нет ротации** головы или грудной клетки.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ составляет **20-30° в каудальном направлении**, ЦЛ направлен на **нижний край щитовидного хряща** так, чтобы ЦЛ проходит через **С5** (см. примечание).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по бокам максимально близко к краям мягких тканей шеи, а сверху и снизу — по краям кассеты.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание во время экспозиции. Во время экспозиции пациент не должен глотать.

Примечание: для демонстрации задних отделов средних и нижних шейных позвонков необходимо довольно сильное разгибание шеи и каудальный наклон ЦЛ. Величина угла наклона ЦЛ (20-30°) определяется величиной естественного лордотического изгиба шейного отдела позвоночника. Для достижения необходимой степени разгибания можно положить под плечи опору.



Рис. 8-77. Укладка пациента для задней аксиальной проекции (суставные опоры), **угол 20-30° каудально** (на вставке показано, что при каудальном наклоне ЦЛ, он параллелен щелям дугоотростчатых суставов)



Рис. 8-78. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в задней аксиальной проекции (суставные опоры)

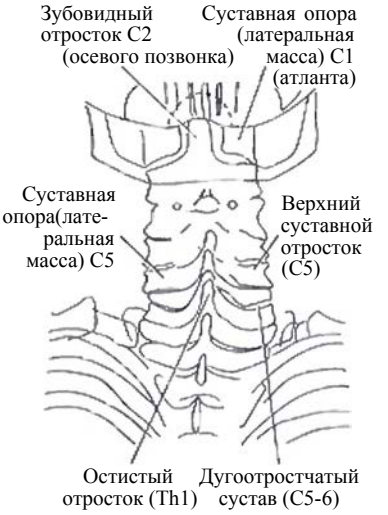


Рис. 8-79. Анатомическая схема шейного отдела позвоночника в задней аксиальной проекции (суставные опоры)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Задние отделы средних и дистальных шейных и проксимальных грудных позвонков. В частности, сочленения (дугоотростчатые суставы) между латеральными массами открыты и хорошо прослеживаются, вместе с пластинками и остистыми отростками.

Укладка. • Нет поворота: остистые отростки должны быть равноудалены от боковых границ позвоночного столба. • Нижняя челюсть и основание черепа будут накладываться на первые два или три шейных позвонка.

Диафрагмирование и ЦЛ. • С боков диафрагмирование выполняется по краям мягких тканей шеи, а проксимальные и дистальные границы диафрагмируйте по краям кассеты. • Центр поля диафрагмирования (ЦЛ) приходится на С5 или вблизи него. • Дугоотростчатые суставы открыты, что указывает на правильный угол наклона ЦЛ.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции должны быть хорошо видны как плотные костные структуры, так и мягкие ткани. • Костные края и трабекулярная структура костей должны быть видны отчетливо, что свидетельствует об отсутствии движения во время экспозиции.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ГРУДНОЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Грудной отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Патология грудного отдела позвоночника.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижная или неподвижный растр.
- 80 ± 5 или 90 ± 5 кВ.
- Можно использовать клиновидный компенсирующий фильтр, при этом более толстая часть фильтра располагается со стороны головы пациента для более однородной плотности снимка (особенно для грудной клетки с сильной мускулатурой, когда существует значительная разница в толщине между верхней и средней частью грудного отдела позвоночника).
- Уставки и доза:

	см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
80 кВ	23	80	12	1650	270	Щитовидная железа 50 Молочная железа 610
90 кВ	23	90	7	1250	230	Щитовидная железа 10 Молочная железа 490

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области, не закрывая область позвоночного столба.

Анодный «пяточный» эффект позволяет получить более однородную оптическую плотность рентгенограммы грудного отдела позвоночника. Пациента располагают так, чтобы органы брюшной полости пациента располагались со стороны катода, там, где интенсивность рентгеновского пучка больше.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, руки пациента расположены по бокам вдоль тела, голова лежит на деке стола или на тонкой подушке.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и центральной линии стола.
- Пациент **сгибает колени**, чтобы уменьшить изгиб грудного отдела.
- **Нет ротации** головы или грудной клетки.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на **Th7**, который расположен на 8-10 см ниже яремной вырезки, или 3-5 см ниже грудинного угла (так же, как при задней проекции грудной клетки).
- У среднего взрослого пациента ЦЛ направлен на центр кассеты (верх кассеты находится примерно на 3-5 см выше уровня плеч).
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по бокам таким образом, чтобы ширина поля составляла 10-12 см, сверху и снизу диафрагмируйте по краям кассеты.



Рис. 8-80. Укладка пациента для задней проекции грудного отдела позвоночника



Рис. 8-81. Рентгенограмма грудного отдела позвоночника в задней проекции

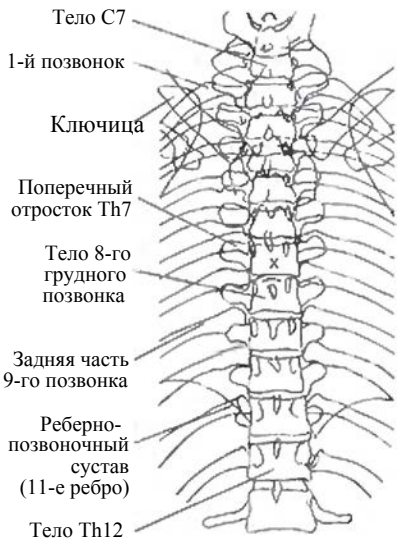


Рис. 8-82. Анатомическая схема грудного отдела позвоночника в задней проекции

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе. (Выдох уменьшает объем воздуха в грудной клетке, что дает более однородную плотность всего грудного отдела позвоночника.)

Примечание: более высокие значения кВ и низкие мАс уменьшают дозу облучения пациента, а также общий контраст изображения, что для некоторых рентгенологов не желательно.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Тела грудных позвонков, межпозвоночные пространства, остистые и поперечные отростки, задняя часть ребер и реберно-позвоночные сочленения.
Укладка пациента: • Позвоночный столб от C7 до L1 должен располагаться по средней линии кассеты. • Грудиноключичные суставы должны быть равноудалены от позвоночника, что говорит об отсутствии ротации.
Диафрагмирование и ЦЛ. • С боков диафрагмируйте так, чтобы поле составляло 10-12 см, в длину диафрагмируйте по краям кассеты.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции с использованием клиновидного фильтра, наряду с правильным использованием анодного «пяточного эффекта», должны быть четко видны края тел нижних грудных позвонков и межпозвоночные пространства без переэкспонирования верхних грудных позвонков. • Контуры костей и трабекулярная структура должны быть резкими, что указывает на отсутствие движения.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ГРУДНОЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Грудной отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Патология грудного отдела позвоночника, и частности компрессионные переломы, подвывихи, кифоз.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 85 ± 5 кВ.
- С методом «дыхание во время экспозиции», низкое значение мА и время экспозиции — 3-4 с.
- На столе, по бокам пациента (рис. 8-83) расположены пластины из просвинцованного винила для уменьшения влияния рассеянного излучения на кассету.
- Уставки и доза:



Без АК при использовании метода «дыхание во время экспозиции»

см	кВ	мАс	КД	СД	
33	80	50	9430	630	Щитовидная железа 30 Молочная железа 1150

мкГр

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области, не закрывая диагностически значимых анатомических структур позвоночника.

Укладка пациента

Пациент находится в горизонтальной боковой укладке, при этом голова лежит на подушке, а колени согнуты. Укладка может быть вертикальной, руки разведены в стороны, и вес тела равномерно распределен на обе ноги.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль средней корональной плоскости и по средней линии стола.
- Руки пациента, согнутые в локтях, подняты под прямым углом к телу.
- Под талию пациента кладут опору, чтобы весь позвоночник был почти параллелен столу. (Чтобы определить это, пальпируйте остистые отростки.) (См. примечание.)
- Колени пациента согнуты, между коленями кладут опору.
- **Нет ротации** плеч или таза.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен длинной оси** грудного отдела позвоночника (см. примечание).
- ЦЛ направлен на **Th7**, который расположен 8-10 см ниже яремной вырезки или 18-21 см ниже выступающего позвонка С7.
- ЦЛ направлен на центр кассеты (верх кассеты находится примерно на 5 см выше уровня плеч у среднего взрослого).
- РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по бокам таким образом, чтобы поле снимка составляло 13-15 см в ширину, сверху и снизу диафрагмируйте по краям кассеты. (При сильно выраженном кифозе требуется более широкое поле диафрагмирования.)



Рис. 8-83. Левая боковая укладка пациента для боковой проекции грудного отдела позвоночника с опорой под область талии



Рис. 8-84. Рентгенограмма грудного отдела в боковой проекции с использованием метода дыхания во время экспозиции.

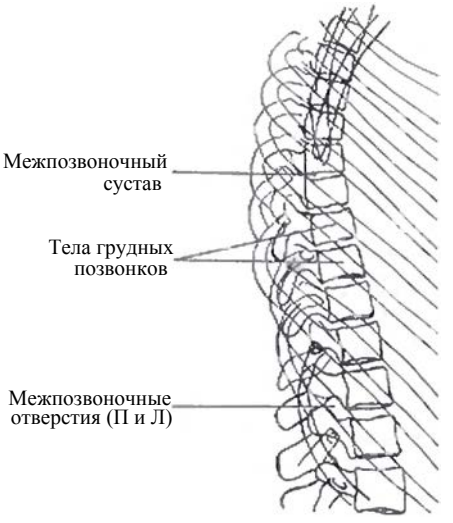


Рис. 8-85. Анатомическая схема грудного отдела в боковой проекции

Дыхание. Используйте метод «дыхания во время экспозиции» или попросите пациента задержать дыхание после **полного выдоха**. Этот метод размывает нежелательные контуры ребер и легких, накладывающихся на грудные позвонки.

Примечание: при оптимальном использовании опоры под талией пациента нижние грудные позвонки будут расположены на том же расстоянии от поверхности стола, что и верхние. Пациенту с широкими бедрами требуется большая опора под талию, чтобы избежать прогиба. Для исследовании пациента с широкими плечами может потребоваться небольшой наклон ЦЛ (3-5°) краниально.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Видны тела грудных позвонков, межпозвоночные пространства и межпозвоночные отверстия. Самые верхние грудные позвонки (Th1-Th3) визуализируются не очень хорошо. Если предметом исследования являются именно верхние грудные позвонки, используйте боковую укладку в положении пловца.

Укладка. • Пространства межпозвоночных дисков должны быть открыты. Тела позвонков должны быть видны в профиль без ротации, о чем свидетельствует наложение задних отделов позвонков. • Из-за расхождения рентгеновского пучка прямое наложение на заднюю часть ребер отсутствует, особенно если у пациента широкая грудная клетка.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Диафрагмирование выполняется максимально близко к краям позвоночника, без отсечения значимых рентгеноанатомических структур. Кассета должна вмещать по длине как можно большую часть позвоночника.

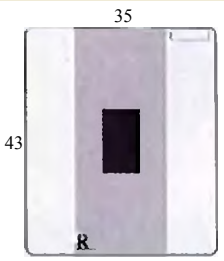
Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции должны демонстрироваться грудные позвонки с размытым при использовании метода дыхания во время экспозиции контуром ребер и легких. У большинства пациентов будет недоэкспонирование Th1 и Th2 из-за наложения плеч. • Контуры позвонков должны быть резкими, что указывает на отсутствие движения во время экспозиции.

ПЕРЕДНЯЯ ИЛИ ЗАДНЯЯ КОСЫЕ ПРОЕКЦИИ: ГРУДНОЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Грудной отдел позвоночника
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Косые

Выявляемая патология

Патология дугоотростчатых суставов грудного отдела позвоночника. В сравнительных целях выполняют и правую, и левую косую проекции.



Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ.
- Уставки и доза:

	см	кВ	мАс	КД	СД	мкГр
Передняя косая	32	80	26	4750	350	Щитовидная железа 10 Молочная железа 940
Задняя косая	32	80	26	4750	350	Щитовидная железа 10 Молочная железа 220

Радиационная защита

Следует защитить рентгеночувствительные области, не закрывая значимых анатомических структур позвоночника.

Укладка пациента

Пациент находится в боковой вертикальной укладке или горизонтальной, при горизонтальной укладке голова пациента лежит на подушке.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль **средней подмышечной плоскости и средней линии стола** и/или кассеты.
- Поверните тело пациента из истинно боковой укладки на 20°, образуя **косую укладку с углом 70°** от плоскости стола. Поворот плеч и таза должен быть одинаковым.
- Для стабильности укладки колени и руки пациента согнуты.

Задняя косая (горизонтальная укладка).

- ЛЗК и ПЗК: рука, ближайшая к столу, должна находиться спереди и быть поднята вверх; а рука, ближе расположенная к трубке, должна быть внизу сзади.

Вертикальная передняя косая

- Вес пациента должен быть распределен равномерно на обе ноги.
- Из боковой укладки поверните все тело пациента, плечи и таз на 20°.
- Рука, ближайшая к кассете, сгибается в локте и кладется на бедро.
- Другую руку пациент поднимает и кладет на кассетодержатель или себе на голову.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на **Th7**, находящийся на 8-10 см ниже яремной вырезки или на 5 см ниже грудинного угла.
- ЦЛ направлен на центр кассеты (верх кассеты расположен примерно на 3 см выше уровня плеч).
- РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется с четырех сторон максимально близко к области интереса. При сильном кифотическом изгибе требуется более широкое диафрагмирование.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на полном выдохе.

Примечание: из боковой укладки грудную клетку пациента поворачивают на 20°; для определения правильности поворота используйте транспортир (рис. 8-86 и 8-87).

Можно выполнить рентгенограмму как в задней, так и в передней косых проекциях. Рекомендуется выполнять **переднюю косую** по причине значительно меньшей дозы облучения молочной железы.

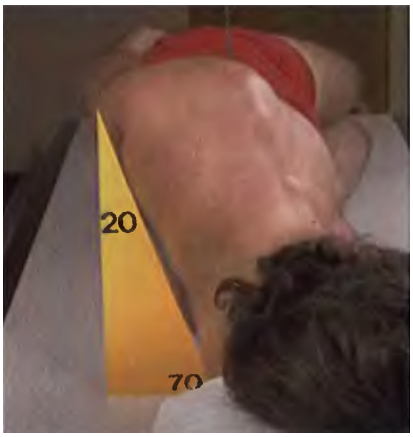


Рис. 8-86. Задняя косая укладка (ПЗК)



Рис. 8-87. Передняя косая укладка (ЛПК)



Рис. 8-88. Вертикальная передняя косая укладка (ЛПК)

ПЕРЕДНЯЯ ИЛИ ЗАДНЯЯ КОСЫЕ ПРОЕКЦИИ

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Передние косые укладки демонстрируют дугоотростчатые суставы, прилежащие к кассете, а задние косые демонстрируют суставы, отстоящие от кассеты.

Укладка. •Должны быть видны все 12 грудных позвонков, располагающихся по средней линии кассеты. • Дугоотростчатые суставы должны быть открыты и хорошо видны, но количество видимых апофизарных суставов определяется степенью выраженности кифотического изгиба.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Диафрагмирование выполняется по бокам максимально близко к краям позвоночника, но без срезания значимых анатомических элементов позвонков. Снимок должен охватывать по длине как можно большую часть позвоночника.

Параметры экспозиции. • При оптимальной экспозиции фотографическая широта снимка должна обеспечить хорошую видимость всех частей 12 грудных позвонков. • Контуры костей должны быть резкими, что свидетельствует об отсутствии движения.



Рис. 8-89. Рентгенограмма грудного отдела в косой проекции



Рис. 8-90. Анатомическая схема грудного отдела в косой проекции

Упражнения по рентгенограммам

Каждая из приведенных здесь рентгенограмм содержит ошибки и требует пересъемки. Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы, которые изложены в этой главе, и категории приведенные справа.

В начале обдумайте, к какой категории можно отнести ошибку на снимке, которая **требует пересъемки**.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ					
	А	Б	В	Г	Д	Е
1. Видимые анатомические структуры	____	____	____	____	____	____
2. Укладка пациента	____	____	____	____	____	____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	____	____	____	____	____	____
4. Параметры экспозиции	____	____	____	____	____	____
5 Маркировка	____	____	____	____	____	____



Рис. С8-91. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в задней проекции с открытым ртом (С1- С2) **А**



Рис. С8-92. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в задней проекции с открытым ртом (С1 - С2) **Б**



Рис. С8-93. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в задней проекции **В**



Рис. С8-94. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в косой проекции **Г**



Рис. С8-95. Латерограмма шейного отдела позвоночника в боковой проекции с использованием горизонтального рентгеновского пучка (с шейным воротником) **Д**



Рис. С8-96. Рентгенограмма шейного отдела позвоночника в боковой проекции **Е**

Поясничный отдел позвоночника, крестец и копчик

СОАВТОРЫ: **Cindy Murphy, ACR**

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Alex Backus, MS, RT(R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Поясничные позвонки, 309

Крестец, 310

Копчик, 311

Анатомический обзор рентгенограмм, 312

Классификация суставов, 313

Межпозвоночные отверстия и дугоотростчатые суставы, 314

Укладки

Топографические ориентиры, 315

Укладка — общие положения, 316

Рентгенография в педиатрии и гериатрии, 317

Альтернативные методы исследования, 317

Клинические показания, 318

Результаты опроса по США и Канаде, основные и специальные проекции, 319

Поясничный отдел позвоночника

- Задняя (или передняя), 320
- Косые, 321
- Боковая, 322
- Боковая L5-S1, 323
- Задняя аксиальная L5-S1, 324

Исследование сколиоза

- Передняя (задняя), 325
- Вертикальная боковая, 326
- Задняя (по Фергюсону), 327
- Задняя (передняя) правая и левая согнувшись, 328

Исследование смещаемости позвонков

- Задняя (передняя) правая и левая со сгибанием, 328
- Боковая — сильное разгибание и сильное сгибание, 329

Крестец и копчик

- Задняя аксиальная крестца, 330
- Задняя аксиальная копчика, 331
- Боковая крестца, 332
- Боковая копчика, 333

Упражнения по рентгенограммам, 334

РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ

В этой главе описана рентгеноанатомия и укладки трех других отделов позвоночника: **поясничного отдела, крестца** и **копчика**. Более подробная информация, касающаяся рентгеноанатомии позвонков, представлена в главе 8.

Поясничные позвонки

Пять поясничных позвонков — самые большие позвонки человека. Эти позвонки самые прочные, так как чем ниже отдел позвоночного столба, тем больше на него нагрузка. Поэтому хрящевые диски между нижними поясничными позвонками являются наиболее частым местом повреждений и патологических процессов.

ВИД СБОКУ И ВИД СВЕРХУ

Пять поясничных позвонков расположены сразу под 12 грудными позвонками. На рис. 9-1 дан вид сбоку типичного поясничного позвонка. Тела поясничных позвонков по сравнению с телами грудных и шейных позвонков крупнее. Самым большим является тело самого нижнего позвонка — **L5**. **Поперечные отростки** относительно небольшие, тогда как выступающий назад **остистый отросток** массивный и с тупым концом. Пальпируемый нижний край остистого отростка каждого поясничного позвонка лежит на уровне межпозвоночного диска, лежащего ниже тела позвонка.

Межпозвоночные отверстия. На рис. 9-2 показано межпозвоночное отверстие, расположенное под углом 90° относительно срединной сагиттальной плоскости. Межпозвоночные отверстия — это пространства, или отверстия, между **ножками**, образованные двумя позвонками, расположенными один на другом. Вдоль верхней поверхности каждой ножки находится полулунная область — **верхняя позвоночная вырезка**, а вдоль нижней поверхности каждой ножки расположена другая такая же область, называемая нижней позвоночной вырезкой. Нижние и верхние позвоночные вырезки позвонков, расположенные одна над другой, выстраиваются в линию и образуют одно **межпозвоночное отверстие** (рис. 8-9). Следовательно, между каждыми двумя соседними позвонками находятся два межпозвоночных отверстия, по одному с каждой стороны. В этих отверстиях проходят важные нервы и кровеносные сосуды позвоночника. Лучше всего межпозвоночные отверстия поясничного отдела видны на рентгенограмме поясничного отдела в боковой проекции.

Дугоотростчатые суставы. У каждого типичного позвонка имеется четыре суставных отростка, отходящих от области соединения ножек и пластинок. Отростки, выступающие кверху, называются **верхними суставными отростками**, а отростки, выступающие книзу, называются **нижними суставными отростками**. Вместо термина **дугоотростчатый сустав** иногда используют термин **суставная поверхность**; суставная поверхность - это в действительности только сочленяющаяся поверхность, а не весь верхний или нижний суставной отросток. Вид сбоку (рис. 9-1) показывает относительное положение верхних и нижних суставных отростков.

Дугоотростчатые суставы образуют по отношению к средней сагиттальной плоскости открытый угол **30-50°**, как показано на рис. 9-2. У верхних поясничных позвонков этот угол составляет почти 50°, а у нижних или дистальных — почти 30°. Демонстрация дугоотростчатых суставов с помощью рентгенографии достигается путем поворота тела пациента в среднем на 45°.

Пластинка образует мост между поперечными отростками, латеральными массами и остистым отростком (рис. 9-2). Участок пластинки, расположенный между верхним и нижним суставными отростками, называется **межсуставной частью**. На рентгенограммах межсуставная часть хорошо видна на изображении поясничного отдела в косой проекции.



Рис. 9-1. Поясничный позвонок — вид сбоку

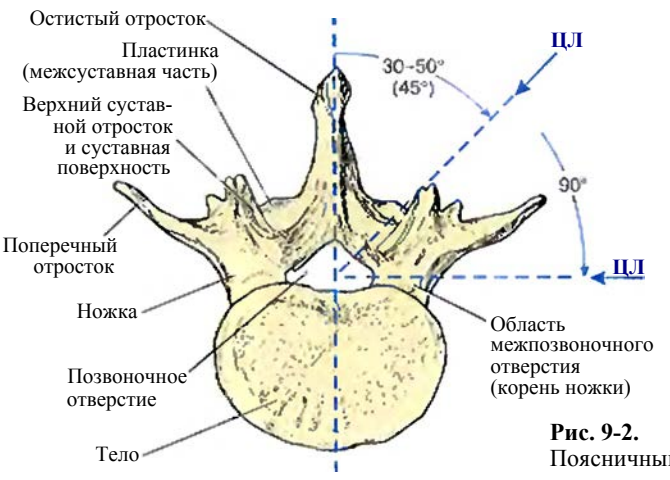
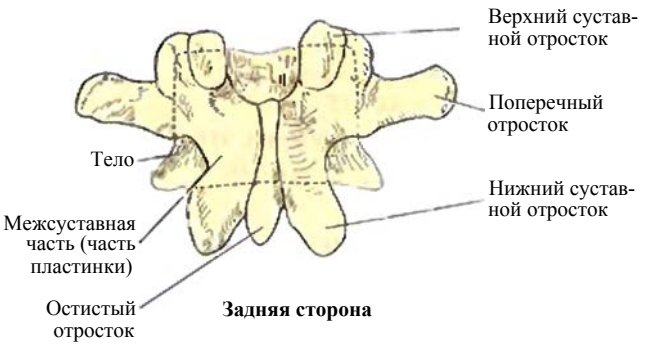


Рис. 9-2. Поясничный позвонок — вид сверху



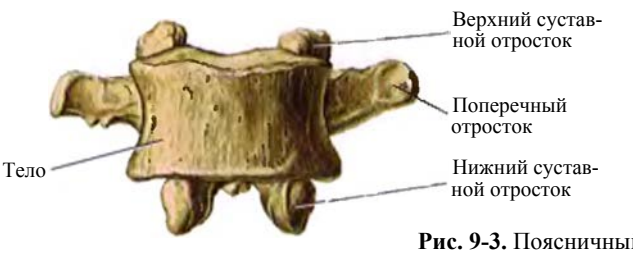


Рис. 9-3. Поясничный позвонок — вид сзади и вид спереди

ВИД СЗАДИ И ВИД СПЕРЕДИ

На рис 9-3 показан поясничный позвонок, как он виден спереди и сзади. Задняя и передняя рентгенографические проекции поясничного отдела позвоночника демонстрируют остистые отростки, накладывающиеся на тела позвонков. **Поперечные отростки** выступают по бокам тела позвонка.

Крестец

Ниже поясничных позвонков расположен крестец.

ВИД СПЕРЕДИ

Рис. 9-4 иллюстрирует вогнутую переднюю поверхность крестца. Тела пяти сегментов соединяются у взрослого в одну кость. Крестец имеет форму совка, при этом его верхушка направлена книзу и вперед. По четырем **тазовым** (передним) **крестцовым отверстиям** (похожи на межпозвоночные отверстия у расположенных выше отделов позвоночника) проходят нервы и кровеносные сосуды.

Крылья крестца представляют собой большие костные массы сбоку от первого крестцового сегмента. Два **верхних суставных** отростка крестца образуют дугоотростчатые суставы с нижними суставными отростками пятого поясничного позвонка.

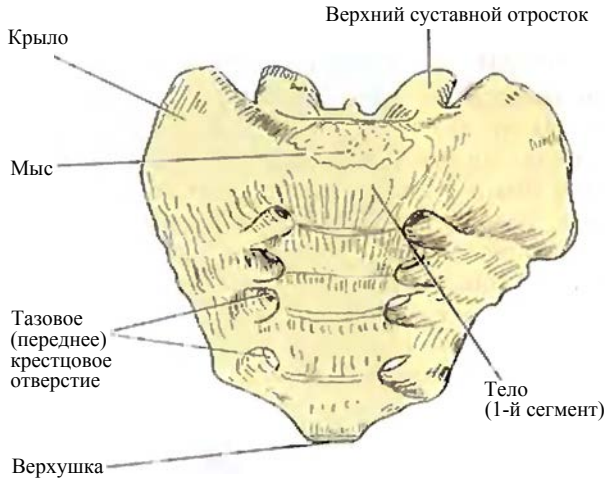


Рис. 9-4. Крестец - вид спереди

ВИД СБОКУ

Рис. 9-5 отчетливо демонстрирует вогнутый крестец и выступающий вперед копчик. В соответствии с этим по-разному необходимо наклонять центральный луч при задней проекции крестца или копчика.

Передний край тела первого крестцового сегмента участвует в образовании задней стенки входа в малый таз и называется **мысом** крестца, который лучше всего показан на виде сбоку (рис. 9-5).

Позади тела первого крестцового сегмента находится отверстие входа в **крестцовый канал**, являющийся продолжением полномочного канала, где проходят нервы крестца. **Срединный крестцовый гребень** образован рудиментами остистых отростков крестцовых сегментов.

Рис. 9-5 и 9-6 иллюстрируют относительно грубую и шероховатую поверхность задней части крестца по сравнению с передней или тазовой поверхностью.

Ушковидная поверхность предназначена для сочленения крестца с подвздошной костью таза (отмечена буквой А на рис. 9-5 и 9-6). Ушковидная поверхность получила свое название из-за своей схожести с ушной раковиной.

Крестцовые рога (отмечены буквой Г на рис, 9-5 и 9-6) — это маленькие бугорки, представляющие нижние суставные отростки, выступающие книзу по обеим сторонам пятого крестцового сегмента. Направленные вниз и назад, они сочленяются с соответствующими **рогами копчика**.



Рис. 9-5. Крестец и копчик — вид сбоку

КРЕСТЕЦ - ВИД СЗАДИ

На рис. 9-6 представлена фотография крестца, его вид сзади. Отчетливо видна большая клинообразная (А) **ушковидная поверхность**, сочленяемая с подобной поверхностью подвздошной кости для образования **крестцово-подвздошного сустава.** Все крестцово-подвздошные суставы открываются **в косой задней проекции под углом 30°**.

Сочленяющие поверхности верхних суставных отростков (Б) также открываются назад и показаны на этой фотографии. Существует всего восемь — по четыре с каждой стороны — задних крестцовых отверстий (В), соответствующих такому же количеству передних крестцовых отверстий.

Крестцовые рога (Г) видны как маленькие костные выступы, расположенные в самой нижнезадней части крестца. Также видны следы закрытого крестцового канала (Д). (На данном образце разрушение кости делает канал частично открытым.)

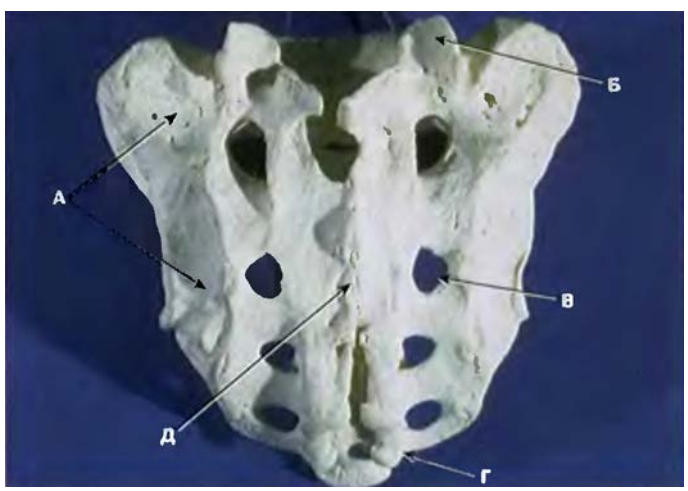


Рис. 9-6. Крестец - вид сзади

Копчик

ВИД СПЕРЕДИ

Копчик представляет самый дистальный отдел позвоночного столба. На рис. 9-7 изображена передняя поверхность хвостовой кости, или копчика. У человека этот отдел позвоночного столба сильно регрессировал, поэтому он мало напоминает позвонок. Три-пять копчиковых сегмента (в среднем, четыре) у взрослого объединены в одну кость. Схема на рис. 9-7 демонстрирует четыре, в прошлом отдельных, сегмента, которые имеются в юности и которые потом соединяются в одну кость. Фотография копчика на рис. 9-8 демонстрирует пять сегментов, теперь уже во взрослом состоянии, объединенных в одну кость.

Самый верхний сегмент является самым большим и широким из четырех, у него даже имеются два латеральных выступа, это маленькие **поперечные отростки**. Дистально направленный кончик копчика именуется верхушкой, а более широкий верхний отдел — **основой**.

Иногда второй сегмент не соединяется прочно с большим первым сегментом (см. рис. 9-8); однако копчик обычно представляет собой маленький, довольно незначимый кончик позвоночного столба.

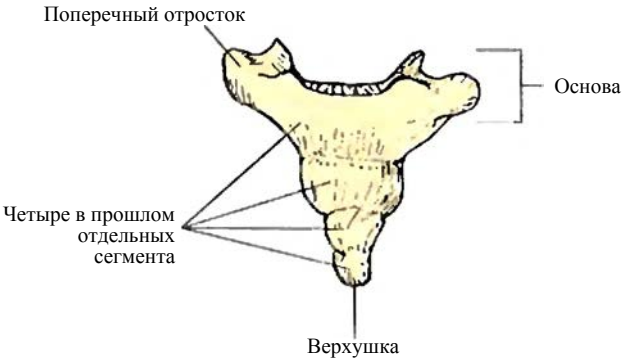


Рис. 9-7. Копчик — вид спереди

ВИД СЗАДИ

Рис. 9-8 — фотография копчика, его вид сзади, рядом с которым лежит обычная почтовая марка, чтобы можно было представить размер копчика. (Обратите внимание, что на правой верхней стороне этого копчика отсутствует поперечный отросток.)



Рис. 9-8. Копчик — вид сзади (реальный размер)

РЕНТГЕНОГРАММА КРЕСТЦА В БОКОВОЙ ПРОЕКЦИИ

На рентгенограмме (рис. 9-9) крестца в боковой проекции он выглядит как большая массивная кость по сравнению с маленьким копчикам. Длинная ось крестца направлена назад, из-за чего при рентгенографиии в задней проекции необходимо направлять ЦЛ каудально. У средней женщины угол наклона будет больше, чем у среднего мужчины.

Как видно на данной боковой рентгенограмме, копчик обычно изогнут кпереди так, что его верхушка направлена на лонное сочленение в передней части таза. Часто у мужчин этот изгиб более выражен, чем у женщин. У последних копчик выступает в родовой канал, и, если он будет чрезмерно выступать вперед, это может затруднить процесс родов.

Наиболее распространенное повреждение копчика возникает в результате направленного удара в нижнюю часть позвоночника, когда человек сидит. При катании на санях можно получить такой удар, который еще о большей степени сместит копчик кпереди. При подобной травме в течение какого-то периода времени нельзя садиться.

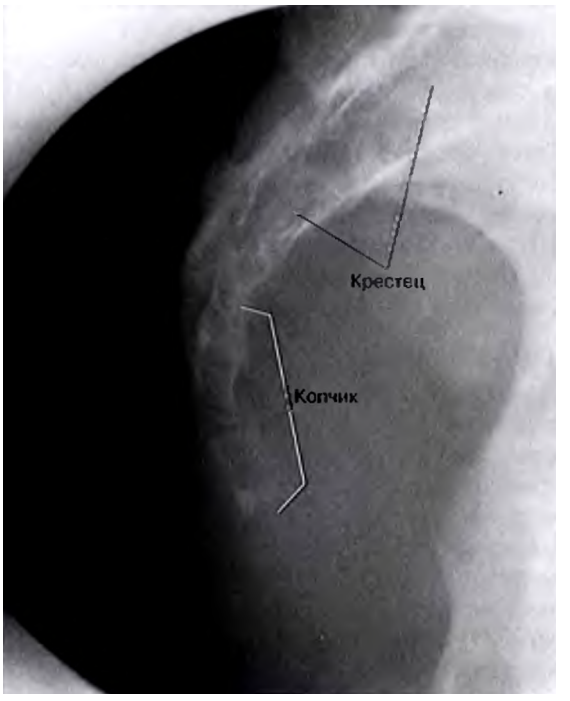


Рис. 9-9. Рентгенограмма крестца и копчика в боковой проекции

Анатомический обзор рентгенограмм

ВЕРХНЕ-НИЖНЯЯ ПРОЕКЦИЯ (рис. 9-10)

На этой фотографии представлены некоторые части вычлененного из скелета поясничного позвонка человека, отмеченные следующим образом.

А. Остистый отросток.
Б. Пластинка.
В. Ножка.
Г. Позвоночное отверстие.
Д. Тело.
Е. Поперечный отросток.



Рис. 9-10. Поясничный позвонок (верхненижняя проекция)

БОКОВАЯ УКЛАДКА

Части, отмеченные буквами от А до Е (рис. 9-11), на боковой проекции вычлененного поясничного позвонка представлены следующим образом.

А. Тело.
Б. Нижняя позвоночная вырезка, или дно ножки, составляющее верхнюю часть круглого межпозвоночного отверстия.
В. Область сочленяющей поверхности нижнего суставного отростка (действительная суставная поверхность на этой проекции не показана); составляет дугоотростчатый сустав, когда позвонки расположены один над другим.
Г. Остистый отросток.
Д. Верхний суставной отросток.
Е. Ножка.

Обратите внимание, что вид сбоку открывает и хорошо демонстрирует межпозвоночные отверстия (большое круглое отверстие прямо под нижней позвоночной вырезкой, обозначенной буквой Б). Однако боковая проекция не демонстрирует дугоотростчатые суставы, для которых необходима косая проекция под углом 45°.

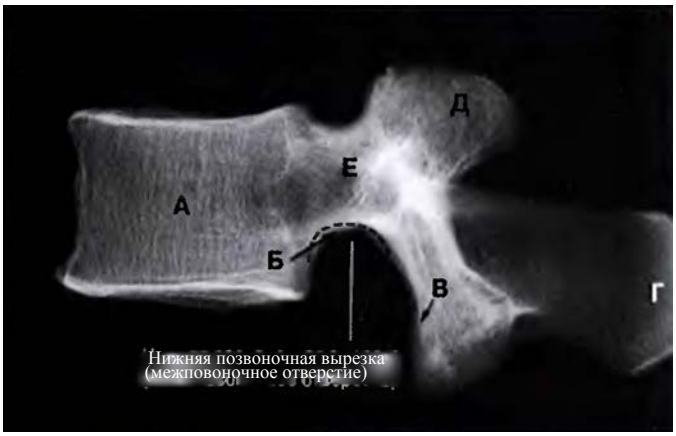


Рис. 9-11. Поясничные позвонки (боковая проекция)

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ

Структуры позвонков конкретного человека идентифицировать намного сложнее, поскольку на них накладываются мягкие ткани органов брюшной полости, как это видно на рентгенограмме поясничного отдела позвоночника в задней проекции (рис. 9-12). Это следующие структуры, отмеченные буквами А-Е:

А. Поперечный отросток **L5**.
Б. Нижняя боковая часть тела **L4**.
В. Нижняя часть остистого отростка **L4.**
Г. Один нижний суставной отросток **L3**.
Д. Верхний суставной отросток **L4**.
Е. Пространство межпозвоночного диска **L1-L2**.

Суставные поверхности нижнею и верхнего суставных отростков (Г и Д) составляют один дугоотростчатый сустав, который на данной задней проекции не виден. Этот сустав виден на косой проекции поясничных позвонков под углом 45° (см. рис. 9-16, с. 313).

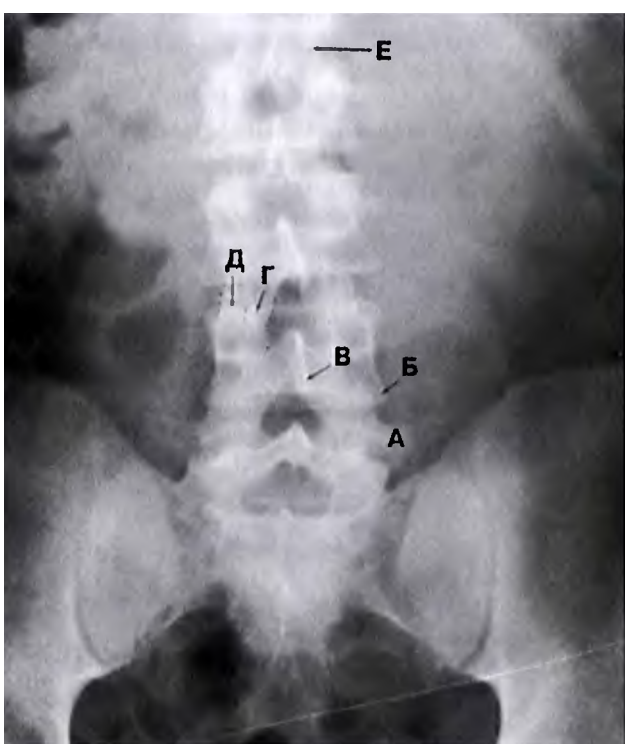


Рис. 9-12. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника (задняя проекция)

ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА — БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ

На рентгенограмме пояснично-крестцового отдела позвоночника в боковой проекции (рис. 9-13) показаны следующие структуры

А. Тело L1.
Б. Тело, L3.
В. Пространство межпозвоночного диска между L4 и L5.
Г. Тело L5.
Д. Межпозвоночное отверстие между L2 и L3.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

На рентгенограмме пояснично-крестцового отдела позвоночника в задней проекции (рис. 9-14) отмечены следующие структуры.

А. Последний грудной позвонок (Th12).
Б. Первый поясничный позвонок.
В. Третий поясничный позвонок.
Г. Пятый поясничный позвонок.

Косые проекции поясничных позвонков

ФИГУРКА СКОТЧ-ТЕРЬЕРА

Любую кость или ее часть трудно узнать, если посмотреть в косой проекции, а не в обычной прямой или боковой проекции. Позвонок не является исключением; однако в случае с поясничными позвонками нам поможет воображение. На хорошо выполненной косой 45° проекции различные структуры видны так, что похожи на собаку скотч-терьера в профиль. Рис. 9-15 показывает различные составляющие этого изображения. Легче всего узнаются голова и шея собаки. **Шея** — это **межсуставная часть** (часть пластинки, которая в основном составляет плечо собаки). **Ухо** собаки — это один **верхний суставной отросток**, а **ножка позвонка** образует **глаз** собаки. Один **поперечный отросток** образует нос. **Передние лапы** образует один **нижний суставной отросток.**

РЕНТГЕНОГРАММА ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА В КОСОЙ ПРОЕКЦИИ

На рис. 9-16 показана схема фигурки скотч-терьера, которая должна быть видна на хорошо выполненной рентгенограмме поясничного отдела в косой проекции. На снимке отмечены следующие структуры

А. Нос собачки, образованный поперечным отростком.
Б. Глаз — ножка позвонка, проецирующаяся с торца.
В. Шея собаки — межсуставная часть.
Г. Передняя лапа животного, образованная нижним суставным отростком.
Д. Поднятое ухо — это один из верхних суставных отростков.
Е. Дугоотростчатый сустав, образованный сверху передней лапой собаки, снизу — ухом собаки.

Каждый из пяти поясничных позвонков должен внешне напоминать скотч-терьера, при этом пространства дугоотростчатых суставов открываются на рентгенограмме поясничного отдела в правильной косой укладке.

Классификация суставов

Позвоночный столб имеет два вида суставов, или сочленений.

ДУГООТРОСТЧАТЫЕ (АПОФИЗАРНЫЕ) СУСТАВЫ

Дугоотростчатые суставы, расположенные между верхними и нижними суставными отростками, представляют собой **синовиальные суставы**, которые являются **диартрозами**, или свободно подвижными суставами, тип движения — **плоский (скользящий)**.

МЕЖПОЗВОНОЧНЫЕ СУСТАВЫ

Межпозвоночные суставы, расположенные между телами двух позвонков, имеющих меж позвоночные диски, состоят из фиброзного хряща и лишь слегка подвижны. Эти суставы, которые крепко скреплены хрящом, классифицируются как **хрящевые суставы**. Они являются **амфиартрозами** (слегка подвижны), подкласс — **симфизы**, подобно лонному сочленению таза.

Между двумя позвонками нет большого движения, но вместе все позвонки позволяют позвоночному столбу лишаться с достаточной амплитудой. Возможные движения: сгибание, разгибание, боковое сгибание и ротация. Рентгенография позвоночника в состоянии сильного сгибания и сильного разгибания и/или проекции с наклоном вправо и влево позволяют измерить амплитуду этих движений.



Рис. 9-13. Рентгенограмма пояснично-крестцового отдела позвоночника в боковой проекции



Рис. 9-14. Рентгенограмма пояснично-крестцового отдела позвоночника в задней проекции

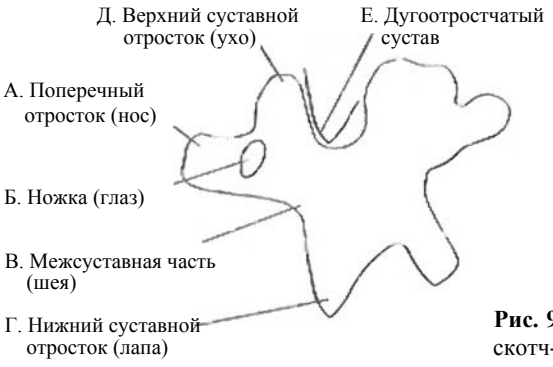


Рис. 9-15. Фигурка скотч-терьера

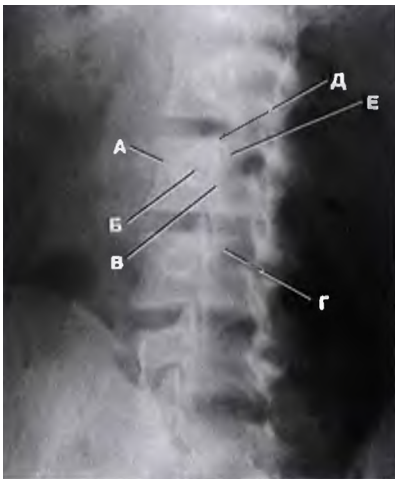


Рис. 9-16. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в косой проекции (фигурка скотч-терьера)

Межпозвоночные отверстия и дугоотростчатые суставы

МЕЖПОЗВОНОЧНЫЕ ОТВЕРСТИЯ — БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Межпозвоночные отверстия поясничного отдела позвоночника визуализируются на истинно боковой проекции, как показано на рентгенограмме (рис. 9-13) на предыдущей странице.

ДУГООТРОСТЧАТЫЕ СУСТАВЫ — КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Укладка для косых проекций поясничного отдела требует хорошего знания рентгеноанатомии позвонков и дугоотростчатых суставов. Важно знать, какой должен быть угол поворота пациента для демонстрации определенных суставов.

Задняя косая проекция. Как показывают фотографии и схемы скелета, **нижние** суставы визуализируются на задних косых проекциях. Нижние дугоотростчатые суставы на скелете не видны, так как они расположены под телами позвонков (рис. 9-17), но, как показано на схеме нижневерхнего разреза, нижние суставы демонстрируются на задней косой проекции. Это видно на рентгенограмме ПЗК проекции (рис. 9-19), которая ясно показывает уши и лапы скотч-терьера, или правые дугоотростчатые суставы (см. стрелки).

Передняя косая проекция. Для пациента передняя косая проекция может быть более удобна, на ней естественный изгиб поясничного отдела позвоночника совпадает с направлением расходящихся лучей рентгеновского пучка.

Как видно, передняя косая проекция визуализирует верхние суставы. Следовательно, правая передняя косая (ППК) проекция визуализирует верхние, или левые, дугоотростчатые суставы (рис. 9-20 и 9-22).

Степень поворота зависит от того, какая область поясничного отдела представляет интерес. Косая 45° — это проекция для всего поясничного отдела, но, если предметом исследования являются **L1 или L2**, угол поворота нужно увеличить **по меньшей мере** до **50°**. Если областью интереса являются **L5-S1**, то поворот будет составлять **около 30°** от задней или передней проекции. Среди пациентов есть некоторые несоответствия, но в общем верхняя часть поясничного отдела требует большего угла поворота, чем его нижняя часть. Причина заключается в том, что верхним поясничным позвонкам присущи некоторые особенности грудных позвонков, для которых требуется угол в 70°, чтобы продемонстрировать дугоотростчатые суставы, как было описано в главе 8.

ПОЯСНИЧНЫЕ ПОЗВОНКИ

МЕЖПОЗВОНОЧНЫЕ ОТВЕРСТИЯ - 90° БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ	ДУГООТРОСТЧАТЫЕ СУСТАВЫ - 45° КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ
Правая или левая боковая	**Задние косые-нижние суставы** ПЗК-правые суставы ЛЗК-левые суставы **Передние косые-верхние суставы** ППК-левые суставы ЛПК-правые суставы



Рис. 9-17. Фотография поясничного отдела в задней косой проекции — нижние суставы

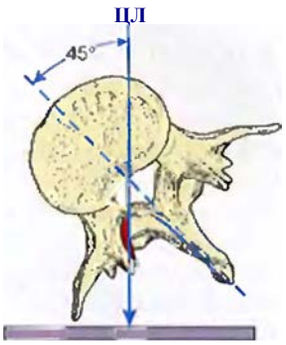


Рис. 9-18. Схема поясничного позвонка в задней косой проекции — нижние суставы



Рис. 9-19. Рентгенограмма поясничного отдела в задней косой проекции ПЗК — нижние, или правые, суставы



Рис. 9-20. Фотография поясничного отдела и передней косой проекции. **ППК** - верхние, или **левые**, суставы

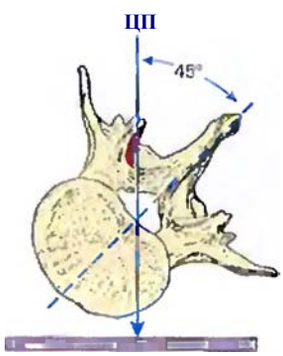


Рис. 9-21. Схема поясничного позвонка в передней косой проекции — верхние суставы



Рис. 9-22. Рентгенограмма поясничного отдела с передней косой проекции. ППК — верхние, или левые, суставы

Топографические ориентиры

Правильная укладка для рентгенографии копчика, крестца и поясничного отдела позвоночника требует точных знаний конкретных топографических ориентиров, которые можно легко прощупать.

Самыми достоверными ориентирами для позвоночника являются различные пальпируемые костные выступы, которые у разных людей расположены почти одинаково. Однако представленные здесь ориентиры относятся к здоровым мужчине или женщине среднего роста, нормального телосложения, без искривлений позвоночника. Эти ориентиры будут отличаться у людей с анатомическими аномалиями и особенно с аномалиями скелета. У детей и пожилых также имеются некоторые незначительные отличия от среднего взрослого.

ОРИЕНТИРЫ НИЖНЕГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

На схемах справа и фотографиях, представленных ниже, показаны различные ориентиры, относящиеся к нижнему отделу позвоночника

А. **Уровень А** соответствует верхнему краю лобкового симфиза. Размер и форма копчика сильно различаются у разных людей, но его середина находится приблизительно на уровне **лобкового симфиза** или **большого вертела** который расположен примерно на 2,5 см выше уровня лобкового симфиза.

Обратите внимание, что на фотографиях внизу и схемах вверху большие вертела находятся на уровне копчика на 3-4 см выше верхней границы лобкового симфиза.

Б. **Верхняя передняя подвздошная ость** (ВППО) находится примерно на том же **уровне** (Б), что **и первый или второй сегменты крестца.**

В. **Уровень В** соответствует самой верхней части **подвздошного гребня**, который находится примерно на том же уровне, что и соединение **четвертого и пятого поясничных позвонков.**

Г. Самая нижняя граница ребер, или нижненаружный край грудной клетки (Г), находится приблизительно на уровне **L2** или **L3**.

Д. **Мечевидный отросток** расположен приблизительно на уровне Th9 или Th10.

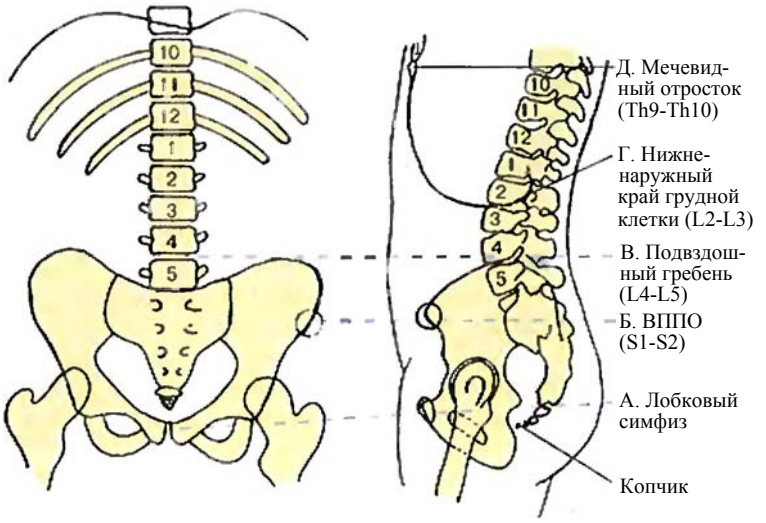


Рис. 9-23. Ориентиры нижнего отдела позвоночника

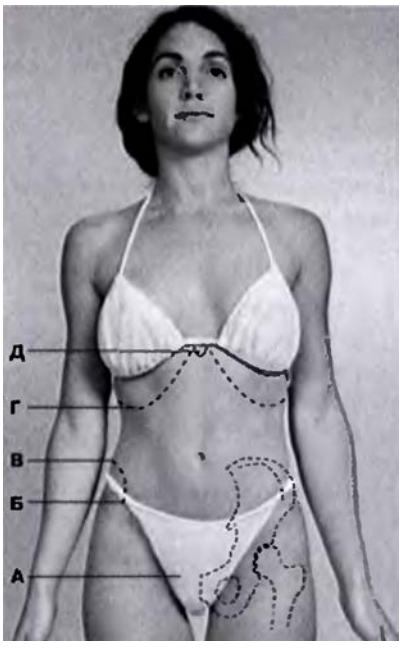


Рис. 9-24. Ориентиры нижнего отдела позвоночника

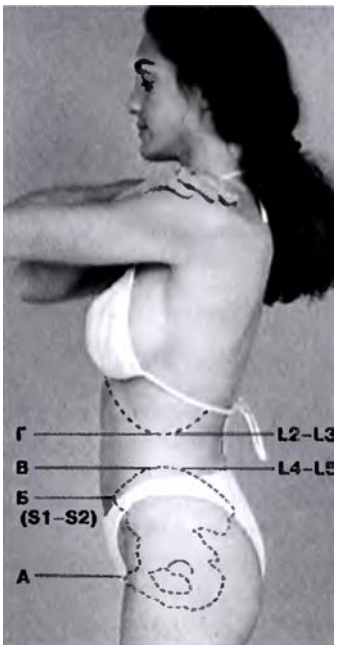


Рис. 9-25. Ориентиры нижнего отдела позвоночника

Укладки — общие положения

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ПАЦИЕНТА

Из-за близости поясничного отдела, крестца и копчика к гонадам для уменьшения дозы облучения очень важно использовать защитные экраны на гонады и диафрагмирование, максимально близкое к области интереса. **Всегда следует использовать защитные экраны на гонады для мужчин** репродуктивного возраста при рентгенографии копчика, крестца или поясничного отдела позвоночника. Защитный экран нужно размещать так, чтобы верхний край экрана располагался на уровне нижнего края лобкового симфиза.

Если область интереса включает крестец и/или копчик гонадную защиту для женщин невозможно использовать, не закрыв важные рентгеноанатомические структуры.

Перед началом любого рентгенографического исследования нижнего отдела позвоночника у женщин детородного возраста необходимо спросить о возможной беременности.

УКЛАДКА ПАЦИЕНТА

Задние проекции поясничного отдела выполняют с **согнутыми коленями**. Согнутые колени (рис. 8-28) уменьшают поясничный изгиб (лордоз), спина находится ближе к рентгенографическому столу, и поясничный отдел позвоночника становится параллелен кассете. На рис. 9-27 показана неправильная укладка: когда ноги вытянуты, таз наклоняется немного вперед, усиливая поясничный изгиб.

Сравнение передней и задней проекций. Хотя задняя проекция (с согнутыми коленями) является распространенной проекцией поясничного отдела позвоночника, у передней проекции имеется преимущество по отношению к задней. При пронационной укладке поясничный отдел позвоночника с его естественным поясничным изгибом расположен таким образом, что пространства межпозвоночных дисков практически параллельны расходящемуся рентгеновскому пучку. Такая укладка обеспечивает лучшую визуализацию пространств межпозвоночных дисков. Другим преимуществом передней проекции является более низкая доза облучения яичников у женщин (на 25-30% меньше, по сравнению с задней проекцией). (См. сравнительные дозы облучения пациента в таблицах для задней или передней проекции поясничного отдела на с. 320 настоящей главы.) Однако недостатком передней проекции является увеличенное РОП для поясничных позвонков, что приводит к нерезкости увеличенного изображения, особенно у пациентов с большим животом.

ПАРАМЕТРЫ ЭКСПОЗИЦИИ

При рентгенографии нижнего отдела позвоночника требуемое значение кВ зависит от укладки пациента. Например, боковая укладка требует более высокого значения кВ, чем супинационная вследствие увеличения толщины снимаемой области. В некоторых отделениях требуется использовать высокие значения кВ. Увеличивая кВ и уменьшая мАс, соответственно мы снижаем дозу облучения, но это приводит к меньшей контрастности изображения. Более высокие значения кВ усиливают дозу от рассеянного излучения, что приводит к ухудшению качества изображения. Поэтому следует диафрагмировать максимально близко к области интереса. Рекомендуемые значения кВ и сравнительные дозы облучения приводятся на страницах описания укладок.

Пластины просвинцованного винила на поверхности стола. См. с. 317, где дается подробное описание важности использования таких пластин при цифровой рентгенографии.

РИП

Минимальное РИП обычно составляет 100 см, но в некоторых отделениях больниц для уменьшения геометрического увеличения могут использоваться РИП, равные 110 или 120 см, что зависит от особенностей используемого оборудования, также правил, которые существуют в отделении.



Рис. 9-26. Использование гонадного защитного экрана для мужчин при рентгенографии поясничного отдела позвоночника



Рис. 9-27. Неправильная укладка — нижние конечности вытянуты (задняя проекция поясничного отдела позвоночника)



Рис. 9-28. Правильная укладка — колени и бедра согнуты (задняя проекция поясничного отдела позвоночника)



Рис. 9-29. Боковая укладка поясничного отдела позвоночника с использованием пластины просвинцованного винила на поверхности стола

ПОЛОЖЕНИЕ СНИМАЕМОЙ ОБЛАСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К КАССЕТЕ

При рентгенографии нижнего отдела позвоночника важна правильная укладка снимаемой области по отношению к кассете, поскольку рентгеновский пучок должен проходить через пространства межпозвоночных дисков, что может потребовать использования рентгенопрозрачной подкладки под область талии пациента, чтобы позвоночник был параллелен кассете. Если использование такой подкладки необходимо, ее размер зависит от типа телосложения пациента.

ЦИФРОВАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ

Как и в случае рентгенографии всего скелета, для выполнения изображений поясничного отдела позвоночника, крестца и копчика можно использовать как традиционную, так и цифровую рентгенографию. Вследствие высокой чувствительности подобного оборудования для снижения дозы от рассеянного излучения, достигающего цифрового приемника изображения (см. рис. 9-29), важно диафрагмировать максимально близко к области интереса и использовать пластины из просвинцованного винила, расположенные с боков пациента.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Общение. Для создания атмосферы максимального доверия и сотрудничества, ребенку и лицу, его сопровождающему, необходимо дать ясные разъяснения касательно предстоящей процедуры. Для поддержания контакта с ребенком эффективны отвлекающие приемы (игрушки и т.п.).

Фиксация. Дети (в зависимости от возраста и состояния) часто не могут подолгу находиться в требуемой укладке. Чтобы не было необходимости держать ребенка, рекомендуется использовать фиксирующие средства, что уменьшает облучение. (В главе 20 дается подробное описание фиксирующих средств.) Если ребенка нужно держать, то тот, кто это делает (один из родителей или сопровождающий ребенка взрослый), должен надеть рентгенозащитный фартук и/или перчатки. Если ребенка сопровождает женщина, то должна быть полная уверенность в том, что она не беременна.

Параметры экспозиции различны ввиду разного размера пациентов. Для снижения динамической нерезкости рекомендуется прибегать к коротким экспозициям (что требует высоких значений параметра мА).

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Общение и комфорт. Утрата чувствительности (например, слабое зрение, плохой слух), связанные с возрастом, приводит к тому, что пожилым пациентам требуется дополнительная помощь, им нужно уделять больше времени и обращаться с ними при укладке для рентгенографии позвоночника терпеливо. Кроме того, пожилые пациенты часто нервничают, боясь упасть со стола. Чтобы пациенты чувствовали себя безопасно и комфортно, от рентгенолаборанта требуется дополнительная помощь и поддержка таким пациентам.

Если обследование выполняют в горизонтальной укладке, то для обеспечения удобства пациента на стол кладут рентгенопрозрачным матрас или подушку, а дополнительные одеяла согреют пациента. Для пациентов с усиленным кифозом более удобна вертикальная укладка.

Параметры экспозиции. Ввиду высокой заболеваемости остеопорозом у пожилых пациентов требуется уменьшить мА, если используется ручной выбор параметров экспозиции (чтобы добиться видимого эффекта на изображении, минимальный процент регулирования составляет 25 -30%).

У более пожилых пациентов может быть тремор или признаки неустойчивости, поэтому в таких случаях рекомендуется использовать самую короткую экспозицию (связанную с использованием высокого значения мА) для уменьшения нерезкости изображения.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография полезна для оценки состояния позвоночника. При этом может демонстрироваться широкий спектр патологических состояний на поперечных срезах, включая переломы, заболевания межпозвоночных дисков и новообразования.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

МРТ является превосходным методом оценки состояния мягких тканей поясничного отдела позвоночника (т.е. спинного мозга и межпозвоночных дисков).

РАДИОНУКЛИДНЫЕ МЕТОДЫ

Методы радионуклидного сканирования служат для обнаружения патологических процессов скелета. Подобные исследования проводятся путем введения радиофармпрепаратов с изотопами. Эти препараты концентрируются в областях активности кости, образуя на изображении горячие точки. В дальнейшем такая аномальная область исследуется с помощью рентгенографии.

Обычно сканированию подвергаются пациенты с подозрением на метастазирование в скелет (за исключением пациентов с множественной миеломой). Позвоночник является частым местом метастазирования. Сканирование также позволяет обнаруживать воспалительные процессы, болезнь Педжета, новообразования и остеомиелит.

КОСТНАЯ ДЕНСИТОМЕТРИЯ (ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИЯ)

Костная денситометрия — неинвазивный способ измерения плотности кости (см. главу 23). Поясничный отдел позвоночника является той областью, которая часто подвергается подобному исследованию. К причинам потери костной массы (остеопороз) относятся длительное употребление стероидов, гиперпаратиреоидизм, недостаток эстрогена, преклонный возраст и ряд факторов образа жизни (курение, сидячий образ жизни, алкоголизм). Погрешность костной денситометрии составляет 1 %, а доза облучения очень низка. Традиционная рентгенография не обнаруживает потерю костной массы, если она составляет менее 30%.

МИЕЛОГРАФИЯ

Миелография требует введения контрастного вещества в субарахноидальное пространство с помощью пункции поясничного или шейного отдела позвоночника для визуализации мягких тканей позвоночного канала. На миэлограммах бывают видны повреждения позвоночного канала, нервные корешки и межпозвоночные диски.

Увеличение использования методов КТ и МРТ в значительной степени уменьшило частоту миелографии. Кроме превосходного диагностического качества этих способов исследования, их преимущество заключается в том, что они не требуют пункции и введения контрастного вещества.

Клинические показания

Анкилозирующий спондилит — воспалительное состояние которое обычно начинается в крестцово-подвздошных суставах и прогрессирует далее вверх по позвоночному столбу. Позвоночник может полностью потерять гибкость вследствие срастания (анкилоза) межпозвоночных и реберно-позвоночных суставов. Наиболее часто возникает у мужчин в 30-летнем возрасте, причина возникновения заболевания неизвестна.

Переломы — механическое нарушение целостности кости.

- Компрессионный перелом может возникнуть вследствие травмы, метастаза, остеопороза. Верхние и нижние поверхности тел позвонков сближаются, при этом позвонки приобретают клиновидную форму. Для пациентов с остеопорозом или другими патологическими процессами позвонков подобный перелом может быть вызван даже незначительным воздействием (например, поднятием не очень тяжелого груза). Этот вид перелома редко вызывает неврологическую симптоматику.
- К **случайному перелому** приводит излишнее сгибание, вызывающее перелом тела позвонка и элементов задней части позвонка (остистого отростка, ножек, суставных поверхностей, поперечных отростков). Ремни безопасности при резком торможении также могут стать причиной возникновения такого перелома.

Грыжа студенистого ядра, известная также как грыжа межпозвоночного диска, обычно возникает вследствие травмы или неправильного поднятия тяжестей. Мягкая внутренняя часть межпозвоночного диска (студенистое ядро) выпячивается через фиброзный наружный слой, давя на спинной мозг или нервные корешки. Чаще всего грыжа возникает на уровне L4-L5, приводя к ишиалгии (раздражению седалищного нерва). Обычные рентгенограммы не демонстрируют это состояние, но могут выявить другие патологические процессы, такие как опухоль, спондилолистез, т.д. Раньше для визуализации этого патологического процесса делали миелиграфию. В настоящее время используют КТ и МРТ.

Метастазы — вторичные злокачественные новообразования, распространяющиеся в отдаленные от основной опухоли места организма через кровь и лимфу. Позвонки являются частым местом метастазирования, которые по их виду на рентгенограммах можно характеризовать следующим образом

- **Остеолитические** — деструктивные очаги с неровными краями.
- **Остеобластические** — пролиферативные внутрикостные очаги повышенной плотности.
- **Сочетание остеолитических и остеобластических** метастазов — кость внешне похожа на изъеденную молью вследствие сочетания деструкции и остеобластической реакции.

Сколиоз — боковой изгиб позвоночного столба, обычно с небольшим поворотом позвонков. Затрагивает грудной и поясничный отделы.

Spina bifida (расщепление позвонка) — врожденное состояние, заключающееся в недоразвитии задних отделов позвонков с наличием дефекта, через который обнажается спинной мозг. Это состояние может иметь различную степень выраженности и чаще всего происходит на уроне L5 (см. главу 20, Клинические показания).

Спондилолистез представляет собой состояние, при котором тело одного или нескольких нижних поясничных позвонков смещается кпереди относительно нижележащего позвонка. Обычно возникает вследствие дефекта межпозвоночных суставов, спондилолиза или тяжелого остеоартрита. Наиболее распространенным местом его возникновения являются L5-S1, но возможна и локализация в L4-L5. В тяжелых случаях требуется остеосинтез позвоночника.

Спондилолиз представляет собой разделение позвонка, как следствие недоразвития его дуги или аплазии (дефект развития) дуги позвонка и **отделения межсуставной части позвонка** На изображении шейного отдела позвоночника в косой проекции шея фигурки скотч-терьера выглядит разрушенной Чаще всего это происходит на уровне L4 или L5.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ
Анкилозирующий спондилит	Задняя проекция поясничного отдела позвоночника, крестцово-подвздошных суставов Радионуклидные методы сканирования скелета	Позвоночник сливается в единый столб, напоминающий бамбук, с обызвествлением передних продольных связок	Нет
Переломы Компрессионный	Задняя проекция поясничного отдела позвоночника, КТ	Клиновидная передняя часть позвонка; теряется высота позвонка	Нет или немного уменьшить в зависимости от тяжесть состояния
Случайный	Задняя проекция поясничного отдела позвоночника, КТ	Перелом проходит через тело позвонка и элементы его задней части	Нет
Грыжа студенистого ядра (грыжа диска)	Задняя проекция, боковая проекция поясничного отдела позвоночника, КТ, МРТ	Возможное сужение межпозвоночного дискового пространства	Нет
Метастазы	Сканирование скелета, задняя, боковая проекции позвоночника	В зависимости от типа повреждения — Деструктивные очаги — неровные края и уменьшение плотности — Остеобластические очаги — увеличение плотности — Сочетание обоих типов — внешний вид изъеденной молью кости	Нет или изменить в зависимости от типа повреждения и стадии патологического процесса
Сколиоз	Вертикальная задняя/передняя и боковая проекция позвоночника	Боковой изгиб позвоночного столба	Нет
Расщепление позвонка (Spina bifida)	Пренатальное УЗИ, передняя и боковая проекции позвоночника, КТ, МРТ	Открытая задняя часть позвонка, обнажение части спинного мозга	Нет
Спондилолистез	Задняя, боковая проекции поясничного отдела позвоночника, КТ	Смещение одного позвонка кпереди относительно другого	Нет
Спондилолиз	Задняя, боковая, косая проекции позвоночника, КТ	Дефект межсуставной части (у скотч-терьерг как бы появляется ошейник)	Нет

[1] В зависимости от стадии и тяжести заболевания или состояния.

Результаты опроса по США и Канаде

РЕЗЮМЕ

Поясничный отдел позвоночника. Четыре наиболее распространенные **основные, или стандартные, проекции** поясничного отдела — это **задняя, боковая, боковая L5-S1** и **косая** проекции. Задние косые являются основными для 78% респондентов в США и только для 39% — в Канаде. Передние косые менее распространены, их считают основными, или стандартными, **20%** в США и **38%** в Канаде.

Использование **передней** проекции вместо задней увеличилось в США в 1999 г. до 11 % по сравнению с 1995 г., когда процент составлял лишь 5%.

Самыми распространенными специальными проекциями поясничного отдела позвоночника являются: **боковые в состоянии сгибания и разгибания** (64% в США, 46% в Канаде): задняя проекция соединенных суставов позвоночника, «П» и «Л» со сгибанием (49% в США, 34% в Канаде); задняя или передняя проекция при сколиозе (45% в США, 51 % в Канаде) и задняя аксиальная L5-S1 (26% в США, 13% в Канаде).

Крестец и копчик. Тремя наиболее распространенными проекциями являются **задняя аксиальная крестца** (98-99%), **задняя аксиальная копчика** (94-96%) и **боковая комбинированная крестца и копчика** (82% в США, 91% в Канаде). Комбинированная боковая крестца и копчика намного более распространена (82% в США, 91% в Канаде), чем отдельные боковые крестца и копчика (36% и США, 22% в Канаде).

Мы тоже не рекомендуем выполнять боковые проекции крестца и копчика по отдельности (если нет противопоказаний) из-за относительно высокой дозы на гонады.

Основные и специальные проекции

Протоколы исследований могут отличаться в зависимости от правил, принятых в отделении лучевой диагностики. Рентгенолаборанты должны быть знакомы с действующими стандартами, протоколами, стандартными и специальными проекциями для любого оборудования, на котором они работают.

На последующих страницах будут продемонстрированы и описаны некоторые основные и специальные проекции поясничного отдела позвоночника, крестца и копчика.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные проекции, иногда именуемые стандартными, это проекции или укладки, которые чаще всего используют при исследовании контактных пациентов.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции — проекции, которые чаще всего используются как дополнительные для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Поясничный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (или передняя), 320
- Косые — задняя или передняя, 321
- Боковая, 322
- Боковая L5-S1, 323

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная L5-S1. 324

Исследование сколиоза
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя (задняя) — вертикальная и/или горизонтальная, 325
- Вертикальная боковая, 326

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (по Фергюсону), 327
- Задняя (передняя) — «П» и «Л» со сгибанием, 328

Исследование фиксации спины
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (передняя) — «П» и «Л» со сгибанием, 328 (такая же, как и при исследовании сколиоза)
- Боковая — сильное разгибание и сильное сгибание, 329

Крестец и копчик
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная кресца, 330
- Задняя аксиальная копчика, 331
- Боковая крестца, 332
- Боковая копчика, 333

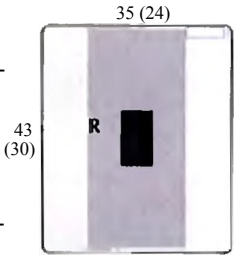
ЗАДНЯЯ (ИЛИ ПЕРЕДНЯЯ) ПРОЕКЦИЯ: ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Выявляемая патология

Патология поясничных позвонков, включая переломы, сколиоз и опухоли.

Поясничный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (или передняя)
- Косые — задняя или передняя
- Боковая
- Боковая L5-S1

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное,

или

— 24 х 30 см.

- Подвижный или стационарный растр.
- 75-80 кВ (или 85-92 кВ и снижение значения мАс и дозы облучения).
- Уставки и дозы:

	см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
задняя проекция при 80 кВ:	17	80	15	1750	450	М Ж	10 190
задняя проекция при 92 кВ:	17	92	8	1270	360	М Ж	10 150
передняя проекция при 92 кВ:	17	92	8	1270	360	М Ж	0 110

мкГр

Радиационная защита

Используют контактные гонадные защитные экраны, не накрывая область интереса. Защита на яичники для женщин частично закрывает крестец и копчик.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, при этом колени согнуты, под голову кладется подушка (укладка также может быть пронационной или вертикальной; см. примечания ниже).

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии стола и/или кассеты.
- Руки вытянуты вдоль тела или лежат на груди.
- **Нет ротации** туловища или таза.

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно к центру кассеты следующим образом.

Кассета большего размера (35 х 43 см): центр кассеты находится на **уровне подвздошного гребня** (пространство между L4-L5). Кассета большего размера включает поясничные позвонки, крестец и, возможно, копчик. ЦЛ направлен на центр кассеты.

Кассета меньшего размера (24 х 30 см): центр кассеты находится на **уровне L3**, местонахождение которого можно определить с помощью пальпации нижненаружного края грудной клетки (**4** см выше подвздошного гребня). Кассета меньшего размера включает в основном пять поясничных позвонков. ЦЛ направлен на центр кассеты.

- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон, при этом верхнюю и нижнюю границы диафрагмируйте близко к краям кассеты.



Рис. 9-30. Укладка пациента для задней проекции поясничного отдела позвоночника (кассета 35 х 43 см). Вставка — альтернативная передняя проекция



Рис. 9-31. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в задней проекции (кассета 35 х 43 см)

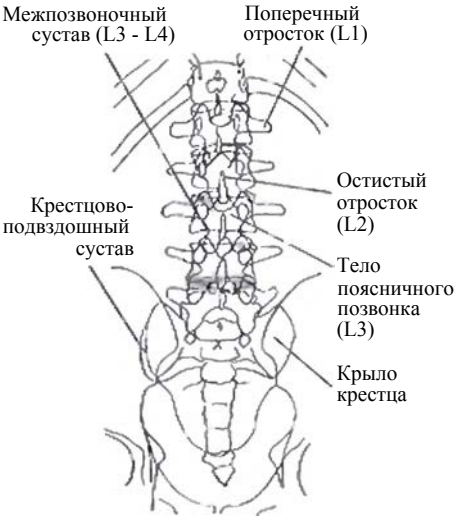


Рис. 9-32. Анатомическая схема поясничного отдела позвоночника в задней проекции

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Примечание: при сгибании колен выпрямляется позвоночник, что позволяет открыть пространства межпозвоночных дисков.

Укладка может быть пронационной для передней проекции, тогда межпозвоночные пространства будут почти параллельны к расходящимся лучам.

Вертикальная укладка может быть полезна для демонстрации естественного изгиба позвоночника.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Видны тела поясничных позвонков, межпозвоночные суставы, остистые и поперечные отростки, крестцово-подвздошные суставы и крестец. • Кассета 35 х 43 см: должны быть включены позвонки приблизительно от Th11 до дистального отдела крестца. • Кассета 24 х 30 см: должны быть включены позвонки Th12—S1.

Укладка. • **На отсутствие ротации пациента** указывает следующее: крестцово-подвздошные суставы равноудалены от остистых отростков; остистые отростки расположены по средней линии позвоночника; правые и левые поперечные отростки равны по длине.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре кассеты/поля диафрагмирования должен находиться позвоночный столб, что примерно соответствует уровню L3-L4. • По бокам поля диафрагмирования должны быть включены крестцово-подвздошные суставы и поясничные мышцы.

Параметры экспозиции. • При оптимальной плотности и контрасте снимка должны быть хорошо видны тела поясничных позвонков, пространства межпозвоночных дисков, поперечные отростки и тени поясничных мышц. • На отсутствие движения указывают четкие контуры костей.

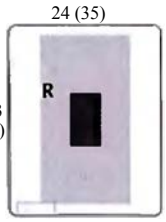
КОСЫЕ - ЗАДНЯЯ (ИЛИ ПЕРЕДНЯЯ) КОСЫЕ ПРОЕКЦИИ: ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Поясничный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (или передняя)
- Косые — задняя или передняя
- Боковая
- Боковая L5-S1

Выявляемая патология

Дефекты межсуставной части (например, спондилолиз).
Выполняют обе косые проекции: правую и левую.

Технические условия исследования



- 2 кассеты, размер каждой 24 х 30 см, или - 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или стационарный растр.
- 75-80 кВ (или 85-90 кВ и снижение значения мАс и дозы облучения).
- Уставки и дозы:

	см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
Задняя косая проекция	21	85	15	2220	450	М 0 Ж 220
Передняя проекция:	21	85	15	2220	450	М 0 Ж 150

мкГр

Радиационная защита

Используют контактные защитные экраны на гонады, не закрывая область интереса.

Укладка пациента

Пациент находится в полусупинационной укладке (ПЗК и ЛЗК) или в полупронационной (ППК и ЛПК).

Укладка снимаемой области

- **Поверните тело пациента на 45°** так, чтобы позвоночный столб был направлен прямо по средней линии стола/растра, на которую направлен ЦЛ.
- Колени пациента согнуты для поддержания укладки и комфорта пациента.
- Для сохранения укладки под нижнюю часть спины и таз пациента можно положить рентгенопрозрачную подушку. (Подушка рекомендуется, чтобы пациент не держался за край стола, что может привести к защемлению пальцев.)

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно к кассете.
- ЦЛ направлен на **L3, расположенный на уровне нижненаружного края трудной клетки (4 см выше подвздошного гребня).**
- ЦЛ направлен 5 см медиально к верхней части ВППО.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по четырем сторонам области интереса.
Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Видны дугоотростчатые суставы. (ПЗК и ЛЗК демонстрируют нижние суставы, ППК и ЛПК — верхние.) Должна быть видна фигурка скотч-терьера, а дугоотростчатые суставы должны быть открыты.
Укладка. • При правильном повороте тела пациента на 45° ножка (глаз скотч-терьера) находится на изображении почти в центре тела позвонка. Ножка, демонстрируемая на теле сзади, указывает на больший угол поворота, а ножка, демонстрируемая спереди тела позвонка, указывает на меньший угол поворота.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Позвоночный столб должен располагаться по средней линии поля диафрагмирования/кассеты, центр которой приходится на L3.
Параметры экспозиции. • При оптимальной плотности и контрасте ясно видны дугоотростчатые суставы от L1 до L5 • На отсутствие движения указывают четкие контуры костей.

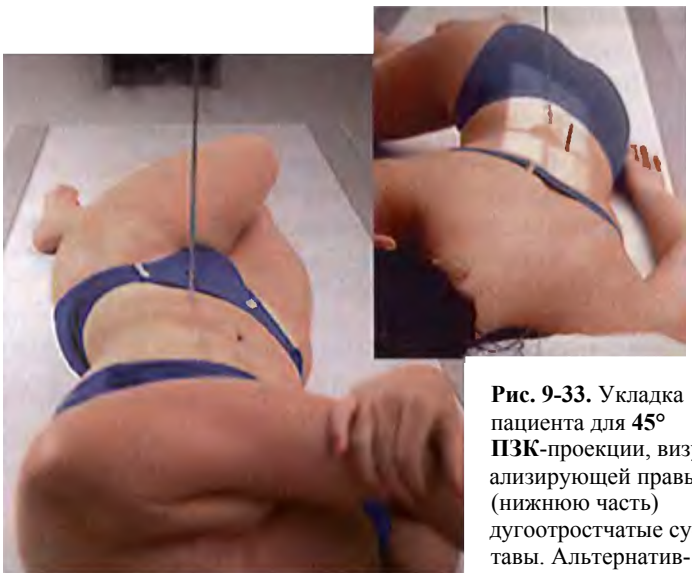


Рис. 9-33. Укладка пациента для **45° ПЗК**-проекции, визуализирующей правые (нижнюю часть) дугоотростчатые суставы. Альтернативная передняя косая проекция, **ЛЗК** — правые суставы



Рис. 9-34. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в косой 45° проекции

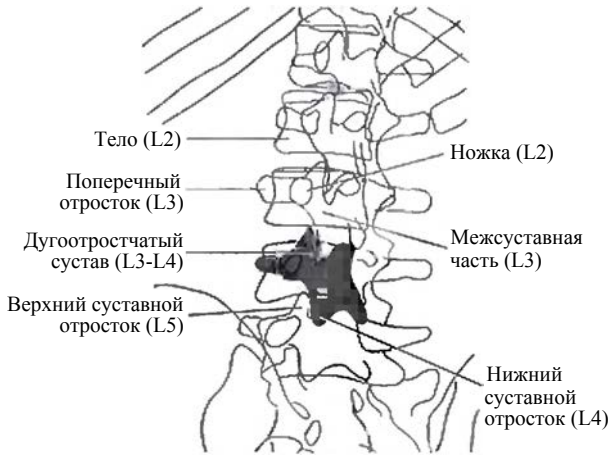


Рис. 9-35. Анатомическая схема поясничного отдела позвоночника в косой 45° проекции

Примечание: косая проекция с поворотом тела пациента на **50°** от плоскости стола наилучшим образом демонстрирует дугоотростчатые суставы **L1-L2**, а косая проекция с поворотом на **30° - L5-S1**.

БОКОВАЯ УКЛАДКА: ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

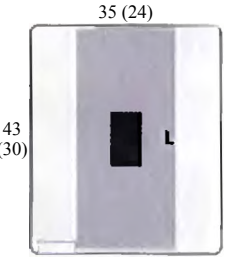
Поясничный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (или передняя)
- Косые — задняя или передняя
- Боковая
- Боковая L5-S1

Выявляемая патология

Переломы, спондилолистез, опухоли и остеопороз поясничных позвонков.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 x 30 см, расположение продольное, или — 35 x 43 см.
- Подвижный или стационарный растр.
- 85-95 кВ.
- Освинцованный коврик на поверхности стола за пациентом.
- Уставки и дозы:



	см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
Женщины:	27	90	50	10080	1340	М 0 Ж 290
Мужчины:	30	90	65	13100	1740	М 0 Ж 380

мкГр

Радиационная защита

Гонадная защита не должна закрывать область интереса.

Укладка пациента

Пациент находится в боковой горизонтальной укладке, под голову кладется подушка, колени согнуты, между коленями — опора, для сохранения истинно боковой укладки и для удобства пациента.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль средней корональной плоскости и средней линии стола/растра.
- Под область талии пациента положите рентгенопрозрачную подушку так, чтобы длинная ось позвоночника была почти параллельна поверхности стола (чтобы определить это, пальпируйте остистые отростки; см. примечания).
- Таз и туловище должны находиться в **истинно боковой укладке**.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен длинной оси позвоночника**.

Кассета большего размера (35 x 43 см): центр кассеты находится на **уровне подвздошного гребня** (L4-L5). Эта укладка включает поясничные позвонки, крестец и, возможно, копчик. ЦЛ направлен на центр кассеты.

Кассета меньшего размера (24 x 30 см): центр кассеты находится в области L3, на уровне нижне-наружного края грудной клетки (4 см выше подвздошного гребня). Эта укладка включает пять поясничных позвонков. ЦЛ направлен на центр кассеты.

- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется близко к боковым границам. (Световое поле получается меньше из-за близости пациента к рентгеновской трубке, следует учесть расхождение рентгеновского пучка.)

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Примечание: хотя для среднего пациента-мужчины (и некоторых пациенток) не требуется наклона ЦЛ, то для пациентов с широким тазом и узкой грудной клеткой может потребоваться угол наклона ЦЛ 5-10° каудально, даже при использовании опоры, как показано на рис. 9-37.

Если у пациента боковое искривление (сколиоз) позвоночника (что определяется, если посмотреть на пациента со спины), то пациент должен находиться в боковой укладке так, чтобы **прогиб, или выпуклость позвоночника, находился внизу**, чтобы открыть межпозвоночные пространства.



Рис. 9-36. Укладка пациента для «Л» боковой проекции (ЦЛ перпендикулярен кассете)



Рис. 9-37. Укладка пациента для «Л» боковой проекции (ЦЛ 5° каудально)



Рис. 9-38. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в боковой проекции

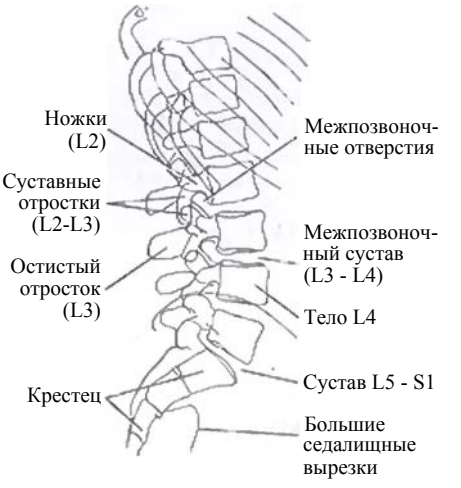


Рис. 9-39. Анатомическая схема поясничного отдела позвоночника в боковой проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Видны межпозвоночные отверстия L1-L4, тела позвонков, межпозвоночные суставы, остистые отростки и соединение L5 и S1. В зависимости от размера кассеты может быть включен также и крестец.

Укладка. • Позвоночник расположен параллельно кассете, на что указывает следующее: должны быть открыты межпозвоночные отверстия и пространства межпозвоночных суставов. • На отсутствие ротации указывает наложение больших седалищных вырезок и задних частей тел позвонков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Позвоночный столб должен располагаться в центре поля диафрагмирования кассеты на уровне L3.

Параметры экспозиции. • При оптимальной плотности и контрасте снимка ясно видны тела позвонков и суставные пространства. • На отсутствие движения указывают четкие костные края.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ L5-S1: ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Поясничный отдел позвоночника
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (или передняя)
- Косые - задняя или передняя
- Боковая
- Боковая L5-S1

Выявляемая патология

Спондилолистез L4-L5 или L5-S1 и другая патология L5-S1.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или стационарный растр.
- 95-100 кВ.
- Пластина из просвинцованного винила на поверхности стола сзади от пациента.
- Уставки и дозы:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
31	100	50	13930	1410	М 10 Ж 350

мкГр

Радиационная защита

Гонадная защита не должна закрывать область интереса.

Укладка пациента

Пациент должен находиться в боковой горизонтальной укладке, под голову кладется подушка, колени согнуты, между коленями — опора для сохранения истинно боковой укладки и для удобства пациента.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль средней корональной плоскости и средней линии стола/растра.
- Колени пациента согнуты.
- Под область талии пациента положите рентгенопрозрачную подушку (см. примечания)
- Таз и туловище должны находиться в **истинно боковой** укладке.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете, при этом под область талии кладут опору достаточной высоты, в противном случае (если опора меньше) **угол наклона ЦЛ** должен составить **5-10° каудально** (см. примечания ниже).
- ЦЛ направлен **на 4 см ниже подвздошного гребня** и **5 см сзади от ВППО**. Кассету центрируют по ЦЛ.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон к области интереса.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание.

Примечание: если под область талии не положить достаточной высоты опору, это приведет к прогибу позвоночного столба, поэтому угол наклона ЦЛ должен составлять 5-10° каудально, чтобы ЦЛ был перпендикулярен области L5-S1. (ЦЛ должен быть параллелен воображаемой линии, проведенной между подвздошными гребнями; см. рис. 9-41.)

В данной проекции уровень вторичного (рассеянного) излучения достаточно высок из-за большой толщины снимаемой области. Важно выполнить диафрагмирование максимально близко к области интереса, а также положить на поверхность стола позади пациента просвинцованную пластину. (Это особенно важно при цифровой рентгенографии.)



Рис. 9-40. Укладка пациента для левой боковой проекции L5-S1 с использованием опоры почти нужной высоты — угол ЦЛ 0-3°

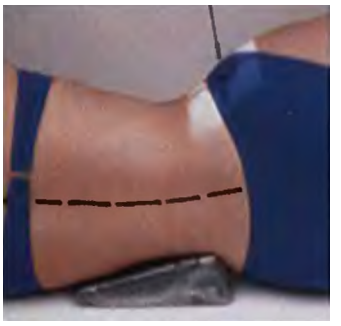


Рис. 9-41. Укладка пациента для левой боковой проекции L5-S1 с использованием меньшей опоры — ЦЛ 5-10° каудально

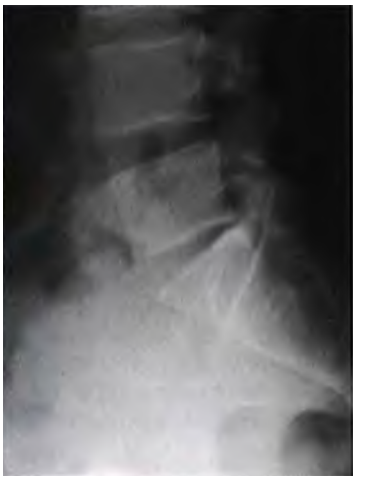


Рис. 9-42. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в боковой проекции L5-S1

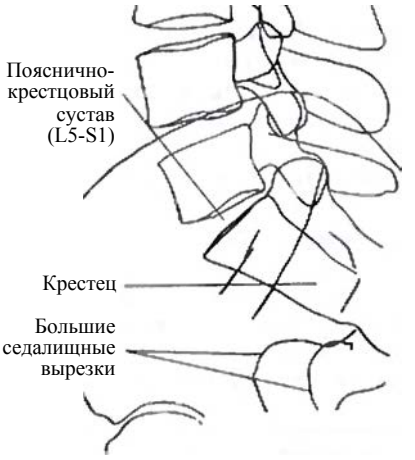


Рис. 9-43. Анатомическая схема поясничного отдела позвоночника в боковой проекции L5-S1

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Открытые межпозвоночные пространства L4-L5 и L5-S1.

Укладка. • На отсутствие ротации указывает наложение больших седалищных вырезок задней части таза и наложение задних границ тел позвонков. • О правильной укладке позвоночника свидетельствуют открытые межпозвоночные пространства L4-L5 и L5-S1.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре области диафрагмирования находится межпозвоночное пространство L5-S1

Параметры экспозиции. • При оптимальной плотности и контрасте снимка через накладывающиеся сверху крылья таза должно быть ясно видно межпозвоночное пространство L5-S1. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.

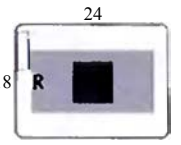
ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ L5-S1: ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Поясничный отдел позвоночника
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Задняя аксиальная L5-S1

Выявляемая патология

Патология L5-S1 и крестцово-подвздошных суставов.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или стационарный растр.
- 80 - 85 кВ.
- Пластина из просвинцованного винила на поверхности стола сзади от пациента.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	85	20	2630	750	М 30 Ж 410

мкГр

Радиационная защита

Гонадная защита не должна закрывать область интереса. Женские защитные экраны на яичники закрывают часть крестцово-подвздошных суставов.

Укладка пациента

Пациент должен лежать на спине, под голову кладется подушка, ноги вытянуты, для удобства под колени пациента ставят опору.

Укладка снимаемой области

- Руки пациента лежат по бокам вдоль тела или на груди
- ЦЛ идет вдоль срединной сагиттальной плоскости и средней линии стола/растра.
- **Нет ротации** таза или туловища.

Центральный луч

- ЦЛ направлен **краниально** под углом **30° (для мужчин)** и **35° (для женщин)**.
- ЦЛ направлен на **область ВППО**, расположенную по **средней линии** тела.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон максимально близко к области интереса.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание: задняя проекция с наклоном ЦЛ открывает межпозвоночное пространство L5 — S1.

Боковая проекция L5 — S1, как правило, предоставляет больше информации, чем задняя проекция.

Можно также использовать пронационную укладку с направлением ЦЛ **краниально** (увеличивает РОП).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Межпозвоночное пространство L5 — S1 и крестцово-подвздошные суставы в задней проекции.

Укладка. • Крестцово-подвздошные суставы равноудалены от позвоночника, что указывает на отсутствие ротации таза. • О правильном направлении ЦЛ свидетельствует открытое межпозвоночное пространство.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре хорошо диафрагмированного поля/кассеты находится межпозвоночное пространство L5 — S1.

Параметры экспозиции. • При оптимальной плотности и контрасте демонстрируется L5 — S1 и крестцово-подвздошные суставы. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.



Рис. 9-44. Укладка пациента для задней аксиальной проекции L5 - S1 — ЦЛ 30-35° краниально



Рис. 9-45. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника и задней аксиальной проекции L5 - S1 — ЦЛ 30-35° краниально

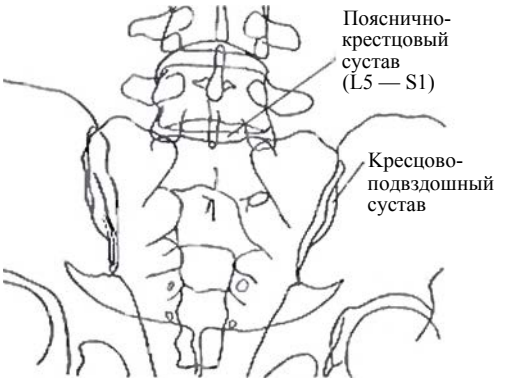


Рис. 9-46. Анатомическая схема поясничного отдела позвоночника в задней аксиальной проекции L5 — S1

ПЕРЕДНЯЯ (ИЛИ ЗАДНЯЯ) ПРОЕКЦИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ СКОЛИОЗА

Выявляемая патология

Степень и выраженность сколиоза.

Серия проекций при сколиозе часто включает **два изображения в задней (или передней)** проекции, для сравнения выполняемых одно при вертикальном, другое — при горизонтальном положении.

Исследование сколиоза
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя (задняя) проекция при вертикальном или супинационном положении
- Вертикальная боковая

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное;

для более высоких пациентов — 35 х 90 см, если возможно.

- Подвижный или стационарный растр.
- Компенсирующий фильтр для достижения более однородной плотности вдоль позвоночного столба.
- Значение кВ, соответствующее росту/возрасту пациента для обеспечения оптимального контраста изображения и низкой дозы облучения пациента.
- При использовании вертикального положения — маркер вертикальной укладки.
- Уставки и дозы при РИП 150 см

	см	кВ	мАс	КД	СД	Молочная железа	Гон.
Передняя проекция:	23	90	25	4470	810	160	М 10 Ж 430
Задняя проекция:	23	90	25	4170	810	1640	М 20 Ж 430

Радиационная защита

Гонадная защита не должна закрывать область интереса. Используйте защитные средства области молочных желез для молодых женщин. Можно использовать теневые экраны, размещенные на глубинной диафрагме, как показано на рис. 9-48 и как видно на рентгенограмме рис. 9-50.

Укладка пациента

Положение пациента — вертикальное и горизонтальное, причем при вертикальном вес тела пациента должен быть равномерно распределен на обе ноги.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль срединной сагиттальной плоскости и средней линии стола/растра, руки расположены вдоль тела.
- **Нет ротации** таза или туловища, насколько это возможно (Результатам сколиоза может быть и изгиб или ротация позвонков, при котором поворот неизбежен)
- **Нижний край кассеты** находится **минимум на 3-5 см ниже подвздошного гребня** (высота определяется размером кассеты и/или области сколиоза).

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно к **средней точке кассеты**.
- РИП составляет 100-150 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Поясничные и грудные позвонки, расположенные примерно на 5 см ниже подвздошных гребней.

Укладка. • Грудные и поясничные позвонки демонстрируются в истинно задней, насколько это возможно, проекции. Очевиден некоторый поворот таза и/или грудной клетки, так как сколиоз обычно сопровождается изгибом или поворотом пораженных позвонков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре поля диафрагмирования/кассеты должен находиться позвоночный столб.

Параметры экспозиции. • При достаточной плотности и контрасте снимка должны полностью демонстрироваться грудные и поясничные позвонки. Компенсирующий фильтр помогает получить однородную плотность вдоль всей длины позвоночника, если используется кассета размером 35 х 90 см. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.



Рис. 9-47. Вертикальное положение пациента для передней проекции



Рис. 9-48. Свинцовый компенсирующий фильтр с защитными экранами для грудных желез и гонад, прикрепленными к нижней части глубинной диафрагмы с помощью магнитов



Рис. 9-49. Рентгенограмма передней вертикальной проекции позвоночника — кассета 35 х 43 см



Рис. 9-50. Рентгенограмма передней вертикальной проекции позвоночника - кассета 90 см, с использованием теневых защитных экранов

Диафрагмирование с четырех сторон к области интереса. Для первого снимка не рекомендуется слишком узкое диафрагмирование, потому что требуется также оценить деформацию прилегающих областей ребер и таза.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Примечание: рекомендуется использовать переднюю проекцию вместо задней из-за того, что в передней проекции пациент получает существенно меньшую дозу облучения на молочные железы и щитовидную железу. Исследования показали, что в этой проекции доза облучения молочных желез[1] меньше приблизительно на 90% (см. дозы облучения в таблице, представленной выше).

При сколиозе у детей обычно требуется повторение рентгенографии на протяжении нескольких лет, поэтому необходимо применять средства радиационной защиты.

[1] Frank ED, Stears JG, Gray JE and others: Use of the posteroanterior projection: a method of reeducing, x-ray exposures to radiosensitive organs, *Radiol Technol* 54:343-347, 1983.

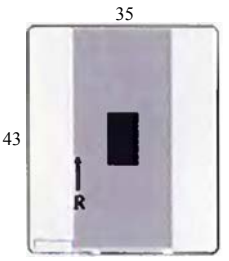
БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ - ВЕРТИКАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ СКОЛИОЗА

Исследование сколиоза
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя (задняя) проекция при вертикальном или супинационном положении
- Вертикальная боковая

Выявляемая патология

Спондилолистез, степень кифоза или лордоза.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное, или 35 x 90 см для более высоких пациентов, если возможно.
- Стационарный или подвижный растр.
- Маркер вертикального положения.
- Использование компенсирующего фильтра для достижения более однородной плотности вдоль позвоночного столба.
- 90 - 100 кВ.
- Уставки и дозы при РИП 150 см

см	кВ	мАс	КД	СД	Молочная железа	Гон.
27	90	50	10080	1340	1390 мкГр	М 0 Ж 90

Радиационная защита

Контактные гонадные защитные экраны или теневые экраны, расположенные на глубинной диафрагме, не должны закрывать область интереса. У молодых женщин используйте защитные средства молочных желез.

Укладка пациента

Пациент находится в вертикальном боковом положении, руки подняты или, если пациент не может стоять с поднятыми руками, пусть держится за опору перед собой. Выпуклая сторона позвоночника прижата к кассете.

Укладка снимаемой области

- Таз и туловище пациента находятся в **истинно боковой укладке**, насколько это возможно.
- ЦЛ идет вдоль средней корональной плоскости тела и средней линии кассеты.
- Нижний край кассеты находится **минимум на 3-5 см ниже уровня подвздошных гребней** (направление определяет размер кассеты и рост пациента).

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно к средней точке кассеты.
- РИП составляет 100-150 см.

Диафрагмирование с четырех сторон к области интереса. Диафрагмируйте аккуратно по бокам во избежание отсечения изображения позвоночника.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на **выдохе**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Боковая укладка демонстрирует грудные и поясничные позвонки.

Укладка. • Грудные и поясничные позвонки находятся в истинно задней, насколько это возможно, укладке. • Очевиден некоторый поворот таза и/или грудной клетки, так как сколиоз обычно сопровождается изгибам или ротацией пораженных позвонков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре поля диафрагмирования/кассеты должен находиться позвоночный столб. • Должно быть включено минимум 2,5 см подвздошных гребней.

Параметры экспозиции. • Поясничные и грудные позвонки должны иметь оптимальную плотность и контрастность. • Компенсирующий фильтр помогает получить однородную плотность при использовании кассеты размером 35 x 90 см. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.



Рис. 9-51. Вертикальное положение пациента для правой боковой проекции



Рис. 9-52. Рентгенограмма позвоночника в боковой проекции



Рис. 9-53. Рентгенограмма позвоночника в боковой проекции с использованием компенсирующего фильтра и теневым защитным экраном для грудных желез

ПЕРЕДНЯЯ (ЗАДНЯЯ) ПРОЕКЦИЯ - ПО ФЕРГЮСОНУ: ИССЛЕДОВАНИЕ СКОЛИОЗА

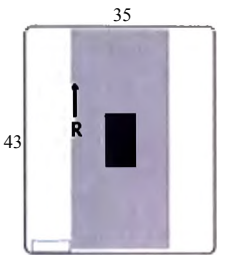
Исследование сколиоза
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя (задняя) (по Фергюсону)
- Задняя (или передняя) — «П» и «Л» согнувшись

Выявляемая патология

Этот метод помогает при необходимости дифференцировать первичную деформацию изгиба позвоночника от компенсаторного изгиба.

Выполняют **два изображения** — одно обычное в вертикальной укладке (задняя или передняя проекция), а другое — с ногой или бедром, стоящими на опоре, при этом приподнята нога с выпуклой стороны позвоночника.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное, или 35 x 90 см.
- Подвижный или стационарный растр.
- Маркер вертикальной укладки.
- Использование компенсирующего фильтра для достижения более однородной плотности вдоль позвоночного столба.
- Уставки и дозы при РИП 150 см:

	см	кВ	мАс	КД	СД	Молочная железа	Гон.
Передняя проекция:	23	90	25	4470	890	160 мкГр	М 20 Ж 430

Радиационная защита

Контактные гонадные защитные экраны или теневые экраны, расположенные на глубинной диафрагме, не должны закрывать область интереса. У молодых женщин используйте защитные средства молочных желез.

Укладка пациента

- Пациент сидит или стоит, руки — по бокам.
- Для второго снимка под ступню (или под бедро, если пациент сидит) кладут опору с **выпуклой стороны** позвоночника таким образом, чтобы пациент мог сохранять укладку **без посторонней помощи**. Используют опору высотой 8-10 см под ягодицу в положении сидя или под (ступню в положении стоя (рис. 9 55).

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль срединной сагиттальной плоскости и средний линии стола/растра, при этом руки пациента расположены по бокам вдоль тела
- **Нет ротации** туловища или таза, если возможно.
- В кассету включена область, расположенная минимум на 3-5 см ниже подвздошного гребня.

Центральный луч

- ЦЛ направлен **перпендикулярно к средней точке кассеты**.
- РИП составляет 100-150 см. Увеличение РИП требует адекватного диафрагмирования, если использовать кассеты формата 35 x 90 см.

Диафрагмирование с четырех сторон к области интереса.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Примечание: для данной процедуры не используют ни один из видов поддержки (например, компрессионный пояс). При выполнении второго снимка пациент обходится без посторонней помощи, в положение стоя или сидя с одной стороны ему кладут опору.

Следует использовать переднюю проекцию ввиду более низкой дозы облучения на щитовидную железу и молочные железы.

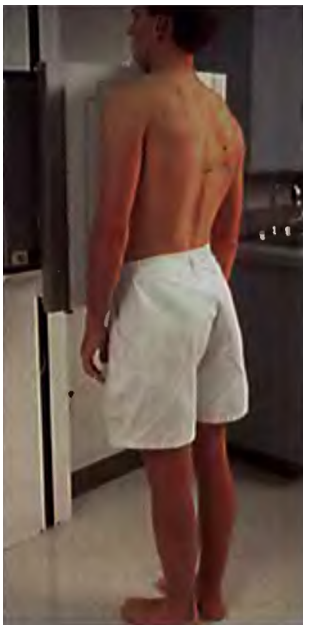


Рис. 9-54. Вертикальная полиция пациента для передней проекции



Рис. 9-55. Вертикальная позиция пациента для передней проекции, нога с выпуклой стороны позвоночника стоит на опоре



Рис. 9-56. Рентгенограмма позвоночника в вертикальной передней проекции, без поднятия ноги



Рис. 9-57. Рентгенограмма позвоночника в вертикальной передней проекции, с правой ногой на опоре

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны демонстрироваться все грудные и поясничные позвонки. • На снимке нужно включить область, расположенную минимум на 2,5 см ниже подвздошного гребня.

Укладка. • Грудные и поясничные позвонки должны демонстрироваться в истинно передней или задней проекции насколько это возможно.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре поля диафрагмирования/кассеты должен находиться позвоночный столб.

Параметры экспозиции. • Поясничные и грудные позвонки должны иметь оптимальную плотность и контрастность. • Компенсирующий фильтр помогает получить однородную плотность вдоль всего позвоночника. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.

ЗАДНЯЯ (ПЕРЕДНЯЯ) ПРОЕКЦИЯ - ПРАВАЯ ИЛИ ЛЕВАЯ СОГНУВШИСЬ: ИССЛЕДОВАНИЕ СКОЛИОЗА

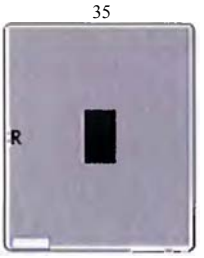
Выявляемая патология

Оценивается амплитуда движения позвоночного столба.

Исследование сколиоза
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя (задняя) (по Фергюсону)
- Задняя (передняя) — «П» и «Л» согнувшись

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное или 35 х 90 см
- Подвижный или стационарный растр.
- Маркер вертикальной укладки.
- Использование компенсирующего фильтра для достижения более однородной плотности вдоль позвоночного столба
- Уставки и дозы:



	см	кВ	мАс	КД	СД	Молочная железа	Гон.
Задняя проекция:	17	80	15	1770	420	60 мкГр	М 0 Ж 260

Радиационная защита

Контактные защитные экраны не должны закрывать область интереса.

Укладка пациента

Пациент находится и вертикальной или горизонтальной позиции, руки — по бокам вдоль тела как для передней, так и для задней проекции.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль срединной сагиттальной плоскости и средней линии стола/растра, при этом руки пациента расположены по бокам вдоль тела.
- **Нет ротации** туловища или таза, если возможно.
- Нижний край кассеты расположен на **3-5 см ниже подвздошного гребня**.
- Учитывая, что таз играет роль оси вращения, попросите пациента нагнуться вбок (боковое сгибание) как можно сильнее,
- В горизонтальной укладке для достижения максимального бокового сгибания двигается верхняя часть туловища и ноги.
- Для выполнения снимка другой стороны выполняются те же этапы.

Центральный луч

- ЦЛ направлен **перпендикулярно к средней точке кассеты**.
- РИП составляет 100-150 см. Увеличение РИП требует адекватного диафрагмирования, если использовать кассеты формата 35 х 90 см.

Диафрагмирование с четырех сторон почти к самым границам кассеты, не отсекая ни одной области позвоночника.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Примечание: во время укладки таз должен оставаться неподвижным, насколько это возможно. Он играет роль оси вращения во время смены положения.

Можно выполнять переднюю проекцию при вертикальной укладке, чтобы существенно снизить дозу облучения рентгеночувствительных органов.



Рис. 9-58. Супинационная укладка пациента для задней проекции — с наклоном влево. Вставка, передняя проекция — с наклоном влево



Рис. 9-59. Супинационная укладка пациента для задней проекции — с наклоном вправо. Вставка, передняя проекция — с наклоном вправо



Рис. 9-60. Рентгенограмма позвоночника в вертикальной задней проекции — с наклоном влево



Рис. 9-61. Рентгенограмма позвоночника в вертикальной задней проекции — с наклоном вправо

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Задняя/передняя проекция грудного и поясничного отделов позвоночника, при этом пациент находится в боковой укладке со сгибанием; на изображении должна быть видна область, расположенная минимум на 2,5 см ниже подвздошных гребней.

Укладка. • Грудные и поясничные позвонки должны демонстрироваться в боковой проекции (с наклоном вправо и влево). • На изображении может быть видна ротация таза и/или грудной клетки, так как сколиоз часто сопровождается ротацией поврежденных позвонков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре поля диафрагмирования/кассеты должен находиться позвоночный столб.

Параметры экспозиции. • Поясничные и грудные позвонки должны иметь оптимальную плотность и контрастность. • Компенсирующий фильтр помогает получить однородную плотность вдоль всего позвоночника. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.

БОКОВЫЕ УКЛАДКИ - СИЛЬНОЕ РАЗГИБАНИЕ И СИЛЬНОЕ СГИБАНИЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕЩАЕМОСТИ ПОЗВОНКОВ

Исследование смещаемости позвонков
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (передняя) — «П» и «Л» согнувшись (стр. 298)
- Боковая — сильное разгибание и сильное сгибание

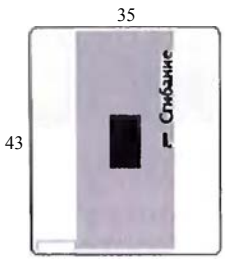
Выявляемая патология

Проекция демонстрирует степень смещаемости позвонков.

Выполняют **два снимка** позвоночника в боковой укладке (одно — при сильном сгибании, другое — при сильном разгибании).

Проекции с наклоном вправо и влево тоже, как правило, являются частью исследования подвижности позвоночника, и они схожи с теми, что выполняются при исследования сколиоза (с. 327).

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или стационарный растр.
- 85 — 90 кВ; пластина из просвинцованного винила на поверхности стола сзади от пациента.
- Использование маркеров разгибания и сгибания.
- Уставки и дозы для одной проекции:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
27	90	50	10230	1270	М Ж	0 290

мкГр

Радиационная защита

Контактные защитные экраны не должны закрывать область интереса.

Укладка пациента

Пациент находится в боковой горизонтальной укладке, под голову кладется подушка, между колен — опора (см. примечания для возможной вертикальной укладки).

- Нижний край кассеты расположен 3-5 см ниже уровня подвздошного гребня.

Укладка снимаемой области

- Средняя корональная плоскость выравнивается по средней линии растра.

Сильное сгибание

- Учитывая, что таз играет роль оси вращения, попросите пациента принять положение плода (нагнувшись вперед), подтянув к себе ноги **как можно выше**.

Сильное разгибание

- Учитывая, что таз играет роль оси вращения, попросите пациента для переразгибания длинной оси тела отвести согнутые ноги как можно дальше назад.
- Нет ротации грудной клетки или таза.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • При сильном сгибании и сильном разгибании демонстрируется латеральный вид поясничных позвонков.

Укладка. • Об истинно боковой укладке **пациента** свидетельствует совпадение задних контуров тел позвонков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре поля диафрагмирования/кассеты должен находиться позвоночный столб.

Параметры экспозиции. • Поясничные позвонки должны иметь оптимальную плотность и контрастность. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.



Рис. 9-62. Укладка пациента для боковой проекции — сильное сгибание



Рис. 9-63. Укладка пациента для боковой проекции — сильное разгибание



Рис. 9-64. Рентгенограмма позвоночника в боковой проекции — сильное сгибание



Рис. 9-65. Рентгенограмма позвоночника в боковой проекции — сильное разгибание

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на зону исследования подвижности позвоночника, если она определена, или на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон к области интереса.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Примечание: проекцию можно выполнять при вертикальной укладке (пациент стоит или сидит на стуле). Пациент должен нагнуться вперед как можно больше, держась за ножки стула, а затем прогнуться назад, держась за спинку стула, чтобы сохранить это положение.

Во время укладки таз должен оставайся неподвижным, насколько это возможно. Он играет роль оси вращения во время смены укладки.

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ КРЕСТЦА: КРЕСТЕЦ

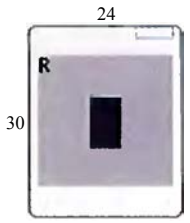
Крестец и копчик
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная крестца
- Задняя аксиальная копчика
- Боковая

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует патологические изменения крестца.

Примечание: перед началом процедуры пациенту нужно опорожнить мочевой пузырь. Желательно также, чтобы дистальная часть оболочной кишки была свободна от газов и фекалий, для чего по назначению врача может быть сделана клизма.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или стационарный растр.
- 75 - 80 кВ (или 85 - 90 кВ и снижение значения мАс).
- Уставки и дозы:

	см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
80 кВ:	17	80	15	1720	470	М 20 Ж 260
92 кВ:	17	92	8	1250	380	М 20 Ж 210

мкГр

Радиационная защита

Используйте гонадные защитные экраны для мужчин. Использование защитных экранов на яичники для женщин невозможно, так как они закрывают область интереса.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, под голову кладется подушка, под колени для удобства — опора, ноги пациента вытянуты.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль **срединной сагиттальной плоскости и средней линии стола/растра**.
- **Нет ротации** таза.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **краниально** под углом **15°** так, чтобы войти в **срединную сагиттальную плоскость в точке между уровнем лобкового симфиза и ВППО**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон максимально близко к области интереса.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Примечание: рентгенолаборант может увеличить угол наклона ЦЛ до 20° краниально для пациентов с выраженным искривлением позвоночника или наклоном крестца и таза.

У женщин крестец обычно короче и шире, чем у мужчин (нужно учитывать при диафрагмировании).

Можно использовать **пронационную** укладку (**ЦЛ 15° каудально**), если того требует состояние пациента.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Не укороченная задняя проекция крестца, крестцово-подвздошных суставов и межпозвоночного пространства L5 - S1.

Укладка. • Нижняя часть крестца должна располагаться в центре входа в таз, что свидетельствует об отсутствии ротации таза. • При правильной укладке крестца и правильном направлении ЦЛ крестец демонстрируется без укорачивания и лонные кости не накладываются на крестцовые отверстия.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре кассеты и области диафрагмирования должен находиться крестец.

Параметры экспозиции. • Крестец и крестцово-подвздошные суставы должны иметь оптимальную плотность и контрастность. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.

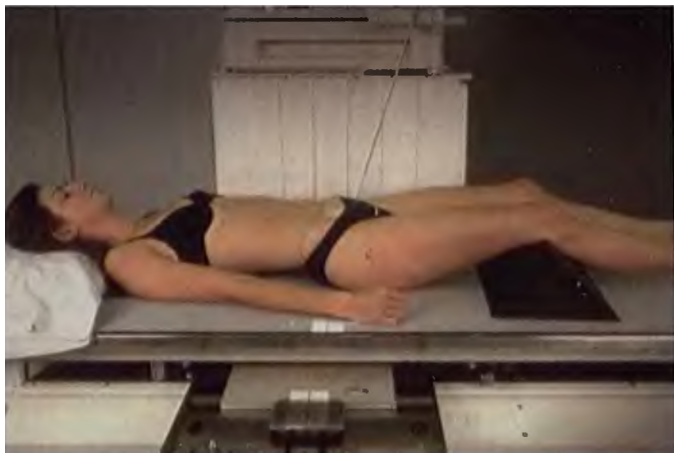


Рис. 9-66. Укладка пациента для задней проекции крестца — 15° краниально



Рис. 9-67. Рентгенограмма крестца в задней проекции — 15° краниально

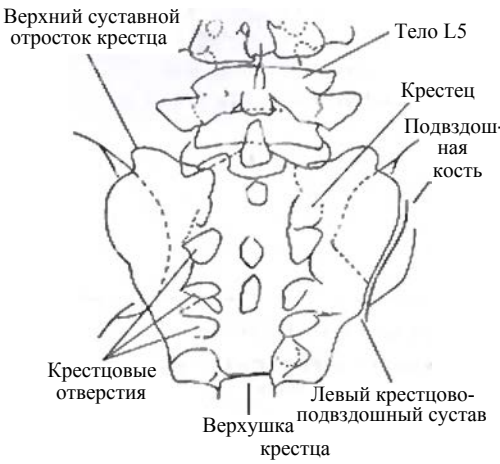


Рис. 9-68. Анатомическая схема крестца и задней проекции 15° краниально

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ КОПЧИКА: КОПЧИК

Крестец и копчик
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная крестца
- Задняя аксиальная копчика
- Боковая

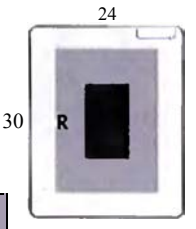
Выявляемая патология

Проекция демонстрирует патологические изменения копчика.

Примечание: перед началом процедуры пациенту нужно опорожнить мочевой пузырь. Желательно также, чтобы дистальная часть ободочной кишки была свободна от газов и фекалий, для чего по назначению врача может быть сделана клизма.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 x 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или стационарный растр.
- 75 - 80 кВ (или 85 - 90 кВ и снижение значения мАс).
- Уставки и дозы:



	см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.	
80 кВ:	17	80	15	1720	470	М Ж	20 260
92 кВ:	17	92	8	1250	380	М Ж	20 210

мкГр

Радиационная защита

Используйте гонадные защитные экраны для мужчин. Использование защитных экранов на яичники для женщин не возможно, так как они закрывают область интереса.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине, под голову кладется подушка; под колени для удобства - опора, ноги пациента вытянуты.

Укладка снимаемой области

- ЦЛ идет вдоль срединной сагиттальной плоскости и средней линии стола/растра.
- **Нет ротации** таза.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен каудально под углом **10°** и направлен на область, расположенную на **5 см выше лобкового симфиза.**
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон максимально близко к области интереса.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Примечание: рентгенолаборант может увеличить угол наклона ЦЛ до 15° каудально, если выявлена большая передняя кривизна копчика с помощью пальпации или по боковой проекции копчика.

Можно использовать **пронационную** укладку (**ЦЛ 10° краниально**), если того требует состояние пациента. При этом ЦЛ направлен на копчик, локализацию которого определяют относительно большого вертела.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Отсутствует наложение частей копчика друг на друга и наложение на копчик лобкового симфиза.

Укладка. • При правильной укладке копчика и правильном направлении ЦЛ копчик демонстрируется без наложения и располагается над симфизом. Сегменты копчика должны быть открыты. В противном случае сегменты копчика будут сливаться и может потребоваться увеличение угла ЦЛ. (Чем более выражена кривизна копчика, тем больше требуется угол наклона ЦЛ). • Копчик должен быть равноудален от боковых стенок входа в таз, что говорит об отсутствии ротации таза пациента.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре области диафрагмирования должен находиться копчик.

Параметры экспозиции. • Копчик должен иметь оптимальную плотность и контрастность. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.

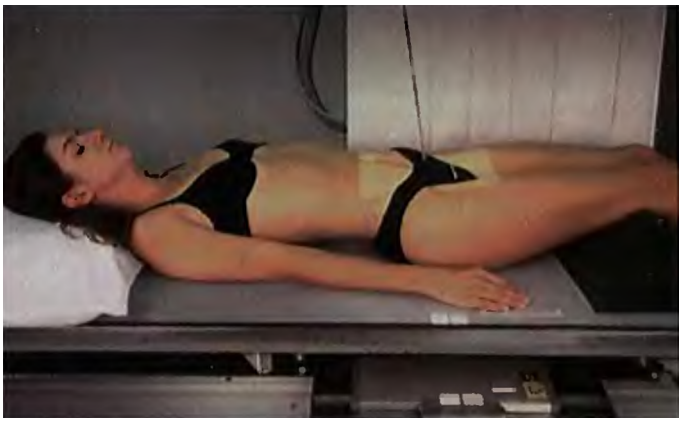


Рис. 9-69. Укладка пациента для задней аксиальной проекции копчика — 10° каудально



Рис. 9-70. Рентгенограмма копчика в задней аксиальной проекции — 10° каудально. (С разрешения Jim Sanderson, RT.)

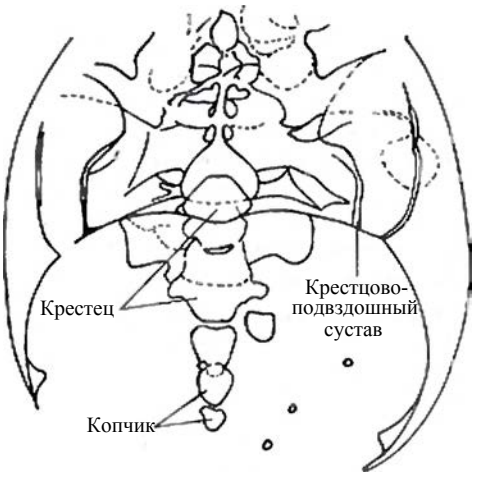


Рис. 9-71. Анатомическая схема копчика в задней аксиальной проекции — 10° каудально.

БОКОВАЯ УКЛАДКА КРЕСТЦА И КОПЧИКА: КРЕСТЕЦ И КОПЧИК

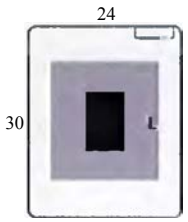
Крестец и копчик
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная крестца
- Задняя аксиальная копчика
- Боковая

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует патологические изменения крестца и копчика.

Примечание: обычно изображение крестца и копчика получают на одном снимке. Отдельные задние проекции требуются ввиду разного угла наклона ЦЛ, но **боковые проекции выполняют одним снимком**, где в центре располагается и крестец, и копчик. Эта проекция рекомендуется для снижения доз на гонады.

Технические условия исследования



Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.

- Подвижный или стационарный растр.
- 90 ± 5 кВ.
- Пластина из просвинцованного винила на поверхности стола сзади от пациента.
- Если снимок включает копчик, то для достижения оптимальной плотности используют фильтр типа бумеранг.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
31	90	55	12480	1190	М 20 Ж 450

мкГр

Радиационная защита

Контактные защитные экраны не должны закрывать область интереса.

У женщин невозможно полностью защитить экранами яичники, так как при этом будет закрыта область интереса.

Укладка пациента

Пациент находится в истинно боковой горизонтальной укладке, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Колени пациента согнуты.
- Под область талии и между колен кладут опору для поддержания укладки и обеспечения удобства пациента.
- ЦЛ направлен на **длинную ось крестца и копчика и вдоль средней линии стола/растра**.
- Таз и тело **пациента** должны находиться в **истинно боковой укладке**.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на 8-10 см **кзади от ВППО** (при центрации на крестец.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон максимально близко к области интереса.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Вид крестца сбоку, межпозвоночного пространства L5 -S1 и копчика.

Укладка. • Правые и левые задние отделы таза (большие седалищные вырезки и головки бедренных костей) накладываются друг на друга, что свидетельствует об отсутствии ротации таза пациента.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Крестец и копчик находятся в центре кассеты.

Параметры экспозиции. • Крестец должен иметь оптимальную плотность и контрастность. Копчик может оказаться несколько переэкспонированным, в зависимости от роста пациента и используемого фильтра. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.



Рис. 9-72. Укладка пациента для боковой проекции крестца и копчика



Рис. 9-73. Укладка пациента для боковой проекции крестца



Рис. 9-74. Рентгенограмма крестца и копчика в боковой проекции

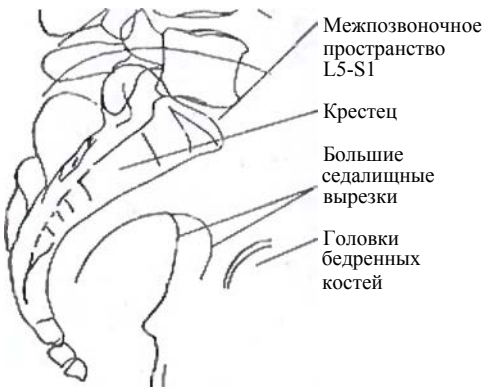


Рис. 9-75. Анатомическая схема крестца и копчика в боковой проекции

Примечание: так как уровень вторичного излучения высок, то для снижения дозы облучения пациента и получения высококачественного изображения важно выполнять диафрагмирование максимально близко к области интереса.

БОКОВАЯ УКЛАДКА КОПЧИКА: КОПЧИК

Крестец и копчик
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная крестца
- Задняя аксиальная копчика
- Боковая

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует патологические изменения копчика.

Примечание: обычно назначают рентгенографию крестца и копчика одновременно, поэтому необходима одна боковая проекция, **включающая как крестец, так и копчик**. Рекомендуется выполнять именно эту проекцию ввиду низкой дозы облучения на гонады.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или стационарный растр.
- 80 ± 5 кВ.
- Пластина из просвинцованного винила — на поверхности стола сзади от пациента.
- Необходимо с осторожностью прибегать к автоматическому контролю экспозиции, если его вообще используют, из-за особого расположения снимаемой области.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
31	80	70	12060	950	М 10 Ж 240
					мкГр

Радиационная защита

Контактные защитные экраны не должны закрывать область интереса.

У женщин невозможно полностью защитить экранами яичники, так как экраны закрывают область интереса.

Укладка пациента

Пациент находится в боковой горизонтальной укладке, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Колени пациента согнуты.
- Под область талии и между колен кладут опору.
- ЦЛ направлен **на длинную ось копчика и вдоль средней линии стола/растра**. (Помните о том, что копчик расположен в теле довольно поверхностно.)
- Таз и тело пациента должны находиться в **истинно боковой** укладке.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен поверхности стола/растра.
- ЦЛ направлен **на 8-10 см кзади и 2 см дистально по отношению к ВППО** (при центрации на копчик).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон максимально близко к области интереса.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Копчик виден сбоку (в этой укладке демонстрируется передняя вогнутость копчика). Пространства между сегментами при отсутствии их слияния должны быть открытыми.

Укладка. • На отсутствие поворота пациента указывает наложение больших седалищных вырезок.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Копчик должен находиться в центре области диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Оптимальная плотность и контраст снимка должны позволять хорошо видеть сегменты копчика. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей.



Рис. 9- 76. Укладка пациента для боковой проекции копчика



Рис. 9-77. Укладка пациента для боковой проекции копчика

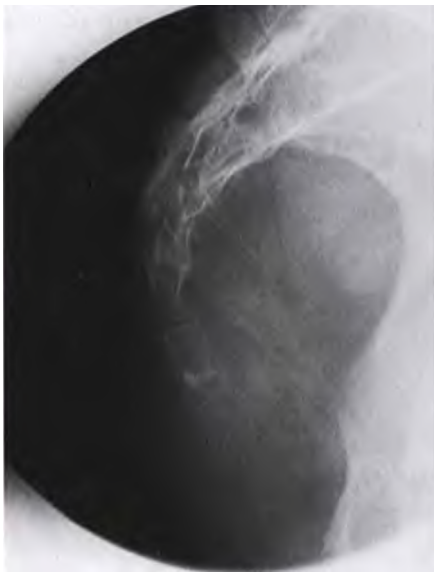


Рис. 9-78. Рентгенограмма копчика и боковой проекции

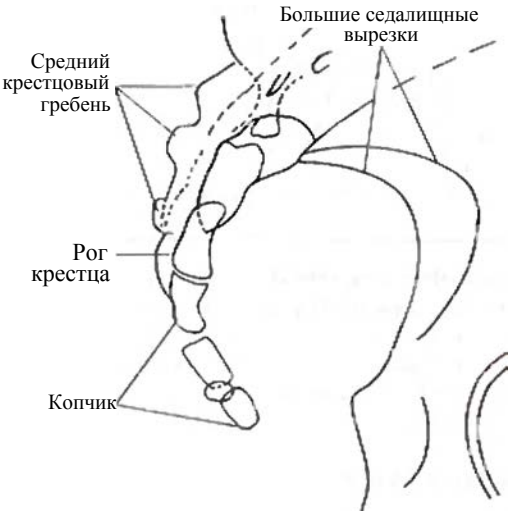


Рис. 9-79. Анатомическая схема копчика в боковой проекции

Примечание: при выполнении рентгенограмм крестца и копчика по отдельности для кончика требуется более низкое значение кВ и меньшее значение мАс, чем для боковой проекции крестца.

Упражнения по рентгенограммам

Каждая из прицеленных здесь рентгенограмм содержит ошибки и требует пересъемки. Оцените прицеленные рентгенограммы, используя принципы, которые приведены в этой главе, и категории, приведенные справа.

Для начала обдумайте, к какой категории можно отнести ошибку на снимке, которая **требует пересъемки**.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ				
	А	**Б**	**В**	**Г**	**Д**
1. Видимые анатомические структуры	_____	_____	_____	_____	_____
2. Укладка пациента	_____	_____	_____	_____	_____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	_____	_____	_____	_____	_____
4. Параметры экспозиции	_____	_____	_____	_____	_____
5. Маркировка	_____	_____	_____	_____	_____



Рис С9-80. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в боковой проекции **А**

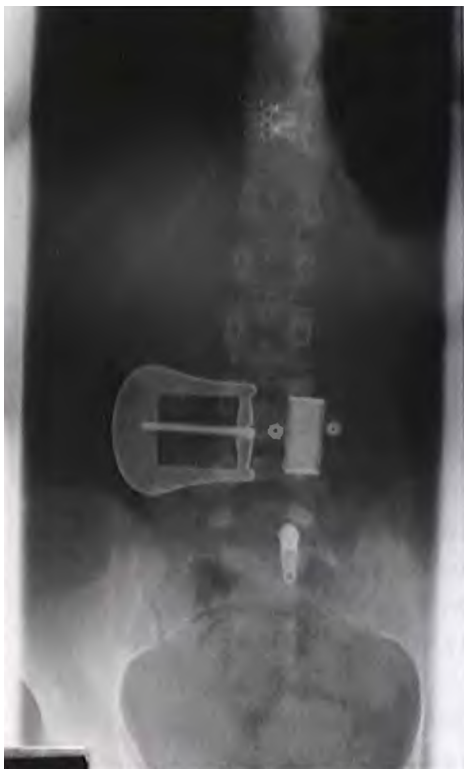


Рис. С9-81. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в задней проекции **Б**



Рис. С9-82. Рентгенограмма L5-S1 в боковой проекции **В**



Рис. С9-83. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в косой проекции **Г**



Рис. С9-84. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в косой проекции **Д**

Кости грудной клетки — грудина и ребра

СОАВТОРЫ: **Cindy Murphy, ACR**

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: John P. Lamhignano, M Ed, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Скелет грудной клетки, грудина и пальпируемые топографические ориентиры, 336

Ребра, 337

Сочленения грудной клетки, 338

Укладки

Укладка грудины — общие вопросы, 339

Укладка ребер, 340

Рекомендуемые проекции для ребер, 341

Педиатрия и гериатрия, 341

Альтернативные методы исследований, 342

Клинические показания, 342

Результаты опроса по США и Канаде, 343

Грудина

- Проекция в правой передней косой укладке, 344
- Проекция в боковая укладке, 345

Грудиноключичные суставы

- Прямая передняя проекция, 346
- Передняя косая укладка, 347

Ребра

- Задняя проекция (задние отделы ребер), 348
- Передняя проекция (передние отделы ребер), 349
- Косая укладка (подмышечная область), 350

Упражнения по рентгенограммам, 352

Скелет грудной клетки

Основное назначение грудной клетки — осуществлять дыхательные движения: сжиматься и расширяться (как меха у гармони). Движениями управляют мускулы, которые крепятся к ребрам.

В образовании скелета грудной клетки принимают участие: **грудина** (спереди), **грудной отдел позвоночника** (сзади) (рис. 10-3) и **12 пар ребер** (и их хрящи), соединяющих позвоночник и грудину. Кости грудной клетки защищают важные органы дыхательной системы и средостения в частности, сердце и большие сосуды.

Грудина часто подвергается биопсии, когда под местной анестезией в нее вводят иглу и отбирают пробу красного костного мозга.

На рис. 10-3 показана схема взаимного расположения позвоночника (12 грудных позвонков), грудины и 12 пар ребер. Как видно из рисунка, тонкая пластина грудины закрывает органы средостения и позвоночный столб, если смотреть спереди. Но в силу достаточной рентгенопрозрачности грудины ее практически не видно на передних и задних проекциях грудной клетки.

ГРУДИНА

У взрослого человека грудина — тонкая плоская кость, которая имеет три отдела. Верхний отдел — **рукоятка**. У взрослого рукоятка имеет длину примерно 5 см.

Самый длинный отдел грудины, примерно 10 см, — **тело**. Окостенение (объединение) четырех сегментов тела грудины продолжается от рождения до примерно 25 лет.

Нижний отдел грудины — **мечевидным отросток**, представляет собой хрящ, процесс окостенения которого заканчивается примерно к 40 годам жизни. Этот маленький отдел грудины достаточно разнообразен по форме, размеру и степени окостенения.

Пальпируемые костные ориентиры

Верхний отдел рукоятки грудины легко пальпируется и хорошо известен — это **яремная вырезка** (рис. 10-3). По-другому яремную вырезку могут называть **верхнегрудинной вырезкой** или **вырезкой рукоятки грудины**, что обозначает ямку в верхней части рукоятки грудины между окончаниями ключиц. Яремная вырезка расположена на уровне 2-3 грудных позвонков (**Th2- Th3**).

Место соединения нижнего отдела рукоятки с телом грудины несколько выдается кпереди, образуя хорошо пальпируемый выступ — **угол грудины**, который расположен на уровне межпозвоночного диска между 4 и 5 грудными позвонками (Th4-Th5).

Нижняя часть **мечевидного отростка** находится на уровне девятого или десятого грудного позвонка (Th9-Th10). **Подгрудинный угол реберной дуги** (нижне-наружный край грудной клетки) находится на уровне 2-3 поясничных позвонков (L2-L3).

Грудиноключичное сочленение. Каждая ключица крепится к боковой части рукоятки грудины с помощью грудиноключичного сустава — единственного костного сочленения между грудной клеткой и плечевым поясом.

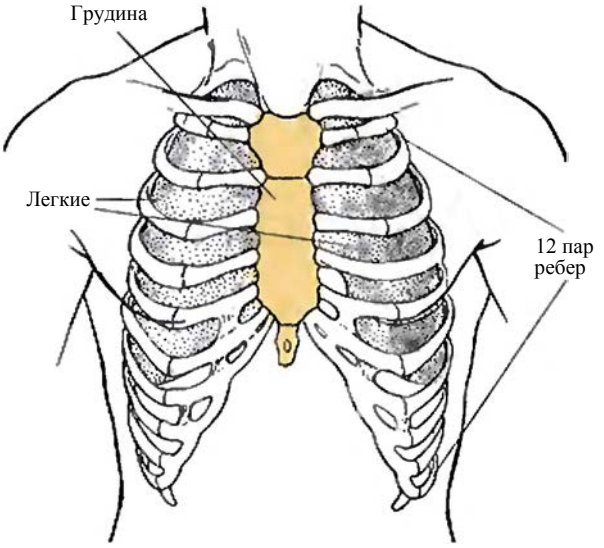


Рис. 10-1. Кости грудной клетки (прочная и подвижная оболочка легких)

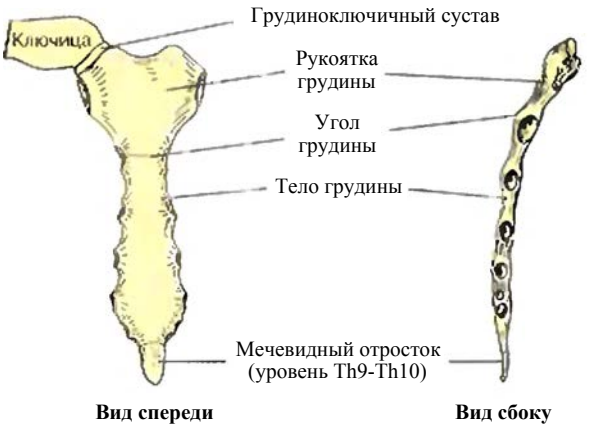


Рис. 10-2. Грудина

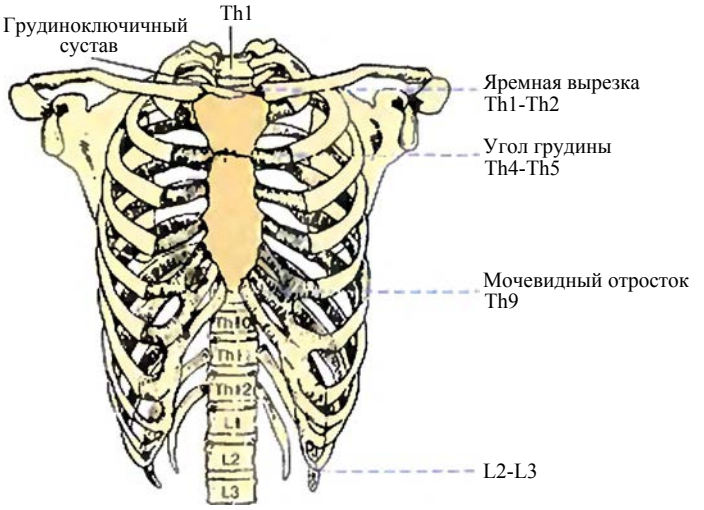


Рис. 10-3. Грудная клетка — грудина, ребра и грудные позвонки (топографические ориентиры и уровни соответствующих позвонков)

Грудинореберные сочленения. Ключицы и **реберные хрящи** первых семи ребер образуют соединения с грудиной напрямую. Для образования соединения с ключицами на рукоятке находятся две ключичные вырезки, ниже под грудиноключичным суставом расположена вырезка (или **суставная поверхность**) для образования сочленения с первым ребром (синхондроз).

Передние отделы ребер соединяются с грудиной с помощью **реберных хрящей** (рис. 10-4). Для наглядности на рисунке показаны две проекции грудины в области грудинореберных сочленений.

Реберный хрящ второго ребра крепится к грудине в районе реберного угла — границы между рукояткой и телом грудины. Легкий метод нахождения передней части второго ребра — это пальпация реберного угла, а затем пальпация в латеральном направлении вдоль реберного хряща до начала костной части ребра.

С третьего по седьмой (очень редко — по восьмой) реберные хрящи крепятся к телу грудины в районе соответствующих грудинных вырезок.

Ребра с 8 по 10 тоже имеют реберные хрящи, но они крепятся к седьмому реберному хрящу, а не к грудине.

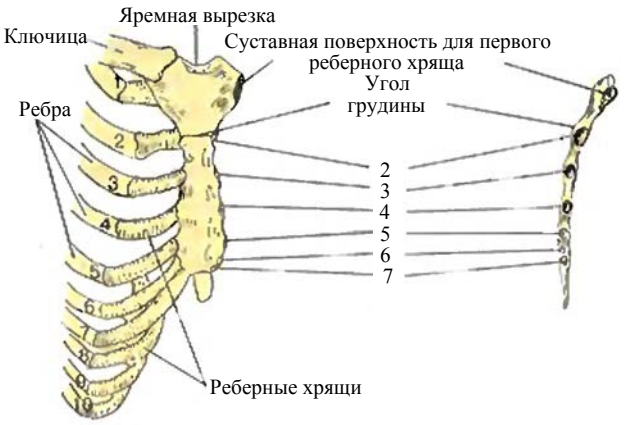


Рис. 10-4. Грудинореберные сочленения

РЕБРА

Нумерация ребер соответствует нумерации позвонков, к которым они крепятся Первые семь пар ребер называют **истинными ребрами**, так как они крепятся непосредственно к грудине с помощью своих реберных хрящей. Термин **ложные ребра** применяют к последним пяти парам ребер — от 8 по 12.

На рис. 10-5 еще раз ясно показано, что с 8 по 10 реберные хрящи крепятся к седьмому реберному хрящу

Последние две пары ложных ребер уникальны и не имеют реберных хрящей. Их называют подвижными, качающимися ребрами (costae fluctuantes).

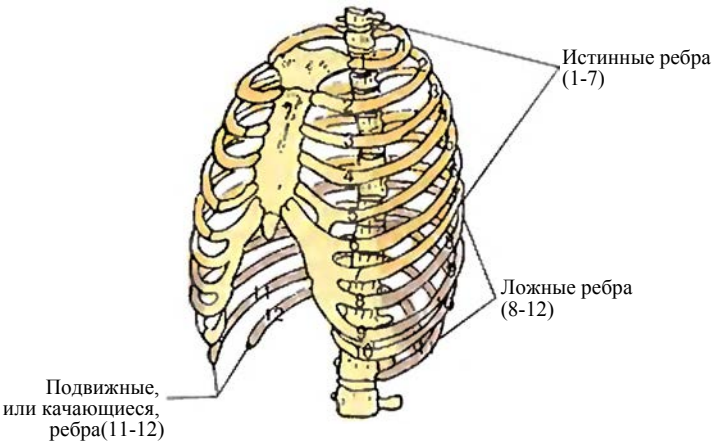


Рис. 10-5. Ребра

Резюме. Ребра с 1 по 7 называются истинными ребрами, они соединены с грудиной напрямую. Последние пять пар ребер носят название ложные ребра. Последние две пары ребер — 11 и 12 также называются **подвижными, или качающимися ребрами**, так как они спереди не закреплены.

Типичное ребро

Вид изнутри. Вид типичного ребра с внутренней стороны приведен на рис. 10-6. Каждое ребро имеет тело и два конца: задний — **позвоночный конец** и передний — **грудной конец**.

На заднем конце ребра расположена **головка ребра**, которая образует реберно-позвоночный сустав с соответствующим грудным позвонком. Ниже головки расположена плоская **шейка ребра**. Между телом и шейкой ребра (латерально) расположен небольшой **реберный бугорок**, образующий сочленение с реберной суставной ямкой поперечного отростка соответствующего позвонка. Задний отрезок ребра образует с телом ребра тупой угол, эта область закругления называется **углом ребра**.

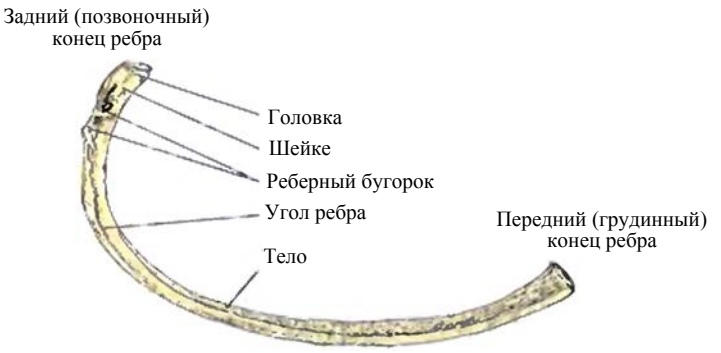


Рис. 10-6. Типичное ребро (вид изнутри)

Вид снаружи. На рис. 10-7 приведено изображение внешней поверхности ребра, на котором хорошо видны головка, шейка ребра и реберный бугорок. Угол ребра — это область его закругления в сторону грудины.

Как видно из рисунка 10-7, позвоночный конец ребра расположен на 7,5-12,5 см выше, чем его передний, грудной, конец. То есть при изучении рентгенограммы грудной клетки и или легких следует помнить, что выше расположен позвоночный отдел ребра, а грудинный отдел, соответственно, — ниже.

По внутренней поверхности ребер проходят артерии, вены и нервы, то есть перелом ребер достаточно болезненный и может вызвать кровотечения. Для размещения сосудов и нервов внутренняя поверхность ребра имеет узкую **реберную борозду**.

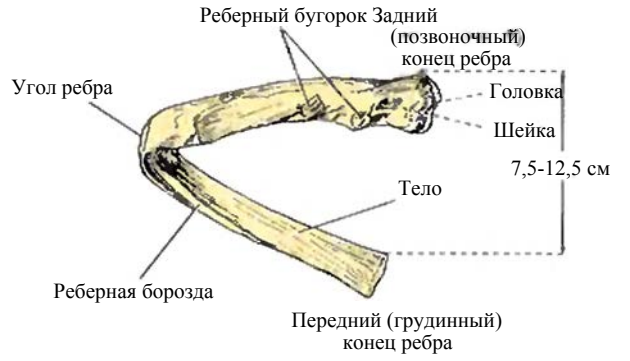


Рис. 10-5. Типичное ребро (вид снаружи)

РЕБРА ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

На рис. 10- 8 приведено изображение грудной клетки без грудины и реберных хрящей. Пятая пара ребер выделена цветом для демонстрации наклона ребер в сторону грудины.

Ребра по-разному отображаются на рентгенограмме. Первые ребра короткие и широкие и расположены вертикально, хотя наиболее остро изогнуты изо всех ребер далее от 1 до 7 пары ребра увеличиваются в длину. Затем с 8 по 12 пару длина ребер уменьшается. Самое широкое место грудной клетки — область 8-9 ребер.

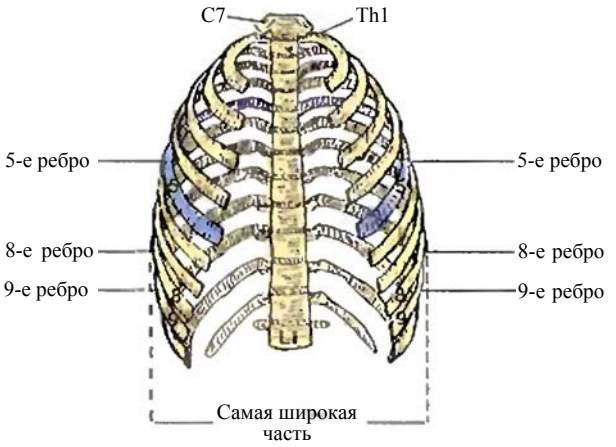


Рис. 10-8. Ребра грудной клетки

Сочленения грудной клетки

ПЕРЕДНИЕ СОЧЛЕНЕНИЯ

Вид спереди на область сочленений, расположенную в передней части грудной клетки, приведен на рис. 10-9. Буквами обозначены следующие сочленения (классификация по степени и виду подвижности суставов)

Зона А (показана на левой стороне четвертого ребра) — сустав между реберным хрящем и грудинным концом четвертого ребра носит название **реберно-хрящевое соединение**. Эти ребра (1-10) соединены уникальным образом. Хрящ и кость ребра имеют общую надкостницу. Это соединение непидвижно, т.е. относится к синартрозам.

Зона Б — один из грудиноключичных суставов. Это сустав синовиального типа, он имеет суставную капсулу и обеспечивает скользящее движение костей в суставе, то есть относится к диартрозам.

Зона В - грудинореберный сустав первого ребра. Реберный хрящ образует прямое сочленение с рукояткой грудины без суставной капсулы. Тип сустава не позволяет осуществлять движения (синартроз), а поскольку соединяющей тканью является хрящ, то мы имеем типичный синхондроз.

Зона Г — четвертый грудинореберный сустав, типичный для реберных хрящей со второй пары ребер по седьмую. Это синовиальный сустав, позволяющий выполнять скользящие движения, — диартроз.

Зона Д — непрерывная область межхрящевых соединений между реберными хрящами с шестой по десятую пару ребер. Все это — синовиальные суставы с длинной тонкой суставной капсулой. Они позволяют выполнять скользящие движения (диартроз), обеспечивающие увеличение объема грудной клетки во время дыхания.

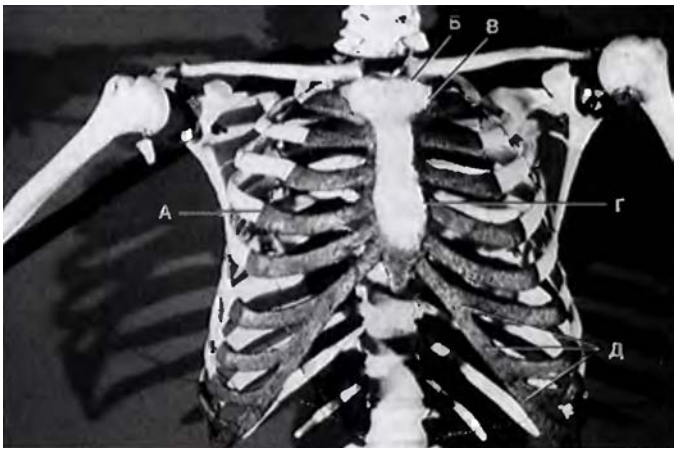


Рис. 10-9. Сочленения грудной клетки

ЗАДНИЕ СОЧЛЕНЕНИЯ

Задние сочленения грудной клетки обозначены буквами Е и Ж на рис. 10-10. Между позвонками и ребрами расположены **реберно-позвоночные суставы** (Е) и **суставы, образованные реберными бугорками с поперечными отростками позвонка** (Ж) — синовиального типа, позволяющие выполнять скользящие движения (диартрозы).

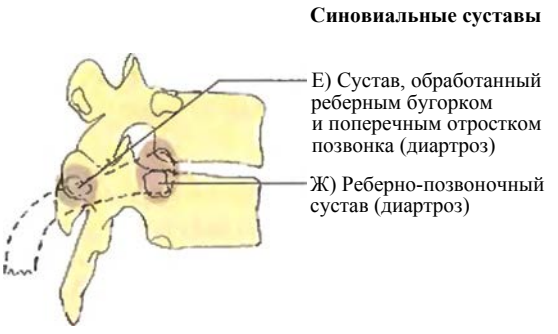


Рис. 10-10. Задние сочленения грудной клетки

ТАБЛИЦА СУСТАВОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

СУСТАВ	КЛАССИФИКАЦИЯ	ПОДВИЖНОСТЬ
А. С первого по десятое реберно-хрящевое соединение (между реберными хрящами и ребрами)	Уникальное соединение	Неподвижный синартроз
Б. Грудинноключичные суставы (между ключицей и грудиной)	Синовиальный сустав	Скользящие движения - диартроз
В. Первый грудинореберный сустав (между первым ребром и грудиной)	Хрящевой синхондроз	Неподвижный синартроз
Г. Со второго по седьмой грудинореберный сустав (между 2-7 реберным хрящом и грудиной)	Синовиальный сустав	Скользящие движения - диартроз
Д. С шестого по десятый межхрящевые суставы (соединяются с шестого по десятый реберные хрящи)	Синовиальный сустав	Скользящие движения - диартроз
Е. С первого по десятый суставы (между реберными бугорками и поперечными отростками соответствующих позвонков)	Синовиальный сустав	Скользящие движения - диартроз
Ж. С первого по двенадцатый реберно-позвоночный сустав (между головками ребер и грудными позвонками)	Синовиальный сустав	Скользящие движения — диартроз

Укладка грудины — общие вопросы

Изображение грудины получить сложно из-за ее строения и расположения. Она расположена в одной срединной плоскости с позвоночником, который существенно плотнее грудины. То есть прямые передние или задние проекции не эффективны. Следовательно, надо выполнять косые проекции под углом — рекомендованной является правая передняя косая проекция под углом 15-20°. При этом грудина смещается влево от позвоночника в однородную тень сердца (рис. 10-11).

Угол проекции зависит от размера грудной полости. Пациент с плоской грудной клеткой требует большего поворота, чем пациент с глубокой (бочкообразной) грудной клеткой, чтобы изображение грудины вышло из тени позвоночника. Этот принцип иллюстрирован на рисунках 10-11 и 10-12.

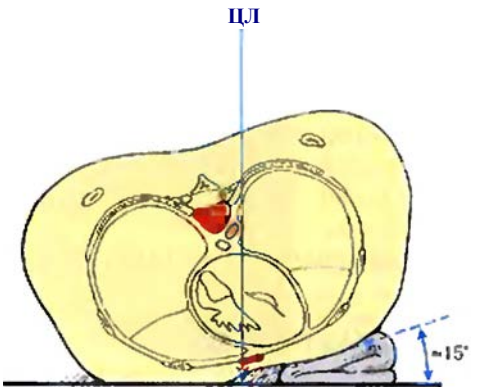


Рис. 10-11. Большая (бочкообразная) грудная клетка, угол поворота - 15°

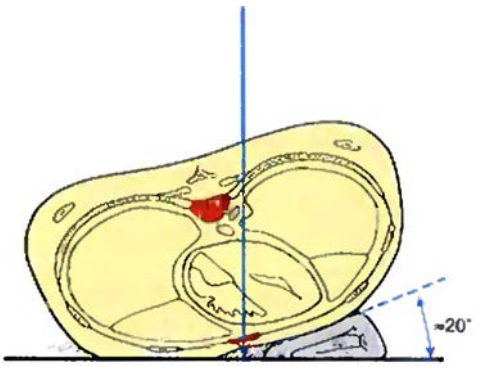


Рис. 10-12. Плоская грудная клетка, угол поворота - 20º

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКСПОЗИЦИИ

Очень трудно получить необходимую оптическую плотность и контраст на снимках грудины. Грудина состоит в основном из губчатого костного вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества и достаточно рентгенопрозрачна. Рядом находятся рентгенопрозрачные легкие и плотная область средостения/сердца. Эти особенности делают выбор технических параметров экспозиции увлекательной задачей. Рекомендованное значение высокого напряжения для нормостеников — 70 кВ.

Дыхание во время экспозиции — этот метод заключается в том, что пациент выполняет неглубокий вдох или выдох во время экспозиции. Если выполнять вдох/выдох, укладку и экспозицию аккуратно, то легочный рисунок будет размыт, а очертания грудины останутся четкими (рис. 10-13). Этот способ исследования требует низких значений напряжения (65 ± 5 кВ), низких анодных токов (мА) и длительной экспозиции (3-4 с). Рентгенолаборант должен дополнительно объяснить пациенту, что неглубокий вдох/выдох не должен сопровождаться существенным движением костей грудной клетки и грудины.

РИП

Минимальное расстояние источник/приемник изображения при рентгенографии грудины — 100 см. В прошлом было принято использовать короткофокусную съемку, чтобы за счет увеличения сделать изображения задних отрезков ребер размытыми. При этом можно получить хорошее изображение грудины. Но при таком способе пациент получает повышенную дозу, поэтому в настоящее время этот метод съемки не используется.

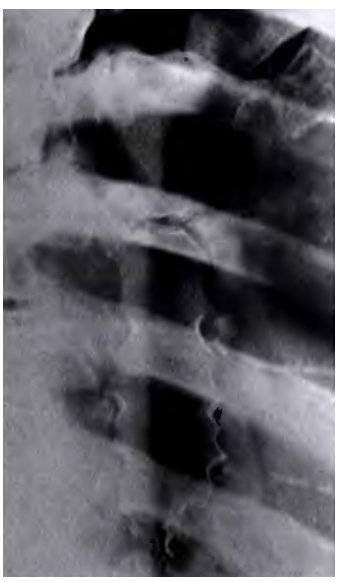


Рис. 10-13. Рентгенограмма грудины (ППК), метод «дыхания во время экспозиции»

Укладка ребер

Специфические проекции ребер выполняются по клиническим показаниям согласно протоколу, принятому в отделении лучевой диагностики.

Если нет предписания лечащего врача, то рентгенолаборант для принятия решения о выполнении снимка ребер должен изучить больничную карту пациента, в первую очередь: а) описание травмы, полученной пациентом, или его жалоб, б) описание локализации реберной боли или травмы и в) указание на кровохарканье. Затем следует определить, может ли пациент стоят при выполнении снимка.

Далее приведены рекомендации по укладкам при рентгенографии ребер.

НАД ИЛИ ПОД ДИАФРАГМОЙ

Локализация травмы или болевой области, на которую жалуется пациент, определяет область ребер, которая будет исследоваться. При этом исследование ребер, расположенных выше диафрагмы, сильно отличается от исследования ребер, расположенных ниже диафрагмы.

Верхние 10 задних отделов ребер обычно видны на снимке при полном вдохе над диафрагмой (см. главу 2). Но повреждение ребер не позволит пациенту сделать полный вдох (это может быть очень болезненно для пациента) и над диафрагмой при вдохе могут быть видны только девять или восемь ребер.

Над диафрагмой. Для наилучшей визуализации ребер, расположенных над диафрагмой, рентгенолаборант должен следовать следующим правилам.

1. Выполнять снимок следует в **положении пациента стоя** или сидя в вертикальном положении, если это возможно. Диафрагма сама опустится вниз, а также дыхание может быть более глубоким в этом положении.
2. **Дыхание следует задерживать после вдоха,** что приведет к опущению диафрагмы ниже девятого или десятого ребра (на полном вдохе).
3. Выберите относительно низкое значение кВ (65-75 кВ). Верхние ребра соседствуют с легочной тканью и низкие значения кВ обеспечат оптимальный контраст изображений ребер на фоне легких. Но если повреждение находится в тени сердца, то могут потребоваться высокие значения кВ, чтобы обеспечить длинную шкалу контрастности для визуализации ребер на фоне изображений сердца и легких.

Под диафрагмой. Для наилучшей визуализации ребер, расположенных под диафрагмой, рентгенолаборант должен следовать следующим правилам.

1. Выполнять снимок следует **в положении пациента лежа на спине.** Это позволит диафрагме находится достаточно высоко, а живот будет более плоским, особенно это положение рекомендовано для гиперстеников. При этом обеспечивается наилучшая визуализация нижних ребер на фоне абдоминальных структур.
2. **Дыхание следует задерживать после выдоха**, что приведет к поднятию диафрагмы на уровень седьмого или восьмого ребра, обеспечивая однородность визуализации поддиафрагмальных ребер.
3. Выберите среднее значение кВ (75-85 кВ). Нижние ребра соседствуют с мускулатурой диафрагмы и плотными абдоминальными структурами, поэтому средние значения кВ обеспечат необходимую проникающую способность (жесткость) рентгеновского пучка.



Рис. 10-14. Ребра над диафрагмой — вертикальное положение пациента (если возможно) низкое значение кВ (65-75 кВ)



Рис. 10-15. Ребра под диафрагмой — горизонтальное положение пациента — среднее значение кВ (75 - 85)

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРОЕКЦИИ

Протоколы исследования ребер в разных отделениях лучевой диагностики могут отличаться друг от друга. Мы рекомендуем следующий протокол:

Выберите проекцию, при которой **область исследования находится максимально близко к кассете, и поворотом выведите позвоночник из области съемки** (чтобы его тень не помешала визуализации области интереса).

Например, если пациент имеет травму левого заднего отдела ребра, то две предпочтительные проекции в этом случае — прямая задняя и левая задняя косая. (Метод исследования для ребер над или под диафрагмой определяется номером поврежденного ребра.) Левая задняя косая проекция (ЛЗК) отодвинет изображение позвоночника в сторону от левого бока. Левые задние отделы ребер должны располагаться ближе к кассете, и более параллельно, чтобы уменьшить искажения (укорачивания) на снимке.

Рассмотрим другой случай, если у пациента **травма задних отделов правых ребер**. Две предпочтительные проекции в этом случае — прямая передняя проекция в положении пациента стоя и левая передняя косая (ЛПК). На прямой передней рентгенограмме область повреждения будет расположена максимально близко к кассете, а на ЛПК позвоночник не будет загораживать область травмы.

МАРКИРОВКА ПОВРЕЖДЕННОЙ СТОРОНЫ

Некоторые протоколы исследований требуют, чтобы с поврежденной стороны на рентгенограмме был помещен маркер (какой-то небольшой объект). Это дополнительная гарантия того, что рентгенолаборант понимает, где расположена травма.

Примечание: прежде чем выполнять маркировку, проверьте, разрешено ли это протоколом вашего отделения.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ ЛЕГКИХ

Некоторые протоколы исследования ребер требуют выполнить также прямую переднюю проекцию легких, так как повреждение ребер может отразиться и на состоянии легких. Иногда выполняют боковые проекции для поиска возможного пневмоторакса, гемоторакса, контузии легких или другой легочной патологии, которая могла бы быть следствием травмы костей грудной клетки. Если состояние пациента не позволяет выполнить снимок в положении стоя, то выполняют латерограммы (см. главу 2).

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Общение с пациентом. Ясное объяснение целей процедуры вызовет к вам доверие и установит доверительный уровень общения с ребенком и его сопровождением. Широко практикуются методы отвлечения внимания с помощью кукол, мягких игрушек и т.п.

Фиксация ребенка. Маленькие дети (в зависимости от возраста) не могут долго находиться в одном положении. Следует применять фиксаторы, чтобы избежать участия в процессе фиксации дополнительного персонала или родителей, что для них неполезно из-за ненужного облучения (в главе 20 детально описаны подобные ус тройства). Если их участия в фиксации ребенка не избежать, то следует максимально защитить человека, который этим будет заниматься, защитным фартуком и перчатками.

Технические параметры экспозиции зависят от размера ребенка. Используйте короткие времена экспозиции (что приведет к использованию больших токов — мА) для уменьшения динамической нерезкости. Технику дыхания во время экспозиции применять не следует.



Рис.10-16. Левая задняя косая проекция — повреждение задних отделов левых ребер



Рис. 10-17. Прямая передняя проекция легких — выявление возможного пневмоторакса или гемоторакса

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Общение с пациентом и комфорт во время исследования

Старение ухудшает работу органов чувств (зрение, слух и т.д.), поэтому пожилые пациенты требуют особого внимания и терпения. Они могут быть неустойчивы даже в горизонтальном положении, могут опасаться падения со стола снимков. От вас потребуется дополнительная выдержка и внимание, чтобы обеспечить пожилым пациентам комфорт и спокойствие во время исследования.

Если выполняются исследования в положении пациента лежа, то могут потребоваться дополнительные рентгенопрозрачные матрасы, а также одеяла для того, чтобы пациент чувствовал себя в тепле.

Технические параметры экспозиции. В пожилом возрасте велика вероятность остеопороза, то есть пониженное содержание кальция в костях может потребовать уменьшения значения мАс (при работе в режиме ручного выбора уставок). Имейте ввиду, что только 25—30% изменение этого параметра вызовет видимый результат на снимке. Пожилые пациенты могут иметь повышенный тремор конечностей и быть неустойчивыми в вертикальном положении. Используйте максимально короткое время экспозиции.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография дает поперечные изображения грудной клетки. Детали костной системы или изображение мягких тканей также можно получить, если поставлена такая клиническая задача. КТ очень полезна при визуализации патологии грудины и/или грудиноключичных суставов, так как в этом случае нет наложения изображений окружающих анатомических структур.

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

С помощью радионуклидов можно визуализировать патологию костей грудной клетки — метастазы, скрытые переломы. Метод заключается во введении специальных фармацевтических субстанций, которые содержат радионуклиды. Субстанции потребляются активными (растущими) клетками кости. В результате области повышенной активности на снимках имеют вид пятен, горячих точек. Далее эти зоны должны быть изучены методами рентгенографии.

В онкологии радионуклидный поиск метастазов — распространенная процедура (исключением является случай множественной миеломы).

Клинические показания

Переломы: переломы костей грудной клетки могут быть опасны для соседних органов — легких, сердца и больших сосудов.

- **Ребра:** перелом ребра обычно вызван травмой или внутриреберной патологией. Перелом первого ребра обычно связан с повреждением прилежащих артерий и вен, тогда как переломы нижних ребер (с 8-го по 12-е) могут быть связаны с повреждением селезенки, печени и почек. Перелом любого ребра может вызвать повреждение легких или сосудов (т. е. пневмоторакс, контузию легких или сердца).
- **Разбитая грудная клетка** — перелом нескольких прилежащих ребер в нескольких местах, обычно связан с повреждением легких.
- **Грудина:** повреждения вызваны сильной травмой, перелом грудины обычно связан с повреждением сердца.

Метастазы: первичные злокачественные новообразования распространяются на большие расстояния по телу по кровеносной и лимфатической системам. В ребрах метастатические процессы наблюдаются довольно часто. Они имеют следующие формы.

- **Остеолитические метастазы** — разрушение кости с неправильными краями.
- **Остеобластические метастазы** — пролиферотивные костные образования повышенной плотности.
- **Комбинированные метастазы** (остеолитические и остеобластические) — кость имеет изъеденный молью вид.

Остеомиелит — локализованная инфекция кости и костного мозга, часто вызванная результатами операции на открытом сердце, при котором была повреждена грудина.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИИ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1]
Переломы			
• ребра/подвижная грудная клетка;	Стандартное исследование ребер и грудной клетки.	Разрыв костной структуры ребра, линейный просвет на кости ребра	Нет
• грудина	Стандартная рентгенография грудины, КТ	Разрыв костной структуры грудины, линейный просвет на или сдвинутый сегмент грудины	Нет
Метастазы	Стандартная рентгенография грудной клетки, радионуклидный метод	В зависимости от типа • Деструктивный процесс — малая оптическая плотность, неравномерные края. • Остеобластические метастазы — большая оптическая плотность. • Комбинированные метастазы — кость, изъеденная молью	Зависит от типа патологии
Остеомиелит	Стандартная рентгенография грудной клетки, радионуклидный метод	Эрозия краев кости	Нет

[1] Зависит от стадии сложности патологии.

Результаты опроса по США и Канаде

Грудина Боковая проекция грудины остается самой популярной в США и Канаде при ее исследовании. На втором месте ППК с использованием метода дыхания во время экспозиции. Томограммы грудины большинство опрошенных относят к специальным исследованиям.

Грудинноключичные суставы. Прямая передняя и правая или левая передняя косая проекция под углом 15° или 20°, являются базовыми для США и Канады.

Ребра. Прямая передняя или задняя проекция (для ребер над и под диафрагмой) продолжают оставаться наиболее популярными в США и Канаде.

В 1995 обзор показал популярность выполнения **двух косых проекций** (правой и левой) (55%) по сравнению с одной косой проекцией (45%). В 1999 году популярность выполнения только одной проекции достигла 65% в США и 66% в Канаде.

Выполнение прямой передней проекции, как одного из снимков в серии исследования состояния ребер практиковало в 1999 году 67% опрошенных в США и 79% в Канаде.

Практика обозначения поврежденной анатомической стороны специальным маркером практиковало в США только 20% опрошенных в 1999. В Канаде - 3%.

Основные и специальные проекции

Протоколы исследований могут быть различными в разных ЛПУ, это зависит от многих факторов — административного устройства, оснащения и т.п. Рентгенолаборант должен знать протоколы для всех видов рентгенодиагностических исследований, которые выполняются в его ЛПУ.

На следующих страницах приводятся рекомендации по выполнению основных и специальных проекций костей грудной клетки.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Стандартные, или основные, проекции, иногда называемые рутинными проекциями или рутинными протоколами отделениями лучевой диагностики, — это исследования, которые выполняются обычным контактным пациентам.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции — это те, которые чаще всего используются в качестве дополнения для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела, или когда полный контакт с пациентом затруднен.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Грудина
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- В ППК укладке, 344
- В боковой укладке, 345

Грудиноключичные суставы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Прямая передняя, 346
- Проекция в ППК или ЛПК, 347

Ребра
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя — задние отделы ребер, 348 или
- Передняя — передние отделы ребер, 349
- Косая (подмышечная область), 350
- Прямая передняя проекция грудной клетки (глава 2)

ПРАВАЯ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ (ППК) УКЛАДКА: ГРУДИНА

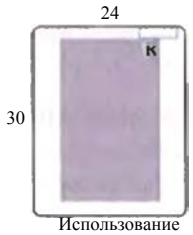
Выявляемая патология

Патология грудины, включая переломы и воспалительные процессы.

Грудина
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- В ППК укладке
- В боковой укладке

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- Длительность экспозиции минимум 3 с, если используется метод «дыхания во время экспозиции».
- 65 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:



Использование экспонометра (АКЭ) не рекомендовано

см	кВ	мАс	КД	СД		
29	65	15	4490	320	Щитовидная железа Молочная железа	20 90

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента:

- Пациент стоит прямо (предпочтительно), руки расположены свободно вдоль тела или лежит полупронационно, с небольшой ротацией; правая рука лежит вдоль тела, левая — поднята.

Укладка снимаемой области

- Грудная клетка пациента должна быть повернута на 15-20° вправо, прочая сторона грудной клетки прилегает к стойке снимков (или деке стола), образуя правую переднюю косую укладку (см. примечание 1).
- Ось грудины должна находиться в одной плоскости со средней линией кассеты и пучка рентгеновского излучения (по вертикальной линии перекрестья светового поля глубинной диафрагмы, см. рис. 10-18).
- Верхний край кассеты должен быть расположен на 4 см выше яремной вырезки.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на середину грудины (середина между яремной вырезкой и мечевидным отростком).
- Минимальное РИП - 100 см.

Диафрагмирование выполняется по области грудины. Ширина поля снимка примерно 13 см.

Дыхание. Рекомендуется использовать метод «дыхания во время экспозиции», если об этом можно договориться с пациентом. Если это невозможно, то выполняйте снимок, приостановив дыхание пациента на выдохе.

Примечание 1. Поворот: большую, глубокую грудную клетку следует поворачивать на больший угол, чем плоскую неглубокую. При этом изображение грудины будет смещено в сторону от позвоночника в однородную тень сердца. Для определения нужного угла поворота положите ладони на грудину и позвоночник пациента и удостоверьтесь, что эти две точки не налагаются друг на друга по ходу лучей от рентгеновской трубки.



Рис. 10-18. Правая передняя косая укладка грудины в положении пациента стоя. (На вставке — наклонное направление ЦЛ).



Рис. 10-19. Рентгенограмма грудины в ППК

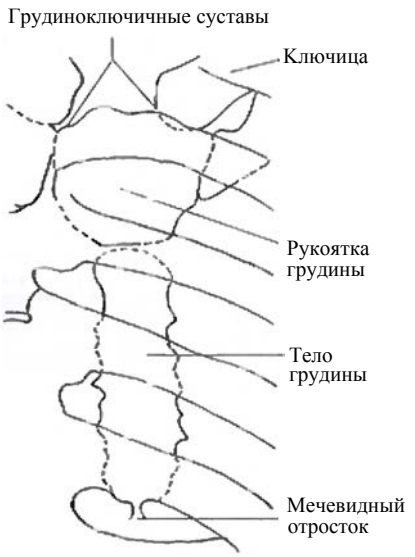


Рис. 10-20. Анатомическая схема грудины в ППК

Примечание 2. Альтернативы.

- Если ППК укладка не может быть выполнена из-за состояния пациента, то ее может заменить левая задняя косая (ЛЗК) укладка.
- Если пациента нельзя поворачивать, то можно наклонить ЦЛ на 15-20° в сторону правой стороны пациента, чтобы изображение грудины оказалось в тени сердца (см. вставку на рис. 10-18).
- Если используется кассета с неподвижным растром (или носимый кассетодержатель), то ее (его) следует размещать поперечно, чтобы избежать эффекта экранирования растром.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Грудина должна быть видна в тени сердца.

Укладка. • Правильный поворот тела пациента должен исключить изложение изображений позвоночника и грудины

Диафрагмирование и ЦЛ. • Грудина должна быть расположена по центру снимка, границы области диафрагмирования должны находиться на небольшом расстоянии от краев грудины.

Параметры экспозиции. • Оптимальный контраст и плотность снимка обеспечат ясную визуализацию контура грудины, видимого через очертания ребер на фоне легких и сердца. Края костей должны быть резкими, а легочный рисунок — размыт (если используется метод «дыхания во время экспозиции»).

БОКОВАЯ УКЛАДКА (ПРАВАЯ (П) или ЛЕВАЯ (Л)): ГРУДИНА

Грудина
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- ППК
- Боковая

Выявляемая патология

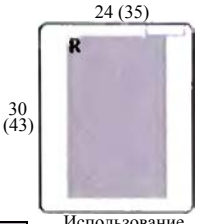
Патология грудины, включая переломы и воспалительные процессы.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное, или 35 х 43 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- От 70 до 75 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
29	70	80	2080	640	Щитовидная железа 20 Молочная железа 450

мкГр



Использование экспонометра (АКЭ) не рекомендуется

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента:

- Пациент стоит прямо (предпочтительно) или лежит горизонтально, на боку.

Укладка снимаемой области

Вертикальная укладка

- Пациент стоит или вертикально сидит, **руки отведены назад** за спину.

Горизонтальная укладка, лежа на боку

- Пациент лежит ид боку, руки подняты над головой, плечи отведены назад.
- Верхний край кассеты должен быть расположен на 4 см выше яремной вырезки.
- Ось грудины должна находиться в одной плоскости со средней линией кассеты и пучка рентгеновского излучения (по вертикальной линии перекрестья светового поля диафрагмирования, рис. 10-21).
- Укладка должна быть истинно боковой, без ротации тела.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на **середину грудины** (середина между яремной вырезкой и мечевидным отростком).
- Рекомендованное РИП — от 150 до 180 см для уменьшения геометрических искажений из-за увеличения, вызванного большим РОП. Нели РИП 100 см, то мы рекомендуем использовать кассету большого размера — 35 х 43 см для компенсации эффекта увеличения.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.

Диафрагмирование выполняется с 4-х сторон в области грудины.

Дыхание. Рекомендуется выполнять снимок, приостановив дыхание пациента на вдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна вся грудина с минимальным наложением мягких тканей.

Укладка. • Правильная укладка пациента без ротации дает следующий результат: изображение грудины не накладывается на плечевую кость, кости плечевого пояса и мягкие ткани, окружающие грудину, и ребра.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Грудина должна быть расположена по центру снимка, границы области диафрагмирования должны находиться на небольшом расстоянии от краев грудины.

Параметры экспозиции. • Оптимальный контраст и плотность снимка обеспечат ясные контуры всей грудины. Отсутствие движения даст четкие контуры костей.



Рис. 10-21. Боковая укладка о положении пациента стоя. (На вставке — укладка пациента в положении лежа на боку.)



Рис. 10-22. Латерография в положении пациента лежа на спине

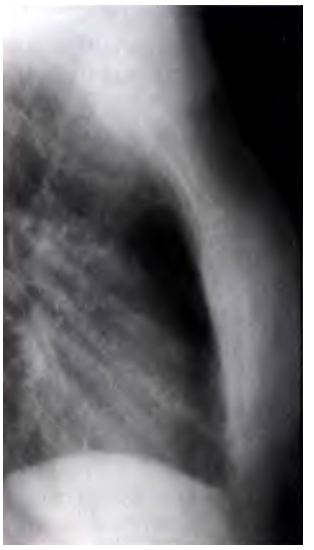


Рис. 10-23. Рентгенограмма грудины в боковой проекции

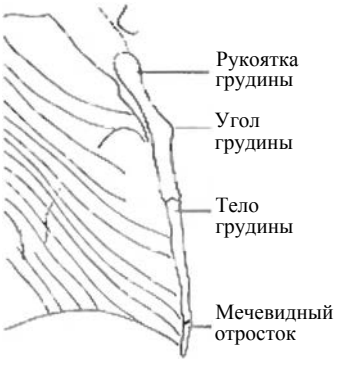


Рис. 10-24. Анатомическая схема грудины в боковой проекции

Примечание: большие молочные железы должны быть по необходимости отведены в сторону бандажом.

Альтернатива (рис. 10-22): может быть выполнена латерограмма в положении пациента лежа на спине.

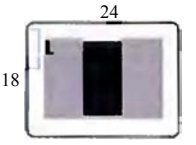
ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ГРУДИНОКЛЮЧИЧНЫЕ СУСТАВЫ

Грудинноключичные суставы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Прямая передняя
• Косая

Выявляемая патология

Патология или повреждение суставов, вывих.

Технические условия исследования



- Размер кассеты 24 х 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 65 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
20	65	30	2250	330	Щитовидная железа 30 Молочная железа 30

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента:

- Пациент лежит на животе, лицо смотрит вниз (требуется подушка) или голова повернута в сторону. Руки над головой или лежат вдоль тела.
- Может быть выполнена передняя проекция в положении пациента стоя.

Укладка снимаемой области

- Средняя линия кассеты и ЦЛ пучка рентгеновского излучения должны лежать в срединной сагиттальной плоскости пациента.
- Грудная клетка пациента должна прилегать к деке стола (стойке снимков) без ротации.
- ЦЛ направлен на середину кассеты — на 7 см дистальнее остистого отростка С7 (на уровне Th2-Th3).

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на область расположения Th2—Th3, на 7 см дистальнее остистого отростка С7.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по области интереса.

Дыхание. Рекомендуется выполнять снимок, приостановив дыхание пациента **на выдохе** для получения однородной плотности снимка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Латеральные отделы рукоятки грудины и медиальные отделы ключиц должны быть видны латерально по отношению к позвоночнику, в тени ребер и легких.

Укладка. • Если плечи пациента равномерно прилегали к деке стола, без ротации, то грудиноключичные суставы будут находиться на одинаковом расстоянии от позвоночника.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Сустав должен быть расположен по центру снимка, границы области диафрагмирования должны находиться на небольшом расстоянии от краев снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальный контраст и плотность снимка обеспечат ясные контуры рукоятки и медиальных отделов ключиц, видимые через очертания ребер на фоне легких. Отсутствие движения даст четкие контуры костей.



Рис. 10-25. Передняя укладка при двустороннем исследовании грудиноключичных суставов в положении пациента лежа на животе



Рис. 10-26. Двусторонняя рентгенограмма грудиноключичных суставов

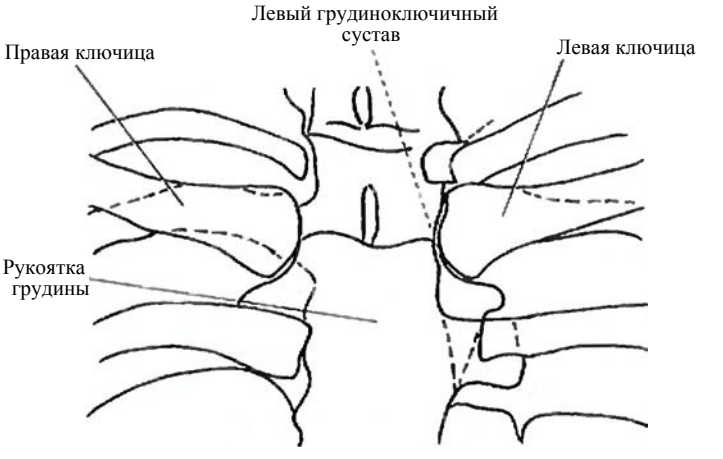


Рис. 10-27. Анатомическая схема грудиноключичных суставов

ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА (ППК или ЛПК): ГРУДИНОКЛЮЧИЧНЫЕ СУСТАВЫ

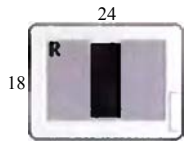
Снимки правого и левого грудиноключичного сустава

Грудиноключичный сустав
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Прямая передняя
- Передняя проекция в ППК или ЛПК

Выявляемая патология

Патологии или повреждение суставов, вывих. (Лучше всего получается изображение сустава со стороны, прилегающей к деке стола. Для визуализации другого сустава требуется меньший поворот тела (см. примечание).)

Технические условия исследования



- Размер кассеты - 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 65 ± 5 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
20	65	30	2250	330	Щитовидная железа 30 Молочная железа 30

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента:

- Пациент лежит на животе с легким поворотом туловища (15°), рука со стороны пациента, прилегающей к деке стола, вытянута вдоль тела, другая рука поднята над головой.

Укладка снимаемой области

- Тело пациента повернуто на 15°, выровняйте грудную часть позвоночника и сдвиньте ее на 3-5 см от средней линии (кассеты) в сторону поднятой части тела пациента.
- Направьте ЦЛ на центр кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на область Th2-Th3, на 7 см дистальнее C7 и на 3-5 см в сторону от срединной сагиттальной плоскости.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по области интереса.

Дыхание. Рекомендуется выполнять снимок, приостановив дыхание пациента на выдохе для получения однородной плотности снимка.

Альтернатива: (1) если диагностика этого требует, может быть выполнена задняя косая укладка (15°). (2) Косые проекции могут быть получены также при наклоне ЦЛ на 15° так, чтобы изображение сустава получилось в стороне от изображения позвоночника. Если используется кассета с неподвижным растром, то ее следует размещать поперечно, чтобы избежать эффекта экранирования растром.

Примечание: при меньшем повороте тела пациента (5-10°) изображение верхнего сустава (поднятого относительно деки стола) может быть получено вплотную к изображению позвоночника.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна рукоятка, медиальные отделы ключиц и грудиноключичный сустав, расположенный ближе к деке стола.

Укладка. • Правильный поворот тела пациента позволит избежать совмещения изображений исследуемого сустава и позвоночника.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Сустав должен быть расположен по центру снимка.

Параметры экспозиции. • Оптимальный контраст и плотность снимка обеспечат ясную визуализацию сустава через ребра и легкие. Отсутствие движения даст четкие контуры костей.



Рис. 10-28. 15° ППК укладка для получения снимка правого грудиноключичного сустава

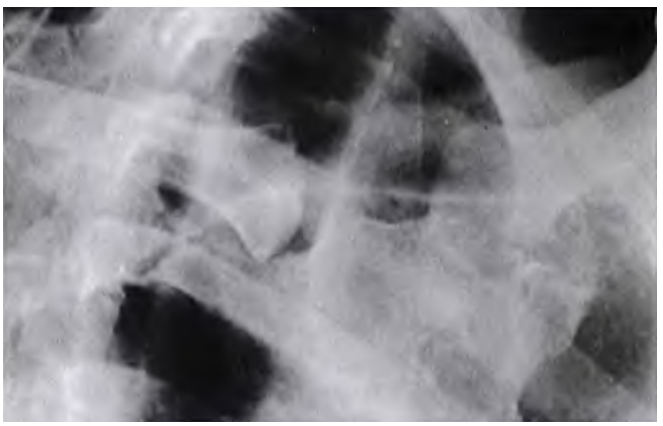


Рис. 10-29. Рентгенограмма в 15° ППК укладке лучше визуализирует правый (нижний) сустав

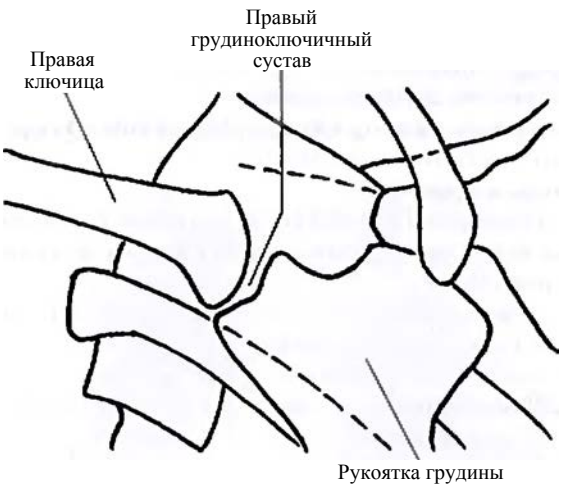


Рис. 10-30. Анатомическая схема грудиноключичного сустава в 15° ППК укладке

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ЗАДНИЕ ОТДЕЛЫ РЕБЕР

Над или под диафрагмой

Ребра
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя — задние отделы ребер
- Передняя — передние отделы ребер
- Косая подмышечная область
- Прямая передняя (стр. 76)

Выявляемая патология

Патология ребер, включая перелом или опухоли.

Технические условия исследования



- Размер кассеты 35 х 43 см, расположение продольное или поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- Ребра над диафрагмой: от 65 до 75 кВ.
- Ребра под диафрагмой: от 75 до 85 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
21	70	32	660	130	Щитовидная железа 20 Молочная железа 470

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента

- Вертикальная укладка предпочтительнее для снимков ребер, расположенных над диафрагмой, укладка в положении лежа на спине предпочтительнее для снимков ребер, расположенных под диафрагмой.

Укладка снимаемой области

- Средняя линия кассеты и ЦЛ пучка рентгеновского излучения должны лежать в срединной сагиттальной плоскости пациента.
- Плечи должны быть ротированы кнаружи, чтобы вынести изображение лопаток из области снимка.
- **Подбородок пациента поднят** (чтобы его изображение не попало на снимок), пациент смотрит прямо.
- **Исключите ротацию** грудной клетки или тазовой области пациента.

Центральный луч

Ребра над диафрагмой
- **ЦЛ перпендикулярен** кассете и направлен на область Th7, **на 8-10 см ниже яремной вырезки**.
- ЦЛ направлен па центр кассеты, нижний край кассеты расположен на 4 см выше надплечий.

Ребра под диафрагмой
- **ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на середину отрезка между мечевидным отрезком и подгрудинным углом реберной дуги**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты, край кассеты расположен на уровне подвздошного гребня.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по внешним краям грудной клетки.

Дыхание. Рекомендуется выполнять снимок, приостановив дыхание пациента **на вдохе** при исследовании ребер, расположенных над диафрагмой, и **на выдохе** при исследовании ребер, расположенных под диафрагмой.



Рис 10-31. Задняя проекция ребер, расположенных над диафрагмой. (Вставка — задняя проекция в положении пациента лежа на спине для ребер, расположенных под диафрагмой).



Рис. 10-32. Рентгенограмма ребер (над диафрагмой) в задней проекции



Рис. 10-33. Рентгенограмма ребер (под диафрагмой) в задней проекции

Примечание: при выполнении двустороннего снимка ребер рекомендуем расположить кассету поперечно для ребер, расположенных как над, так и под диафрагмой, чтобы быть уверенным в том, что боковые отделы ребер попадут на снимок. Такое расположение кассеты компенсирует эффект увеличения при РИП 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. Над диафрагмой: • Должны быть видны ребра с 1 по 9 (или по 10). **Под диафрагмой:** • Должны быть видны ребра с 8 по 12.
Укладка. • Не должно быть ротации тела.
Диафрагмирование и ЦЛ. • В поле снимка должны попасть ребра с 1 по 9 (10) или с 8 по 12.

Параметры экспозиции. • Оптимальный контраст и плотность снимка обеспечат визуализацию ребер через тени сердца и легких или через органы брюшной полости. Отсутствие движения даст четкие контуры костей.

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ПЕРЕДНИЕ ОТДЕЛЫ РЕБЕР

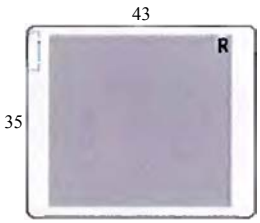
Над диафрагмой

Ребра
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя — задние отделы ребер
- Передняя — передние отделы ребер
- Косая (подмышечная область)
- Прямая передняя (стр. 76)

Выявляемая патология

Патология ребер, включая перлом или опухоли. (Повреждения задних отделов ребер выявляются на задней проекции, см. предыдущую страницу).

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение поперечное или продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 65 - 75 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	
21	70	32	660	130	Щитовидная железа 0 Молочная железа 20

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента:

- Пациент стоит прямо (или лежит на животе, если необходимо), руки вдоль туловища.

Укладка снимаемой области

- Средняя линия кассеты и ЦЛ пучка рентгеновского излучения должны лежать в срединной сагиттальной плоскости пациента.
- Плечи должна быть повернуты наружу, чтобы вывести изображение лопатки из поля снимка.
- **Исключите ротацию** грудной клетки или тазовой области пациента.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на область расположения Th7, на 18-20 см ниже остистого отростка С7.
- ЦЛ направлен на центр кассеты, верхний край кассеты расположен на 4 см выше надплечий.
- Минимальное РИП 100 см.

Диафрагмирование выполняется по внешним краям грудной клетки.

Дыхание. Рекомендуется выполнять снимок, приостановив дыхание пациента **на вдохе**.

Передняя прямая проекция легких: снимок в этой проекции выполняют для оценки общего состояния пациента в связи с состоянием ребер для выявления пневмоторакса (белые стрелки) или гемоторакса (черные стрелки), которые могут сопровождать травму ребер (рис. 10-36).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны ребра с 1 по 9 (или по 10).
Укладка. • Не должно быть ротации тела.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Центр поля диафрагмирования расположен на уровне Th7, на снимке должны быть представлены ребра с 1 по 9 (или по 10).
Параметры экспозиции. • Оптимальный контраст и плотность снимка обеспечат визуализацию ребер через тени сердца и легких. Отсутствие движения даст четкие контуры костей.



Рис. 10-34. Передняя проекция ребер (над диафрагмой)



Рис. 10-35. Рентгенограмма ребер в прямой проекции

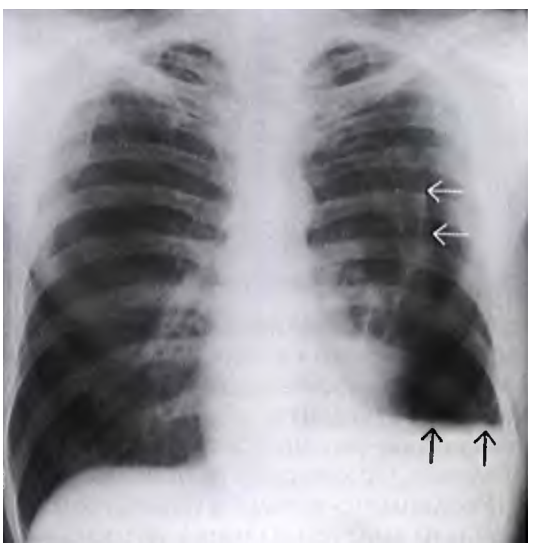


Рис. 10-36. Прямая передняя проекция легких. Слева видны пневмоторакс и гемоторакс

ЗАДНЯЯ ИЛИ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА: РЕБРА

Над или под диафрагмой

Ребра
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя — задние отделы ребер
- Передняя — передние отделы ребер
- Косая укладка
- Прямая передняя (стр. 76)

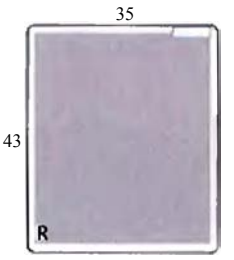
Выявляемая патология

Патология ребер, включая перелом или новообразования.

Повреждение заднего отдела ребра подмышечной области: Задняя косая укладка.

Повреждение переднего отдела ребра подмышечной области: Передняя косая укладка.

Технические условия исследования



- Размер кассеты 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- Ребра над диафрагмой: от 70 до 75 кВ.
- Ребра под диафрагмой: от 80 до 85 кВ.
- Уставки и дозы:

	см	кВ	мАс	КД	СД	
Задняя косая укладка	23	70	32	910	150	Щитовидная железа 30 Молочная железа 660
Передняя косая укладка	23	70	32	910	150	Щитовидная железа 10 Молочная железа 30

мкГр

Радиационная защита

Защитная юбка или передник (гонадная защита).

Укладка пациента

- Пациент стоит прямо для ребер над диафрагмой (или лежит на спине для ребер под диафрагмой).

Укладка снимаемой области

- Поверните пациента на 45° относительно вертикальной оси, исследуемой стороной **ближе** к кассете для **задней косой укладки** или исследуемой стороной **дальше** от кассеты при **передней косой укладке.** Позвоночник должен быть отодвинут в сторону, противоположную поврежденной.
- Рука со стороны, отодвинутой от кассеты, должна быть поднята над головой. Другая рука свободно висит вдоль тела.
- Если исследование выполняется в положении лежа (практически на боку), то следует согнуть ногу пациента, лежащую сверху, для фиксации и укладки.
- Используйте для фиксации блоки и подушки.
- Средняя вертикальная линия кассеты и ЦЛ пучка рентгеновского излучения должны лежать между линией позвоночника и краем грудной клетки с исследуемой стороны. Убедитесь, что вы не обрезали область исследования.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на середину отрезка между краем грудной клетки с исследуемой стороны и позвоночником.

Над диафрагмой

- ЦЛ направлен на область Th7, расположенную на 8-10 см ниже яремной вырезки.

Под диафрагмой

- ЦЛ направлен на середину отрезка между мечевидным отрезком и подгрудинным углом реберной дуги, нижний край кассеты расположен на уровне подвздошного гребня,
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по краям кассеты. При этом следует убедиться, что края ребер не обрезаны.

Дыхание. Рекомендуется выполнять снимок, приостановив дыхание пациента **на вдохе** при исследовании ребер, расположенных над диафрагмой, и **на выдохе** при исследовании ребер, расположенных под диафрагмой.



Рис. 10-37. ПЗК укладка (повреждение правых задних отделов ребер, расположенных над диафрагмой)



Рис. 10-38. ППК укладка (повреждение левых передних отделов ребер, расположенных над диафрагмой)



Рис. 10-39. ЛЗК укладка (повреждение левых задних отделов ребер, расположенных под диафрагмой). Но предпочтительна проекция при вертикальном положении пациента

Примечание: мы рекомендуем выявлять повреждения или другую патологию ребер **правой** части тела с помощью **ПЗК или ЛПК** укладок; а ребер левой части тела — с помощью ЛЗК или ППК укладок для того, чтобы тень позвоночника не была совмещена с областью интереса.

Альтернативное диафрагмирование. Протоколы исследования ребер некоторых отделений лучевой диагностики требуют использования кассет меньших размеров, чем мы рекомендуем (рис. 10-41).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • **Над диафрагмой:** • Должны быть видны ребра с 1 по 9 (или по 10). **Под диафрагмой:** • Должны быть видны ребра с 8 по 12.

Укладка. • Аккуратная проекция под углом 45° демонстрирует ребра в профиль в подмышечной области, позвоночник выведен за область интереса.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Центр поля диафрагмирования расположен в зависимости от области интереса, при этом должны быть включены ребра с 1 по 9 (или по 10) или с 8 по 12.

Параметры экспозиции. • Оптимальный контраст и плотность снимка обеспечат визуализацию ребер через тени сердца и легких или через плотные органы брюшной полости. Отсутствие движения даст четкие контуры костей.



Рис. 10-40. ЛЗК проекция ребер, расположенных над диафрагмой



Рис. 10-41. Задняя проекция правых ребер, расположенных под диафрагмой



Рис. 10-42. ЛЗК проекция левых ребер, расположенных под диафрагмой

Упражнения по рентгенограммам

Оцените приведенные четыре рентгенограммы, используя принципы, которые мы обсудили в этой главе, и категории, приведенные справа.

Для начала мы предлагаем вам обдумать, к какой категории можно отнести отнести ошибку на снимке, требующую его пересъемки.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ			
	А	**Б**	**В**	**Г**
1. Видимые анатомические структуры	_____	_____	_____	_____
2. Укладка пациента	_____	_____	_____	_____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	_____	_____	_____	_____
4. Параметры экспозиции	_____	_____	_____	_____
5. Маркировка	_____	_____	_____	_____

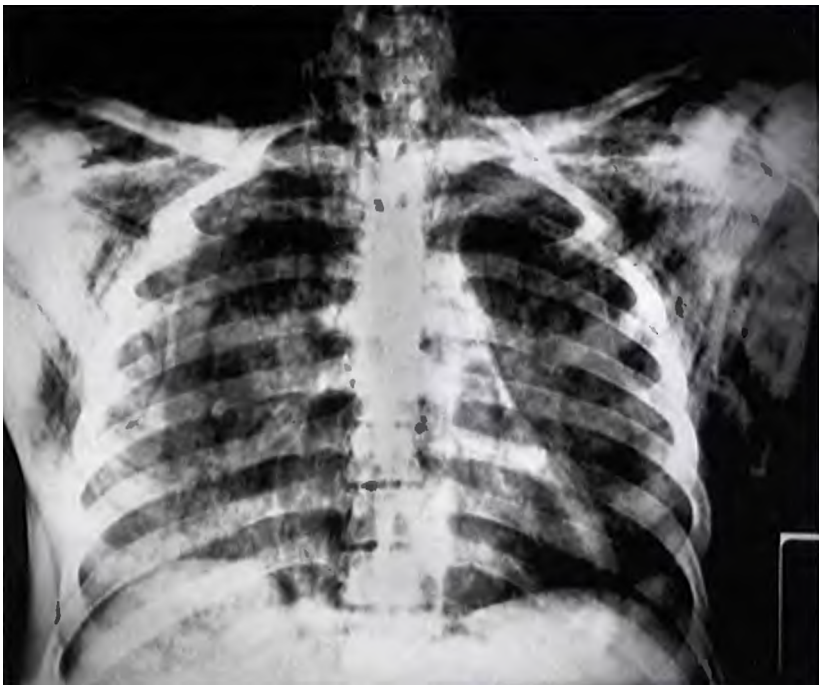


Рис. С10-43. Ребра над диафрагмой (с разрешения Bill Collibs, RT) **А**



Рис. С10-44. Косая укладка грудины **Б**



Рис. С10-45. Ребра под диафрагмой **В**

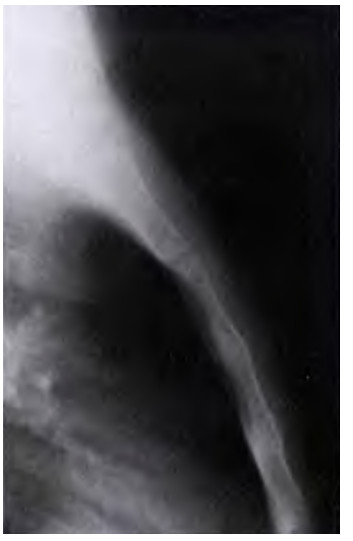


Рис. С10-46. Боковая проекция грудины **Г**

ГЛАВА 11

Кости мозгового черепа

СОАВТОРЫ: **Cindy Murphy, ACR**
СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Kathy Martensen, BS, RT (R), Barry T. Anthony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Череп кости мозгового черепа и кости лицевого черепа, 354
Кости мозгового черепа
- Лобная кость (лобная чешуя), 355
- Теменные кости, 356
- Затылочная кость, 356
- Височные кости, 357
- Клиновидна кость, 358
- Решетчатая кость, 359

Соединения костей черепа (швы), 360
Анатомический обзор рентгенограмм, 361

Укладки

Морфология черепа, 362
Топография костей черепа (ориентиры), 363
Линии укладки черепа, 364
Укладки — общие положения, 365
- Рентгенография в педиатрии и гериатрии, 366
- Альтернативные методы исследования, 367
- Клинические показания, 367

Результаты опроса по США и Канаде, 369
Основные и специальные проекции, 369
Череп (исследование черепа)
Основные проекции
- Задняя аксиальная (по методу Тауна), 370
- Боковая, 371
- Передняя аксиальная 15° (по методу Колдвела), 372 или передняя аксиальная 25-30°, 372
- Передняя 0°, 373
- Подбородочно-теменная (базилярная укладка), 374
- Передняя аксиальная (по методу Хааса), 375

Турецкое седло
- Боковая, 376
- Задняя аксиальная (по методу Тауна), 377

Упражнения по рентгенограммам, 378
Исследование травм черепа — глава 19, 621-623

Череп

Рентгенография черепа, как и других частей тела, требует знания рентгеноанатомии. Анатомия черепа сложна и обширна и требует внимательного и подробного изучения.

Череп, или костный скелет головы, покоится на верхнем конце позвоночного столба и состоит из двух основных групп костей: **8 костей мозгового черепа** и **14 костей лицевого черепа** (лицевых костей).

Мозговой череп окружает и защищает мозг, а та часть, которая расположена спереди и ниже мозгового черепа, называется лицевым скелетом, или лицевыми костями черепа.

КОСТИ МОЗГОВОГО ЧЕРЕПА (8)

Восемь костей мозгового черепа делят на две группы: кости свода черепа (крыши черепа) и кости основания черепа. Каждая из групп состоит из четырех костей.

Кости свода (крыши черепа)

1. Лобная кость.
2. Правая теменная кость.
3. Левая теменная кость.
4. Затылочная кость.

Кости основания черепа

5. Правая височная кость.
6. Левая височная кость.
7. Клиновидная кость.
8. Решетчатая кость.

Восемь костей, составляющих свод и основание черепа, изображены на рисунках (вид спереди, сбоку и вид верхнего среза). У взрослых эти восемь костей связаны между собой неподвижно черепными швами и служат защитным ограждением для мозга. Мы рассмотрим каждую из костей черепа в отдельности.

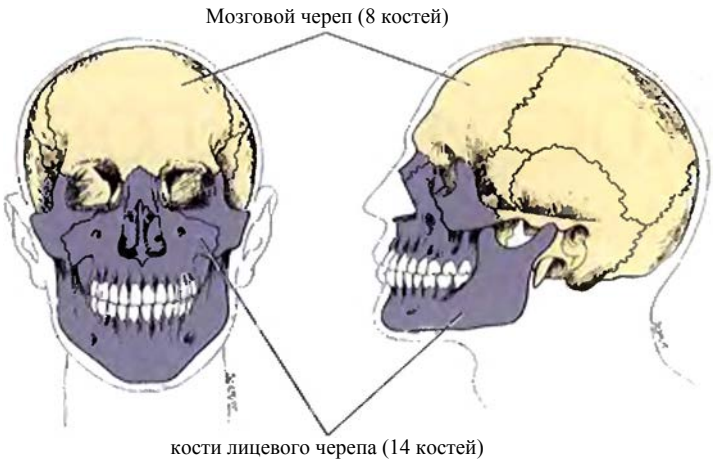


Рис. 11-1. Череп — костный скелет головы (кости мозгового черепа и кости лицевого черепа)

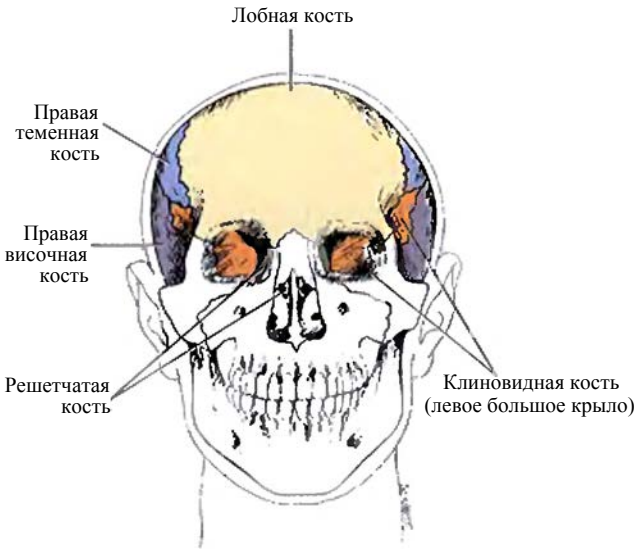


Рис. 11-2. Мозговой череп — вид спереди

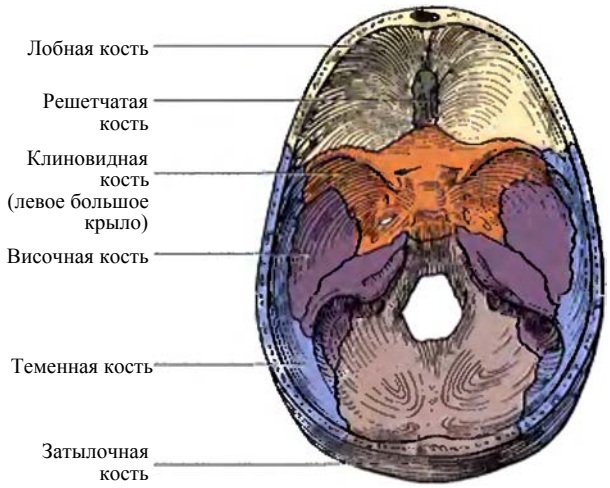


Рис. 11-3. Мозговой череп — вид верхнего среза

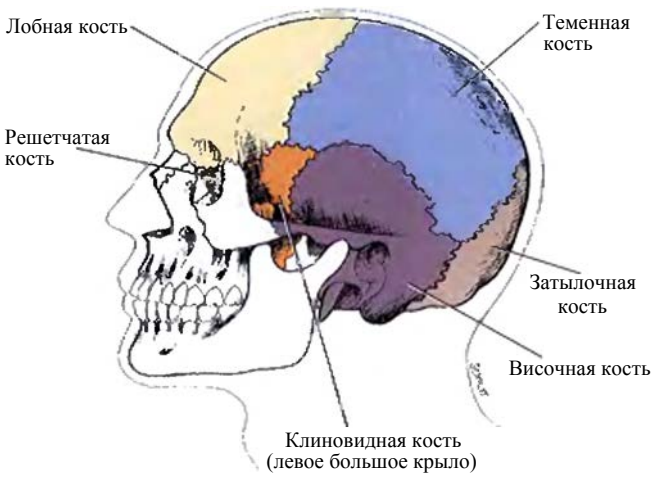


Рис. 11-4. Мозговой череп — вид сбоку

КОСТИ МОЗГОВОГО ЧЕРЕПА

После описания каждой из восьми костей приведен список прилегающих специфических костей. Некоторые кости мозгового черепа соединяются с костями лицевого черепа, которые будут описаны в главе 12. Знание этих соединений помогает запомнить расположение костей и взаимоотношения между ними.

Лобная кость (лобная чешуя)

Если посмотреть на череп спереди, то сразу видна кость свода — **лобная кость, или лобная чешуя.** Она образует лоб и верхнюю часть каждой из глазниц и состоит из двух основных частей, каждая из которых отмечена на рисунках. **Чешуйчатый**, или **вертикальный, отдел** образует лоб, **а глазничный**, или горизонтальный, отдел — верхнюю часть глазницы.

Чешуйчатый, или вертикальный, отдел (виды спереди и сбоку). Глабелла — гладкий выступ на лобной кости между бровями выше корня носа.

Надглазничная борозда (НГБ) — небольшое углубление в кости над каждой бровью. Это важный топографический ориентир, так как она соответствует дну передней черепной ямки, а также находится на уровне крыши глазницы (верхняя граница расположения лицевых костей) (рис. 11-7)

Примечание: чтобы найти у себя надглазничную борозду, положите палец на бровь и нащупайте возвышающуюся костную дугу, затем ведите пальцем вверх, пока он не окажется в надглазничной борозде.

Верхний край каждой глазницы — это **надглазничный край (НГК). Надглазничная вырезка** (отверстие) — небольшое углубление, или отверстие, расположенное медиально на надглазничном крае. Это место выхода надглазничной артерии и надглазничного нерва.

Костное возвышение под каждой бровью называется **надбровным гребнем** (дугой). Между надбровными дугами находится **глабелла**.

С каждой стороны чешуйчатого отдела лобных костей над надглазничными бороздами находится большой выступ округлой формы, называемый **лобным бугром** (возвышением).

Глазничный, или горизонтальный, отдел (вид снизу). Если посмотреть на череп снизу, то сначала мы увидим **горизонтальный,** или **глазничный, отдел. Видны надглазничные края, надбровные дуги, глабелла и лобные бугры.**

Крыша глазницы[1] с каждой стороны образует верхнюю часть каждой глазницы. Ниже крыши глазницы лежат лицевые кости, над крышей глазницы — передняя часть основания мозгового черепа.

Между крышами правой и левой глазниц расположена **решетчатая вырезка.** В эту вырезку заходит решетчатая кость, одна из костей основания черепа. **Носовая** (лобная) **ость** расположена спереди решетчатой вырезки.

Соединения. Лобная кость соединяется с **четырьмя** костями черепа: правой и левой теменными, клиновидной и решетчатой. Они показаны на видах спереди, сбоку и верхнего среза на с. 354. (Лобная кость также соединяется с восемью костями лицевого черепа, речь о них пойдет в главе 12.)

[1] Оригинальный термин orbital plate — буквально глазничная пластинка — мы перевели как крыша глазницы, так как это наиболее близкий по смыслу термин, хотя в образовании собственно крыши глазницы принимают участие еще и другие кости — см. главу 12. — *Ред.*

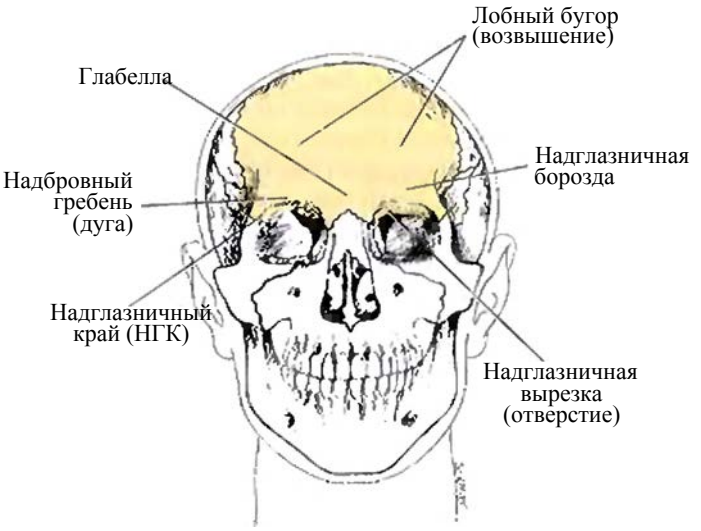


Рис. 11-5. Лобная кость - вид спереди

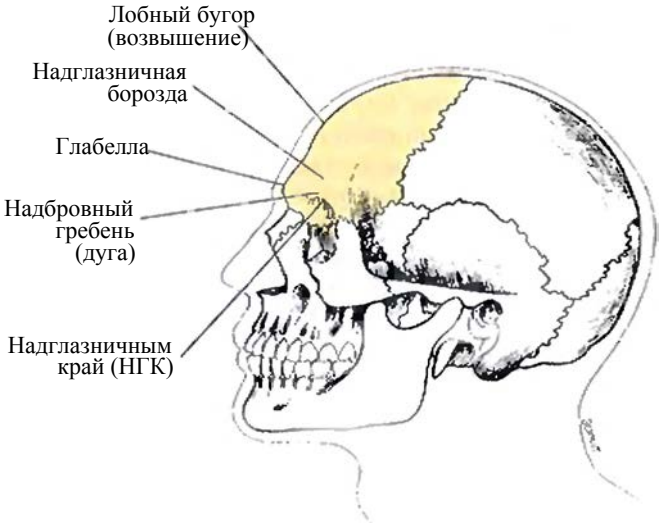


Рис. 11-6. Лобная кость — вид сбоку

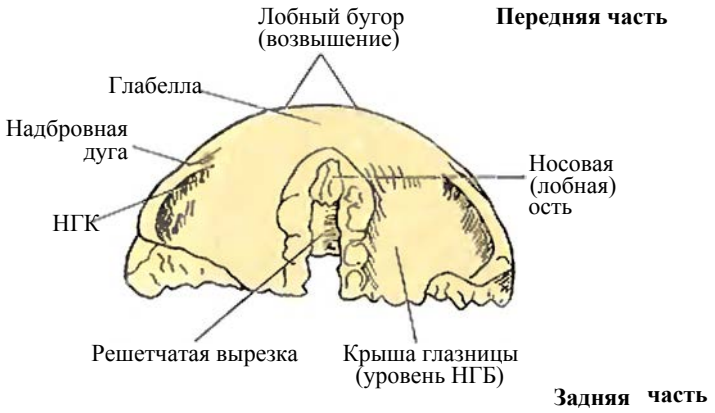


Рис. 11-7. Глазничный отдел лобной кости — вид снизу

Теменные кости

Парные **правая и левая теменные кости** хорошо видны на схемах вида сбоку и вида сверху (рис. 11-8 и 11-9). Двумя теменными костями образованы боковые стенки черепа и часть основания черепа. Каждая теменная кость имеет приблизительно квадратную форму с вогнутой внутренней поверхностью.

Самая широкая часть всего черепа находится между **теменными буграми (возвышениями)** двух теменных костей. Лобная кость расположена спереди теменных костей; затылочная — позади; височные кости — ниже; а большие крылья клиновидной кости — ниже спереди.

Соединения. Каждая теменная кость соединяется с **пятью** костями черепа: лобной, затылочной, височной, клиновидной и другой теменной.

Затылочная кость

Задненижний отдел свода черепа образован непарной затылочной костью. Округлую наружную поверхность затылочной кости называют **затылочной чешуей**. Затылочная чешуя образует большую часть тыльной стороны головы, к ней относят ту часть затылочной кости, которая находится над **наружным затылочным бугром, или инионом** (см. рис. 11-8).

Отверстие в основании затылочной кости, через которое проходит продолговатый мозг, сосуды и нервы, называется **большим (затылочным) отверстием**.

Два **боковых мыщелковых отдела (затылочные мыщелки)** представляют собой овальные отростки с выпуклой поверхностью, по одному по обе стороны большого отверстия. Они соединяются с ямками первого шейного позвонка, называемого атлантом. Это сочленение между черепом и шейным отделом позвоночника называется **атлантозатылочлым суставом**.

Соединения. Затылочная кость соединяется с **шестью** костями: двумя теменными, двумя височными, клиновидной костью и атлантом (первым шейным позвонком).

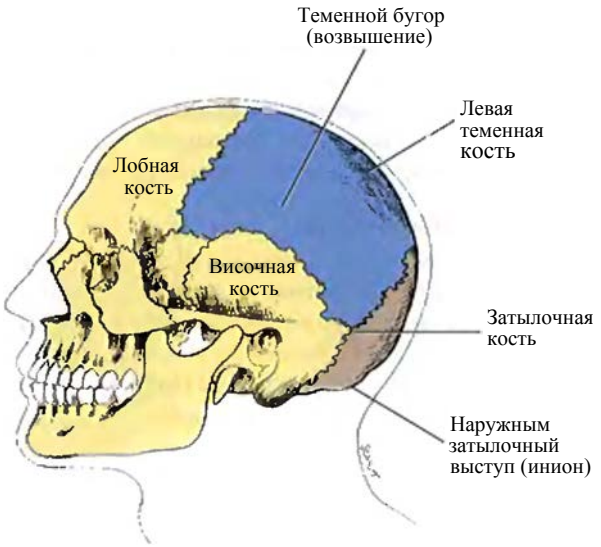


Рис. 11-8. Теменная и затылочная кости — вид сбоку

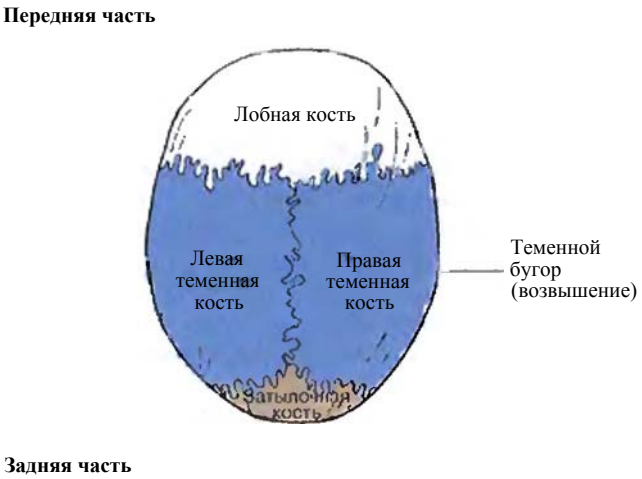


Рис. 11-9. Теменные и затылочная кости — вид сверху

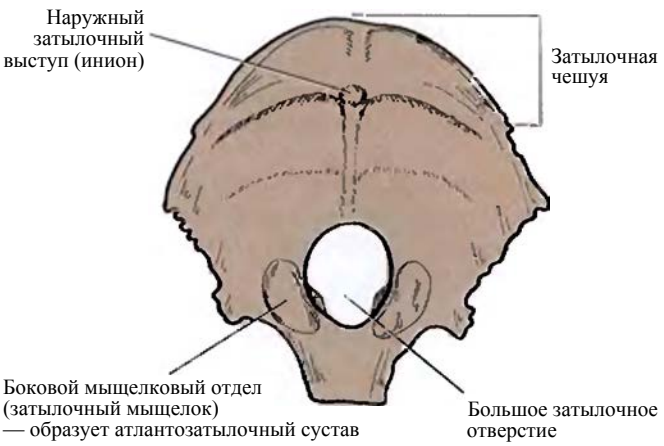


Рис. 11-10. Затылочная кость — вид снизу

Височные кости

Вид сбоку (рис. 11-11). Парные **правая** и **левая височные** кости — сложные с структуры, в которых располагаются органы слуха и равновесия. Как видно из схемы на виде сбоку, левая височная кость находится между большим крылом клиновидной кости спереди и затылочной костью сзади.

Спереди чешуйчатой части височной кости идет дуга, называемая **скуловым отростком**. Этот отросток соединен с височным отростком скуловой кости (одни из костей лицевого черепа), образуя легко пальпируемую **скуловую дугу**.

Ниже скулового отростка и сразу перед наружным слуховым проходом (**НСП**) находится нижнечелюстная ямка, в которую входит нижняя челюсть, образуя **височно-нижнечелюстной сустав**.

Ниже между нижней челюстью и наружным слуховым проходом расположен выступ тонкой кости, называемый шиловидным отростком.

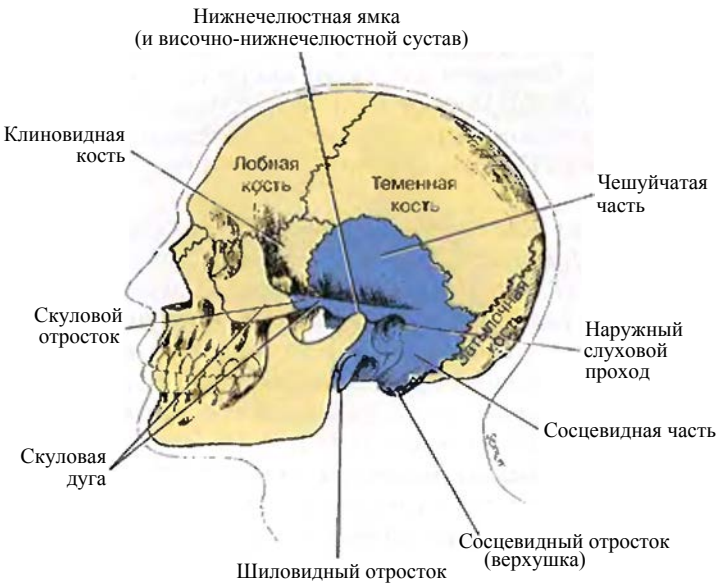


Рис. 11-11. Височная кость — вид сбоку

Вид переднего среза (рис. 11-12). Каждая височная кость состоит из **трех основных частей**. Первая — верхняя тонкая, образующая часть стенки черепа — **чешуйчатая часть**. Эта часть черепа чрезвычайно тонкая и наиболее уязвимая к переломам, которые могут привести к внутричерепному кровотечению.

Вторая часть, расположенная позади наружного слухового прохода, — **сосцевидная часть**, с выступающим **сосцевидным отростком**, внутри которого находятся многочисленные воздушные пазухи.

Третья основная часть — плотная **каменистая часть**, часто называемая **каменистой пирамидой** (или просто пирамидой). Иногда ее еще называют **каменисто-сосцевидной частью** височной кости. Верхнюю границу, или край, каменистой пирамиды обычно называют **каменистым краем**.

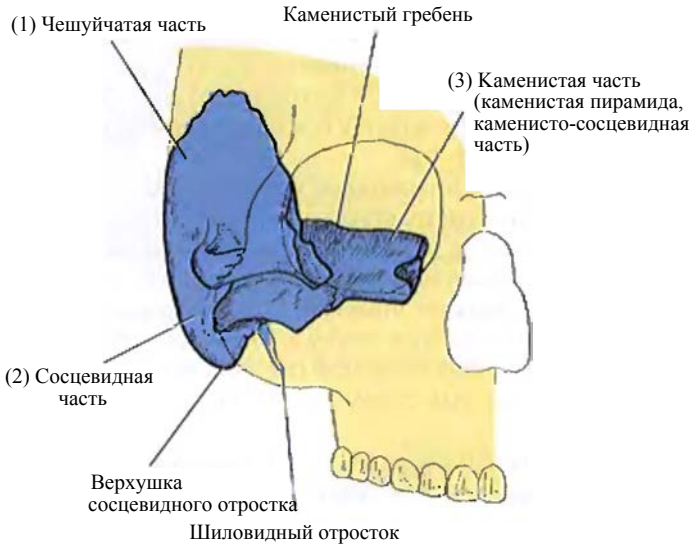


Рис. 11-12. Височная кость, три основные части — вид спереди

Вид сверху (рис. 11-13). На этой схеме хорошо видно основание черепа. Непарная затылочная кость находится между парными височными костями. На виде сверху также представлена третья основная часть височной кости, каменистая часть. Эта часть височной кости, напоминающая пирамиду, является самой толстой и наиболее плотной костью черепа. Каменистые пирамиды начинаются от области **наружного слухового прохода** и расположены по направлению вперед и к средней линии.

Чувствительные органы слуха и равновесия находятся внутри и защищены стенками плотных каменистых пирамид. Каменистый край пирамид **соответствует уровню расположения наружного топографического ориентира — ВКУ** (верхний край основания уха). Около центра каменистой пирамиды, на ее задней поверхности, сразу над **яремным отверстием** расположено отверстие, называемое **внутренним слуховым проходом** — это место прохождения нервов слуха и равновесия.

Примечание: наружное и внутреннее слуховые отверстия не показаны на данной схеме вида сверху, так как они расположены под каменистыми пирамидами.

Более подробно рентгеноанатомия органов слуха и равновесия, наряду с традиционными снимками сосцевидных отростков и специальные проекции височной кости, будут рассматриваться в главе 13. Однако исследование этой области в большей степени выполняется сегодня с помощью КТ и МРТ.

Соединения. Каждая височная кость сочленена с **тремя** костями черепа: теменной, затылочной и клиновидной. (Каждая височная кость также соединяется с двумя костями лицевого черепа.)

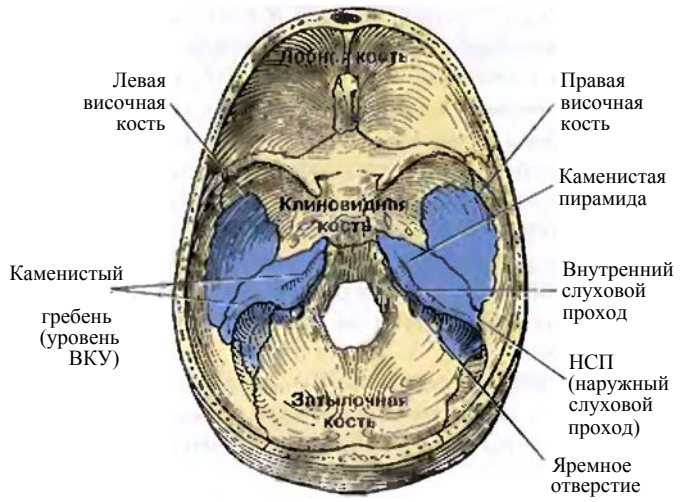


Рис. 11-13. Височные кости вид сверху

Клиновидная кость

Вид сверху. Центрально расположенная **клиновидная кость** является как бы якорем для костей мозгового черепа. Центральный отдел клиновидной кости — тело, лежащее на средней линии основания черепа и имеющее клиновидную пазуху, лучше всего рассмотреть на сагиттальном сечении (рис. 11-18, стр. 359).

Центральная ямка на теле клиновидной кости называется **турецким седлом**. Если посмотреть на ямку со стороны как показано на рис. 11-16 (с. 359), она похожа на седло. Турецкое седло частично окружает и защищает основную железу человеческого тела, **гипофиз**. Задняя часть турецкого седла называется **спинкой седла**, она также хорошо видна на рис. 11-16, вид сбоку.

Скат — это полый желоб, расположенный позади спинки седла клиновидной кости (рис. 11-14 и 11-16). Этот желоб продолжается бороздой в основании затылочной кости, идущей от границы клиновидной и затылочной костей до большого отверстия. Эта область образует основание для (варолиева) моста головного мозга и базилярной артерии.

По бокам тела с обеих сторон отходят две пары крыльев. Крылья меньшего размера, называемые малыми крыльями, имеют треугольную форму и расположены почти горизонтально. Они заканчиваются медиально двумя **передними наклоненными отростками**. Они выступают сбоку от верхней передней части тела и доходят приблизительно до середины каждой глазницы. **Большие крылья** идут латерально по бокам тела и образуют отдел основания черепа и боковые части черепа, как показано на рис. 11-11, с. 357.

В больших крыльях расположены три пары небольших отверстии, через которые проходят определенные нервы и кровеносные сосуды. Процессы, которые могут вызвать эрозию этих отверстии, можно обнаружить с помощью рентгенографии. **Круглое отверстие и овальное отверстие** — это небольшие отверстия, которые видны на виде сверху и в наклонном положении. Местонахождение пары маленьких округлых **остистых отверстий** также видно на виде сверху (рис. 11-14).

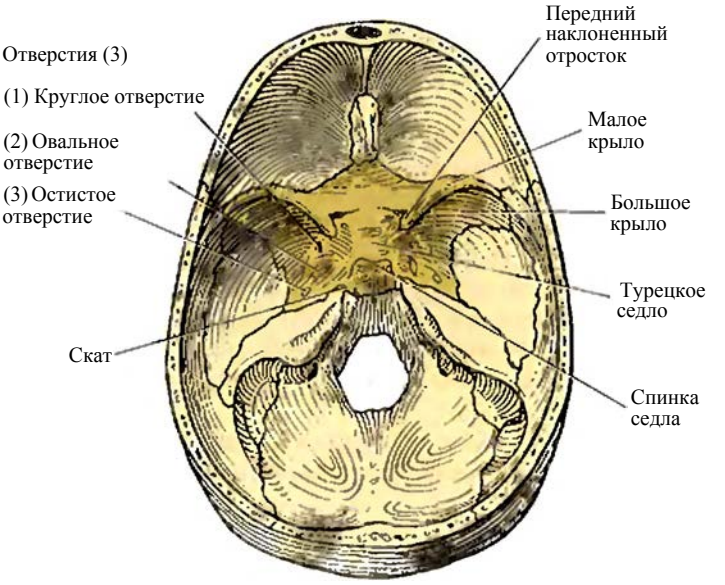


Рис. 11-14. Клиновидная кость — вид сверху

Вид в наклонном положении. Рисунок клиновидной кости в наклонном положении демонстрирует сложное строение этой кости. Говоря о форме клиновидной кости, ее сравнивают с летучей мышью с распростертыми в полете крыльями и лапками. На этой схеме (рис. 11-15) опять видна расположенная в центре ямка, **турецкое седло.**

Передние наклоненные отростки — два костных выступа, поднимающихся от самой задней точки **малых крыльев.** Передние отростки немного больше и выступают дальше, чем **задние наклоненные отростки**, которые идут выше от **спинки седла**; лучше всего они видны на рис. 11-16, вид сбоку.

Между передней частью тела кости и малыми крыльями с обеих сторон расположены каналы, похожие на борозды, по которым в полость глазниц проходят зрительный нерв и некоторые артерии. Такая борозда начинается в центре как перекрестная, или зрительная, борозда, которая ведет с каждой стороны в глазницу, к зрительному каналу, заканчивающемуся зрительным отверстием. Зрительные отверстия можно продемонстрировать рентгенографически на передних проекциях черепа в косой укладке.

Немного вбок и позади зрительных отверстий с обеих сторон находятся отверстия неправильной формы, которые лучше всего видны на рис. 11-15, называемые **верхними глазничными**

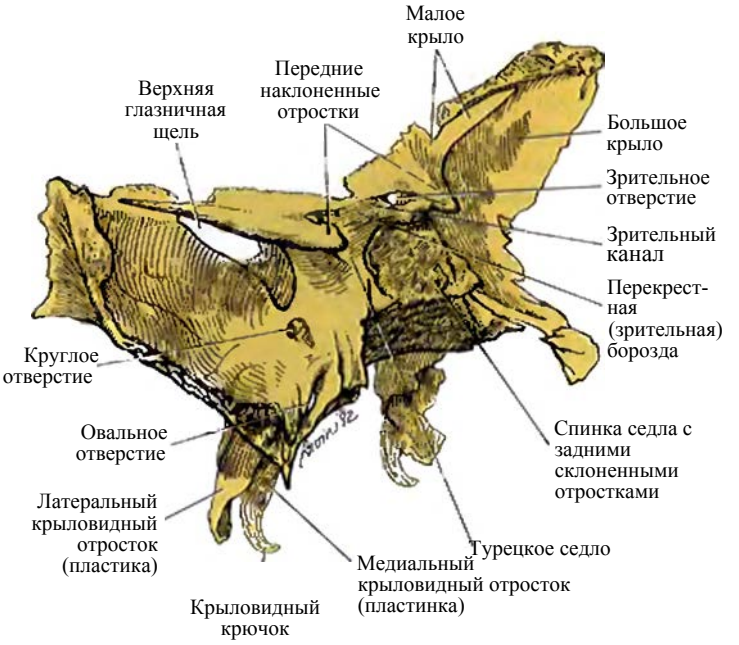


Рис. 11-15. Клиновидная кость — наклонный вид

щелями. Эти отверстия обеспечивают многочисленным нервам и кровеносным сосудам доступ в глазницы. На рис. 11-15 также видны круглое и овальное отверстия.

От нижней поверхности тела книзу выступают четыре отростка, соответствующие лапкам воображаемой летучей мыши. Немного плоские выступы, находящиеся больше сбоку, называются **латеральными крыловидными отростками**, иногда именуемые пластинками. Прямо медиально к ним расположены два **медиальных крыловидных отростка**, или пластинки, заканчивающиеся книзу **крыловидными крючками**, маленькими отростками, похожими на крючки. Крыловидные отростки, или пластинки, образуют часть боковых стенок носовых полостей.

Турецкое седло — вид сбоку. В строго боковой укладке турецкое седло будет выглядеть так, как на рис. 11-16. Деформация турецкого седла часто является единственным признаком имеющегося внутричерепного процесса; поэтому снимок турецкого седла может быть очень важен.

Выступ **турецкого седла** и **спинка седла** лучше всего видны сбоку. **Передние наклоненные отростки** расположены спереди выше турецкого седла, а задние наклоненные отростки выглядят как маленькие выступы, расположенные над спинкой седла.

Соединения. Поскольку клиновидная кость занимает центральное положение, она соединяется со **всеми семью** другими костями черепа. (Клиновидная кость также соединяется с пятью костями лицевого черепа.)

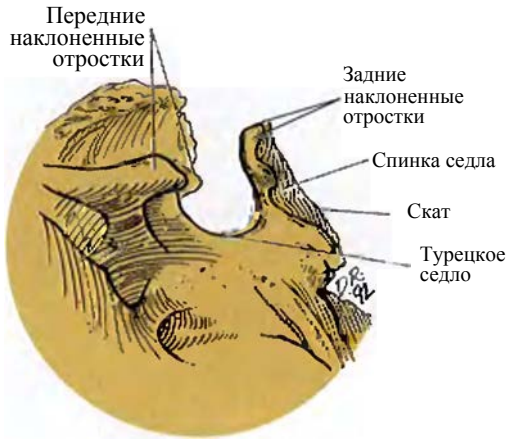


Рис. 11-16. Турецкое седло клиновидной кости — вид сбоку

Решетчатая кость

Восьмая и последняя кость, рассматриваемая нами в настоящей главе, это **решетчатая кость**. Непарная решетчатая кость лежит ниже основания черепа. На виде сверху (левая схема на рис. 11-17) видна только верхняя часть решетчатой кости, расположенная в одноименной вырезке лобной кости.

Увеличенный фронтальный срез всей решетчатой кости приведен справа на рис. 11-17. Небольшая верхняя горизонтальная часть кости называется **решетчатой пластинкой**, которая содержит много маленьких отверстий, через которые проходят обонятельные нервы, или нервы запаха. Кверху от решетчатой пластинки выступает **петушиный гребень**.

Основной отдел решетчатой кости лежит ниже основания черепа. **Перпендикулярная пластинка**, направленная книзу, участвует в образовании костной носовой перегородки. Два **латеральных решетчатых лабиринта** идут от внутренней поверхности решетчатой пластинки по обеим сторонам перпендикулярной пластинки. Решетчатые лабиринты содержат воздухоносные ячейки или пазухи и участвуют в образовании медиальных стенок глазниц и латеральных стенок носовой полости. От медиальной стенки каждого лабиринта медиально книзу идут костные выступы в форме завитка. Эти выступы называются **верхняя и средняя носовая раковины**, которые лучше всего видны на схемах лицевой кости (глава 12).

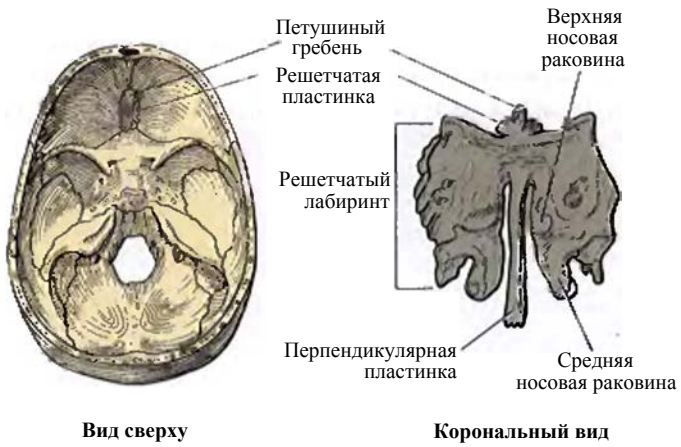


Рис. 11-17. Решетчатая кость

Соединения. Решетчатая кость соединяется с **двумя** костями черепа: лобной и клиновидной (а также с 11 костями лицевого черепа).

Череп — сагиттальный срез

На рис. 11-18 представлена правая половина черепа в среднем сагиттальном разрезе. Хорошо показаны расположенные в центре **клиновидная** и **решетчатая кости**, а также их взаимосвязь друг с другом и с остальными костями черепа.

Решетчатая кость находится впереди клиновидной кости. Небольшого размера **петушиный гребень** и **решетчатая пластинка** выступают сверху, а **перпендикулярная пластинка**, которая большего размера, идет книзу. Последняя образует верхний отдел кости носовой перегородки.

Клиновидная кость, содержащая турецкое седло, расположена прямо позади решетчатой кости. Виден и один из двух длинных тонких **крыловидных отростков**, или пластинок, идущий книзу и вперед и заканчивающийся маленьким отростком, называемым **крыловидным крючком**. Центральная часть тела клиновидной кости на данном сагиттальном разрезе демонстрирует углубление, содержащее **клиновидную пазуху**.

Лобная кость большего размера также содержит полость прямо позади глабеллы, которую называют **лобной пазухой**.

Видно, что внутренняя часть большой округлой **теменной кости** составляет большую часть латерального и верхнего отделов свода черепа.

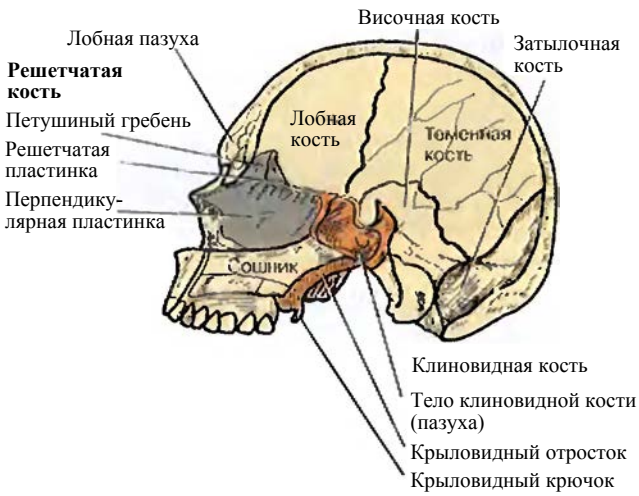


Рис. 11-18. Череп — среднесагиттальный срез клиновидной и решетчатой костей

Сошник (лицевая кость) изображен как структура, находящаяся посредине между частями клиновидной и решетчатой костей.

Чешуйчатая часть височной кости видна непосредственно ниже теменной кости, где она также образует часть нижней стенки черепа. Видно, что **затылочная кость** составляет заднюю нижнюю стенку и основание собственно черепа.

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА — ШВЫ

Череп взрослого

Соединения костей черепа называются **швами** и принадлежат к классу **фиброзных сочленений**. Так как у взрослого они **неподвижны**, их называют **синартрозами**. Они показаны на рис. 11-19, виды сбоку, сверху наклонный и задний.

Венечный шов отделяет лобную кость от двух теменных. Шов, разделяющий посредине две теменные кости, называется **сагиттальным**.

Ламбдовидный шов разделяет две теменные и затылочную кости.

Чешуйчатый шов образован нижним соединением теменной кости с соответствующей височной костью.

Каждый конец сагиттального шва идентифицируется как точка или область, имеющая специфическое название. **Брегма** — передний конец сагиттального шва, **ламбда** — задний конец. Правый и левый **птерионы** — это места соединения теменных, височных и больших крыльев клиновидной кости (**задний** конец клиновидно-теменного шва согласно Анатомии Грэя).

Правый и левый **астерионы** — это точки, расположенные за ухом, где пересекаются чешуйчатый и ламбдовидный швы. Эти 6 специфических костных точек являются референтными при хирургии черепа, а также в случаях измерений черепа.

Череп младенца

Свод, или крыша, черепа младенца очень большой по сравнению с остальными частями тела, в то время как лицевые кости совсем маленькие, как видно на рис. 11-20. При рождении окостенение каждой из костей черепа не закончено и швы заполнены соединительной тканью. Однако есть определенные области, где процесс окостенения идет медленнее, их называют **родничками**. Как правило, сами швы черепа закрываются полностью только к 12-13 годам, а некоторые не закрывают существенно дольше.

Роднички. В раннем детстве брегма и ламбда — это не костные структуры, они представляют собой покрытые оболочкой отверстия, или мягкие места, которые называют **передним** и **задним родничками.** Передний родничок самый большой и при рождении он составляет 2,5 см в ширину и 4 см и длину. Полностью передний родничок закрывается к полутора годам.

Два латеральных родничка меньшего размера, которые закрываются вскоре после рождения, — это **клиновидный** (птерион у взрослых) и **сосцевидный** (астерион у взрослых) **роднички,** находящиеся, соответственно, в клиновидном и сосцевидном углах теменных костей по обеим сторонам головы. Таким образом, у младенца всего **шесть родничков.**

МЛАДЕНЕЦ	ВЗРОСЛЫЙ
1. Передний родничок.	Брегма.
2. Задний родничок.	Ламбда.
3. Правый клиновидный родничок.	Правый птерион.
4. Левый клиновидный родничок.	Левый птерион.
5. Правый сосцевидный родничок.	Правый астерион.
6. Левый сосцевидный родничок.	Левый астерион.

Шовные, или вормиевы, кости

Некоторые маленькие, неправильной формы, кости, называемые шовными, или вормиевыми, костями, иногда развиваются в швах черепа взрослого. Эти изолированные кости чаще всего находятся в ламбдовидном шве, а иногда — также в области родничков, особенно заднего родничка. Полностью они формируются в черепе уже взрослого человека и визуализируются только по шовным линиям вокруг своих границ.

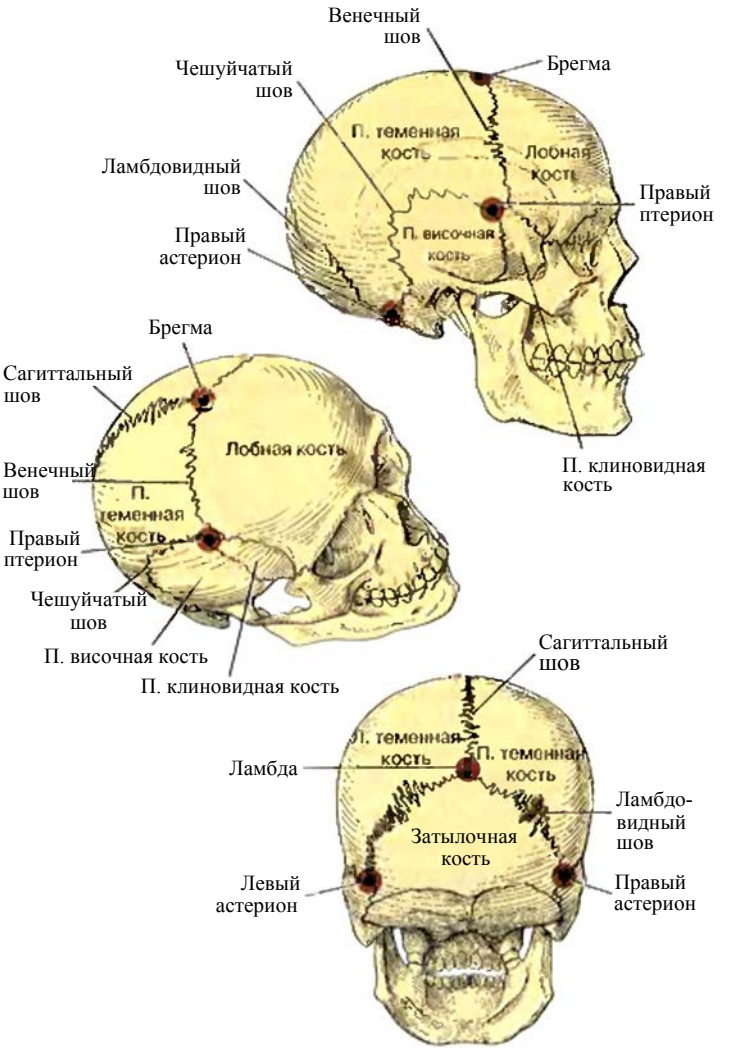


Рис. 11-19. Швы черепа взрослого — фиброзные сочленения синартрозы (неподвижные)

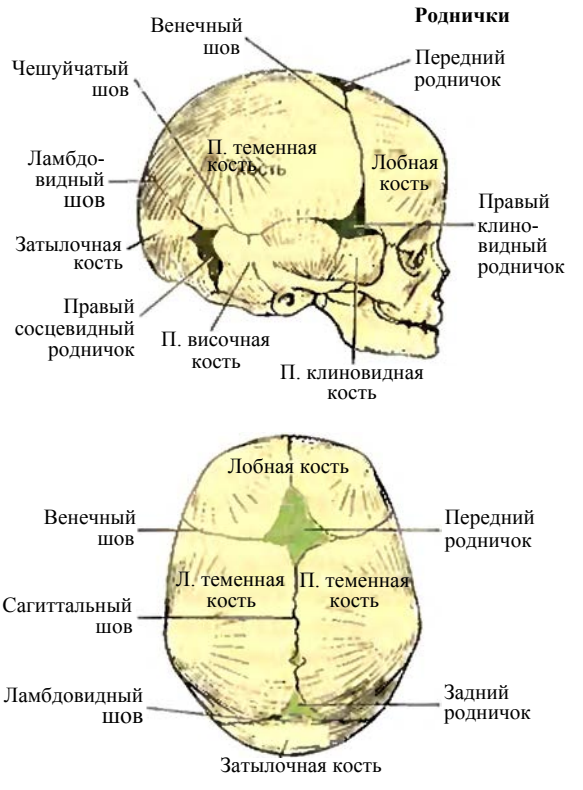


Рис. 11-20. Младенец: швы черепа и роднички

АНАТОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР РЕНТГЕНОГРАММ

Следующие упражнения предназначены для повторения анатомии восьми костей черепа, помеченных на снимках справа.

Рекомендуемый способ повторения и закрепления материала — закрыть ответы, приведенные ниже, и попытаться с первого раза идентифицировать каждую отмеченную часть по памяти. Специфические анатомические части на снимках могут быть менее узнаваемы, чем на схемах, но знание местоположения и взаимоотношений с окружающими структурами и костями по может в идентификации этих костей.

Кости мозгового черепа — передняя проекция по Колдвелу

А. Надглазничный край правой глазницы.
Б. Петушиный гребень решетчатой кости.
В. Сагиттальный шов (задняя проекция черепа).
Г. Ламбдовидный шов (задняя проекция черепа).
Д. Каменистый гребень.

Кости мозгового черепа — задняя аксиальная проекция

А. Спинка седла клиновидной кости.
Б. Сосцевидный отдел височной кости.
В. Каменистый гребень каменистой пирамиды.
Г. Теменная кость.
Д. Затылочная кость.
Е. Большое отверстие.

Кости мозгового черепа — боковая проекция

А. Наружный слуховой проход.
Б. Сосцевидный отдел височной кости.
В. Затылочная кость.
Г. Ламбдовидный шов.
Д. Скат.
Е. Спинка седла.
Ж. Задние наклоненные отростки.
З. Передние наклоненные отростки.
И. Макушка головы.
К. Венечный шов.
Л. Лобная кость.
М. Глазничные пластинки.
Н. Решетчатая пластинка.
О. Турецкое седло.
П. Тело клиновидной кости (клиновидная пазуха).

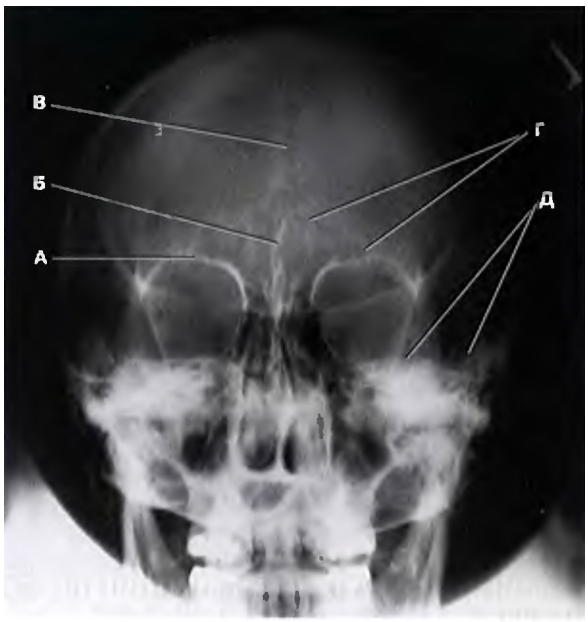


Рис. 11-21. Рентгенограмма черепа в передней проекции по Колдвелу

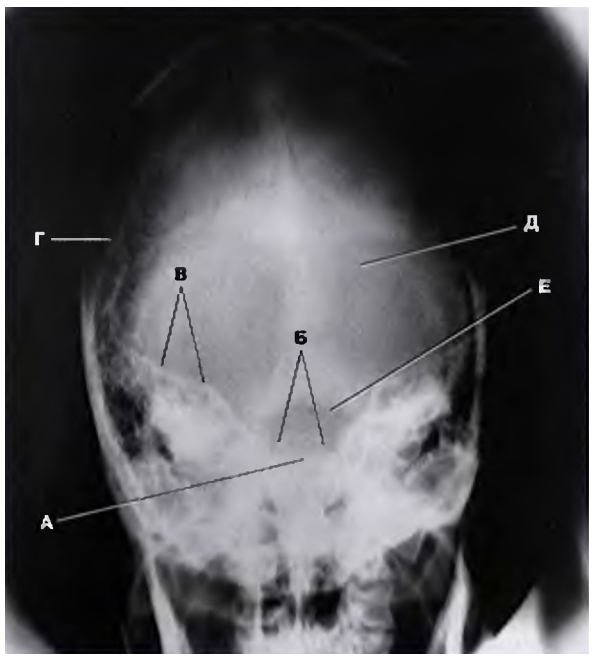


Рис. 11-22. Рентгенограмма черепа в задней аксиальной проекции

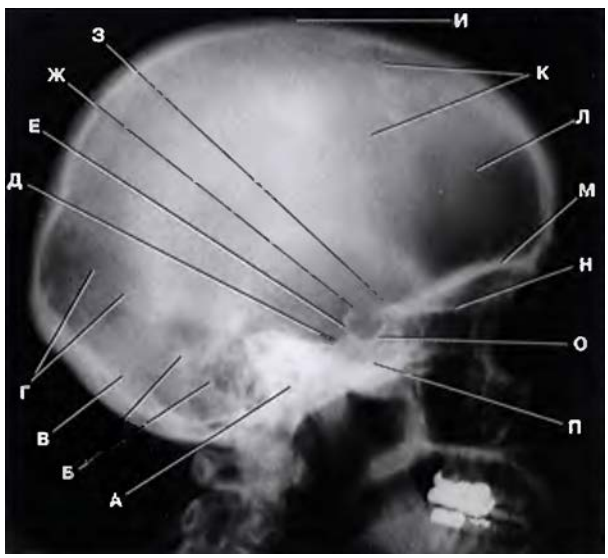


Рис. 11-23. Рентгенограмма черепа в боковой проекции

Рентгенография черепа

Для рентгенологов череп всегда считался одним из самых трудных и требующих особого внимания объектов. Перед тем как начать изучение укладок черепа или костей лицевого черепа, важно хорошо знать рентгеноанатомию и взаимоотношения костей и структур черепа, описанных в данной главе. Традиционная рентгенография некоторых частей черепа, особенно более скрытых его внутренних структур, в настоящее время менее распространена из-за появления более совершенных методов диагностики, компьютерной и магнитнорезонансной томографии. Однако в некоторых ситуациях эти методы исследования не доступны, и каждый рентгенолаборант должен уметь делать традиционные снимки, о чем и пойдет речь в данной главе.

МОРФОЛОГИЯ ЧЕРЕПА (КЛАССИФИКАЦИИ ПО ФОРМЕ И РАЗМЕРУ)

Мезоцефальный череп

Форма головы среднего размера называется **мезоцефальной**. Средние размеры черепа взрослого составляют 15 см между теменными возвышениями (латеральными), 19 см от лобного возвышения до наружного затылочного выступа (задняя или передняя проекции) и 23 см от макушки головы до нижней части подбородка (подбородочно-теменная проекция). Хотя большинство взрослых имеют череп среднего размера и формы, исключения все же существуют.

Общей основой для описания типов черепа является сравнение ширины черепа в месте теменной возвышенности с длиной, изменяемой от лобного возвышения до наружного затылочного выступа. У среднего мезоцефального черепа **ширина составляет 75-80% от длины.**

Брахицефальный череп и долихоцефальный череп

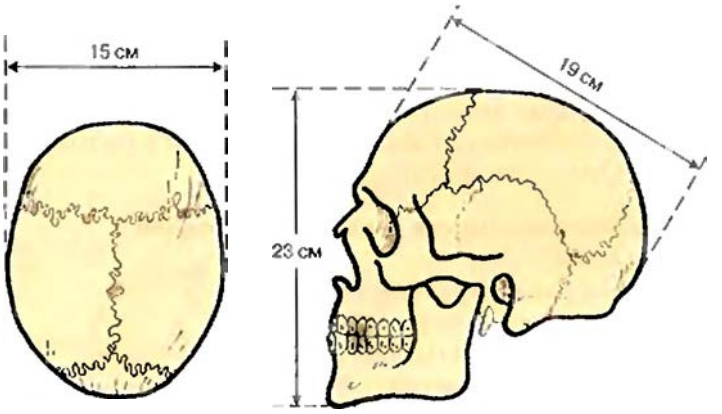
Отклонения от черепа средней формы обозначаются как **брахицефальный** (короткая и широкая голова) и **долихоцефальный череп** (длинная и узкая голова).

Ширина **брахицефального** черепа **составляет 80% и больше** от его длины. Ширина **долихоцефального** черепа составляет **менее 75%** его длины[1].

Другим отклонением, о котором следует знать, является разница угла между каменистыми пирамидами и средней сагиттальной плоскостью. У головы средней формы каменистые пирамиды образуют угол со средней саггитальной плоскостью примерно **47°**. У брахицефального черепа этот угол **больше чем 47°** (приблизительно 54°), а у долихоцефального — **меньше 47°** (приблизительно 40°).

Укладка с учетом морфологии черепа

При описании укладок, включая направление ЦЛ и повороты головы, о чем будет говориться в этой главе, имеется в виду мезоцефальный череп средней формы. Например, аксиолатеральная косая проекция (по методу Ло) для сосцевидных отростков или височно-нижнечелюстных суставов требует поворота



Ширина (15 см) составляет 79% от длины (19 см)

Рис. 11-24. Средний череп (мезоцефальный)

головы на 15° (см. главу 12). Но для длинной узкой долихоцефальной головы потребуется угол поворота немного больший, чем 15°, а для короткой широкой головы брахицефального типа нужен угол поворота меньше чем 15°. Косая проекция 45° по методу Стенверса для сосцевидных отростков также требует небольшого изменения угла поворота в соответствии с формой черепа.

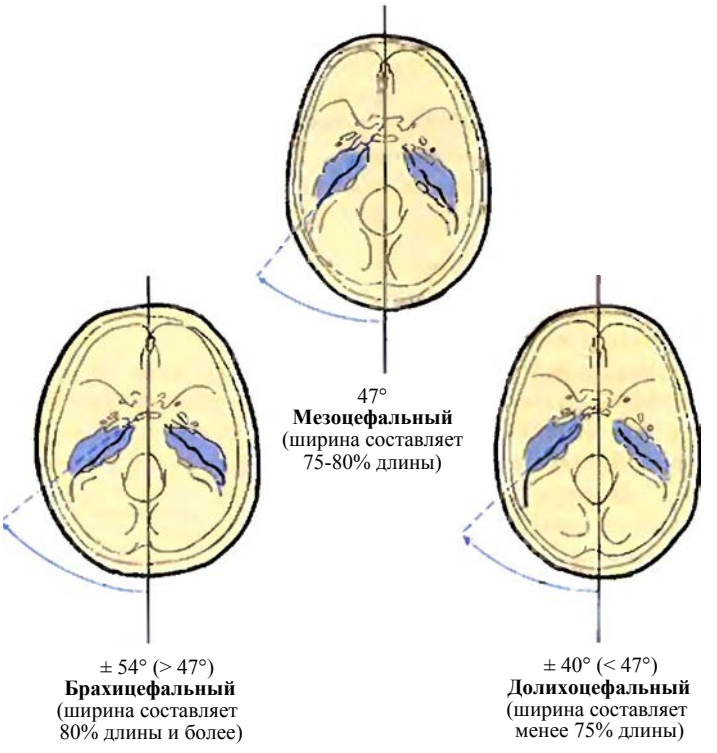


Рис. 11-25. Разновидности форм черепа

[1] Gray H. *Cray's anatomy*, ed 30, Philadelphia, 1985. Lea and Febiger.

ТОПОГРАФИЯ ЧЕРЕПА (ОРИЕНТИРЫ)

Для точной укладки черепа используют определенные ориентиры и линии. Любая из следующих преломленных топографических структур может быть или видна, или ее можно обнаружить при пальпации.

Плоскости тела

Срединная сагиттальная, или срединная, плоскость (ССП) делит тело на правую и левую половины. Эта плоскость важна при точной укладке черепа, так как для любой задней и передней или боковой проекции срединная сагиттальная плоскость должна быть или перпендикулярна или параллельна плоскости кассеты.

Межзрачковая (МЗЛ), или **межглазничная, линия** — это линия, соединяющая или зрачки, или внешние уголки глаз пациента. Если используют **истинно боковую** укладку головы, межзрачковая линия должна быть точно перпендикулярна плоскости кассеты.

Ориентиры: вид спереди и вид сбоку

Надбровная дуга представляет собой гребень, идущий по лбу прямо над каждым глазом.

Немного выше этого гребня находится небольшая борозда, называемая **надглазничной бороздой**, или НГБ.

Примечание: НГБ является важным ориентиром, поскольку она соответствует самой высокой границе лицевой кости, а также уровню **дна передней черепной ямки**.

Глабелла — это гладкая, немного приподнятая область треугольной формы между и немного выше бровей и над переносицей.

Назион — ямка на переносице. С анатомической точки зрения назион — это соединение двух носовых костей и лобной кости.

Акантион — это точка на срединной линии соединения верхней губы и носовой перегородки, место, где встречаются нос и верхняя губа.

Угол, или **гонион**, — это нижнечелюстная угловая точка по обеим сторонам нижней челюсти.

Подбородок представляет собой плоскую, выступающую вперед область треугольной формы. Средняя точка подбородка, если смотреть спереди, называется точкой **подбородка**.

Ухо. В качестве ориентиров при укладке могут использоваться части уха — **ушная раковина** (наружная часть уха), состоящая из хрящей, и **козелок**, небольшое хрящевое возвышение спереди от наружного слухового отверстия. **ВКУ** (верхний край основания уха) — это верхняя точка, где крепится ушная раковина или то место, где находятся дужки очков. Это очень важный ориентир, потому что он соответствует **уровню каменистого гребня** с каждой стороны.

Глаз. Соединения верхних и нижних век называются **углами глазной щели**. Таким образом, **внутренний угол** расположен на месте соединения век около носа, а латеральное соединение век называется **внешним углом**.

Верхняя граница костной глазницы глаза называется **надглазничным краем**, или **НГК**, а нижняя граница называется **подглазничным краем**, или **ПГК**. Другой ориентир — это **латеральный угол глаза**.

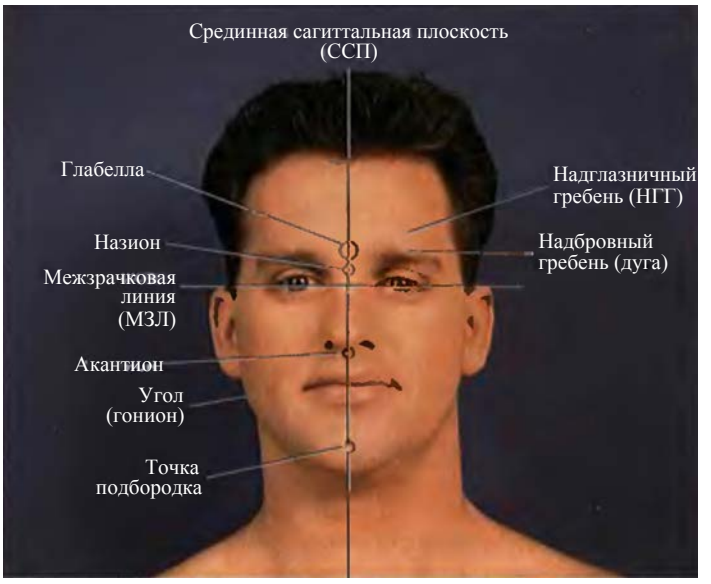


Рис. 11-26. Плоскости тела и ориентиры

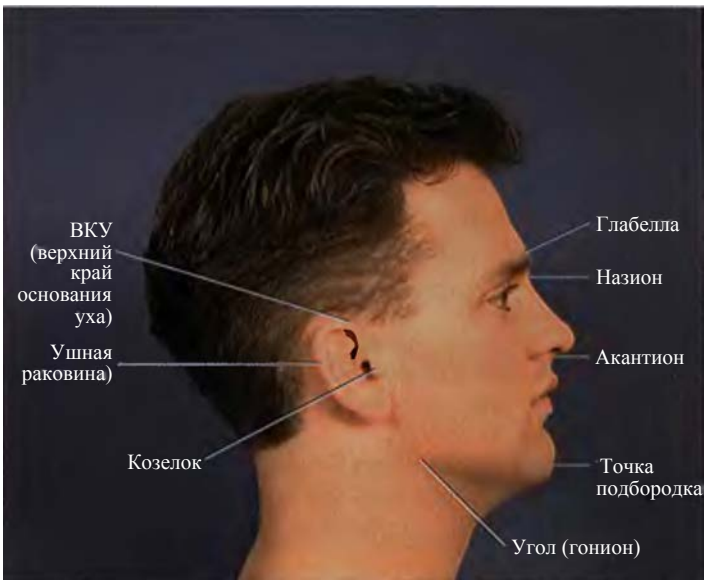


Рис. 11-27. Поверхностные ориентиры

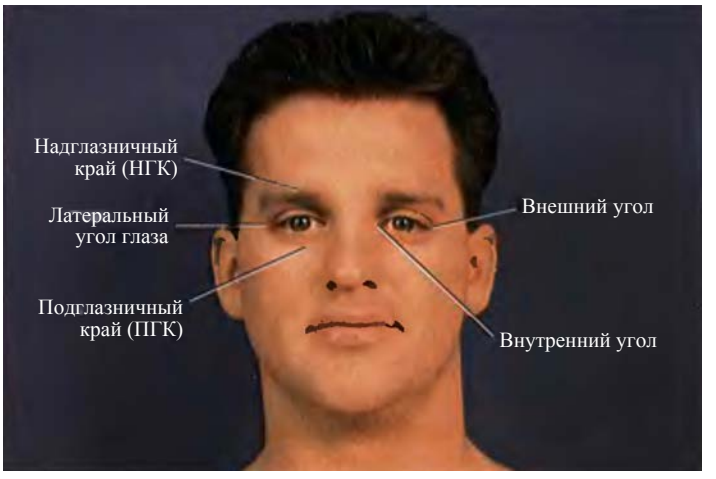


Рис. 11-28. Глазничные ориентиры

Линии укладки черепа

В рентгенографии черепа важны некоторые линии укладки. Эти линии образуются путем соединения определенных передних ориентиров со средней точкой **наружного слухового прохода (НСП). НСО** — это отверстие наружного слухового прохода (наружное слуховое отверстие), центр которого называется **точкой ушной раковины**.

Самая верхняя из линий укладки — это **глабелло-меатальная[1] линия**, которая не столь точна, как остальные линии, поскольку глабелла — это область, а не специфическая точка. Глабелло-меатальная линия соединяет область глабеллы и НСО.

Глазнично-ушная линия — это часто используемая линия укладки, она находится между внешним углом глаза и НСО.

Подглазнично-ушная линия (ПГУЛ) образуется путем соединения срединной точки подглазничного края с НСО. Существуют два старых названия этой линии: **основная линия Райда** или **основная антропологическая линия**. Иногда ее называют просто **основной линией** черепа, хотя в нашей книге мы эти термины не используем.

Между углами глазнично-ушной и подглазнично-меатальной линий разница в среднем составляет **7 - 8°**. Между глазнично-ушной и глабелло-ушной линиями разница тоже в среднем составляет приблизительно **7 - 8°**. Знание разницы углов между этими тремя линиями поможет при корректировке укладок для специфических проекций черепа и лицевых костей.

Акантио-меатальная линия (АМЛ) и **подбородочно-ушная линия (ПУЛ)** важны при рентгенографии костей лицевого черепа. Эти линии образуются соединением акантиона и точки подбородка, соответственно, с НСО.

Линия, идущая от соединения губ с НСО, называемая **губно-ушной линией**, — это линия укладки, используемая в данном руководстве для получения специфической проекции лицевых костей, именуемой измененной акантио-теменной проекцией (по Уотерсу) (стр. 397).

Глабелло-альвеолярная линия (ГАЛ) соединяет глабеллу с точкой на передней стороне альвеолярного отростка нижней челюсти. Эту линию используют для укладки при тангенциальной проекции костей носа.

Инион — это точка, соответствующая наружному затылочному выступу — вдоль средней линии нижней части затылка, около соединения головы и шеи, где крепятся задние мышцы. Продолжение ПГУЛ в сторону затылка приблизительно укажет местонахождению иниона.

Приспособления для укладки черепа

Для определения точных углов, требуемых для точных укладок костей черепа и лицевых костей, используют различного вида приспособления. Один из распространенных примеров — это **картонная линейка**, отмеряющая необходимые углы для укладок черепа. На рис. 11-30 показано, как 90° линейкой определяют, что глазнично-ушная линия расположена перпендикулярно плоскости кассеты. Правильная укладка достигается путем опускания подбородка или с помощью опоры под затылок, если нельзя достаточно сильно опустить подбородок.

Для определения углов при укладках черепа можно использовать и другие виды приспособлений, например специальный транспортир, который определяет, как в данном примере на рис. 11-31, угол между глазнично-ушной линией и поверхностью стола (кассетой).

[1] При переводе мы старались не объединять в один термин латинские и русские слова. Поэтому появились акантио-меатальная и глабелло-меатальная линии, а также губно-ушная и т.д. — *Ред.*

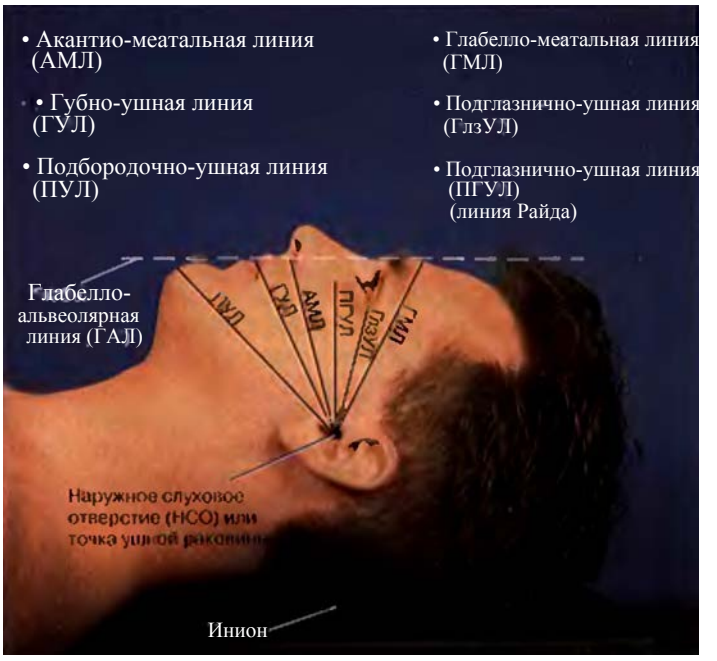


Рис. 11-29. Линии укладки



Рис. 11-30. Приспособление для укладки черепа — 90° линейка



Рис. 11-31. Приспособление для укладки черепа — измеритель угла, демонстрирующий 55° наклон ГУЛ к кассете (передняя измененная проекция по Уотерсу)

УКЛАДКИ - ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вертикальная/горизонтальная укладки

Проекции черепа выполняются при вертикальном или горизонтальном положении пациента, в зависимости от его состояния. Изображения при вертикальной укладке выполняют используя стандартную стойку снимков или дистанционно управляемый стол-штатив в вертикальном положении. Вертикальная укладка позволяет пациенту быстро и легко принять необходимое положение. Вертикальная укладка позволяет визуализировать существующие уровни воздуха и жидкости внутри полостей черепа или синусов.

Удобство пациента

Движения пациента при снимке почти всегда влекут за собой неудовлетворительное качество изображения. Во время рентгенографии черепа голова пациента должна занимать определенное положение и оставаться без движений достаточно долго, пока не будет выполнена экспозиция. Обращаясь с пациентом, всегда помните о том, что любое движение тела вызовет движение черепа, потому нужно приложить все усилия к тому, чтобы пациенту было как можно более удобно, для чего используйте приспособления для укладки, такие как марлевые валики и мешки с песком.

За исключением случаев серьезных травм, во время экспозиции необходимо задерживать дыхание, чтобы избежать нерезкости изображения вследствие движений грудной клетки во время дыхания, особенно если пациент лежит на животе. Как правило, дыхание не сильно влияет на резкость снимка при вертикальной укладке черепа.

Гигиена. При рентгенографии костей мозгового и лицевого черепа пациенту возможно придется лежать прямо лицом на столе. Поэтому важно, чтобы поверхность была продезинфицирована до и после процедуры.

Технические условия исследования

Основные условия экспозиции для снимков черепа следующие.

- Среднее кВ, 75-85.
- Малое фокусное пятно (если позволяет оборудование).
- Самое короткое время экспозиции, при этом как можно более высокое значение мА.

РИП

Минимальное РИП с кассетой, расположенной в кассетодержателе стойки снимков или стола снимков, составляет 100 см.

Радиационная защита

Самыми лучшими способами уменьшить облучение пациента при рентгенографии черепа являются: (1) **хорошее диафрагмирование** и (2) **минимальное количество повторов**. Диафрагмирование выполняется по границам области интереса.

На страницах, где приводятся укладки, указаны технические условия исследования и дозы получаемые пациентом для РИП 100 см.



Рис. 11-32. Вертикальная укладка — стойка снимков с поворотным кассетодержателем

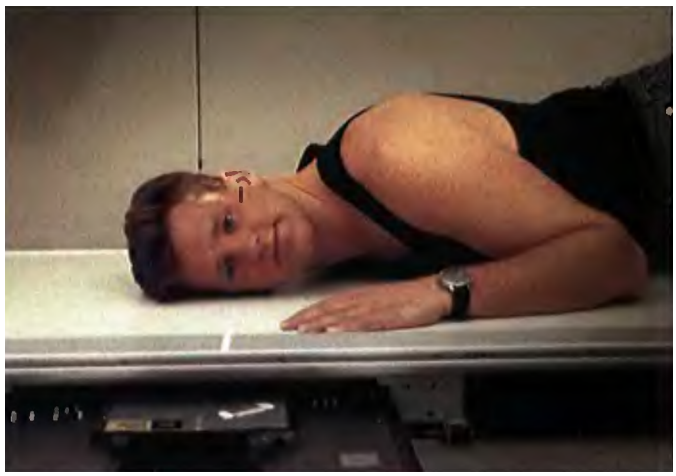


Рис. 11-33. Горизонтальная укладка — горизонтально расположенный стол с кассетодержателем

Радиационная защита гонад. Обычно в рентгенографии черепа гонадную защиту не используют. Согласно изданию HEW 76-8031: «*Справочник доз облучения для некоторых органов в диагностической рентгенологии*», при точном диафрагмировании рентгеновское излучение не затрагивает область гонад при рентгенографии черепа. Однако рентгенозащиту можно использовать, если с ней пациент чувствует себя в безопасности.

Радиационная защита молочных желез и щитовидной железы. Задние проекции черепа и лицевых костей могут привести к дополнительному облучению рентгеночувствительной щитовидной железы (а также молочных желез у женщин). Для таких проекций используют контактную рентгенозащиту, которую помещают на область шеи и грудной клетки. Если есть выбор, то задней проекции лучше предпочесть переднюю.

Причины ошибок при укладке

При укладке головы пациента нужно обращать внимание на различные особенности лица, правильно находить анатомические ориентиры, чтобы соответствующая плоскость тела была расположена точно по отношению к плоскости кассеты. Хотя предполагается, что тело человека симметрично, это не всегда так. Часто уши, нос и челюсть несимметричны. Нос часто отклонен в сторону от сагиттальной плоскости, а уши не обязательно одинакового размера и находятся в одном и том же месте с обеих сторон.

Нижняя челюсть также часто бывает асимметрична. Более надежными ориентирами являются такие части костей, как верхушки сосцевидных отростков и глазничные края. Хотя во время укладки часто смотрят в глаза пациенту, не берите за ориентир его нос, так как он может оказаться непрямым.

Пять распространенных ошибок при укладках

Пять возможных ошибок при укладках черепа.

1. Ротация.
2. Наклон.
3. Излишнее сгибание.
4. Излишнее разгибание.
5. Неправильный угол ЦЛ.

Ротация и наклон — это две очень распространенные ошибки, продемонстрированные на схемах справа. Ротация черепа почти всегда влечет повторное выполнение снимка; поэтому следует правильно выравнивать плоскости (например, в боковой укладке срединная сагиттальная плоскость должна быть параллельна поверхности стола и/или кассеты).

Наклон — это отклонение средней сагиттальной плоскости вбок, даже и при отсутствии ротации (рис. 11-35).

Нужно избегать **излишнего сгибания** или **излишнего разгибания** шейного отдела позвоночника (подбородок опущен или поднят, соответственно), а также использования неправильного угла наклона ЦЛ.

Рентгенография в педиатрии

Общение. Чтобы создать атмосферу доверия и сотрудничества, необходимо понятное объяснение процедуры ребенку и лицу, его сопровождающему. Для поддержания такой атмосферы эффективны приемы для отвлечения внимания ребенка (использование игрушек, других предметов).

Фиксирование. Дети (в зависимости от возраста и состояния здоровья) часто не могут долго находиться в требуемом положении. Чтобы не было необходимости держать ребенка, рекомендуется использовать фиксирующие средства, снижая, таким образом, дозу облучения. (В главе 20 приводится подробное описание фиксирующих средств.) Если ребенка нужно держать, то тот, кто это делает, один из родителей или сопровождающий ребенка взрослый должен надеть рентгенозащитный фартук и/или перчатки. Если ребенка сопровождает женщина, должна быть полная уверенность в том, что она не беременна.

Технические условия исследования непостоянны, так как все дети разного роста и с разными формами патологии. Рекомендуется использовать самое короткое время экспозиции (и высокое значение мА), чтобы уменьшить влияние возможных движений ребенка.

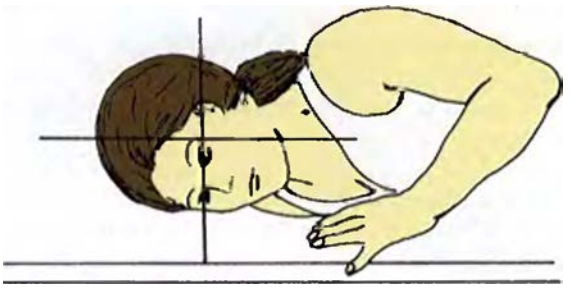


Рис. 11-34. При ротации головы срединная сагиттальная плоскость не параллельна поверхности стола и кассеты

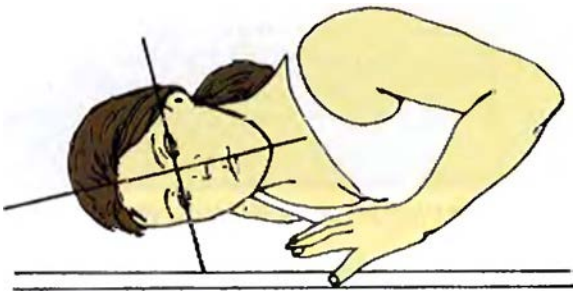


Рис. 11-35. При наклоне головы срединная сагиттальная плоскость наклонена и не параллельна поверхности стола или кассеты

Рентгенография в гериатрии

Общение и комфорт. Утрата чувствительности (например, слабое зрение, плохой слух), связанные с возрастом, приводит к тому, что пожилым пациентам требуется дополнительная помощь, им нужно уделять больше времени и обращаться с ними терпеливо, прежде чем выполнить требуемую укладку для рентгенографии черепа.

Если обследование выполняют для пациента в горизонтальной укладке, нужно соблюдать осторожность ввиду возможного падения пациента с рентгенографического стола. Для обеспечения удобства пациента на стол кладут рентгенопрозрачный матрас или подушку, а дополнительные одеяла обеспечат пациенту тепло. Чтобы пациенту было удобно и он чувствовал себя защищенным, уделяйте ему достаточно внимания.

Если позволяет состояние пациента, вертикальная укладка (сидя) у вертикальной стойки снимков более предпочтительна, особенно если у пациента выраженный кифоз. Для пожилых пациентов, ограниченных в движении, часто показана латерография.

Технические условия исследования. Ввиду высокой вероятности остеопороза обычно для пожилых пациентов требуется уменьшить мА, если используется ручной выбор параметров экспозиции (чтобы добиться видимого эффекта на изображении, минимальный процент уменьшена составляет 25-30%).

У более пожилых пациентов может быть тремор или признаки неустойчивости; рекомендуется использовать самую короткую экспозицию (с высокими значениями мА) для уменьшения динамической нерезкости.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография (КТ) — самая распространенная процедура получения изображения мозга. КТ даст изображения поперечных срезов мозга и костей черепа в аксиальной, сагиттальной или корональной плоскостях, тогда как простые рентгенографические снимки представляют собой двумерную проекцию черепа в том или ином направлении.

Так как травмы и патология головы часто затрагивают мозг и прилегающие мягкие ткани, КТ является тем средством, которое позволяет дать полную оценку состояния пациента. С помощью КТ можно дифференцировать сгустки крови, белое и серое вещество, спинномозговую жидкость, отек головного мозга и опухоли.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

Магнитно-резонансная томография (МРТ) также дает изображения мозга и черепа в аксиальной, сагиттальной и корональной плоскостях. Высокая чувствительность метода помогает отличать нормальные и аномальные ткани мозга.

Считается, что магнитные поля, используемые в МРТ, не наносят вреда, так как пациент не подвержен действию ионизирующего излучения.

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

Ультразвуковое сканирование мозга новорожденного (через роднички) — составная часть лечения в отделении интенсивной терапии. Ультразвук позволяет провести быструю оценку и скрининг недоношенных младенцев на предмет внутричерепного кровотечения. Для этих целей УЗИ является более предпочтительным методом, нежели КТ и МРТ, так как это менее дорогой метод, не требующий успокоения пациента, к тому же при УЗИ не используется ионизирующее излучение.

Ультразвук может применяться и для диагностики гидроцефалии. Можно исследовать швы черепа для распознавания преждевременной оссификации швов (краниосиностоз).

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Радионуклидное исследование костей является высокочувствительным методом обнаружения метастазов в скелете, при этом частым местом локализации метастазов является именно череп. Пациенты группы риска или те, у кого есть симптомы метастазирования, часто проходят такое исследование. Любая локальная аномалия накопления радионуклидов в костях затем подвергается рентгенографии для дальнейшего изучения патологии. (Пациенты с множественной миеломой в анамнезе являются исключением к такому подходу.)

С помощью радионуклидных методов можно изучать также и ткани мозга. Новые радиофармпрепараты позволяют углубленно изучать мозг, обычно это пациенты с болезнью Альцгеймера, припадками и слабоумием. С помощью этого метода можно также оценивать результаты лечения опухолей.

Клинические показания

По причине увеличения использование КТ и/или МРТ набор показаний для рентгенографии черепа уменьшился. Однако в небольших больницах, клиниках, а также в сельских больницах эти процедуры по-прежнему выполняют.

Перелом - нарушение целостности кости.

Примечание: хотя простые рентгенограммы черепа обеспечивают отличную диагностику состояния кости, наличие или отсутствие переломов не свидетельствует о повреждении мозга. Чтобы полностью оценить состояние тканей мозга, требуются дополнительные исследования (например, КТ или МРТ).

Линейные переломы черепа могут выглядеть как прозрачные линии с неровными краями или неправильной формы.

Вдавленные переломы иногда называют пинг-понг — переломами. Фрагмент кости отделен или вдавлен в полость черепа. Для определения степени вдавливания, если недоступен КТ, используют тангенциальную проекцию.

Переломы основания черепа — переломы, плотных внутренних структур височной кости. Переломы такого типа трудно визуализировать по причине сложной анатомии этой области черепа. Если есть кровотечение, то простые рентгенограммы могут выявить уровень воздуха и жидкости в клиновидной пазухе при вертикальной укладке пациента.

Огнестрельные раны хорошо диагностируются по простым рентгенограммам, которые обычно выполняют, чтобы определить местонахождение пули у жертв огнестрельных ранений во время исследования до и/или после смерти.

Новообразованиями называют различные виды опухолей:

Метастазы это в основном злокачественные опухоли, распространившиеся в отдаленные места организма через кровь и лимфатическую систему. Череп является обычным местам метастатических очагов, которые выглядят на снимках по разному.

Остеолитические характеризуются разрушением костной ткани, это повреждения с неровными краями.

Остеобластические — пролиферативные повреждения костей, имеющие высокую плотность.

Сочетание остеолитических и остеобластических повреждений: внешне кости будто изъедены молью, поскольку в них сочетаются процессы разрушающего и остеобластического характера.

Множественная миелома — одна или несколько опухолей кости, возникающих в костном мозге. Обычно поражается череп.

Аденомы гипофиза — опухоли гипофиза, которые исследуют главным образом с помощью КТ или МРТ. Простые рентгенограммы могут демонстрировать увеличение турецкого седла и эрозию спинки седла, что часто выявляется случайно.

Болезнь Педжета (деформирующий остит) — болезнь неизвестного происхождения, которая начинается со стадии разрушения кости, за чем следует ее восстановление. Поражает многие кости, включая череп. На рентгенограммах стадия разрушения демонстрируется прозрачными областями, а стадия восстановления по внешнему виду напоминает вату, с неровными областями повышенной плотности (склероз).

ЧЕРЕП. СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОЗНАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1]
Переломы	КТ, обычные снимки черепа		Не нужна
Линейные	Обычные снимки черепа, КТ	Неровная прозрачная линия с острыми краями	Не нужна
Вдавленные	Тангенциальная проекция	Фрагмент кости вдавлен в черепную полость	Не нужна
Базальные	Горизонтальный луч латерально для потенциальных уровней воздуха и жидкости в клиновидной пазухе и подбородочно-теменная проекция, если позволяет состояние пациента	Перелом визуализируется в плотных внутренних структурах височной кости	Не нужна
Огнестрельные ранения	Обычные снимки черепа, КТ	Объект высокой плотности в полости черепа, если пуля не вышла; имеется перелом черепа, так как есть пулевое отверстие	Не нужна
Метастазы	Обычные снимки черепа, сканирование кости	Зависит от типа повреждения: деструктивные повреждения с повышенной плотностью или остеобластические повреждения, внешний вид: как будто изъеденные молью	Увеличить (+) или уменьшить (-) в зависимости от типа повреждения и стадии патологии
Множественная миелома	Обычные снимки черепа	Остеолитические (рентгенопрозрачные) области	Уменьшить (-) или не нужна в зависимости от тяжести заболевания
Аденома гипофиза	КТ, МРТ, задняя проекция (по Тауну) и латеральная проекция	Увеличенное турецкое седло	Увеличить (+) (по причине уменьшенного размера поля)
Болезнь Педжета (деформирующий остит)	Обычные снимки черепа	Зависит от стадии заболевания; сочетание склеротических (рентгенонепроницаемых) и литических (рентгенопрозрачных) областей; по внешнему виду напоминает вату	Увеличить (+) при склеротической стадии

В данной таблице под обычными снимками черепа подразумевается передняя аксиальная проекция (по Колдвелу), задняя аксиальная проекция (по Тауну) и боковая проекция.
[1] Зависит от стадии или тяжести заболевания или состояния.

Результаты опроса по США и Канаде

Отношение к стандартным (основным) и дополнительным (специальным) проекциям для исследования черепа и турецкого седла в США совпадают по всем штатам, но есть некоторые отличия между США и Канадой (например, боковая и передняя 0° проекции черепа). Результаты опроса определили государственные нормы для основных и специальных проекций, что представлено далее при описании укладок.

Для укладок при травмах черепа см. главу 19.

РЕЗЮМЕ

Исследование черепа. Самыми распространенными основными проекциями для исследования черепа являются следующие.

- **Задняя по Тауну** (98% в США, 96% в Канаде)
- **Боковые, как правая, так и левая** (74% в США, 32% в Канаде) **или**
  только правая боковая, или только левая боковая проекция (31% в США, 70% в Канаде).
- **Передняя по Колдвелу** (79% в США, 70% в Канаде).
- **Передняя 0°** (52% в США, 40% в Канаде).

Обе боковые проекции были стандартными проекциями во всех регионах США, а только одна боковая в Канале имеет вдвое большую популярность.

Передняя 0° больше распространена как основная проекция в США, чем в Канаде.

Специальные проекции черепа. Данные опроса показали, что **переднюю аксиальную 25° краниально (по Хаасу)** считают специальной проекцией черепа 40% респондентов в США и 26% - в Канаде. Это самый высокий процент в США по сравнению с 1995 г., когда процент составил 30%.

Подбородочно-теменная проекция по-прежнему остается специальной проекцией, на что указывают 38% в США и 33% в Канаде. Существенных изменений но сравнению с данными исследований других лет в США не наблюдается.

Турецкое седло. Для турецкого седла **боковая** проекция является самой распространенной в 1999 г. (64% в США, 66% в Канаде), но частота ее использования упала по сравнению с опросом 1995 г., когда процент использования составлял 80 и 96%. (Это отражает тенденцию использования специальных проекций.)

Второй по популярности основной проекцией для турецкого седла является **задняя аксиальная (по Тауну)**, ее определили как рутинную 49% в США (50% в Канаде); 59% в 1995 г. в США.

Основные и специальные проекции

На последующих страницах будут продемонстрированы и описаны некоторые основные и специальные проекции или укладки черепа (исследование черепа) и турецкого седла.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные проекции, также иногда именуемые рутинными, или обычными, это те проекции или укладки, которые чаще всего используют при работе с пациентами, с которыми можно наладить контакт во время выполнения исследования.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции чаще всего используются как дополнительные для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

(Для исследования травм черепа см. главу 19)

Череп

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну), 370
- Боковая, 371
- Передняя аксиальная 15° (по Колдвелу), 372
  или передняя аксиальная 25-30°, 372
- Передняя 0°, 373

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная, 374
- Передняя аксиальная (по Хаасу), 375

Череп: турецкое седло

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая, 376
- Задняя аксиальная (по Тауну), 377

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЧЕРЕП

По Тауну

Череп
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну)
- Боковая
- Передняя аксиальная 15° (по Колдвелу) или передняя аксиальная 25-30°
- Передняя 0°

Выявляемая патология

Переломы черепа (медиальные и латеральные смещения), новообразования и болезнь Педжета.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
21	80	20	2290	570	Щитовидная железа 670 Гонады НСЗ[1]

мкГр



Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или лежа на спине (супинационная).

Укладка снимаемой области

- Подбородок опущен, поэтому **глазнично-ушная линия перпендикулярна** кассете. Если пациент не может сгибать шею, то **подглазнично-ушная линия** выравнивается перпендикулярно кассете. Если необходимо, положите под голову пациента рентгенопрозрачную подушку (см. примечание ниже).
- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии кассеты или поверхности стола.
- **Нет ротации и/или наклона головы**.
- Макушка головы должна находиться в поле снимка.

Центральный луч

- Угол 30° ЦЛ наклонен каудально к глазнично-ушной линии, или 37° каудально к подглазнично-ушной линии (см. примечание ниже).
- ЦЛ направлен вдоль срединной сагиттальной плоскости, на **6 см выше глабеллы**, или проходит примерно на 2 см выше уровня НСО (луч выходит через большое затылочное отверстие).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям черепа.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: если пациент не в состоянии опустить подбородок так, чтобы глазнично-ушная линия была перпендикулярна кассете, даже если под голову пациента положить марлевую подушечку, тогда вместо этого перпендикулярно кассете располагают **подглазнично-ушную линию**, а угол ЦЛ увеличивают до 37° каудально. Таким образом, сохраняется **угол в 30° между глазнично-ушной линией и ЦЛ** и на снимке отображаются те же анатомические связи. (Разница между глазнично-ушной и подглазнично-ушной линиями составляет 7°.)

[1] НСЗ — не имеет существенного значения.



Рис. 11-36. Укладка в положении лежа на спине — задняя аксиальная проекция. ЦЛ 30° к глазнично-ушной линии или 37° к подглазнично-ушной линии



Рис. 11-37. Рентгенограмма черепа в задней аксиальной проекции

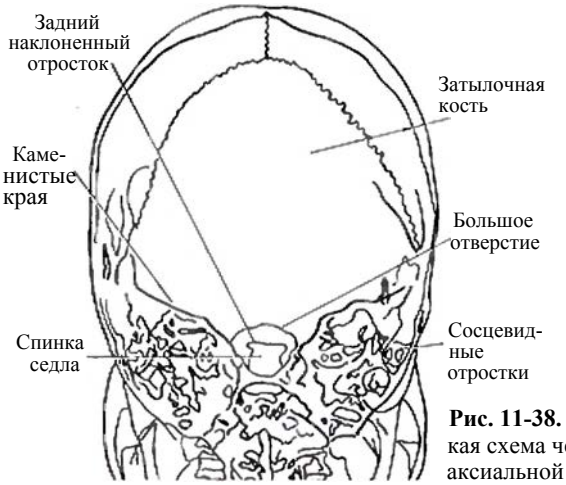


Рис. 11-38. Анатомическая схема черепа в задней аксиальной проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры: • Затылочная кость, каменистые пирамиды и большое отверстие должны быть видны вместе со спинкой седла, а задние наклоненные отростки должны быть видны в тени большого затылочного отверстия.

Укладка: • Равное расстояние от большого затылочного отверстия до бокового края черепа по обеим сторонам означает **отсутствие ротации**. Спинка седла и задние наклоненные отростки, которые видны в большом отверстии, означают **правильный угол наклона ЦЛ** и **надлежащее сгибание/разгибание** шеи.

• **При меньшем угле** наклона ЦЛ спинка седла будет спроецирована **выше большого отверстия**, а если **угол будет больше**, то в большом отверстии будет спроецирована **передняя арка С1**, а не спинка седла. Каменистые края должны быть симметричны и видны над сосцевидными отростками.

Диафрагмирование и ЦЛ: • На изображении визуализируется весь череп, при этом макушка находится вверху, а большое отверстие — приблизительно в центре. • Границы области диафрагмирования располагают к внешнему краю черепа.

Параметры экспозиции: • Для визуализации затылочной кости и структур турецкого седла внутри большого отверстия необходимы достаточная плотность и контраст снимка. • На отсутствие движения указывают резкие очертания костей на снимке.

ПРАВАЯ И/ИЛИ ЛЕВАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЧЕРЕП

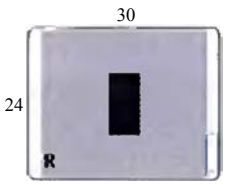
Череп
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну)
- Боковая
- Передняя аксиальная 15° (по Колдвелу) или передняя аксиальная 25-30°
- Передняя 0°

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует переломы черепа, неопластические процессы и болезнь Педжета. Обычный набор проекций при исследовании черепа включает правую и левую боковые проекции черепа.

Исследования травмы черепа. Для пациента с травмой черепа показано выполнение латерограммы. При этом демонстрируются уровни воздуха и жидкости в клиновидной пазухе, а также признаки перелома основания черепа, если есть внутричерепное кровотечение. Для получения подробной информации о травмах черепа см. главу 19.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 x 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 — 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	80	10	1080	320	Щитовидная железа 120 мкГр Гонады НСЗ

Укладка пациента.

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладки — вертикальная или горизонтальная, полулежа на животе (по Симу).

Укладка снимаемой области

- **Голова — в истинно боковой укладке**, при этом ближе всего к кассете расположена область интереса, тело пациента наклонено так, как удобно пациенту. (Чтобы убедиться в отсутствии ротации, пальпируйте наружный затылочный выступ сзади и назион или глабеллу впереди, чтобы убедится в том, что эти точки расположены на одинаковом расстоянии от поверхности стола.)
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **параллельно** кассете, обеспечивая **отсутствие ротации или наклона головы**.
- **Межзрачковая линия** выравнивается **перпендикулярно** кассете, обеспечивая отсутствие наклона головы (см. Примечание ниже).
- Шея согнута так, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** краю кассеты (Глабелло-альвеолярная линия будет параллельна переднему краю кассеты).

Центральный луч

- ЦЛ выравнивается **перпендикулярно** кассете.
- Центр находится в точке, расположенной примерно на **5 см выше НСО**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование — по внешним краям черепа.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: под подбородок пациентам в горизонтальной укладке кладут рентгенопрозрачную подушку, что поможет сохранить истинно боковую укладку. Пациенту с большой грудной клеткой может понадобиться рентгенопрозрачная подушка подо всю голову во избежание наклона, а худым пациентам — подушка под верхнюю часть грудной клетки.

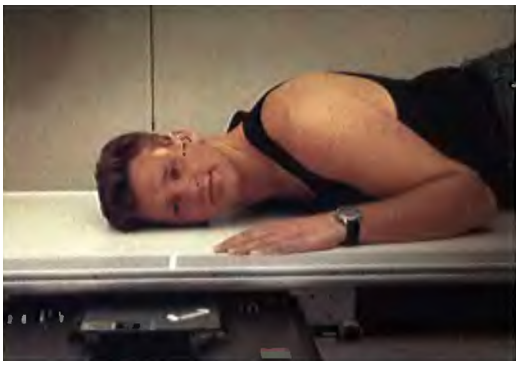


Рис. 11-39. Горизонтальная укладка — правая боковая проекция



Рис. 11-40. Рентгенограмма черепа в боковой проекции

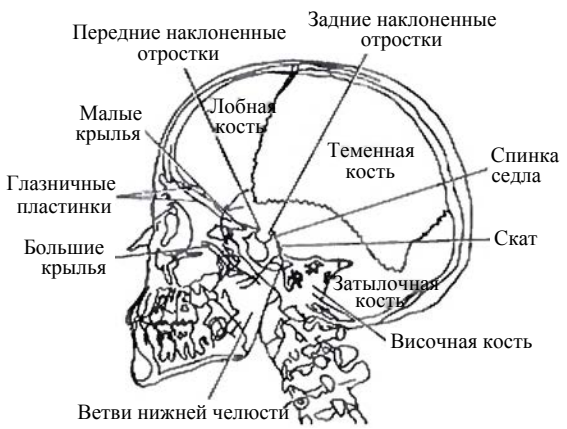


Рис. 11-41. Анатомическая схема черепа в боковой проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры: • Демонстрируются наложенные друг на друга половины черепа, с хорошей детализацией части бокового черепа расположенной ближе всего к кассете. Также должно быть полностью видно турецкое седло. включая передние и задние наклоненные отростки и спинку седла. Турецкое седло и скат демонстрируются в профиль.

Укладка: • (см. рис. 11-55 для лучшей визуализации анатомических объектов центральной части черепа и для определения наклона или ротации) • **Ротация или наклон черепа должны отсутствовать.** • О **ротации** свидетельствует **разделение на передние и задние** симметричные билатеральные структуры, таких как правый и левый НСП, ветви нижней челюсти и большие крылья клиновидной кости. • **О наклоне** свидетельствует **разделение на верхние и нижние части крыш** глазниц, правого и левого НСП и малых крыльев клиновидной кости.

Диафрагмирование и ЦЛ: • На изображении визуализируется весь череп, при этом приблизительно в центре находится область, расположенная на 5 см выше НСП. • Границы диафрагмирования располагают к внешнему краю черепа.

Параметры экспозиции: • Для визуализации костей турецкого седла и окружающих его структур необходимы достаточная плотность и контраст снимка. • На отсутствие движения указывают резкие очертания костей на снимке.

ПЕРЕДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЧЕРЕП

15° ЦЛ (по Колдвелу) или 25-30° ЦЛ

Череп
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну)
- Боковая
- Передняя аксиальная 15° (по Колдвелу)
  или передняя аксиальная 25-30°
- Передняя 0°

Выявляемая патология

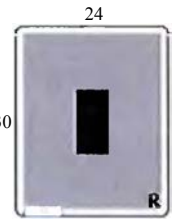
Переломы черепа (медиальные и латеральные смещения), новообразования и болезнь Педжета.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 — 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
20	80	18	2320	370	Щитовидная железа 60 Гонады НСЗ

мкГр



Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика Укладка вертикальная или пронационная (лежа на животе).

Укладка снимаемой области

- Пациент лежит лицом вниз, при этом нос и лоб пациента прижаты к поверхности кассеты/стола.
- Шея согнута для выравнивания **глазнично-ушной линии перпендикулярно** кассете.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **перпендикулярно** средней линии кассеты или поверхности кассеты/стола.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ составляет **15° в каудальном направлении, так, чтобы выйти из назиона**.
- Альтернативный наклон ЦЛ на **25-30°** в каудальном направлении, также предполагает, что ЦЛ выйдет из назиона.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям черепа.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Альтернативная проекция 25-30°. При альтернативной проекции ЦЛ наклонен на 25-30° в каудальном направлении для лучшей визуализации верхней глазничной щели (черные стрелки), круглого отверстия (маленькие белые стрелки) и области подглазничного края.

Примечание: меньший угол наклона ЦЛ каудально и/или большее сгибание шеи (подбородок опущен) приведет к тому, что каменистые пирамиды будут проецироваться на верхнюю часть глазниц.

Альтернативная задняя аксиальная проекция. Для тех пациентов, для кого невозможна укладка для передней проекции (например, пациенты с травмой), можно выполнять заднюю аксиальную проекцию, используя 15° краниальный угол наклона ЦЛ, располагая глазнично-ушную линию перпендикулярно кассете.



Рис. 11-42. Передняя проекция — ЦЛ наклонен на 15° каудально, глазнично-ушная линия перпендикулярна (и альтернативное направление ЦЛ 30° каудально — пунктирная линия)



Рис. 11-43. Рентгенограмма черепа в передней проекции — 15° каудально (по Колдвелу)



Рис. 11-44. Рентгенограмма черепа в передней альтернативной проекции 30° каудально

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры: • Должны быть показаны: большие и малые крылья клиновидной кости, лобная кость, верхние глазничные щели, лобная и передняя пазухи решетчатой кости, верхние глазничные края и петушиный гребень.

Передняя проекция с углом 25-30° каудально. • Кроме Структур, упомянутых выше, внутри глазниц должны быть видны: круглое отверстие, примыкающее к обоим подглазничным краям (см. рис. 11-44, белые стрелки), и полностью верхние глазничные щели (рис. 11-44, черные стрелки).

Укладка: На **отсутствие ротации** указывает равное расстояние от косой линии глазниц до бокового края черепа по обеим сторонам, симметрично расположенные верхние глазничные щели внутри глазниц и правильное разгибание шеи (выравнивание глазнично-ушной линии).

Передняя проекция с углом 15° каудально. • Каменистые пирамиды проецируются в нижнюю треть глазниц. • Верхний глазничный край визуализируется без наложения

Передняя проекция с углом 25-30° каудально. • Каменистые пирамиды проецируются на подглазничный край или чуть ниже, что позволяет визуализировать весь глазничный край.

Диафрагмирование и ЦЛ: • На изображении визуализируется весь череп, при этом в центре находится назион. • Границы диафрагмирования располагают по внешнему краю черепа.

Параметры экспозиции: • Для визуализации лобной кости и структур турецкого седла необходимы достаточная плотность и контраст снимка без переэкспонирования периферических отделов черепа. • На отсутствие движения указывают резкие очертания костей на снимке.

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ЧЕРЕП

0° ЦЛ

Череп
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну)
- Боковая
- Передняя аксиальная 15° (по Колдвелу) или передняя аксиальная 25-30°
- Передняя 0°

Выявляемая патология

Переломы черепа (медиальные и латеральные смещения), новообразования и болезнь Педжета.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 x 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 — 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
20	80	18	2320	370	Щитовидная железа 60 Гонады НСЗ
					мкГр



Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или пронационная (лежа на животе).

Укладка снимаемой области

- Пациент лежит лицом вниз, при этом нос и лоб пациента прижаты к поверхности кассеты/стола.
- Шея согнута, **глазнично-ушная линия** выравнивается **перпендикулярно** кассете.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **перпендикулярно** средней линии кассеты/стола для предотвращения ротации и/или наклона головы (НСО находятся на одинаковом расстоянии от поверхности кассеты/стола).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ расположен **перпендикулярно** кассете (параллельно глазнично-ушной линии) так, чтобы выйти из **глабеллы**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям черепа.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.



Рис. 11-45. Передняя проекция — 0° ЦЛ глазнично-ушная линия перпендикулярна плоскости кассеты



Рис. 11-46. Рентгенограмма черепа в передней проекции — 0° ЦЛ

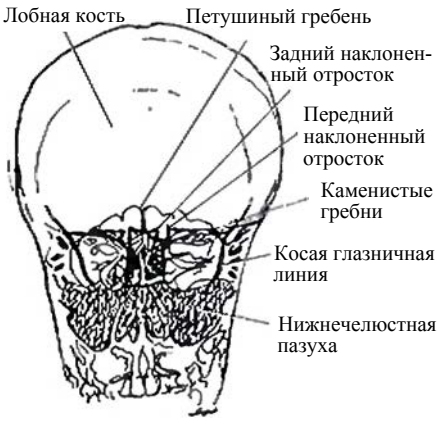


Рис. 11-47. Анатомическая схема черепа в передней проекции — 0° ЦЛ

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры: • Лобная кость, петушиный гребень, внутренние слуховые каналы, лобная и передняя решетчатые пазухи, каменистые гребни, большие и малые крылья клиновидной кости и спинка седла.

Укладка: • На **отсутствие ротации** указывает равное расстояние от косой линии правой и левой глазниц до краев черепа • Изображения каменистых краев заполняют глазницы и накладываются на верхнюю область глазниц. • Задние и передние наклоненные отростки визуализируются сразу над пазухами решетчатой кости.

Диафрагмирование и ЦЛ: • На изображении визуализируется весь череп, при этом в центре находится назион. • Видны расположенные по внешним краям черепа границы диафрагмирования.

Параметры экспозиции: • Для визуализации лобной кости и окружающих костных структур необходимы достаточная плотность и контраст снимка. • На отсутствие движения указывают резкие очертания костей на снимке.

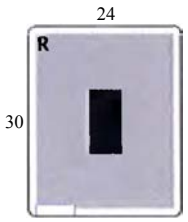
ПОДБОРОДОЧНО-ТЕМЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЧЕРЕП

Предупреждение: перед тем как приступить к выполнению этой проекции, исключите наличие перелома или вывиха шейного отдела позвоночника у пациентов с травмой.

Выявляемая патология

Патология костей внутренних структур височной кости (основы черепа), переломы основания черепа

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 — 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
22	80	30	3620	730	Щитовидная железа 2640 Гонады НСЗ

мкГр

Радиационная защита. Закройте область верхней грудной клетки (если закрыть шею и щитовидную железу, то будет закрыта область исследования).

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине).

Для пациента более удобна вертикальная укладка, для чего выполняют снимок на вертикальной стойке (см. вставку рис. 11-48).

Укладка снимаемой области

- Подбородок пациента поднят, при этом голова откинута назад настолько, чтобы **подглазнично-ушная линия была параллельна кассете** (см. примечание ниже).
- Голова пациента опирается на макушку.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **перпендикулярно** средней линии кассеты или поверхности стола, что позволяет таким образом **избежать наклона и/или ротации.**

Укладка лежа на спине. Пациент лежит на спине, используйте опору для кассеты и головы, как показано на рис. 11-48, при этом **подглазнично-ушная линия** должна быть параллельна **кассете** и **перпендикулярна ЦЛ**. Если стол не наклонен, как на рис. 11-48, под спину пациента положите подушку, чтобы шея была достаточно разогнута.

Вертикальная укладка. Если пациент не может в достаточной степени разогнуть шею, компенсируйте это изменением угла наклона ЦЛ так, чтобы он был **перпендикулярен** подглазнично-ушной линии. В зависимости от вида используемого оборудования кассету тоже можно расположить под углом, чтобы сохранить перпендикуляр ЦЛ к плоскости кассеты.

Это положение очень неудобно для пациентов как в вертикальной, так и в супинационной укладке, поэтому исследование должно быть выполнено как можно быстрее.

Центральный луч

- ЦЛ направлен **перпендикулярно подглазнично-ушной линии**.
- Центр направлен на 2 см вперед от уровня НСО (посредине между углами нижней челюсти).



Рис. 11-48. Подбородочно-теменная проекция. (На вставке продемонстрирован вертикальный отсеивающий растр.) ЦЛ перпендикулярен подглазнично-ушной линии



Рис. 11-49. Рентгенограмма черепа в подбородочно-теменной проекции

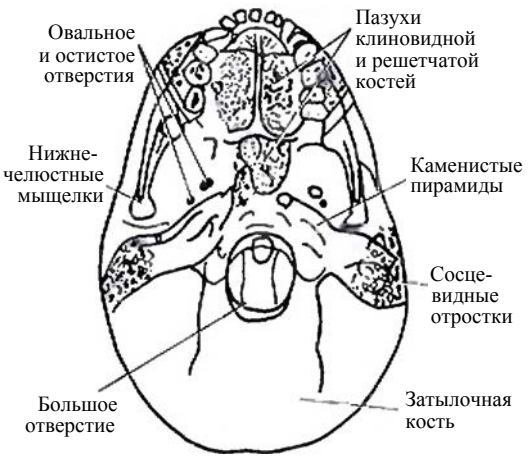


Рис. 11-50. Анатомическая схема черепа в подбородочно-теменной проекции

- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям черепа.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры: • Овальное и остистое отверстия, нижняя челюсть, пазухи клиновидной кости и задние пазухи решетчатой кости, сосцевидные отростки, каменистые гребни, твердое небо, большое затылочное отверстие и затылочная кость.

Укладка: • На правильное разгибание шеи и правильный угол наклона ЦЛ к подглазнично-ушной линии указывают изображения мыщелков нижней челюсти, выступающих впереди каменистых пирамид, и наложение проекции лобной кости и подбородочного симфиза. • На **отсутствие ротации или наклона** указывает равное расстояние от мыщелков нижней челюсти до боковых границ черепа.

Диафрагмирование и ЦЛ: • На изображении визуализируется весь череп, при этом большое затылочное отверстие находится приблизительно в центре • Видны расположенные по внешним краям черепа границы области диафрагмирования.

Параметры экспозиции: • Для визуализации контура большого отверстия необходимы достаточная плотность и контраст снимка. • На отсутствие движения указывают резкие очертания костей на снимке.

ПЕРЕДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЧЕРЕП

по Хаасу

Череп
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная
- Передняя аксиальная (по Хаасу)

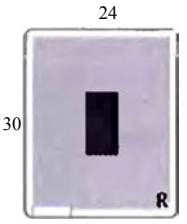
Выявляемая патология

Проекция демонстрирует затылочную кость, каменистые пирамиды и большое затылочное отверстие, в тени которого видны спинка седла и задние наклоненные отростки.

Это **альтернативная проекция** для тех пациентов, кто не может достаточно согнуть шею для задней аксиальной проекции (по Тауну). Эта проекция дает увеличенное изображение области затылочной кости, но при этом уменьшается доза на лицевые структуры и щитовидную железу.

Не рекомендуется, если затылочная кость является областью интереса, из-за искажений, связанных с увеличением изображения.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 x 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 — 80 кВ
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
21	80	20	2340	590	Щитовидная железа 70 Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или пронационная (лежа на животе).

Укладка снимаемой области

- Пациент лежит лицом вниз, его нос и лоб прижаты к поверхности стола/кассеты.
- Шея пациента согнута настолько, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **параллельна кассете**.
- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии кассеты или поверхности стола.
- **Ротация или наклон отсутствует** (срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна кассете).

Центральный луч

- ЦЛ наклонен на **25° к глазнично-ушной линии в краниальном направлении.**

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры: • Затылочная кость, каменистые пирамиды и большое затылочное отверстие, при этом спинка седла и задние наклоненные отростки визуализируются в тени большого отверстия.

Укладка: • На **отсутствие ротации** указывает равное расстояние от большого затылочного отверстия до боковой границы черепа с обеих сторон. • На правильный угол, наклона ЦЛ и надлежащее сгибание и разгибание шеи указывают визуализируемые в большом отверстии спинка седла и задние наклоненные отростки. • Каменистые гребни должны быть симметричны, и проецироваться над сосцевидными отростками.

Диафрагмирование и ЦЛ: • На изображении визуализируется весь череп, при этом макушка находится вверху, а большое затылочное отверстие и область сосцевидных отростков — внизу. • Видны расположенные по внешним краям черепа границы области диафрагмирования.

Параметры экспозиции: • Для визуализации затылочной кости и структур седла внутри большого отверстия необходимы достаточная плотность и контраст снимка. • На отсутствие движения указывают резкие очертания костей на снимке.



Рис. 11-51. Передняя аксиальная проекция — ЦЛ 25° краниально к глазнично-ушной линии



Рис. 11-52. Рентгенограмма черепа и передней аксиальной проекции

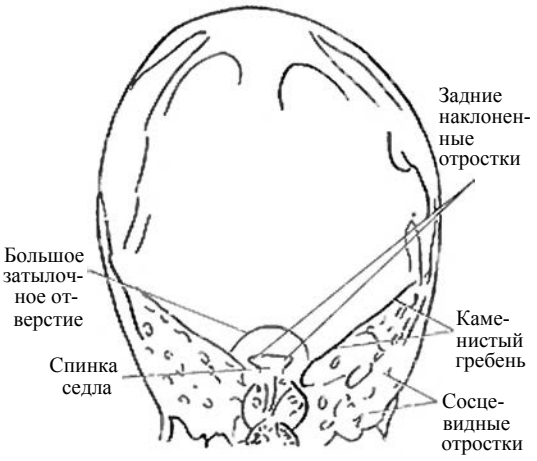


Рис. 11-53. Анатомическая схема черепа в передней аксиальной проекции

- ЦЛ направлен вдоль средней сагиттальной плоскости через уровень НСП.
- ЦЛ проецируется на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям черепа.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

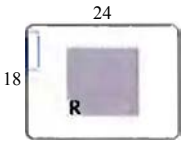
ПРАВАЯ ИЛИ ЛЕВАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ТУРЕЦКОЕ СЕДЛО

Турецкое седло
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Задняя аксиальная (по Тауну)

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует аденомы гипофиза, если вовлечено турецкое седло.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 — 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	80	10	1080	320	Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или горизонтальная полулежа на животе (по Симу).

Укладка снимаемой области

- Голова пациента в **истинно боковой** укладке; тело пациента наклонено так, как это ему удобно.
- **Межзрачковая линия** выравнивается **перпендикулярно** поверхности стола/отсеивающего растра.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **параллельно** поверхности кассеты/стола.
- **Подглазнично-ушная линия** расположена **перпендикулярно** переднему краю кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ направлен **перпендикулярно** кассете.
- Место входа ЦЛ находится в точке, расположенной на **2 см впереди и на 2 см выше** наружного слухового отверстия (НСО).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте по квадратному полю со стороной 10 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры: • Турецкое седло, передние и задние наклоненные отростки, спинка седла и скат.

Укладка: • Турецкое седло визуализируется без ротации или наклона на что указывает следующее: турецкое седло и скат демонстрируются в профиль. • Видно наложение передних и задних наклоненных отростков друг на друга и наложение больших крыльев и малых крыльев клиновидной кости.

Ротация отличается от наклона следующим.

• О **ротации** свидетельствует **разделение на передние и задние** симметричных билатеральных структур, таких как НСП, ветви нижней челюсти и большие крылья клиновидной кости.

• О **наклоне** свидетельствует **разделение на верхние и нижние** части крыш глазниц, НСП и малых крыльев клиновидной кости.

Диафрагмирование и ЦЛ: • Близкое расположение границ диафрагмирования к области интереса, турецкое седло находится в центре.

Параметры экспозиции: • Для точной визуализации турецкого седла и гипофизарной ямки необходимы достаточная плотность и контраст снимка. • На отсутствие движения указывают резкие очертания костей на снимке.



Рис. 11-54. Правая боковая проекция турецкого седла — горизонтальная укладка



Рис. 11-55. Рентгенограмма турецкого седла в боковой проекции

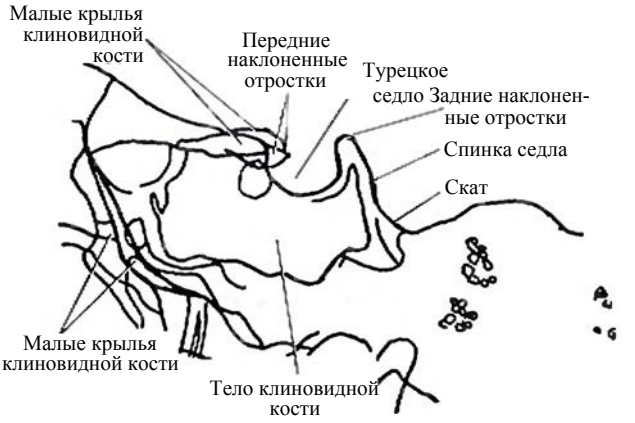


Рис. 11-56. Анатомическая схема турецкого седла в боковой проекции

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ТУРЕЦКОЕ СЕДЛО

по Тауну

Турецкое седло
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Задняя аксиальная (по Тауну)

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует аденомы гипофиза, если вовлечено турецкое седло.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 80 ± 5 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
21	80	22	2520	640	Щитовидная железа 260 Гонады НСЗ

мкГр

Радиационная защита. Используют защиту для верхней области грудной клетки.

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или на спине.

Укладка снимаемой области

- Затылок пациента прижат к поверхности кассеты/стола.
- Шея согнута так, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** кассете.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **перпендикулярно** средней линии растра или поверхности кассеты/стола.

Центральный луч

- Если предметом исследования являются **спинка седла и задние наклоненные отростки**, то ЦЛ направляют с углом наклона **37° каудально**.
- Если предметом исследования являются **передние наклоненные отростки**, то ЦЛ направляют с углом наклона **30° каудально**.
- ЦЛ направлен вдоль срединном сагиттальной плоскости с точкой входа на **4 см выше надбровной дуги.** (ЦЛ выходит через большое затылочное отверстие.)
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры: • Спинка седла, передние и задние наклоненные отростки (в зависимости от угла наклона ЦЛ), большое затылочное отверстие, каменистые гребни и затылочная кость.

Укладка: • Об **отсутствии ротации** свидетельствуют симметрично расположенные каменистые гребни и одинаковое расстояние от срединной сагиттальной плоскости (которая проходит по перпендикулярной пластинке) до каждого переднего наклоненного отростка. • Изображение в правильной укладке будет иметь следующие особенности (угол ЦЛ зависит от структур, являющихся предметом интереса).

Угол 37° каудально: спинка седла и задние наклоненные отростки выступают в большое отверстие.

Угол 30° каудально: передние наклоненные отростки ясно визуализируются, примыкая к каждому каменистому гребню, прямо над большим отверстием, спинка седла выступает над большим отверстием, накладываясь на затылочную кость.

Диафрагмирование и ЦЛ: • Близкое расположение границ диафрагмирования к области интереса, спинка седла расположена в центре.

Параметры экспозиции: • Для визуализации спинки седла через прилегающие структуры черепа необходимы достаточная плотность и контраст снимка. • На отсутствие движения указывают резкие очертания костей на снимке.



Рис. 11-57. Задняя аксиальная проекция турецкого седла — ЦЛ 30-37° каудально. Подглазнично-ушная линия перпендикулярна плоскости кассеты

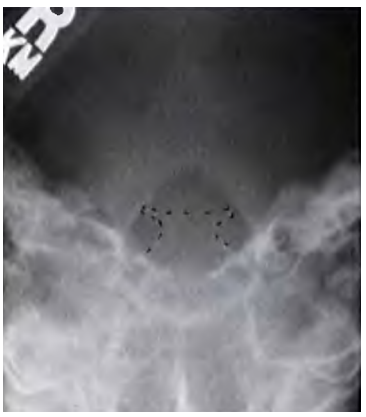


Рис. 11-58. Рентгенограмма турецкого седла в задней аксиальной проекции — ЦЛ 37° каудально

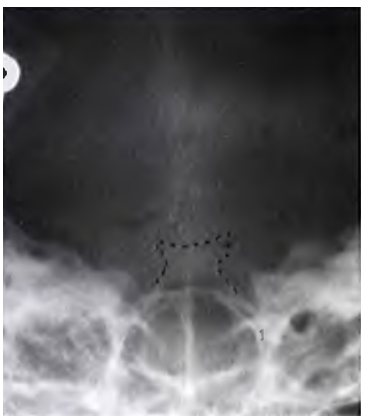


Рис. 11-59. Рентгенограмма турецкого седла в задней аксиальной проекции — ЦЛ 30° каудально



Рис. 11-60. Анатомическая схема турецкого седла в задней аксиальной проекции — ЦЛ 37° каудально



Рис. 11-61. Анатомическая схема турецкого седла в задней аксиальной проекции — ЦЛ 30° каудально

Диафрагмирование. Диафрагмируйте по квадратному полю со стороной примерно 10 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: чтобы получить четкое изображение турецкого седла, важно использовать малое фокусное пятно и диафрагмировать максимально близко к границам интереса.

Упражнения по рентгенограммам

Каждая из приведенных здесь рентгенограмм содержит ошибки и требует пересъемки. Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы, которые мы обсудили в этой главе, и категории, приведенные справа.

Для начала мы предлагаем вам обдумать, к какой категории можно отнести **повторяющуюся ошибку** на всех снимках.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ				
	А	**Б**	**В**	**Г**	**Д**
1. Видимые анатомические структуры	____	____	____	____	____
2. Укладка пациента	____	____	____	____	____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	____	____	____	____	____
4. Параметры экспозиции	____	____	____	____	____
5. Маркировка	____	____	____	____	____



Рис. С11-62. Боковая проекция черепа (4-летний ребенок) **А**

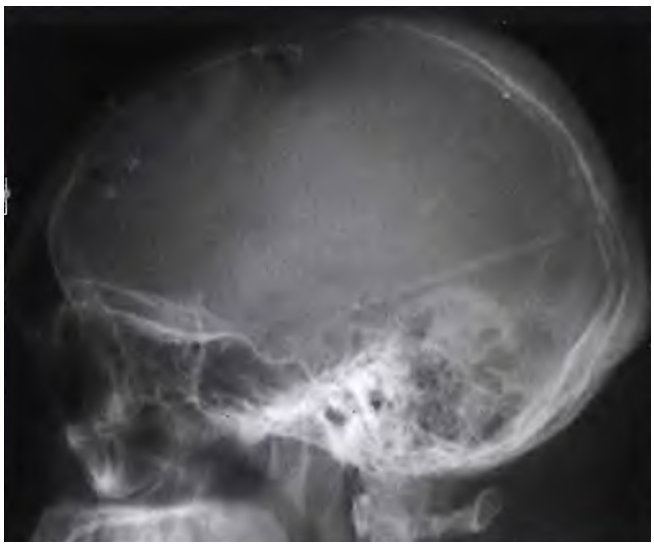


Рис. С11-63. Боковая проекция черепа (54-летний пациент после травмы) **Б**



Рис. С11-64. Задняя проекция черепа (по Тауну) **В**



Рис. С11-65. Укладка по Колдвелу — передняя или задняя проекция черепа? **Г**



Рис. С11-66. Укладка по Колдвелу — передняя или задняя проекция черепа? **Д**

Кости лицевого черепа

СОАВТОРЫ: **Cindy Murphy**, ACR

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Kathy Martensen, BS, RT (R), Barry T. Anthony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Череп, 380

Кости лицевого черепа (14), 380

- Кости верхней челюсти, 380
- Скуловые кости, 382
- Носовые и слезные кости, 382
- Нижние носовые раковины, нёбные кости, костная перегородка носа, сошник, 383
- Нижняя челюсть, 384

Височно-нижнечелюстной сустав, 385

Классификация суставов (череп и нижняя челюсть), 385

Глазницы, 386

Анатомический обзор рентгенограмм, 387

Укладки

Специальные проекции и анатомические взаимосвязи, 390

Укладки — общие положения, 390

Рентгенография в педиатрии и гериатрии, 391

Альтернативные методы исследования, 391

Клинические показания, 391

Результаты опроса по США и Канаде, 393

Основные и специальные проекции, 393

Кости лицевого черепа

- Боковая, 394
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу), 395

Передняя аксиальная (по Колдвелу), 396

- Модифицированная теменно-акантиальная (модифицированный метод Уотерса), 397

Носовые кости

- Боковая, 398
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу), 395
- Верхненижняя (аксиальная), 399

Дуги скуловой кости

- Подбородочно-теменная, 400
- Косая нижневерхняя (тангенциальная), 401
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу), 395
- Задняя аксиальная (модифицированный метод Тауна), 402

Зрительные отверстия и глазницы

- Теменно-орбитальная (по Резе), 403
- Теменно-акантиальная (модифицированный метод Уотерса), 395

Нижняя челюсть

- Аксиолатеральная, 404
- Передняя и передняя аксиальная, 405
- Задняя аксиальная (по Тауну), 406
- Подбородочно-теменная, 407
- Панорамная, 408

Височно-нижнечелюстные суставы

- Задняя аксиальная (модифицированная по Тауну), 410
- Аксиолатеральная косая (модифицированный метод Лоу), 411
- Аксиолатеральная (по Шюллеру), 412

Упражнение по рентгенограммам, 413

Череп

Кроме восьми костей мозгового черепа, описанных в главе 11, череп содержит 14 костей лицевого черепа. Помните, что к черепу относятся все кости головы: как кости мозгового черепа, так и кости лицевого черепа. На приведенных схемах вновь отмечены кости мозгового черепа, чтобы показать анатомические взаимосвязи структур черепа.

КОСТИ ЛИЦЕВОГО ЧЕРЕПА (14)

На рис. 12-1 и 12-2 (вид спереди и вид сбоку) отмечена каждая из костей лицевого черепа, за исключением двух небных костей и сошника, которые расположены внутри и снаружи не видны Эти кости будут указаны на схемах разрезов черепа, приведенных далее в настоящей главе.

14 костей лицевого черепа определяют форму и внешний вид лица человека. Кроме того, лицевыми костями созданы полости глазниц, нос и рот. Из 14 костей, составляющих скелет лица, только две кости являются непарными. Остальные 12 состоят из шести пар симметрично расположенных костей.

Кости лицевого черепа

2	Верхняя челюсть, или верхнечелюстные кости.	
2	Скула, или скуловые кости.	
2	Слезные кости.	
2	Кости носа.	
2	Нижние носовые раковины.	
2	Небные кости.	Не видны на схемах внешнего скелета.
1	Сошник.	
1	Нижняя челюсть.	
14	Всего	

Каждая из костей лицевого скелета будет рассмотрена в отдельности или парами, что касается шести парных костей. После описания каждой из данных лицевых костей приведен список прилегающих костей, с которыми они сочленены или к которым они присоединяются. Знание анатомических взаимосвязей помогает понять структуру черепа, или костного скелета головы, в целом.

Правая и левая кости верхней челюсти

Первая пара костей лицевого черепа, которую мы рассмотрим, — это две **верхние челюсти, или верхнечелюстные кости,** являющиеся **самыми большими неподвижными лицевыми костями**. Больше верхней челюсти только подвижная нижняя челюсть. Все другие кости верхней части лица тесно связаны с двумя верхними челюстями; таким образом, последние структурно являются самыми важными костями верхней лицевой области. Правая и левая кости верхней челюсти прочно соединены на уровне средней линии ниже носовой перегородки. Каждая верхняя челюсть участвует в образовании трех полостей лица: 1) роговой, 2) носовой полости и 3) одной глазницы.

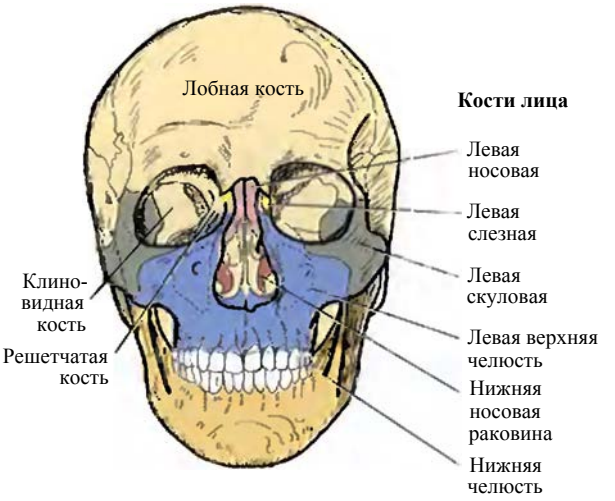


Рис. 12-1. Схема костей лицевого черепа — вид спереди

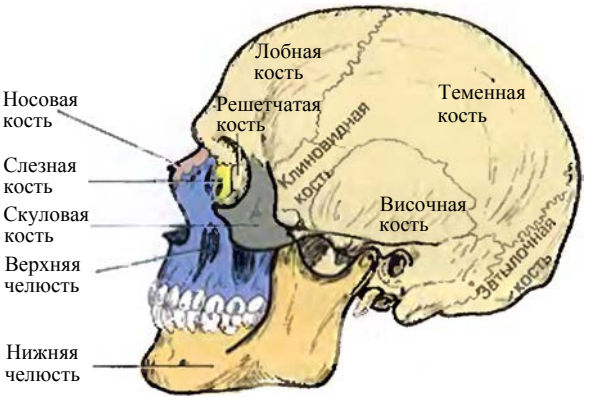


Рис. 12-2. Схема костей лицевого черепа — вид сбоку

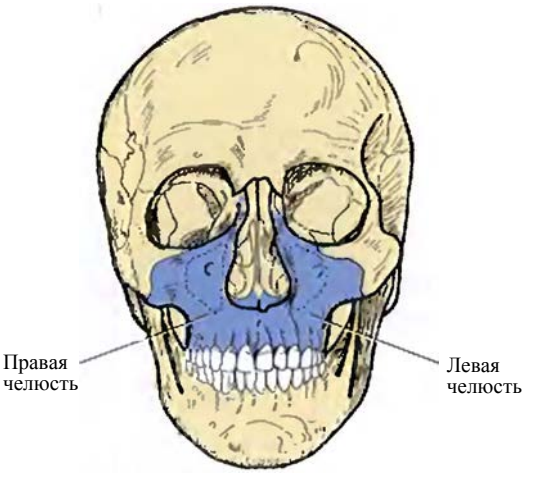


Рис. 12-3. Правая и левая верхняя челюсть

Левая верхняя челюсть — вид сбоку. Каждая верхняя челюсть состоит **из тела**, расположенного в центре, **и четырех отростков**, выступающих в стороны. Три отростка более заметны, и они видны на схемах вида сбоку и вида спереди. Четвертый отросток, нёбный, будет описан позднее как часть твердого нёба.

Тело верхней челюсти — это центральная часть кости, расположенная латерально от носа. Один из трех отростков — это **лобный отросток**, выступающий вверх вдоль боковой границы носа по направлению к лобной кости. **Скуловой отросток** выступает сбоку, соединяясь со скуловой костью. Третий отросток — **альвеолярный** это нижний край тела каждой верхней челюсти. Восемь верхних зубов с каждой стороны покоятся в полостях вдоль нижнего края альвеолярного отростка.

Две верхние челюсти прочно соединены спереди на уровне средней линии. В верхней части этого соединения по средней линии расположена **передняя носовая ость**. Удар по носу иногда приводит к отделению этой носовой ости от верхней челюсти.

Точка, находящаяся на основании передней носовой ости, называется **акантионом** (точка, где встречаются нос и верхняя губа), который будет описан позднее в настоящей главе как топографический ориентир.

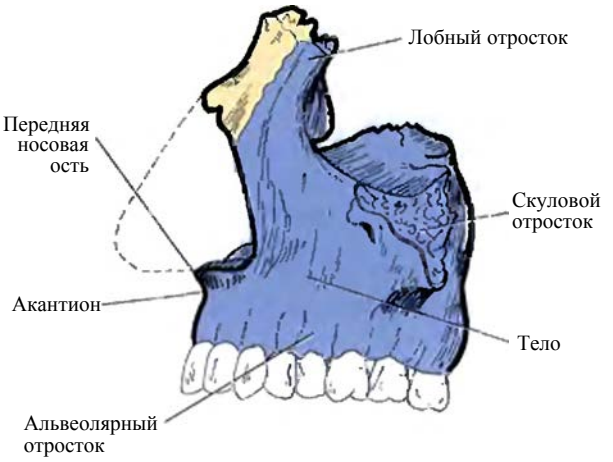


Рис. 12-4. Левая верхняя челюсть — вид сбоку

Вид спереди (рис. 12-5) хорошо демонстрирует положение костей верхней челюсти по отношению к остальным костям черепа. Вновь обратите внимание на **три отростка**, которые видны на схеме вида спереди. **Лобный отросток** идет вверх по направлению к лобной кости. **Скуловой** отросток направлен вбок к скуловой кости, а на **альвеолярном отростке** располагаются ячейки для корней зубов.

Тело каждой верхнечелюстной кости содержит большую наполненную воздухом полость, **верхнечелюстную пазуху**. В определенных костях черепа существуют несколько таких наполненных воздухом полостей. Эти пазухи сообщаются с носовой полостью, и все вместе они именуются придаточными пазухами носа; о них пойдет речь в следующей главе.

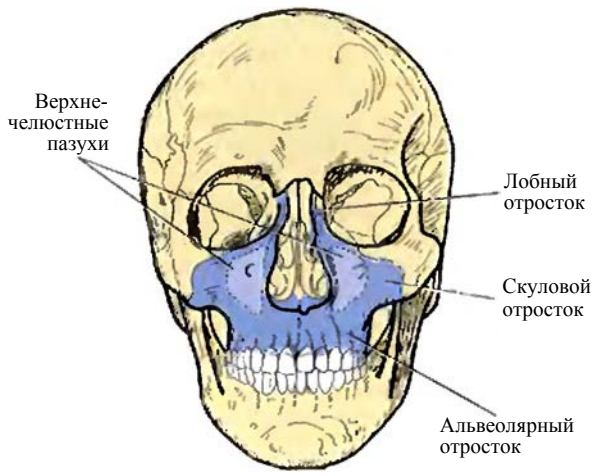


Рис. 12-5. Верхняя челюсть — вид спереди

Твердое нёбо (нижняя поверхность). Четвертый отросток каждой верхнечелюстной кости — это **нёбный отросток**, который виден только на схеме верхних челюстей, вид снизу (рис. 12-6). Два нёбных отростка образуют переднюю часть крыши рта, называемую твердым, или костным, нёбом. Два нёбных отростка прочно соединены на уровне средней линии, образуя синартроз, или неподвижный сустав. Распространенный врожденный дефект, называемый расщеплением нёба, представляет собой отверстие между нёбными отростками, вызванное неполным соединением двух костей.

Задняя часть твердого нёба образована горизонтальными отделами двух других костей лицевого черепа, **нёбных костей**. На этой схеме видны только горизонтальные отделы L-образных нёбных костей. Вертикальный отдел будет продемонстрирован позднее на рис. 12-11 (схема среза черепа).

Обратите внимание на то, что **нёбный отросток верхнечелюстной кости** отличается от **нёбных лицевых костей**.

На этой схеме твердого нёба, вид снизу, показаны также два маленьких нижних отдела клиновидной кости черепа. Эти два отростка, **крыловидных крючка**, внешне напоминают вытянутые лапки летучей мыши, о чем говорилось ранее, в главе 11 (рис. 11-15).

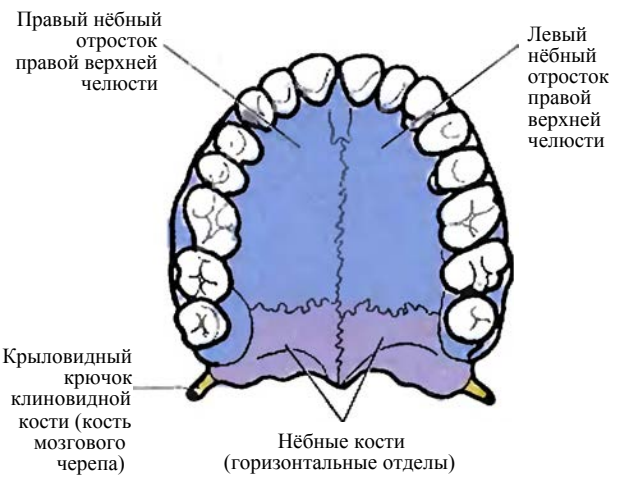


Рис. 12-6. Верхняя челюсть и нёбные кости — твердое нёбо (вид снизу)

Соединения. Каждая верхнечелюстная кость соединяется с **двумя костями мозгового черепа** — лобной и решетчатой — и **семью костями лицевого черепа** — скуловой, слезной, носовой, нёбной, нижней носовой раковиной, сошником и другой верхнечелюстной костью.

Правая и левая скуловые кости

Каждая скула, иди скуловая кость, расположена сбоку от скулового отростка каждой верхней челюсти. Эти кости образуют выступ щеки и нижний наружный отдел каждой глазницы.

Скуловую дугу образует тонкий отросток, выступающий позади скуловой кости и соединяющийся со скуловым отростком височной кости. Скуловая дуга — это очень хрупкая структура, от удара в щеку может произойти перелом скулы или ее вдавливание. Обратите внимание на то, что передний отдел скуловой дуги образован скуловой костью и задним отделом височной кости. **Выступ скулы** является ориентиром для укладки.

Соединения. Каждая скуловая кость соединяется с **тремя костями мозгового черепа** — лобной, клиновидной и височной — и с **одной костью лицевого черепа**, верхней челюстью.

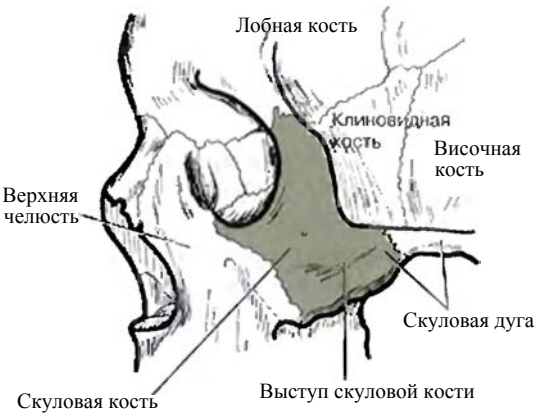


Рис. 12-7. Скуловая кость — вид сбоку

Правая и левая носовые и слезные кости

Слезные и носовые кости являются самыми тонкими и наиболее хрупкими костями в теле человека.

Слезные кости. Две маленькие и очень хрупкие слезные кости (размером и формой напоминающие ноготь пальца) лежат медиально в передней части каждой глазницы сразу позади лобного отростка верхней челюсти. Название кости слезная вызвано тем, что эти кости тесно связаны со слезными протоками.

Носовые кости. Две объединенные кости носа образуют мостик носа. Форма и размер носовых костей сильно отличаются у разных людей. Большая часть носа ниже носовых костей состоит из хряща. Кости носа лежат впереди над лобным отростком верхней челюсти и сразу ниже лобной кости. Точка соединения двух носовых костей с лобной костью является ориентиром для укладок и называется **назион**.

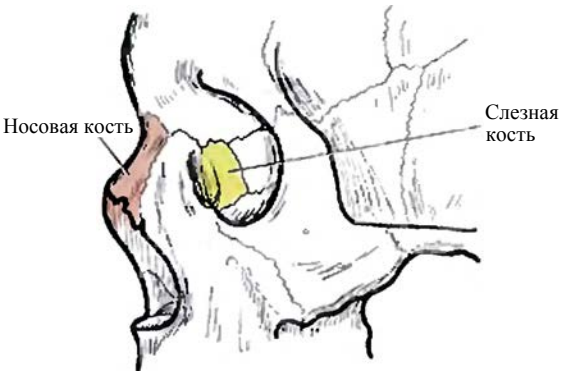


Рис. 12-8. Носовые и слезные кости — вид сбоку

Соединения

Слезная кость. Каждая слезная кость соединяется с **двумя костями мозгового черепа**, лобной и решетчатой, и **двумя костями лицевого черепа**, верхней челюстью и нижней носовой раковиной.

Носовая кость. Каждая носовая кость также соединяется с **двумя костями мозгового черепа**, лобной и решетчатой, и **двумя костями лицевого черепа**, верхней челюстью и другой носовой костью.

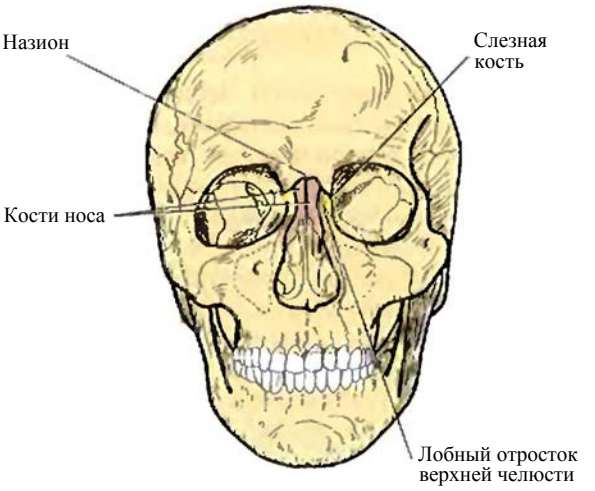


Рис. 12-9. Носовые и слезные кости — вид спереди

Правая и левая нижние носовые раковины

В носовой полости расположены две тонкие, изогнутые (в виде завитка) лицевые кости, называемые **нижними носовыми раковинами**. Эти две кости выступают с боковых стенок носовой полости по обеим сторонам и направлены медиально.

Верхняя и средняя носовые раковины похожи на выступы в виде завитка, идущие от **решетчатой кости** в носовые полости. (Эти две пары не показаны на виде спереди, но указаны на рис. 12-11.)

Таким образом существуют три пары носовых раковин. **Верхняя и средняя пары — это части решетчатой кости, а нижняя пара представляет собой отдельные кости лицевого черепа**.

Три пары раковин служат для разделения носовых полостей на различные отделения, которые рассредоточивают или смешивают поток воздуха, поступающий в полости носа перед тем, как он попадет в легкие. Таким способом поступающий воздух нагревается и очищается, соприкасаясь со слизистой оболочкой раковин перед тем, как попасть в легкие.

Схема поперечного разреза

Нижние носовые раковины. На данной схеме поперечного разреза (рис. 12-11) показаны взаимоотношения между разными носовыми раковинами и боковая стенка одной носовой полости. Структуры средней линии, составляющие носовую перегородку, были удалены так, чтобы был виден боковой отдел правой носовой полости. Обратите внимание, что **верхняя и средняя раковины** являются частью решетчатой кости, а **нижние носовые раковины** представляют собой отдельные кости лицевого черепа. **Решетчатая пластинка** и **петушиный гребень** решетчатой кости участвуют в разделении мозгового черепа от костной части лицевого черепа. Вновь показан **нёбный отросток** верхней челюсти.

Правая и левая нёбные кости

Две **нёбные кости** не видны при рассмотрении скелета черепа, так как кости располагаются внутри и снаружи не видны. Каждая нёбная кость отчасти напоминает букву L (рис. 12-11). Вертикальный отдел буквы L идет вверх между верхней челюстью и крыловидной пластинкой клиновидной кости. Горизонтальный отдел каждой L-образной кости участвует в образовании заднего отдела твердого нёба, как видно из приведенной ранее схемы рис. 12-6.

Соединения

Нижние носовые раковины. Каждая носовая раковина соединяется с **одной костью мозгового черепа**, решетчатой, и **тремя костями лицевого черепа**, верхней челюстью, слезной и нёбной.

Нёбная кость. Каждая нёбная кость соединяется с **двумя костями мозгового черепа**, клиновидной и решетчатой, и **четырьмя костями лицевого черепа**, верхней челюстью, нижней носовой раковиной, сошником и другой нёбной костью.

Костная носовая перегородка

Структуры средней линии носовой полости, включая костную носовую перегородку, показаны на схеме сагиттального среза (рис. 12-12). Костная носовая перегородка образована двумя костями — **клиновидной костью** и **сошником**. Вверху она образована **перпендикулярной пластинкой** решетчатой кости, а внизу — непарным сошником. Спереди носовая перегородка состоит из хрящей и называется **хрящевой перегородкой**.

Таким образом, костная носовая перегородка, которую можно продемонстрировать рентгенографически, образована перпендикулярной пластинкой решетчатой кости и сошником. При тяжелой травме носовой кости перегородка может сместиться в сторону от средней линии. Такая травма называется девиацией носовой перегородки.



Рис. 12-10. Нижние носовые раковины

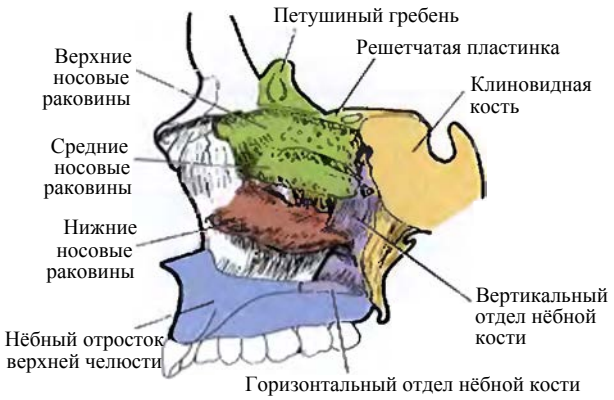


Рис. 12-11. Схема поперечного среза черепа — нижние носовые раковины и нёбные кости

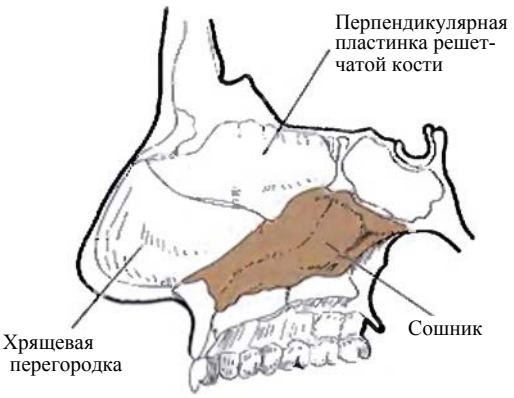


Рис. 12-12. Костная носовая перегородка и сошник

Сошник

Сошник (означает плужный лемех) — это тонкая непарная кость треугольной формы, которая образует нижнезаднюю часть носовой перегородки. Поверхность сошника испещрена маленькими бороздками для кровеносных сосудов, являющихся источником носового кровотечения при травме носа. Девиация носовой перегородки — это клиническое состояние, при котором носовая перегородка отклонена или смещена вбок от средней линии носа. Такое отклонение обычно происходит в месте соединения хрящевой перегородки и сошника. Сильная девиация может полностью заблокировать носовой проход, сделав невозможным дыхание через нос.

Соединения. Сошник соединяется с **двумя костями мозгового черепа**, клиновидной и решетчатой, и **четырьмя костями лицевого черепа**, правой и левой нёбными и правой и левой верхними челюстями. (Сошник также соединяется с хрящевой перегородкой).

Нижняя челюсть

Последняя и самая большая из всех костей лицевого черепа — это **нижняя челюсть**. Это единственная подвижная кость в черепе взрослого. Эта большая кость лицевого черепа, которая является непарной у взрослых, в действительности возникла из двух отдельных костей. У детей в возрасте примерно около года две кости соединяются в одну.

Вид сбоку. Угол (гонион) нижней челюсти разделяет каждую половину нижней челюсти на две основные части. Та область, которая расположена спереди угла, называется **телом** нижней челюсти, а область, расположенная над углом, называется **ветвью**. Поскольку нижняя челюсть является непарной костью, тело фактически расположено от левого угла кругом к правому углу.

В нижней челюсти располагаются ячейки для корней зубов; следовательно, **альвеолярный отросток**, или гребень, идет вдоль всего верхнего отдела тела нижней челюсти.

Вид спереди. Тело образовано двумя боковыми половинами и соединяется на уровне передней линии. Это сочленение называется **симфизом** нижней челюсти, или **подбородочным симфизом**. Ровная область треугольной формы ниже симфиза, выступающая вперед, называется **подбородком**, или **подбородочным выступом**. Центр подбородочного выступа — это точка подбородка. Латинское название подбородка и образуемой им области: mentum и mental. Точка подбородка — это особая точка, тогда как подбородок — это вся область.

По обеим сторонам тела нижней челюсти расположены **подбородочные отверстия**. Эти отверстия служат проходами для нервов и кровеносных сосудов.

Ветвь. Верхний отдел каждой **ветви** заканчивается вырезкой, именуемой **нижнечелюстной вырезкой**. На каждом конце нижнечелюстной вырезки расположен отросток. Отросток на переднем конце нижнечелюстной вырезки называется **венечным отростком**. Венечный отросток не соединяется с другой костью, и его трудно пальпировать, поскольку он лежит ниже скуловой дуги. Этот отросток служит местом для крепления мышц.

Памятка. Венечный отросток нижней челюсти не нужно путать с **венечным отростком** проксимальной локтевой кости предплечья или **клювовидным (coracoid) отростком лопатки**.

Задний отросток верхней части ветви называется **мыщелковым отростком**, который состоит из двух частей. Закругленный конец мыщелкового отростка называется **мыщелком**, или **головкой**, тогда как суженная область, расположенная непосредственно под головкой, называется **шейкой**. Мыщелок мыщелкового отростка входит в височно-нижнечелюстную ямку височной кости, образуя **височно-нижнечелюстной сустав**, или **ВНЧС** (см. следующую страницу).

Подбородочно-теменная проекция. Подковообразная форма нижней челюсти хорошо визуализируется на **подбородочно-теменной проекции** (рис. 12-15). Обратите внимание, что нижняя челюсть представляет собой довольно тонкую структуру, часто подвергаемую переломам. Область **подбородка**, как и **тело** и **ветви** нижней челюсти, также хорошо видны. С помощью этой проекции также демонстрируется верхняя ветвь и связанный с ней **венечный отросток** и **мыщелок**. Обратите внимание, что на этой схеме мыщелки выступают внутрь, а венечный отросток — немного наружу, точно так, как они демонстрируются проекцией на рентгенограмме.

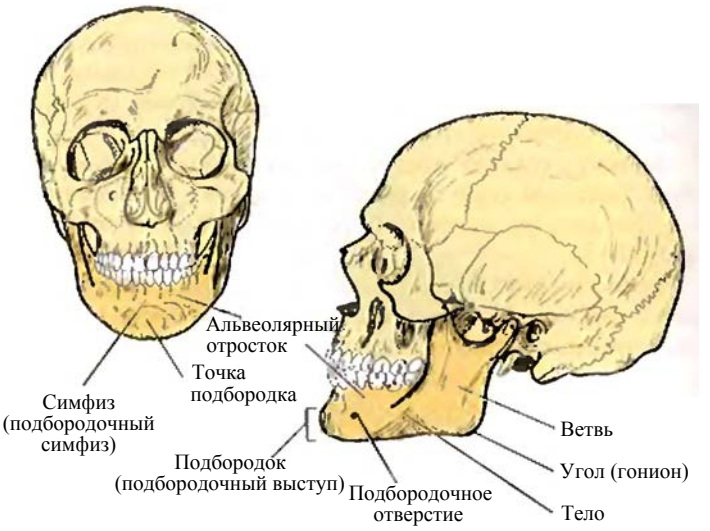


Рис 12 -13. Нижняя челюсть — вид сбоку и спереди

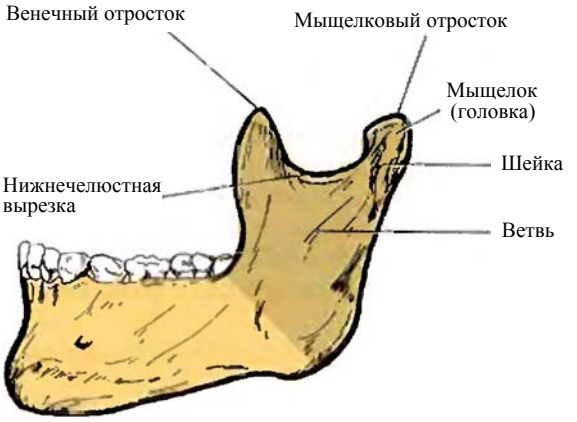


Рис. 12-14. Ветвь нижней челюсти — вид сбоку

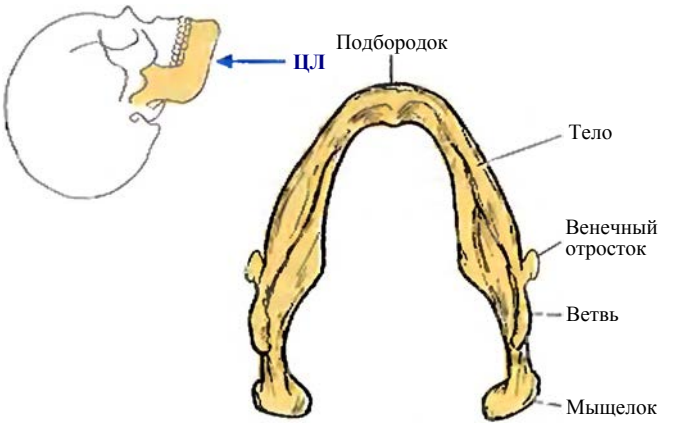


Рис. 12-15. Подбородочно-теменная проекция нижней челюсти

Височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС)

Височнонижнечелюстной сустав, единственный подвижный сустав черепа, показан на схеме вида сбоку и боковой рентгенограмме сухого скелета (рис. 12-16 и 12-17). Хорошо видно расположение нижней челюсти по отношению к височной кости.

Височно-нижнечелюстной сустав образован нижнечелюстным **мыщелком**, или головкой мыщелкового отростка, который входит в **височно-нижнечелюстную ямку** височной кости. ВНЧС расположен непосредственно спереди и немного над **наружным слуховым проходом (НСП)**.

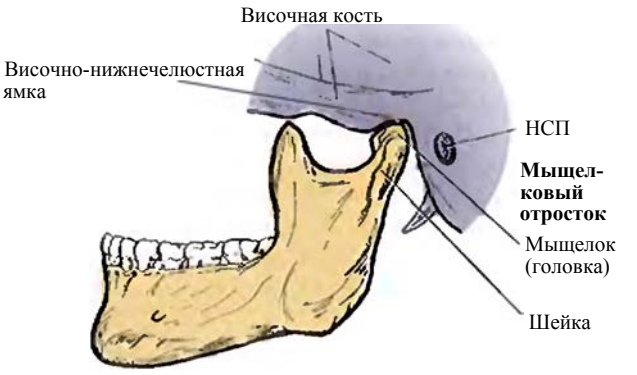


Рис. 12-16. Височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС)

КЛАССИФИКАЦИЯ СУСТАВОВ (ЧЕРЕП И НИЖНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ)

Синовиальные суставы (диартрозы)

Височно-нижнечелюстной сустав — это сустав **синовиального типа, диартроз**, или подвижное сочленение. Этот синовиальный сустав разделен суставным фиброзным диском на верхнюю и нижнюю синовиальные полости. Пучок прочных связок присоединяет шейку мыщелка нижней челюсти к нижним краям скулового отростка височной кости.

Суставная капсула выстлана синовиальной оболочкой и разделена на две части суставным диском. Такой двусоставный синовиальный сустав вместе со своим фиброзным суставным диском позволяет совершать не только **вращательные**, но также и **скользящие движения**, когда нижнечелюстной мыщелок скользит вперед при открытии рта. Далее движению способствует неглубокая височно-нижнечелюстная ямка височной кости, с которой сочленяется мыщелок, или головка нижней челюсти.

Фиброзные суставы (синартрозы)

В черепе находятся два типа фиброзных суставов, оба из которых являются **синартрозами**, или неподвижными суставами. Первые — это **швы** между костями черепа, о которых говорилось в предыдущей главе. Второй тип — **гомфоз** — это своеобразный тип фиброзного сустава, имеющийся только между корнями зубов и лунками верхней и нижней челюстей.

Движение височно-нижнечелюстного сустава. На схемах и рентгенограммах, приведенных ниже, ВНЧС изображен как в положении с **открытым**, так и **закрытым ртом.** Если рот открыт широко, мыщелок движется вперед к переднему краю ямки. Если мыщелок продвигается слишком далеко вперед, может произойти вывих сустава. Если под действием силы или вследствие движения нижней челюсти произошел вывих, будет трудно или даже невозможно закрыть рот, чтобы вернуть мыщелок в его нормальное положение

Рентгенограммы (с открытым и закрытым ртом). Ниже показаны две аксиолатеральные проекции (по Шюллеру) височно-нижнечелюстного сустава в положениях с открытым и закрытым ртом. Четко продемонстрирована амплитуда движения вперед мыщелка по отношению к височно-нижнечелюстной ямке.

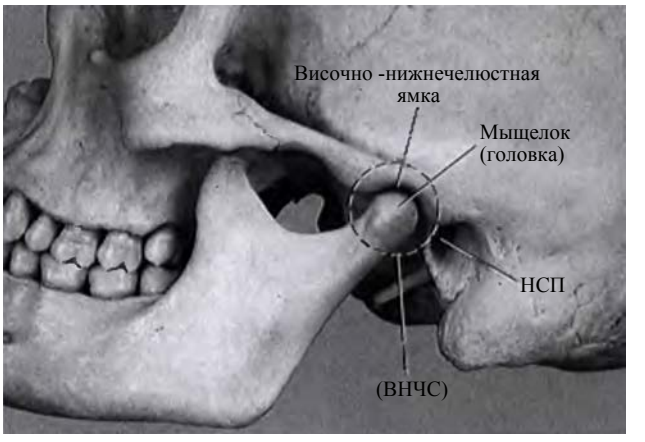


Рис. 12-17. Суставы нижней челюсти

СУСТАВЫ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

Височно-нижнечелюстной сустав	**Альвеолы и корни зубов**
Классификация	Классификация
Синовиальные (диартрозы)	**Фиброзные** (синартрозы)
Подвижные суставы	Подкласс
Блоковидные (шарнирные)	Гомфоз
Плоские (скользящие)	

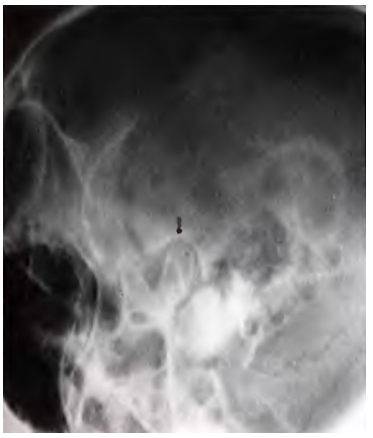
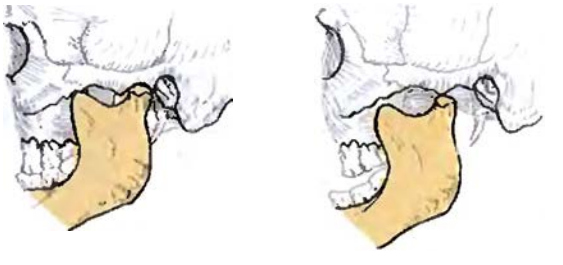


Рис. 12-18. Рентгенограмма нижней челюсти с закрытым ртом



Рис. 12-19. Рентгенограмма нижней челюсти с открытым ртом



Закрытый рот **Открытый рот**

Рис. 12-20. Движение височно-нижнечелюстного сустава

ГЛАЗНИЦЫ

Из 14 костей лицевого черепа формируется несколько полостей. Полости, полностью или частично образованные костями лицевого черепа, — рот, или ротовая полость, носовые полости и две глазницы. Ротовая и носовые полости являются прежде всего воздухоносными путями и поэтому редко подлежат исследованию с помощью рентгенографии. А глазницы, которые содержат жизненно важные органы зрения и связанные с ними нервы и кровеносные сосуды, часто являются объектом рентгенографических исследований. Структура и форма глазниц показаны на упрощенной схеме (рис. 12-21). Как показано на схеме, каждая глазница представляет собой конусообразную структуру с костными стенками.

Край глазницы, соответствующий округлому внешнему контуру конуса, называется **основанием**. Основание **глазницы**, однако, редко имеет правильную круглую форму, оно даже может быть похоже на фигуру с четырьмя определенными сторонами. Самый задний отдел конуса, **верхушка**, соответствует зрительному отверстию, через которое проходит зрительный нерв.

Длинная анатомическая ось глазниц направлена вперед и к средней линии. Когда голова пациента находится в вертикальной фронтальной или боковой укладке и при этом глазнично-ушная линия направлена параллельно полу, то длинная ось каждой глазницы будет наклонена относительно горизонта на 30°, а к средней сагиттальной плоскости — под углом 37°. Эти два угла важны, они используются во время рентгенографической укладки зрительного отверстия. Помните, что каждое зрительное отверстие расположено в верхушке соответствующей глазницы. Чтобы получить изображение зрительного отверстия, пациенту необходимо поднять подбородок на 30° и повернуть голову на 37°. Центральный луч затем проецируется через основание глазницы вдоль ее длинной анатомической оси.

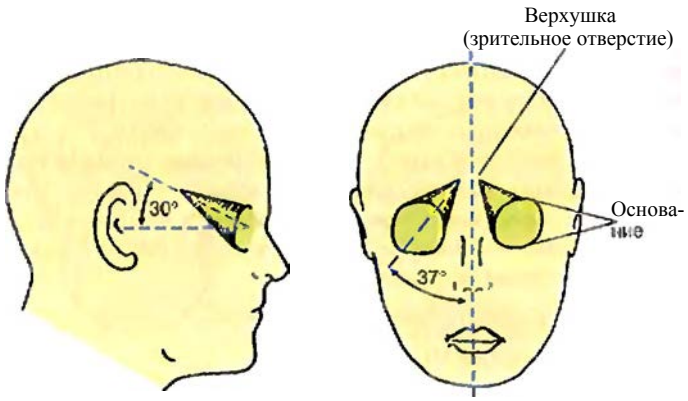


Рис. 12-21. Глазницы (конусообразные)

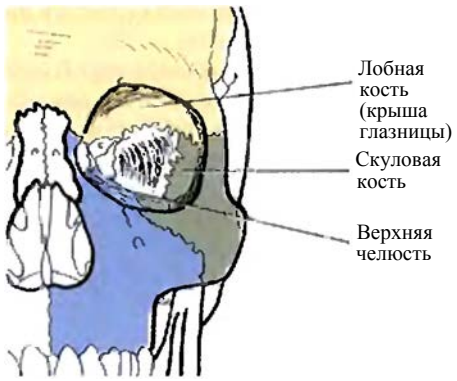


Рис. 12-22. Основа глазницы — три кости (прямой вид спереди)

Костный состав глазниц

Каждая глазница состоит из частей **семи костей**. Окружность, или круглое основание, каждой глазницы состоит из частей трех костей — **лобной кости (крыша глазницы)** мозгового черепа и **верхнечелюстной** и **скуловой костей** (рис. 12-22). Внутри каждая глазница имеет крышу, дно и две стенки, которые частично также состоят из этих трех костей. Скуловая кость образует большую часть боковой стенки и небольшую часть дна глазницы, тогда как отдел верхней челюсти участвует в образовании дна.

Все семь костей, образующие каждую глазницу, показаны на рис. 12-23 (немного наклонный вид спереди). Вновь показаны **лобная, скуловая** и **верхнечелюстная** кости, составляющие основу глазницы. Некоторая часть медиальной стенки глазницы образована тонкой слезной костью. **Клиновидная** и **решетчатая** кости составляют большую часть заднего отдела глазницы, тогда как лишь небольшая часть **нёбной** кости участвует в образовании лежащего очень глубоко заднего отдела дна каждой глазницы.

Таким образом, глазница образована **семью** костями, включая **три кости мозгового черепа** и **четыре кости лицевого черепа,** как указано ниже в сводной таблице.

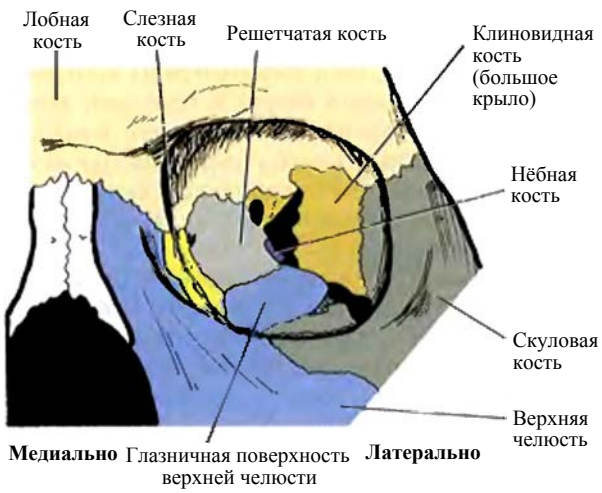


Рис. 12-23. Глазница — семь костей (немного наклонный вид спереди)

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА - КОСТИ ГЛАЗНИЦ

Кости мозгового черепа	Кости лицевого черепа
1. Лобная.	1. Верхняя челюсть.
2. Клиновидная.	2. Скуловая.
3. Решетчатая.	3. Слезная.
	4. Нёбная.

Отверстия заднего отдела глазниц

Позади каждой глазницы имеются три отверстия (рис. 12-24). **Зрительное отверстие** — небольшое отверстие в клиновидной кости, расположенное позади на верхушке конусообразной глазницы. **Верхняя глазничная щель** — щель, или отверстие между большими и малыми крыльями клиновидной кости, расположенная сбоку от зрительного отверстия. Третье отверстие — **нижняя глазничная щель** между верхнечелюстной, скуловой костями и большим крылом клиновидной кости.

Небольшой отросток кости, разделяющий верхнюю глазничную щель и зрительный канал, называется **клиновидной распоркой**. Зрительный канал — это небольшой канал, в который открывается зрительное отверстие. Поэтому любое аномальное увеличение зрительного нерва может вызвать эрозию клиновидной распорки, которая по сути дела является отделом боковой стенки зрительного канала.

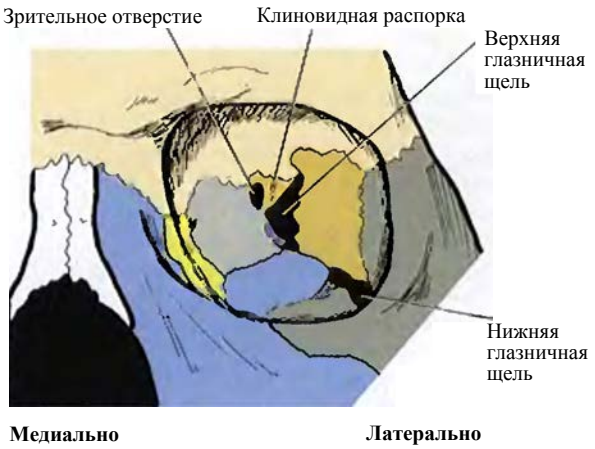


Рис. 12-24. Глазницы — задние отверстия (немного наклонный вид спереди)

АНАТОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР РЕНТГЕНОГРАММ

Далее приведены упражнения на повторение анатомии костей мозгового и лицевого черепа, показанных как на скелетированном черепе, так и на рентгенограммах. Не вся специфическая анатомия, показанная на скелетированном черепе, может быть идентифицирована на данных рентгенограммах, но те части, которые можно идентифицировать, отмечены. Внимательно изучите как фотографии скелетированного черепа, так и рентгенограммы и идентифицируйте каждую часть, прежде чем посмотреть на ответы, приведенные ниже.

Семь костей левой глазницы (рис. 12-25)

А. Лобная кость (глазничная пластинка).
Б. Клиновидная кость.
В. Небольшой отдел нёбной кости.
Г. Скуловая кость.
Д. Верхнечелюстная кость.
Е. Решетчатая кость.
Ж. Слезная кость.

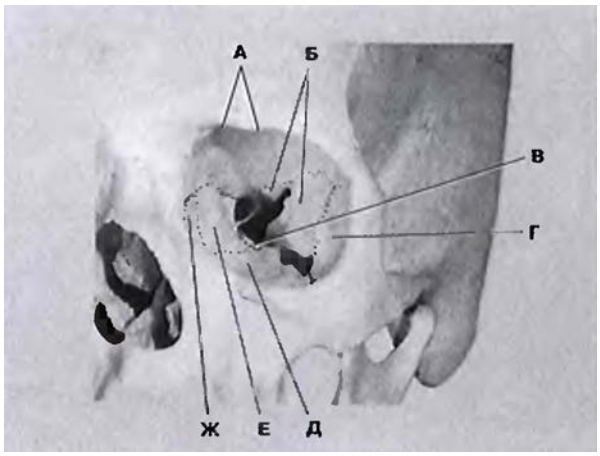


Рис. 12-25. Семь костей левой глазницы

Отверстия и структуры левой глазницы (рис. 12-26)

А. Зрительное отверстие.
Б. Клиновидная распорка.
В. Верхняя глазничная щель.
Г. Нижняя глазничная щель.

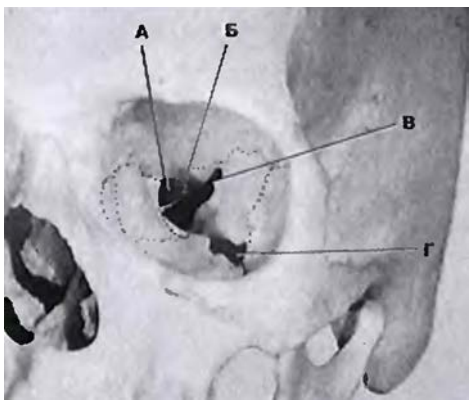


Рис. 12-26. Отверстия левой глазницы

Теменно-орбитальная проекция глазниц (рис. 12-27)

А. Крыша глазницы (часть лобной кости).
Б. Клиновидная кость.
В. Зрительное отверстие и зрительный канал.
Г. Верхняя глазничная щель.
Д. Подглазничный край.
Е. Клиновидная распорка (часть нижней и боковой стенки зрительного канала).
Ж. Латеральный край глазницы.
З. Надглазничный край.

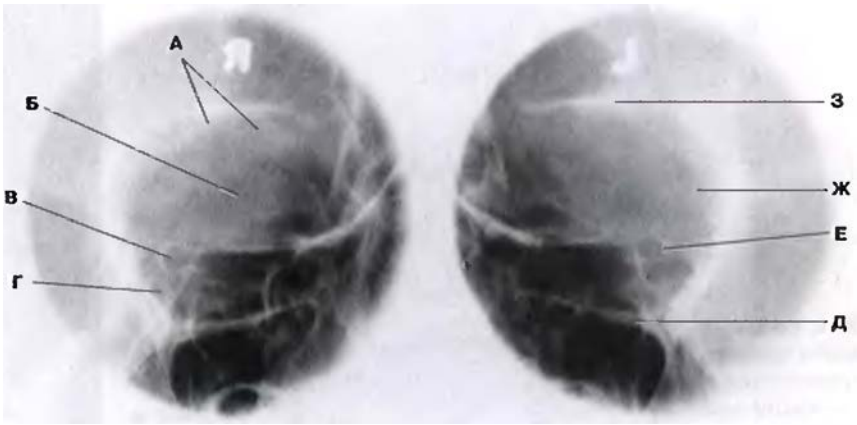


Рис. 12-27. Теменно-орбитальные проекции глазниц

Кости лицевого черепа — вид сбоку

(рис. 12-28 и 12-29)

А. Скуловая дуга.
Б. Правая скуловая кость.
В. Правая носовая кость.
Г. Лобный отросток правой верхней челюсти.
Д. Передняя носовая ость.
Е. Альвеолярный отросток верхней челюсти.
Ж. Альвеолярный отросток нижней челюсти.
З. Подбородок или подбородочный выступ.
И. Подбородочное отверстие.
К. Тело нижней челюсти.
Л. Угол (гонион).
М. Ветвь нижней челюсти.
Н. Венечный отросток.
О. Нижнечелюстная вырезка.
П. Шейка нижнечелюстного мыщелка.
Р. Мыщелок или головка нижней челюсти.
С. Наружный слуховой проход (НСП).
Т. Височно-нижнечелюстная ямка височной кости.
У. Большие крылья клиновидной кости.
Ф. Малые крылья клиновидной кости с передними наклоненными отростками.
Х. Решетчатые пазухи между глазницами.
Ц. Тело верхней челюсти, содержащее верхнечелюстные пазухи.

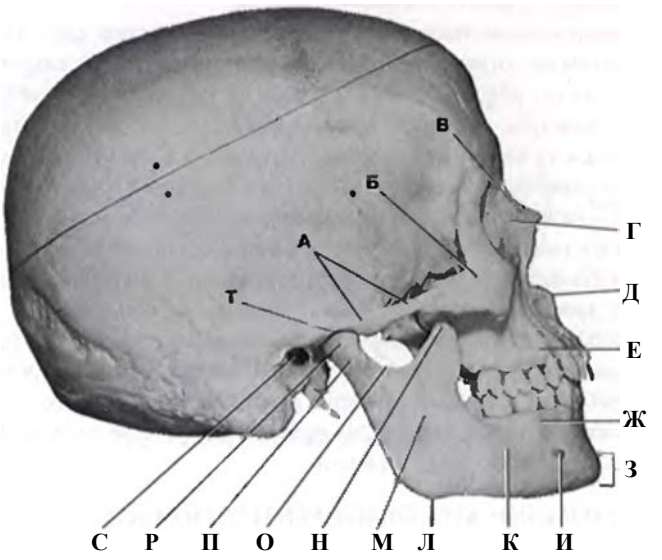


Рис. 12-28. Кости лицевого черепа — вид сбоку

Кости лицевого черепа — теменно-акантиальная проекция (по Уотерсу)

(рис. 12-30 и 12 31)

На фотографии (рис. 12-30) и рентгенограмме (рис. 12-31) представлен череп в теменно-акантиальной проекции (проекция Уотерса) при которой голова отклонена назад. Это одна из более распространенных проекций для визуализации костей лицевого черепа, а именно.

А. Скуловой выступ.
Б. Тело верхней челюсти (содержит верхнечелюстные пазухи).
В. Костная носовая перегородка (перпендикулярная пластинка решетчатой кости и сошник).
Г. Передняя носовая ость.
Д. Скуловая дуга.
Е. Венечный отросток (только рис. 12-30).
Ж. Мыщелок (головка).
З. Сосцевидный отросток височной кости.
И. Нижнечелюстной угол.
К. Большое отверстие (рис. 12-31, демонстрирующий зубовидный отросток внутри большого отверстия).

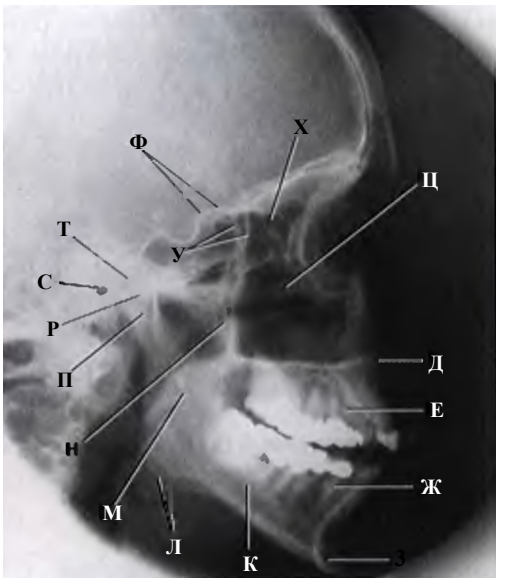


Рис. 12-29. Рентгенограмма костей лицевого черепа — вид сбоку

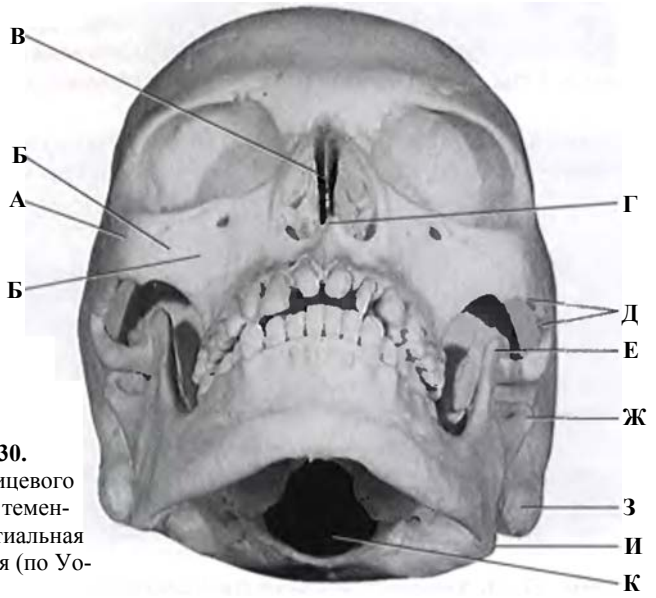


Рис. 12-30. Кости лицевого черепа - теменно-акантиальная проекция (по Уотерсу)

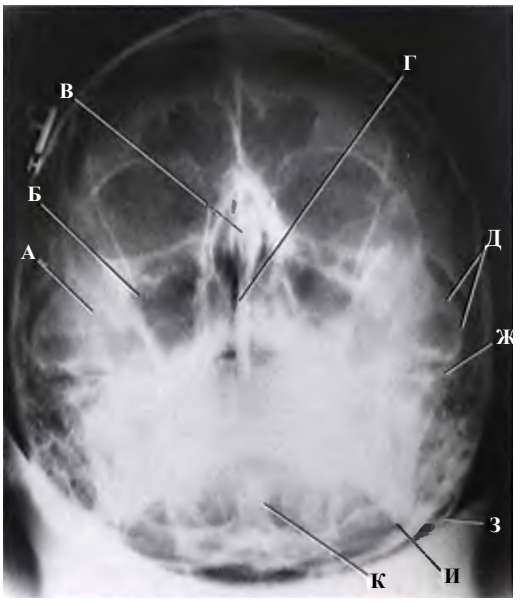


Рис. 12-31. Рентгенограмма костей лицевого черепа — теменно-орбитальная проекция (по Уотерсу)

Кости лицевого черепа — подбородочно-теменная проекция (вид снизу)

На рис. 12-32 показан вид снизу скелетированного черепа с удаленной нижней челюстью. На рис. 12-33 представлена рентгенограмма подбородочно-теменной проекции черепа и укладке, при которой макушка (темя) головы расположена вплотную к кассете, а центральный луч входит под подбородком.

Только череп (рис. 12-32)

А. Скуловая дуга.
Б. Нёбный отросток верхней челюсти.
В. Горизонтальный отросток нёбной кости.
Г. Крыловидный крючок клиновидной кости.

Только рентгенограмма (рис. 12-33)

Д. Овальное отверстие клиновидной кости.
Е. Остистое отверстие клиновидной кости.
Ж. Большое отверстие.
З. Каменистая пирамида височной кости.
И. Сосцевидный отдел височной кости.
К. Клиновидная пазуха в теле клиновидной кости.
Л. Мыщелок (головка) нижней челюсти.
М. Задняя граница (вертикальный отдел) нёбной кости.
Н. Сошник, или костная осевая перегородка.
О. Пазухи правой верхней челюсти.
П. Пазухи решетчатой кости.

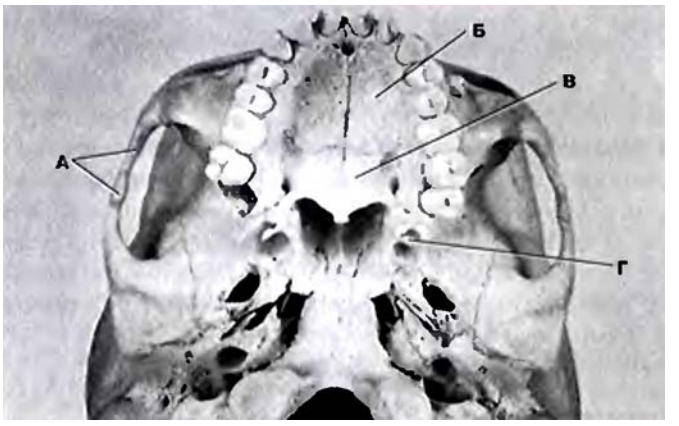


Рис. 12-32. Кости лицевого черепа - вид снизу

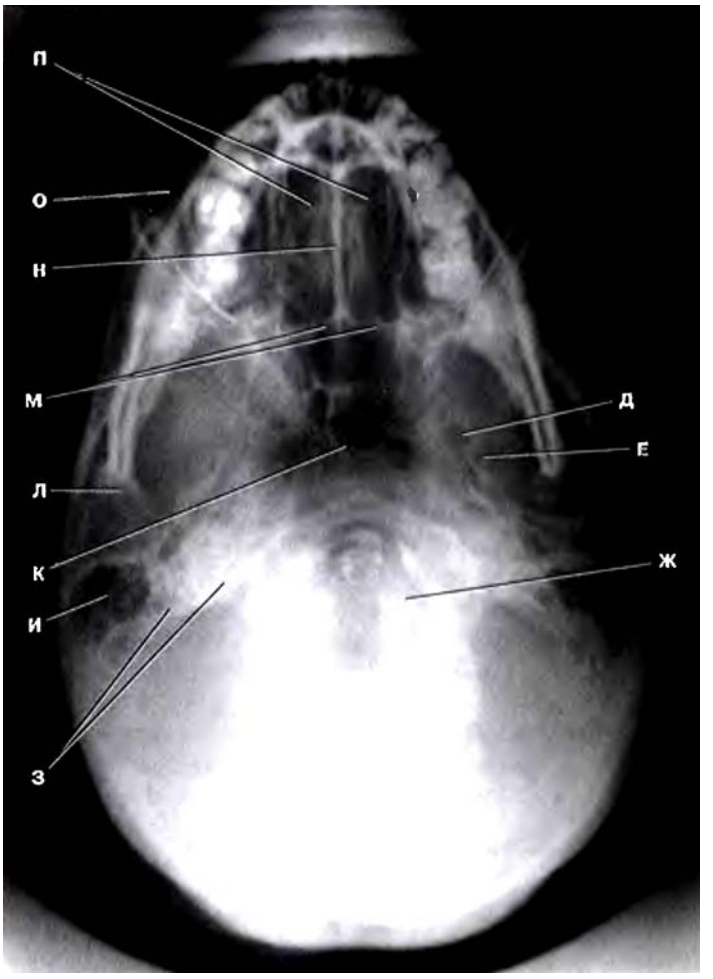


Рис. 12-33. Рентгенограмма черепа в подбородочно-теменной проекции

Кости лицевого черепа — вид спереди (рис. 12-34)

А. Левая носовая кость.
Б. Лобный отросток левой верхней челюсти.
В. Зрительное отверстие.
Г. Верхняя глазничная щель.
Д. Нижняя глазничная щель.
Е. Верхняя и средняя носовые раковины решетчатой кости.
Ж. Сошник (нижний отдел костной носовой перегородки).
З. Левая нижняя носовая раковина.
И. Передняя носовая ость.
К. Альвеолярный отросток левой верхней челюсти.
Л. Альвеолярный отросток левой нижней челюсти.
М. Подбородочное отверстие.
Н. Подбородок, или подбородочный выступ.
О. Тело правой нижней челюсти.
П. Угол (гонион) правой нижней челюсти.
Р. Ветвь правой нижней челюсти.
С. Тело правой верхней челюсти (содержит верхнечелюстные пазухи).
Т. Скуловой выступ правой скуловой кости.
У. Наружный глазничный отдел правой скуловой кости.
Ф. Клиновидная кость (кость мозгового черепа).

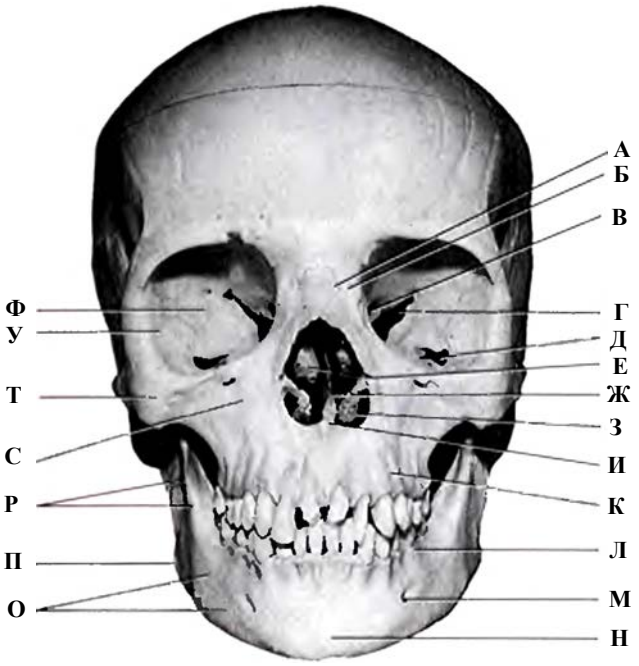


Рис. 12-34. Кости лицевого черепа — вид спереди

Специальные проекции и анатомические взаимосвязи

Анатомические структуры черепа на рентгенограммах проецируются друг на друга. Например, изображение плотных внутренних костных структур черепа накладывается на изображение тонких костей лицевого черепа на стандартной задней или передней проекции. Поэтому при рентгенографии черепа используются очень специфические углы наклона ЦЛ и укладки головы, как показано ниже.

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ЧЕРЕПА

Передняя проекция черепа (рис. 12-36) получена без наклона ЦЛ, при расположении глазнично-ушной линии (пунктирная линия на рис. 12-35), перпендикулярно плоскости кассеты. Следовательно, центральный луч параллелен глазнично-ушной линии. При такой укладке каменистые пирамиды проецируются прямо на глазницы. На обоих изображениях (рис. 12-35 и 12-36) проведена линия через крышу глазниц и через каменистые гребни. Детали костей лицевого черепа не видны на рентгенограмме из-за наложения на глазницы изображения каменистых пирамид. Поэтому при такой укладке головы передняя проекция с перпендикулярным центральным лучом имеет ограниченные возможности для визуализации костей лицевого черепа.

ТЕМЕННО-АКАНТИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ (ПО УОТЕРСУ)

Для визуализации костей лицевой части черепа необходимо отвести изображения каменистых пирамид от лицевых костей. Это можно сделать или с помощью наклона ЦЛ, или разгибания шеи. На рентгенограммах справа (рис. 12-37 и 12-38) показан результат. Подбородок пациента поднят таким образом, чтобы **каменистые пирамиды проецировались сразу ниже верхнечелюстных пазух**. Центральный луч параллелен подбородочно-ушной линии (ПУЛ). Рентгенограмма справа (по Уотерсу, рис. 12-38), при правильно выполненной укладке, описание которой будет приведено далее в настоящей главе, демонстрирует каменистые пирамиды (см. стрелки), спроецированные ниже верхних челюстей и верхнечелюстных пазух. Таким образом, за исключением нижней челюсти, **кости лицевого черепа проецируются выше плотных каменистых пирамид, и изображения последних не налагаются на кости лицевого черепа**.

Укладки — общие положения

ВЕРТИКАЛЬНОЕ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЯ (рис. 12-39 и 12-40)

Общие положения, касающиеся укладки костей лицевого черепа, те же, что и для костей мозгового черепа, как было описано в предыдущей главе.

Если позволяет состояние пациента, проекции костей лицевого черепа выполняются в вертикальном положении. Обычно используют вертикальную стойку снимков с отсеивающим растром. Часто для точной укладки черепа (особенно у тучных пациентов и гиперстеников) легче поставить пациента вертикально, чтобы подогнать различные плоскости и линии укладки. Кроме того, при вертикальном положении лучше видны уровни жидкости в пазухах или других полостях черепа, которые могут являться показателями патологических состояний.

Пациенты с травмой обычно находятся в горизонтальном положении (лежа на спине). Большинство проекций костей лицевого черепа можно выполнять, не двигая пациента, путем изменения углов наклона ЦЛ и/или подбора правильного расположения кассеты, как это описано в главе 19.



Рис. 12-35. Рентгенограмма черепа в боковой проекции для сравнения взаимного положения костей — ЦЛ параллелен глазнично-ушной линии



Рис. 12-36. Рентгенограмма черепа в передней проекции

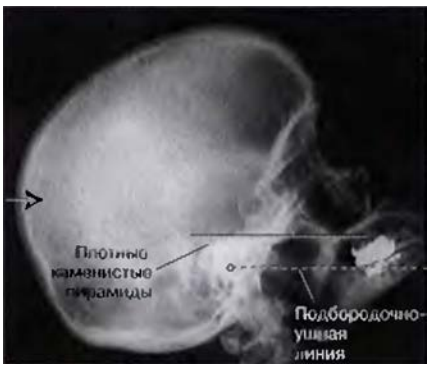


Рис. 12-37. Рентгенограмма черепа в боковой проекции для сравнения взаимного положения костей — ЦЛ параллелен подбородочно-ушной линии



Рис. 12-38. Рентгенограмма черепа — лицевые кости — в теменно-акантиальной проекции (по Уотерсу)



Рис. 12-39. Вертикальная укладка черепа в передней проекции — у вертикальной стойки снимков



Рис. 12-40. Супинационная укладка (лежа на спине) черепа в задней проекции — пациент с травмой

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Общение. Чтобы создать атмосферу доверия и сотрудничества, необходимо понятное объяснение процедуры ребенку и лицу, его сопровождающему. Для поддержания такой атмосферы эффективны приемы для отвлечения внимания ребенка (использование игрушек, других предметов).

Фиксация. Дети (в зависимости от возраста и состояния здоровья) часто не могут долго находиться в требуемом положении. Чтобы не было необходимости держать ребенка, рекомендуется использовать фиксирующие средства, снижая, таким образом, дозу облучения. (В главе 20 приводится подробное описание фиксирующих средств.) Если ребенка нужно держать, то тот, кто это делает, один из родителей или сопровождающий ребенка взрослый должен надеть рентгенозащитный фартук и/или перчатки. Если ребенка сопровождает женщина, должна быть полная уверенность в том, что она не беременна.

Технические условия исследования непостоянны, так как все дети разного роста и с разной патологией. Рекомендуется использовать самое короткое время экспозиции (и высокое значение мА), чтобы уменьшить влияние возможных движений ребенка.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Общение и комфорт. Утрата чувствительности (например, слабое зрение, плохой слух), связанные с возрастом, приводит к тому, что пожилым пациентам требуется дополнительная помощь, им нужно уделять больше времени и обращаться с ними терпеливо, прежде чем выполнить требуемую укладку для рентгенографии черепа.

Если обследование выполняют для пациента в горизонтальной укладке, нужно соблюдать осторожность ввиду возможного падения пациента с рентгенографического стола. Для обеспечения удобства пациента на стол кладут рентгенопрозрачный матрас или подушку, а дополнительные одеяла обеспечат пациенту тепло. Чтобы пациенту было удобно и он чувствовал себя защищенным, уделяйте ему достаточно внимания.

Если позволяет состояние пациента, вертикальная укладка (сидя) у вертикальной стойки снимков более предпочтительна, особенно если у пациента выраженный кифоз. Для пожилых пациентов с ограничением в подвижности часто показана латерография.

Технические условия исследования. Ввиду высокой вероятности остеопороза обычно для пожилых пациентов требуется уменьшить мА, если используется ручной выбор параметров экспозиции (чтобы добиться видимого эффекта на изображении, минимальный процент уменьшения составляет 25-30%).

У более пожилых пациентов могут быть тремор или неустойчивость; рекомендуется использовать самую короткую экспозицию (при высоких значениях мА) для уменьшения динамической нерезкости.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография позволяет выполнять изображения поперечных срезов костей лицевого черепа, глазниц, нижней челюсти и височно-нижнечелюстного сустава с аксиальной, сагиттальной или корональной плоскостях. Изображения, полученные с помощью КТ, дают полную оценку этих структур, так как она визуализирует детали как черепа, так и прилегающих мягких тканей.

Трехмерное воссоздание срезов часто полезно, когда необходима пластика лица.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

Польза магнитно-резонансной томографии при оценке состояния костей не столь велика, как при диагностике мягких тканей.

МРТ используют при синдроме височно-нижнечелюстного сустава для диагностики возможного повреждения суставного диска в ямке сустава (см показания на следующей странице).

РАДИОНУКЛИДНЫЕ МЕТОДЫ

Методы радионуклидной диагностики являются высокочувствительным способом оценки состояния костей, в частности, для обнаружения остеомиелита и скрытых переломов, которые нельзя иногда визуализировать на рентгенограммах.

Клинические показания

Из-за увеличения использования КТ и/или МРТ уменьшилось число показаний для рентгенографии костей лица/носа, глазниц, скул, нижней челюсти и височно-нижнечелюстного сустава. Однако в небольших больницах, клиниках, а также в сельских больницах по-прежнему выполняют эти исследования.

Перечислим некоторые общие клинические показания для рентгенографии костей черепа.

Перелом — нарушение целостности кости, вызванное направленным или ненаправленным силовым воздействием. Приведем несколько примеров особых переломов, затрагивающих кости лицевого черепа.

Рефлюкс перелом — перелом дна глазницы в результате давления на глазное яблоко силы, которое было передано на дно глазницы. При разрыве дна глазницы нижняя прямая мышца глаза через место перелома попадает в верхнечелюстную пазуху, вызывая диплопию (удвоение зрительных образов).

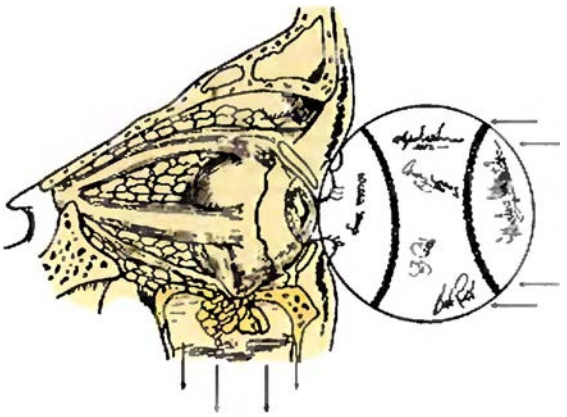


Рис. 12-41. Рефлюкс-перелом

Тройной перелом — перелом, вызванный ударом в щеку, в результате которого возникает перелом скуловой кости в трех местах — глазничного отростка, верхнечелюстного отростка и скуловой дуги (свободно плавающая скуловая кость).

Перелом Лефора 1 типа — это двухсторонний горизонтальный перелом верхней челюсти с подвижностью отделившегося фрагмента.

Перелом по противоудару — повреждение/перелом, произошедший в месте, противоположном приложению силы. Например, удар в нижнюю челюсть с одной стороны приводит к перелому на противоположной стороне.

Инородное тело в глазу — металлические или другие фрагменты в глазу, что довольно часто случается с персоналом на промышленном производстве. Для обнаружения инородного металлического объекта используют простую рентгенограмму, но по снимку невозможно диагностировать повреждение тканей, вызванное попаданием этого объекта в глаз.

Опрос пациента перед началом МРТ должен выявить историю попадания инородного тела в глаз. Поскольку магнитное поле может вызвать смещение металлического объекта с дополнительным повреждением мягких тканей глаза (вплоть до слепоты, если поврежден зрительный нерв), то до начала МРТ делают рентгенограмму, чтобы исключить наличие металлических объектов.

Остеомиелит — местное инфицирование кости/костного мозга. Инфекцию могут вызвать бактерии от проникающей травмы или осложнения, возникшие после операции или в результате перелома. Также инфекция может распространиться кровотоком из отдаленного очага.

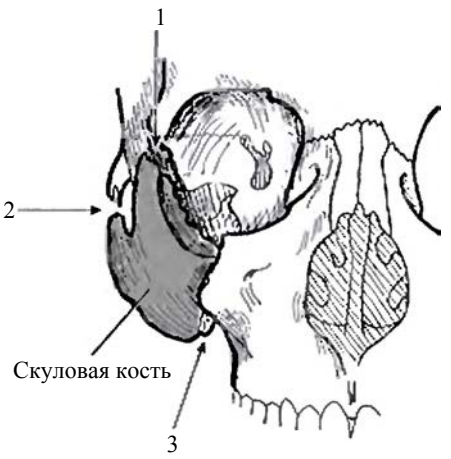


Рис. 12-42. Тройной перелом

Новообразование - это опухоль, которая может возникнуть в костных структурах лица.

Синдром височно-нижнечелюстного сустава - термин, используемый для описания группы симптомов, включающих боль и щелканье в суставе, являющиеся показателями дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. Состояние может быть вызвано аномалией прикуса, стрессом, мышечным спазмом или воспалением.

КОСТИ ЛИЦЕВОГО ЧЕРЕПА: СВОДНАЯ ТАБ ЛИЦА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ
Переломы	Стандартные рентгенографические проекции пораженной области; КТ	Разрыв костей головного мозга	Нет
Инородное тело в глазу	Стандартные проекции костей лицевого черепа (глазниц), включая изменённую теменно-акантиальную проекцию	Интенсивная тень инородного тела, если оно из металла	Нет
Остеомиелит	Радионуклидные исследования костей; стандартные рентгенографические проекции пораженной области	Объемное образование из мягкой ткани, разрушение костей (неровный контур костей)	Нет
Новообразования	Стандартные рентгенографические проекции пораженной области; КТ/МРТ	Возможное усиление или уменьшение плотности в зависимости от типа поражения	Нет
Синдром височно-нижнечелюстного сустава	Аксиоматеральная проекции височно-нижнечелюстных суставов (с открытым и закрытым ртом); КТ/МРТ	Аномальное соотношение перемещений мыщелка по отношению к височно-нижнечелюстной ямке	Нет

Результаты опроса по США и Канаде

Отношение к рутинным проекциям (основным и специальным) для исследования костей лицевого черепа практически одинаково по всем регионам США. Показатели по этим основным проекциям согласуются в той или иной степени между США и Канадой, за исключением тех, которые указаны в таблице справа.

КОСТИ ЛИЦЕВОГО ЧЕРЕПА

ПРОЕКЦИИ	США	Канада
	Основные	Основные
• Теменно-орбитальная (по Ризу, косая) для зрительного отверстия	79%	34%
• Базилярная (подбородочно-теменная) для скуловых дуг	74%	34%
• базилярная (подбородочно-теменная) для нижней челюсти	21%	8%
• Панорамная для нижней челюсти (или височно-нижнечелюстного сустава)	41%	21%
• Передняя для нижней челюсти	37%	17%

Основные и специальные проекции

На последующих страницах будут продемонстрированы и описаны некоторые основные и специальные проекции или укладки для исследований костей лицевого черепа.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные проекции, также иногда именуемые рутинными или обычными, — это те проекции или укладки, которые чаще всего используют при работе с пациентами, с которыми можно наладить контакт во время выполнения исследования.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции чаще всего используются как дополнительные для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

(Для исследовании при травме черепа, см. главу 19)

Кости лицевого черепа (глазницы)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая, 394
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу), 395
- Передняя (по Колдвелу), 396

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Модифицированная теменно-акантиальная (по Уотерсу, модифицированная), 397

Носовые кости
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая, 398
- Теменно-аканиальная (по Уотерсу), 395

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Верхненижняя (аксиальная), 399

Скуловые дуги
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная (ПБТ), 400
- Косая нижневерхняя (тангенциальная), 401
- Задняя аксиальная (по Тауну, модифицированная), 402
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу), 395

Зрительное отверстие
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Теменно-орбитальная (по Резе), 403
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу), 405

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Модифицированные теменно-акантиальная (по Уотерсу, модифицированная), 397

Нижняя челюсть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная, 404
- Передняя 0° и 20-25° краниально, 405
- Задняя аксиальная (по Тауну), 404

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная (ПБТ), 407
- Панорамная, 408

Височно-нижнечелюстные суставы
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну, модифицированная), 410

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная 15° косая (по Лоу, модифицированная), 411
- Аксиолатеральная (по Шюллеру), 412
- Панорамная, 408

ПРАВАЯ ИЛИ ЛЕВАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: КОСТИ ЛИЦЕВОГО ЧЕРЕПА

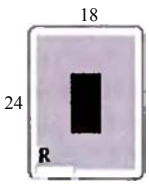
Кости лицевого черепа
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу)
- Передняя (по Колдвелу)

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы и неопластические/воспалительные процессы костей лицевого черепа, глазниц и нижнем челюсти.

Стандартное исследование лицевых костей обычно включает только одну боковую проекцию, тогда как стандартное исследование черепа может включать одновременно как правую, так и левую проекции.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 — 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	70	8	630	170	Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка — вертикальная или пронационная (лежа на животе).

Укладка снимаемой области

- Голова прижата боковой стороной к поверхности стола или вертикальной стойке снимков, при этом **ближе всего к кассете расположена область интереса**.
- Голова должна находиться в **истинно боковой укладке**, а тело наклонено так, как удобно пациенту. (Для исключения ротации пальпируйте расположенный сзади наружный затылочный выступ и назион или глабеллу впереди, они должны располагаться на одинаковом расстоянии от поверхности стола.) Если необходимо, подложите под подбородок пациента опору.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **параллельно** кассете.
- **Межзрачковая линия** выравнивается **перпендикулярно** кассете.
- Подбородок должен быть поднят таким образом, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** переднему краю кассеты (при установке в кассетоприемник передний край кассеты — это край, ближний к рентгенолаборанту).

Центральный луч

- ЦЛ выравнивается перпендикулярно плоскости кассеты.
- ЦЛ направлен на скулу (посредине между внешним углом глаза и НСО).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по всем четырем сторонам в пределах 2,5 см снаружи от костей лицевого черепа.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Наложенное друг на друга изображение костей лицевого черепа, большие крылья клиновидной кости, дно глазниц, турецкое седло, скула и нижняя челюсть.

Укладка. • При точной боковой укладке отсутствие ротации определяется по наложению ветвей нижней челюсти, а отсутствие наклона — по наложению изображений крыши глазниц и больших крыльев клиновидной кости.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Наложенные друг на друга скуловые кости должны быть в центре изображения, при этом в поле диафрагмирования включаются наружные слуховые отверстия и дно глазниц.

Параметры экспозиции. • Для визуализации верхнечелюстной области необходимы достаточный контраст и плотность. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.

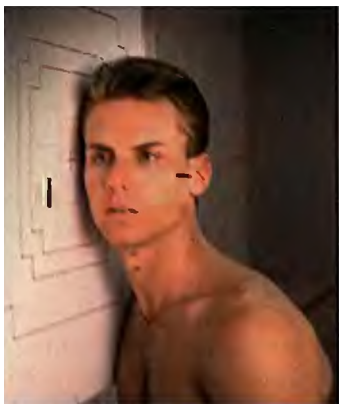


Рис. 12-43Л. Вертикальная укладка — правая боковая проекция



Рис. 12-43П. Горизотальная укладка — правая боковая проекция



Рис. 12-44. Рентгенограмма костей лицевого черепа в боковой проекции

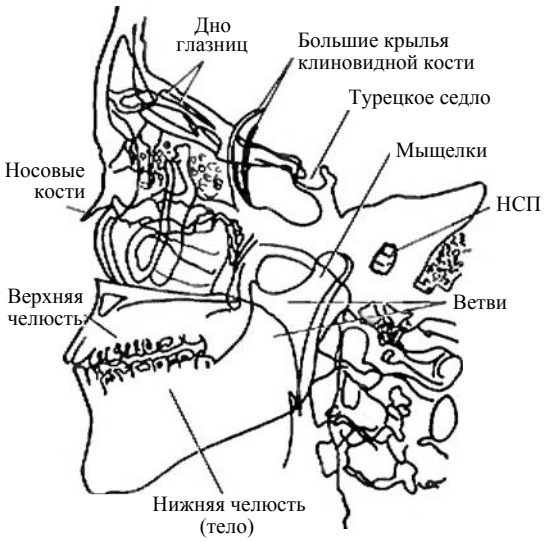


Рис. 12-45. Анатомическая схема костей лицевого черепа в боковой проекции

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнение снимка.

Примечание: для того чтобы межзрачковая линия была перпендикулярна поверхности стола, для укладки пациентов с большой грудной клеткой при необходимости используйте рентгенопрозрачную подушку под голову.

ТЕМЕННО-АКАНТИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: КОСТИ ЛИЦЕВОГО ЧЕРЕПА

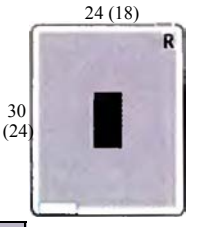
по Уотерсу

Кости лицевого черепа
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Теменно акантиальная (по Уотерсу)
- Передняя (по Колдвелу)

Выявляемая патология

Демонстрируются переломы (особенно рефлюкс-перелом, тройной перелом и перелом Лефора 1 типа) и неопластические/воспалительные процессы. Эта проекция также выявляет инородные тела в глазу.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное или 18 х 24 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
24	80	18	2510	380	Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или пронационная (лежа на животе). Если позволяет состояние пациента, то пронационная укладка предпочтительнее.

Укладка снимаемой области

- Шея разогнута, подбородок прижат к поверхности стола/кассеты.
- Голова выравнивается таким образом, чтобы **подбородочно-ушная линия** была **перпендикулярна плоскости кассеты.** Глазнично-ушная линия образует с поверхностью стола/кассеты угол в **37°**.
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии растра кассеты или поверхности стола, т. е., нет ротации и/или наклона головы. (Один из способов проверить наличие ротации — это одновременная пальпация сосцевидных отростков с каждой стороны и боковых краев глазниц большим и указательным пальцами — эти точки должны быть равноудалены от поверхности стола.)

Центральный луч

- ЦЛ выравнивается перпендикулярно кассете, так чтобы он выходил через акатион.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование к наружным контурам черепа с четырех сторон.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Подглазничный край, верхние челюсти, носовая перегородка, скуловые кости, скуловые дуги и передняя носовая ость.

Укладка. • При правильном разгибании шеи каменистые гребни видны непосредственно под верхнечелюстными пазухами. • Об отсутствии ротации свидетельствует равное расстояние от средней сагиттальной плоскости (проходит по костной носовой перегородке) до внешнего края черепа с каждой стороны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • На снимке должен быть изображен весь череп, при этом акантион расположен в центре. • Границы области диафрагмирования расположены вдоль внешних краев черепа.

Параметры экспозиции. • Для визуализации верхнечелюстной области необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-46. Теменно-акантиальная проекция (по Уотерсу) — подбородочно-ушная линия перпендикулярна плоскости кассеты (угол глазнично-ушной линии составляет 37°)



Рис. 12-47. Рентгенограмма костей лицевого черепа в теменно-акантиальной проекции

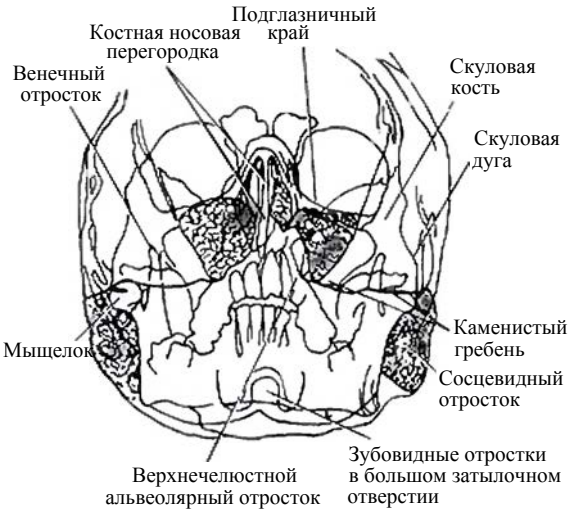


Рис. 12-48. Анатомическая схема костей лицевого черепа в теменно-акантиальной проекции

ПЕРЕДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: КОСТИ ЛИЦЕВОГО ЧЕРЕПА

по Колдвелу

Кости лицевого черепа
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу)
- Передняя (по Колдвелу)

Выявляемая патология

Переломы и неопластические/воспалительные процессы костей лицевого черепа.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное
  или
  18 х 24 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
20	75	18	1550	290	Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или пронационная (лежа на животе). Если позволяет состояние пациента, то пронационная укладка предпочтительнее.

Укладка снимаемой области

- Нос и лоб пациента прижаты к поверхности стола.
- Подбородок должен быть убран внутрь так, чтобы **глазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** кассете.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается перпендикулярно средней линии растра кассеты или поверхности стола. **Ротация** или **наклон** головы **отсутствует**.

Центральный луч

- Угол наклона **ЦЛ составляет 15° в каудальном направлении**, так, чтобы ЦЛ вышел через **назион** (см. примечание).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по границам лицевых костей черепа с четырех сторон.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: если областью интереса является дно глазниц, используйте угол наклона ЦЛ - **30°** в каудальном направлении для проецирования каменистых гребней ниже подглазничного края.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Край глазниц, верхние челюсти, носовая перегородка, скуловые кости и передняя носовая ость.

Укладка. • На правильность укладки пациента/угла ЦЛ указывают каменистые гребни, проецируемые в нижнюю треть глазниц, при этом угол наклона ЦЛ в каудальном направлении составляет 15°. Если областью интереса является дно глазниц, угол в 30° каудально проецирует каменистые гребни ниже подглазничных краев глазниц. • Об отсутствии ротации черепа свидетельствует равное расстояние от срединной сагиттальной плоскости (проходит по петушиному гребню) до внешнего края глазницы с каждой стороны; верхние глазничные щели симметричны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре изображения находится подглазничный край. • Область диафрагмирования включает весь глазничный край и верхние челюсти.

Параметры экспозиции. • Для визуализации верхнечелюстной области и глазничного дна необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-49. Передняя аксиальная проекция по Колдвелу — подбородочно-ушная линия перпендикулярна плоскости кассеты, угол наклона ЦЛ составляет 15° в каудальном направлении



Рис. 12-50. Рентгенограмма костей лицевого черепа р передней аксиальной проекции по Колдвелу — ЦЛ 15°

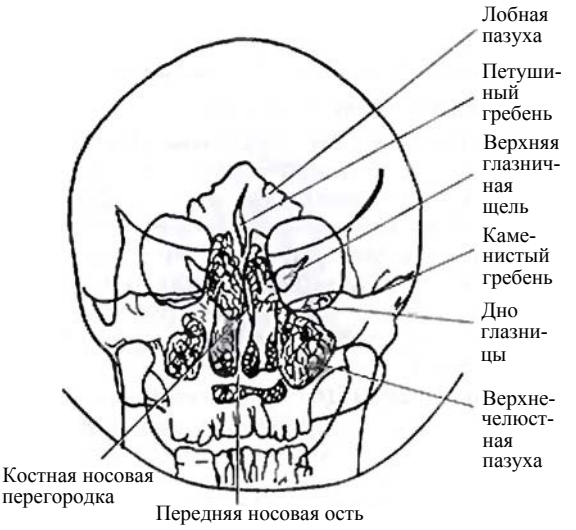


Рис. 12-51. Анатомическая схема костей лицевого черепа в передней аксиальной проекции по Колдвелу — ЦЛ 15°

МОДИФИЦИРОВАННАЯ ТЕМЕННО-АКАНТИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: КОСТИ ЛИЦЕВОГО ЧЕРЕПА

модифицированный метод Уотерса

Кости лицевого черепа
СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
- Модифицированная теменно-акантиальная (по Уотерсу, модифицированная)

Выявляемая патология

Проекция показывает переломы глазниц (например, рефлюкс-перелом) и неопластические/воспалительные процессы, а также может выявлять инородные тела в глазу.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза.

см	кВ	мАс	КД	СД	
21	80	18	2510	380	Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или пронационная (лежа на животе). Если позволяет состояние пациента, то пронационная укладка предпочтительнее.

Укладка снимаемой области

- Шея согнута, подбородок и нос пациента прижаты к поверхности стола.
- Голова находится в таком положении, чтобы **губно-ушная линия** была **перпендикулярна**; глазнично-ушная линия образует с кассетой угол в **55°**.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **перпендикулярно** средней линии растра или поверхности стола/отсеивающего растра. **Ротация** или **наклон** головы **отсутствует**.

Центральный луч

- ЦЛ направлен **перпендикулярно** плоскости кассеты так, чтобы ЦЛ **вышел через акантион**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Границы области диафрагмирования должны быть удалены от костей лицевого черепа не более чем на 2,5 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

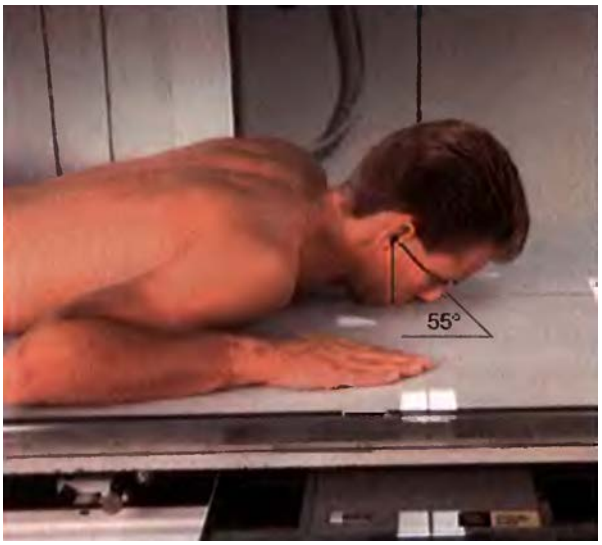


Рис. 12-52. Модифицированная теменно-акантиальная проекция (по Уотерсу) — губно-ушная линия перпендикулярна плоскости кассеты (угол глазнично-ушной линии составляет 55°)



Рис. 12-53. Рентгенограмма костей лицевого черепа в модифицированной теменно-акантиальной проекции (по Уотерсу)

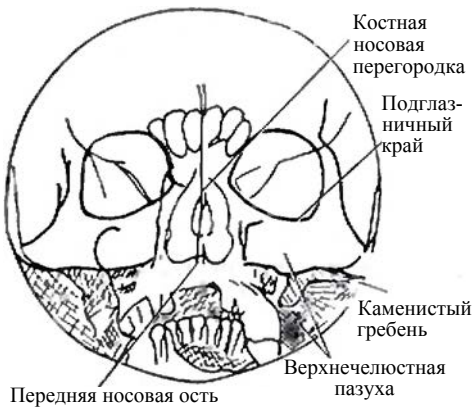


Рис. 12-54. Анатомическая схема костей лицевого черепа в модифицированной теменно-акантиальной проекции по Уотерсу)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Эта проекция визуализирует дно глазниц, а также дает менее искаженное изображение края глазниц, нежели теменно-акантиальная проекция (по Уотерсу).

Укладка. • На правильность укладки пациента/угол ЦЛ указывают каменистые гребни, проецируемые в нижнюю половину верхнечелюстных пазух, ниже подглазничного края. • Об отсутствии ротации черепа свидетельствует равное расстояние от срединной сагиттальной плоскости (проходит по костной перегородке носа) до внешнего края глазницы с каждой стороны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре изображения должны находиться подглазничные края. • Область диафрагмирования должна включать весь глазничный край и верхнечелюстные кости.

Параметры экспозиции. • Для визуализации глазничного дна необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствии движения указывают резкие контуры костей на снимке.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: НОСОВЫЕ КОСТИ

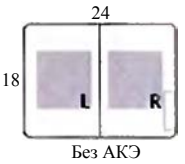
Носовые кости
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Теменно-акантиальная (по Хаасу, см. стр. 375)

Выявляемая патология

Проекция показывает переломы носовых костей.

Для сравнения можно исследовать обе стороны, при этом наилучшим образом визуализируется сторона, ближайшая к кассете.

Технические условия исследования



Без АКЭ

- Размер кассеты 18 x 24 см.
- Усиливающий **экран** кассеты должен быть **повышенной разрешающей способности.**
- 50 - 60 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
2	55	3	90	90	Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка пронационная (лежа на животе) или вертикальная.

Укладка снимаемой области

- Голова прижата боковой стороной к поверхности стола/кассеты, при этом изучаемая сторона расположена ближе всего к кассете.
- Носовые кости — в центре кассеты.
- Голова находится в истинно боковой укладке, а тело пациента наклонено так, как ему удобно (если необходимо под подбородок положите опору).
- **Срединная сагиттальная плоскость параллельна** поверхности стола/кассеты.
- **Межзрачковая линия перпендикулярна** поверхности стола/кассеты.
- **Подглазнично-ушная линия перпендикулярна** переднему краю кассеты (при установке в кассетоприемник передний край кассеты — это край, ближний к рентгенолаборанту).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** плоскости кассеты.
- ЦЛ направлен **1,25 см ниже назиона**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по четырем сторонам не далее чем на 5 см от носовой кости.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: для получения четкого изображения носовых костей важно использовать малое фокусное пятно, экраны повышенной разрешающей способности, а также выполнять диафрагмирование максимально близко к границам области интереса.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Носовые кости с мягкими тканями структур носа, лобно-носовой шов и передняя носовая ость.

Укладка. • Кости носа демонстрируются без ротации.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центр изображения включены носовые кости • В области диафрагмирования находятся мягкие ткани носа, передняя носовая ость и лобно-носовой шов.

Параметры экспозиции. • Для визуализации носовой кости и структур мягких тканей носа необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.

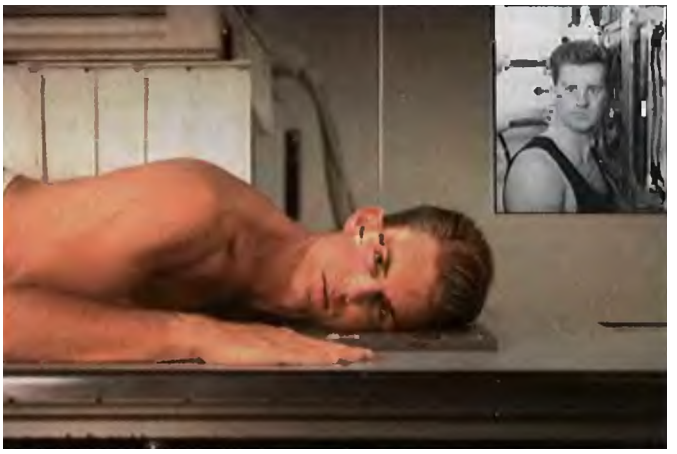


Рис. 12-55. Пронационная, или вертикальная, укладка для левой боковой проекции носовых костей

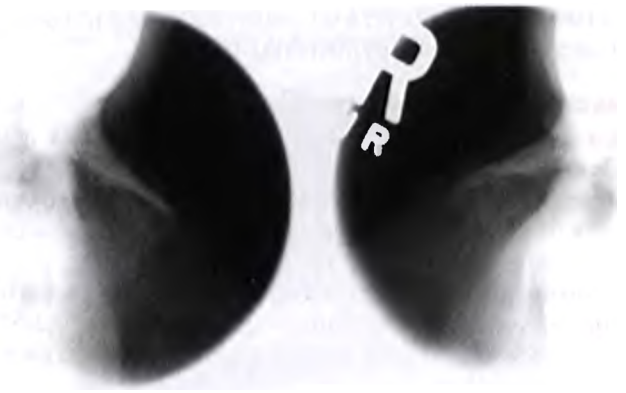


Рис. 12-56. Рентгенограмма носовых костей в боковой проекции («П» и «Л»)

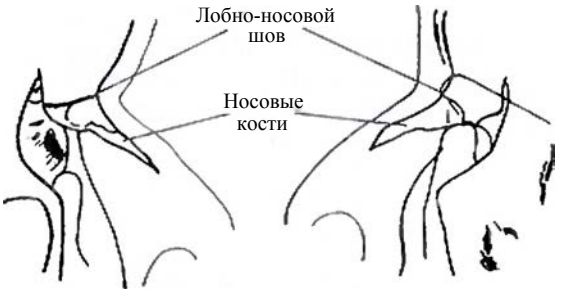


Рис. 12-57. Анатомическая схема носовых костей в боковой проекции («П» и «Л»)

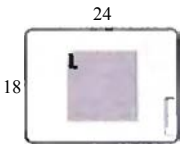
ВЕРХНЕНИЖНЯЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ (АКСИАЛЬНАЯ) ПРОЕКЦИЯ: НОСОВЫЕ КОСТИ

Носовые кости
СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
• Верхненижняя (аксиальная)

Выявляемая патология

Переломы носовых костей (медиально-латеральное смещение).

Технические условия исследования



Без АКЭ

- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение поперечное.
- Усиливающий экран кассеты должен быть **повышенной разрешающей способности.**
- 50 - 60 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
-	60	6	320	320	Гонады НСЗ

мкГр

Радиационная защита. Поместите гонадные защитные средства на бедра (укладка сидя) или область таза (укладка лежа).

Укладка пациента. Пациент сидит вертикально на стуле у изголовья стола (рис. 12-58, вставка) или лежит пронационно (на животе) на столе.

Укладка снимаемой области

- Подбородок прижат к кассете, под которой расположена треугольная опора, как показано на рисунке, чтобы **кассета была перпендикулярна глабелло-альвеолярной линии**.
- Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна ЦЛ и средней линии кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ направлен на область назиона, угол ЦЛ должен быть таким, чтобы ЦЛ был **параллелен глабелло-альвеолярной линии**. (ЦЛ должен едва касаться глабеллы и верхней части верхних зубов.)
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование с четырех сторон от носовых костей.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.



Рис. 12-58. Верхненижняя проекция носовых костей — вертикальная и пронационная укладка



Рис. 12-59. Рентгенограмма носовых костей в верхненижней проекции



Рис. 12-60. Анатомическая схема носовых костей в верхненижней проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Тангенциальная проекция средней и дистальной носовых костей (с небольшим наложением глабеллы или альвеолярного гребня), мягкие ткани носа.

Укладка. • На отсутствие ротации пациента указывает равное расстояние от передней носовой ости до границ наружных мягких тканей с каждой стороны снимка. • На неправильность укладки носа указывает визуализация альвеолярного гребня (чрезмерное разгибание) или визуализация слишком большой части глабеллы (чрезмерное сгибание).

Диафрагмирование и ЦЛ. • Носовые кости должны находиться в центре области диафрагмирования, которое ограничено носовыми костями и мягкими тканями носа.

Параметры экспозиции. • Для визуализации носовых костей и структур мягких тканей носа необходимы достаточный контраст и плотность. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.

ПОДБОРОДОЧНО-ТЕМЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ: СКУЛОВЫЕ ДУГИ

Скуловые дуги
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменные
- Косая тангенциальная
- Задняя аксиальная (модифицированный метод Тауна)

Выявляемая патология

Переломы скуловой дуги и неопластические/воспалительные процессы.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположенно поперечное.
- 60 -70 кВ (способ визуализации мягких тканей).
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:



Без АК

см	кВ	мАс	КД	СД	
22	65	6	470	80	Гонады НСЗ Щитовидная железа 340 мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине). Вертикальная укладка может быть более удобной для пациента.

Укладка снимаемой области

- Подбородок поднят, шею нужно разогнуть так, чтобы **подглазничная линия** была **параллельна** кассете (см. примечания).
- Темя прижато к поверхности стойки снимков/кассеты.
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии растра кассеты или поверхности стола, **наклон и/или ротация отсутствует**.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** плоскости кассеты (см. примечания).
- ЦЛ направлен п**осредине между скуловыми дугами, на 4 см ниже нижнечелюстного симфиза**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты, при этом плоскость кассеты должна быть параллельна подглазнично-ушной линии.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям скуловой кости.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечания: если пациент не может в достаточной степени разогнуть шею, ЦЛ выравнивают **перпендикулярно подглазнично-ушной линии**. Если позволяет оборудование, кассета также должна находиться под углом, чтобы ЦЛ был перпендикулярен кассете (рис. 12-61, вставка).

Подобная укладка очень неудобна для пациента, укладку и снимок выполняют как можно быстрее.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Скуловые дуги проецируются латерально от каждой скуловой и височной костей (если они не травмированы — например, в случае вдавленного перелома).

Укладка. • На правильность взаимоотношений подглазнично-ушной линии и ЦЛ указывает наложение нижнечелюстного симфиза на лобную кость. • Об отсутствии ротации пациента свидетельствует симметричное изображение скуловых дуг.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Скуловые дуги должны находиться в центре поля диафрагмирования, которое ограничено скуловыми дугами.

Параметры экспозиции. • Для визуализации скуловых дуг необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-61. Подбородочно-теменная проекция; супинационная или вертикальная укладка — **подглазнично-ушная линия параллельна кассете; ЦЛ перпендикулярен подглазнично-ушной линии**

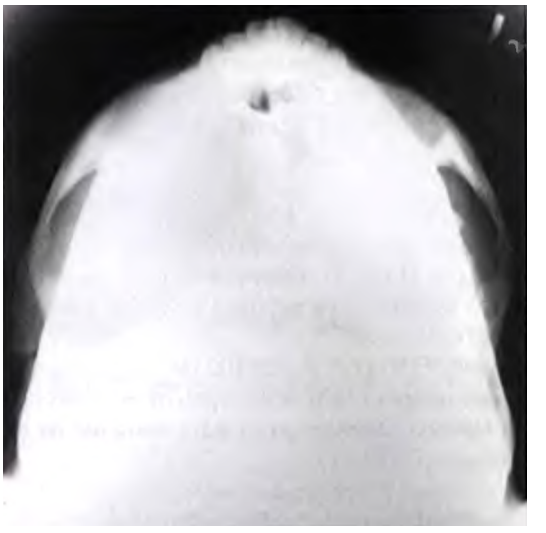


Рис. 12-62. Рентгенограмма скуловых дуг в подбородочно-теменной проекции

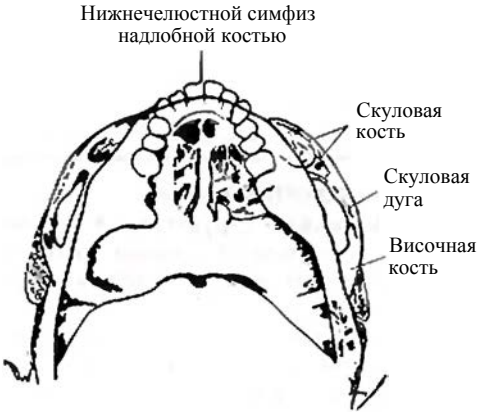


Рис. 12-63. Анатомическая схема скуловых дуг и подбородочно-теменной проекции

КОСАЯ НИЖНЕВЕРХНЯЯ (ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ) ПРОЕКЦИЯ: СКУЛОВЫЕ ДУГИ

Скуловые дуги
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная
- Косая тангенциальная
- Задняя аксиальная (модифицированный метод Тауна)

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует переломы скуловой дуги, она особенно полезна для визуализации вдавленных переломов скуловых дуг.

Обычно для сравнения делают изображения обеих сторон.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- 60 -70 кВ (способ визуализации мягких тканей).
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
20	65	6	580	110	Гонады НСЗ Щитовидная железа 430

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине). Вертикальная укладка более удобна для пациента и может быть выполнена на стойке снимков.

Укладка снимаемой области

- Подбородок поднят, шею нужно разогнуть так, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **параллельна** кассете (см. примечания).
- Темя прижато к поверхности кассеты/стойки снимков.
- **Поверните голову на 15° в сторону снимаемой области; а затем также наклоните на 15° подбородок в сторону снимаемой области**.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен кассете и подглазнично-ушной линии** (см. примечания)
- ЦЛ направлен на скуловую дугу. (ЦЛ едва касается теменного выступа и тела нижней челюсти)
- Кассета параллельна подглазнично-ушной линии и перпендикулярна ЦЛ.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Границы области диафрагмирования (по четырем сторонам) должны быть удалены от скуловой кости и дуги не более чем на 2,5 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: если пациент не может в достаточной степени разогнуть шею, ЦЛ выравнивают **перпендикулярно подглазнично-ушной линии**. Если позволяет оборудование, кассета также должна находиться под углом, чтобы ЦЛ был перпендикулярен кассете.

Подобная укладка очень неудобна для пациента, укладку и снимок выполняют как можно быстрее.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Одна скуловая дуга, свободная от наложения других структур.

Укладка. • Правильная укладка пациента обеспечивает демонстрацию скуловой дуги без наложения теменной кости или нижней челюсти.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Скуловая дуга должна находиться в центре области диафрагмирования, которое ограничено скуловой дугой.

Параметры экспозиции. • Для визуализации скуловой дуги необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.

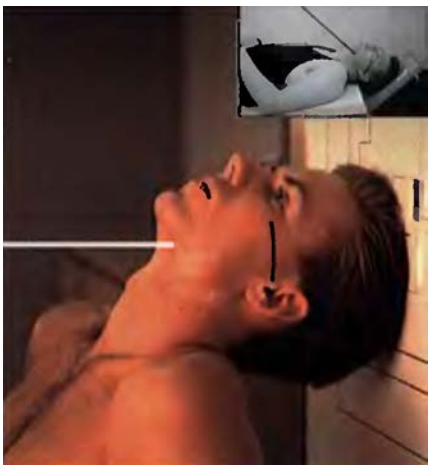


Рис. 12-64. Вертикальная укладка (у вертикальной стойки снимков) для косой тангенциальной проекции скуловой дуги



Рис. 12-65. Укладка для косой тангенциальной проекции скуловой дуги — наклон 15°; поворот 15°; ЦЛ перпендикулярен подглазнично-ушной линии

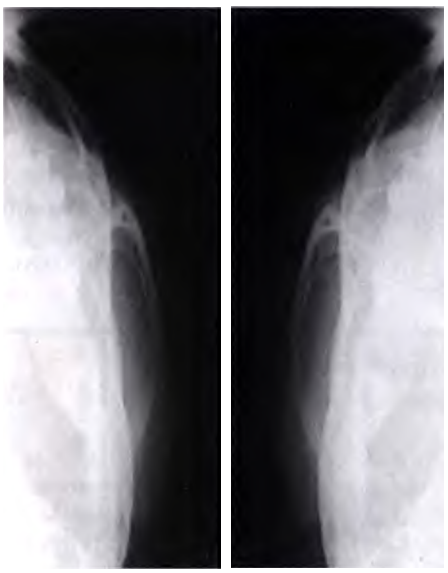


Рис. 12-66. Рентгенограмма скуловых дуг и косой тангенциальной проекции

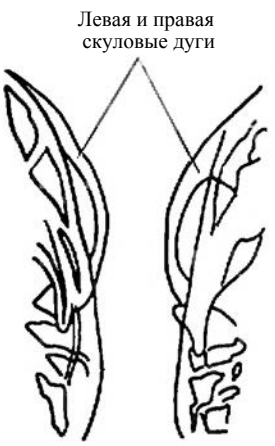


Рис. 12-67. Анатомическая схема скуловых дуг в косой тангенциальной проекции

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: СКУЛОВЫЕ ДУГИ

модифицированный метод Тауна

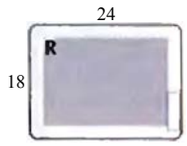
Скуловые дуги
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная
- Косая тангенциальная
- Задняя аксиальная (модифицированный метод Тауна)

Выявляемая патология

Переломы и неопластические/воспалительные процессы скуловой дуги.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр, параметры экспозиции близки к способу визуализации мягких тканей (если используется АКЭ — автоматический контроль экспозиции, то плотность нужно уменьшить приблизительно на 50%)
- 60 - 70 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
17	70	30	2550	650	Гонады НСЗ Щитовидная железа 740

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине).

Укладка снимаемой области

- Голова затылком прижата к поверхности стола/отсеивающего растра.
- Подбородок опущен так, чтобы **глазнично-ушная линия** (или подглазнично-ушная линия) была **перпендикулярна** кассете (см. примечание ниже).
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии растра кассеты или поверхности стола для предотвращения ротации или наклона головы.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ к глазнично-ушной линии составляет 30° в каудальном направлении или 37° к подглазнично-ушной линии (см. примечание).
- ЦЛ направлен **на 2,5 см выше глабеллы** (чтобы пройти через середину дуг).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по краям скуловых дуг.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: если пациент не может опустить подбородок так, чтобы глазнично-ушная линия была перпендикулярна кассете, то вместо этого перпендикулярно располагают **подглазнично-ушную линию**, а угол ЦЛ увеличивают до 37° каудально. Такая укладка сохраняет угол в 30° между глазнично-ушной линией и ЦЛ и демонстрирует те же анатомические структуры. (Угол между глазнично-ушной и подглазнично-ушной линиями составляет 7°.)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Скуловые дуги с двух сторон.

Укладка. • Скуловые дуги визуализируются без ротации головы пациента, на что указывает наложение дуг на нижнечелюстные ветви и симметричность дуг.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Скуловые дуги должны находился в центре изображения. • Область диафрагмирования должна быть ограничена скуловыми дугами.

Параметры экспозиции. • Для визуализации скуловых дуг необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-68. Укладка для задней аксиальной проекции скуловых дуг — ЦЛ 30° к глазнично-ушной линии (37° к подглазнично-ушной линии)



Рис. 12-69. Рентгенограмма скуловых дуг в задней аксиальной проекции

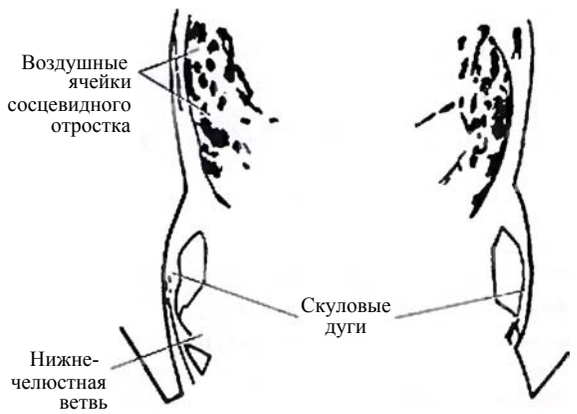


Рис. 12-70. Анатомическая схема скуловых дуг в задней аксиальной проекции

ТЕМЕННО-ОРБИТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЗРИТЕЛЬНОЕ ОТВЕРСТИЕ

по Резе

Выявляемая патология

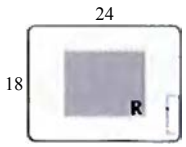
Проекция показывает костные аномалии зрительного отверстия.

Как правило, для сравнения выполняют изображения обеих сторон.

Зрительное отверстие
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Теменно-орбитальная (по Резе)
- Теменно-акантиальная (по Уотесу), стр. 364

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- модифицированная теменно-акантиальная (по Уотерсу, модифицированная), стр. 366

Технические условия исследования



Без АК

- Размер кассеты — 18 x 24 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
21	80	18	2240	390	Гонады НСЗ
					мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине).

Укладка снимаемой области

- Вначале подбородок, щека и нос пациента прижаты к поверхности стола/кассеты (см. примечания).
- Голову располагают так, чтобы срединная сагиттальная плоскость образовывала с кассетой **угол в 53°** (Чтобы отмерить точный угол в 53° из боковой укладки, нужно использовать транспортир).
- **Акантио-меатальная линия перпендикулярна** плоскости кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и направлен на нижний край глазницы.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по четырем сторонам так, чтобы область диафрагмирования представляла собой квадрат со стороной примерно 10 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: эту проекцию иногда называют проекцией трех точек (подбородок, щека, нос).

Для получения четкого изображения зрительного отверстия важно использовать **малое фокусное пятно** и **диафрагмирование только по небольшой области интереса**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Поперечный срез каждого зрительного канала и неискаженный вид зрительного отверстия.

Укладка. • Точная укладка проецирует зрительное отверстие в нижний внешний квадрант глазницы. (Эта проекция получается при правильно расположенной акантио-меатальной линии, которая перпендикулярна кассете.)

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре изображения находится зрительное отверстие. • Глазничные края включены в область диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Для визуализации зрительного отверстия необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-71. Укладка для теменно-орбитальной проекции зрительного канала: поворот 53°; акантио-ушная линия перпендикулярна; ЦЛ перпендикулярен

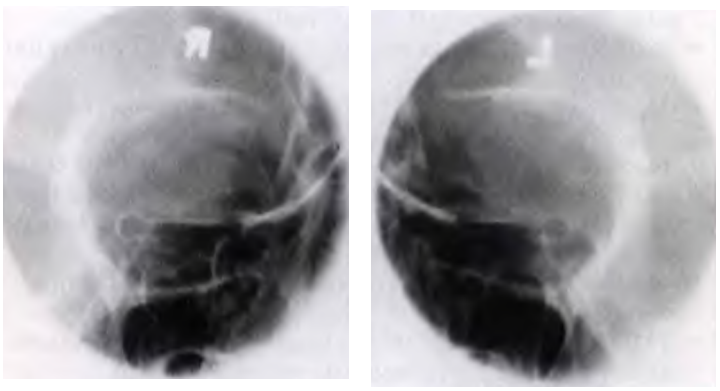


Рис. 12-72. Рентгенограмма зрительных каналов в двухсторонней теменно-орбитальной проекции

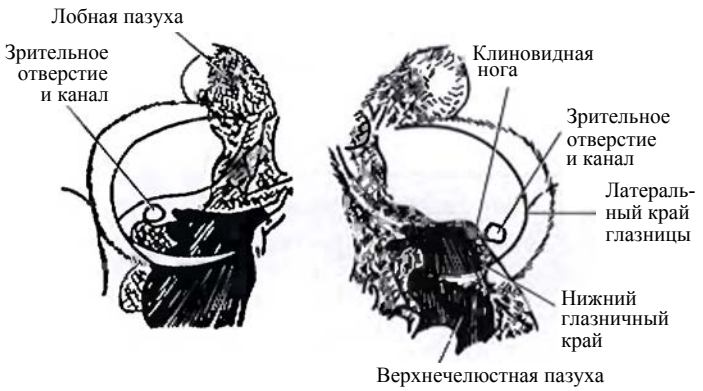


Рис. 12-73. Анатомическая схема зрительных каналов в двухсторонней теменно-орбитальной проекции

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: НИЖНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ

Выявляемая патология

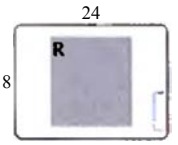
Проекция показывает переломы и неопластические/воспалительные процессы нижней челюсти.

Для сравнения исследуют обе стороны.

Нижняя челюсть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная
- Передняя (или передняя аксиальная)
- Задняя аксиальная (по Тауну)

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пято.
- Уставки и доза:



Без АКЭ

см	кВ	мАс	КД	СД	
13	75	5	440	150	Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине). (При супинационной укладке кассету кладут на клинообразную опору для уменьшения РОП.) Для латерограммы пациента с травмой растр кассеты располагают продольно.

Укладка снимаемой области

- Голова находится в боковой укладке, при этом ближе всего к кассете находится изучаемая сторона.
- Если это возможно, пациент должен лежать с закрытым ртом и сжатыми зубами.
- Подбородок поднят во избежание наложения его на шейный отдел позвоночника.
- Голова наклонена. Степень наклона зависит от того, какой отдел нижней челюсти является предметом исследования. (Снимаемая область должна располагаться в укладке параллельно кассете.)
- **Истинно боковая** укладка наилучшим образом демонстрирует ветвь нижней челюсти.
- Ротация головы на **30°** по отношению к кассете наилучшим образом демонстрирует **тело** нижней челюсти.
- Ротация головы на **45°** наилучшим образом демонстрирует подбородок.
- Ротация головы на **10-15°** лучше всего позволяет провести **общее исследование** нижней челюсти.

Центральный луч

- ЦЛ наклонен **краниально** под углом в **25°** к межзрачковой линии; для латерограммы пациентов с травмой увеличьте угол ЦЛ на **5-10° назад**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Ветви, мыщелковый и венечный отростки, тело нижней челюсти и подбородок, ближе всего расположенный к кассете.

Укладка. • Укладка пациента зависит от того, какие структуры являются предметом исследования. Для исследования ветви и тела ветвь должна быть показана без наложения другой нижней челюсти (указывает на правильный угол наклона ЦЛ). Отсутствует наложение ветви па шейный отдел позвоночника (указывает на достаточно поднятый подбородок). Ветвь и тело должны демонстрироваться без укорачивания, указывающего на правильность ротации головы. Снимаемая область должна быть визуализирована с минимальным наложением и минимальным укорачиванием (перспективой).

Диафрагмирование и ЦЛ. • В поле диафрагмирования расположена вся нижняя челюсть.

Параметры экспозиции. • Для визуализации области нижней челюсти, являющейся предметом исследования, необходимы достаточный контраст и плотность. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-74. Полусупинационная укладка для правой боковой проекции нижней челюсти — **ротация 15°** (общее исследование)

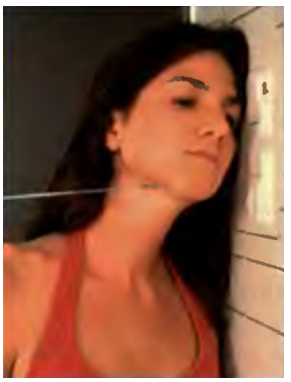


Рис. 12-75. Вертикальная укладка для левой боковой проекции нижней челюсти — **ротация 30°** (для тела нижней челюсти)



Рис. 12-76. Укладка для левой латерограммы нижней челюсти для пациента с травмой 25° краниально; 5-10° назад



Рис. 12-77. Рентгенограмма нижней челюсти в аксиолатеральной проекции (общее исследование)

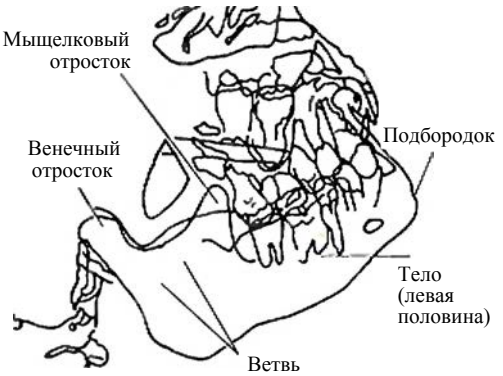


Рис. 12-78. Анатомическая схема нижней челюсти в аксиолатеральной проекции (общее исследование)

- ЦЛ направлен так, чтобы выйти из нижнечелюстной области, являющейся предметом исследования.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте по четырем сторонам нижней челюсти.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: для пациентов с травмой, кто не может находиться в вертикальной или полусупинационной укладке, см. проекцию при травме с горизонтальным лучом (рис. 12-76), более подробно описанную в главе 19.

ПЕРЕДНЯЯ ИЛИ ПЕРЕДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: НИЖНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ

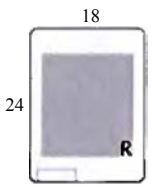
Нижняя челюсть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная
- Передняя (или передняя аксиальная)
- Задняя аксиальная (по Тауну)

Выявляемая патология

Проекция показывает переломы и неопластические/воспалительные процессы нижней челюсти.

Дополнительная передняя аксиальная проекция лучше всего демонстрирует проксимальные ветви и мыщелковые отростки в удлиненном виде.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
17	75	12	1200	320	Гонады НСЗ

Без АКЭ

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или пронационная (лежа на животе).

Укладка снимаемой области

- Лоб и нос пациента прижаты к поверхности стола/кассеты.
- Подбородок опущен таким образом, чтобы **глазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** кассете (см. примечание).
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии кассеты или поверхности стола (поворот или наклон головы отсутствуют).
- ЦЛ направлен на центр кассеты, который находится в области соединения губ.

Центральный луч

- **Передняя проекция:** ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен так, чтобы выйти через **область соединения губ**.
- Минимальное РИП — 100 см.
- **Альтернативная передняя аксиальная проекция:** ЦЛ наклонен краниально под углом 20-25° так, чтобы выйти через **акантион**.

Диафрагмирование по области нижней челюсти.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: для прямой передней проекции тела нижней челюсти (если она является предметом исследования) подбородок поднят таким образом, чтобы акантио-меатальная линия была перпендикулярна кассете.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Передняя проекция: Визуализируются ветви нижней челюсти и латеральный отдел тела. • Дополнительная передняя аксиальная проекция: область височно-нижнечелюстного сустава и головки мыщелков визуализируются через сосцевидные отростки; хорошо визуализируются мыщелковые отростки (немного вытянуты).

Укладка. • На отсутствие ротации пациента указывают симметрично расположенные ветви нижней челюсти, сбоку от шейного отдела позвоночника. • Средняя часть тела нижней челюсти и подбородок едва визуализируются, налагаясь на шейный отдел позвоночника.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Диафрагмированное изображение включает височно-нижнечелюстные суставы, ветви нижней челюсти и подбородок. • В центре области диафрагмирования находятся ветви нижней челюсти.

Параметры экспозиции. • Для визуализации тела и ветвей нижней челюсти необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-79. Пронационная укладка для передней проекции нижней челюсти — ЦЛ перпендикулярен, направлен так, чтобы выйти в области соединении губ. Вставка: дополнительная передняя аксиальная проекция — ЦЛ 20-25° краниально, выход ЦЛ через акантион



Рис. 12-80. Рентгенограмма нижней челюсти в передней проекции



Рис. 12-81. Рентгенограмма нижней челюсти и альтернативной передней аксиальной проекции — ЦЛ 20° краниально

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: НИЖНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ

по Тауну

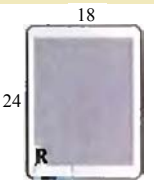
Нижняя челюсть
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная
- Передняя (или передняя аксиальная)
- Задняя аксиальная (по Тауну)

Выявляемая патология

Проекция показывает переломы и неопластические/воспалительные процессы мыщелковых отростков нижней челюсти.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ (используется автоматический контроль экспозиции, уменьшите плотность на 20-30%).
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
21	80	16	2320	420	Гонады НСЗ Щитовидная железа 570

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине).

Укладка снимаемой области

- Затылок пациента прижат к поверхности стола/кассеты.
- Подбородок опущен таким образом, чтобы **глазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** кассете, или подглазнично-ушную линию располагают перпендикулярно, увеличивая угол наклона ЦЛ на 7° (см. примечание).
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии кассеты или поверхности стола для предотвращения ротации или наклона головы.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ **35-40° каудально** (см. примечание).
- ЦЛ направлен на **глабеллу** и проходит через точку, расположенную **посредине между наружными слуховыми отверстиями и углами нижней челюсти**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по нижней челюсти, включая височно-нижнечелюстные суставы.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: если для пациента невозможна укладка головы таким образом, чтобы глазнично-ушная линия была перпендикулярна кассете, то подглазнично-ушная линия выравнивается перпендикулярно, а угол ЦЛ увеличивают на 7°.

Если предметом исследования являются височно-нижнечелюстные ямки, то угол ЦЛ к глазнично-ушной линии должен составлять 40°, чтобы уменьшить наложение височно-нижнечелюстных ямок и сосцевидного отдела височной кости.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Мыщелковые отростки нижней челюсти и височно-нижнечелюстные ямки.

Укладка. • Изображение, полученное при правильной укладке без ротации, демонстрирует следующее: симметрично расположенные мыщелковые отростки, сбоку от шейного отдела позвоночника; четкую визуализация отношений мыщелок/височно-нижнечелюстные ямки, с минимальным наложением височно-нижнечелюстных ямок и сосцевидных отростков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Область диафрагмирования включает мыщелковые отростки нижней челюсти и височно-нижнечелюстные ямки.

Параметры экспозиции. • Для визуализации мыщелкового отростка и височно-нижнечелюстной ямки необходимы достаточный контраст и плотность. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-82. Укладка для задней аксиальной проекции нижней челюсти — угол ЦЛ составляет 35-40° к глазнично-ушной линии



Рис. 12-83. Рентгенограмма нижней челюсти в задней аксиальной проекции

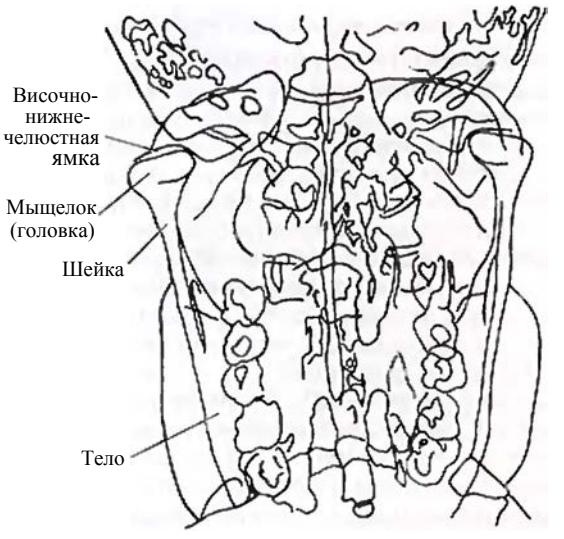


Рис. 12-84. Анатомическая схема нижней челюсти в задней аксиальной проекции

ПОДБОРОДОЧНО-ТЕМЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ: НИЖНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ

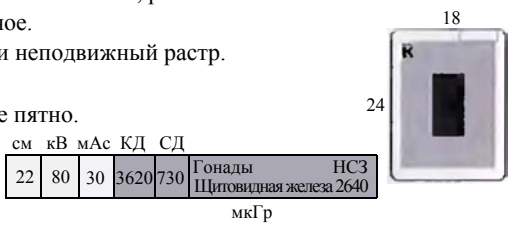
Нижняя челюсть
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная
- Панорамная (нижняя челюсть и/или височно нижнечелюстные суставы)

Выявляемая патология

Переломы и неопластические/воспалительные процессы нижней челюсти.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижным или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
22	80	30	3620	730	Гонады НСЗ Щитовидная железа 2640

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы и шеи все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине). Если позволяет состояние пациента, то вертикальная укладка предпочтительнее. Вертикальная укладка может быть выполнена на стойке снимков (см. вставку на фотографии).

Укладка снимаемой области

- Подбородок поднят настолько высоко, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **параллельна** кассете.
- Голова теменем прижата к поверхности кассеты/стойки снимков.
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии кассеты или поверхности стойки снимков для предотвращения ротации или наклона головы.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен кассете или подглазнично-ушной линии** (см. примечания).
- ЦЛ входит в точке посредине между углами нижней челюсти, на 4 см ниже симфиза нижней челюсти.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по области нижней челюсти.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: если пациент не может высоко поднять подбородок, то ЦЛ направляют **перпендикулярно к подглазнично-ушной линии**.

Подобная укладка очень неудобна для пациента, исследование выполняют как можно быстрее.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Вся нижняя челюсть, венечный и мыщелковый отростки.

Укладка. • На правильность разгибания шеи указывает следующее: наложение изображения симфиза нижней челюсти на лобную кость; мыщелки нижней челюсти, выступающие выше каменистых гребней. • На отсутствие ротации или наклона пациента указывает следующее: равное расстояние от нижней челюсти до боковой границы черепа с обеих сторон; визуализируются венечные отростки нижней челюсти, выступающие латерально от области ветвей равно с каждой стороны нижней челюсти.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Область диафрагмирования ограничена нижней челюстью.

Параметры экспозиции. • Для визуализации нижней челюсти, изображение которой налагается на череп, необходимы достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-85. Укладка для подбородочно-теменной проекции нижней челюсти



Рис. 12-86. Рентгенограмма нижней челюсти в подбородочно-теменной проекции

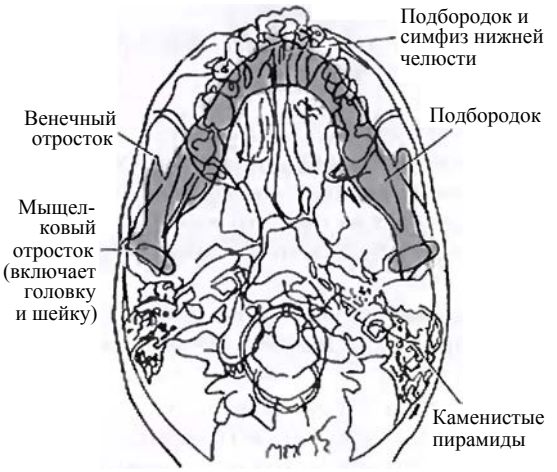


Рис. 12-87. Анатомическая схема нижней челюсти в подбородочно-теменной проекции

ПАНОРАМНАЯ ПРОЕКЦИЯ: НИЖНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ

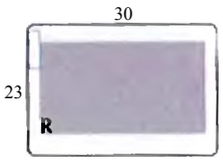
Нижняя челюсть
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная
- Панорамная (нижняя челюсть и/или височно нижнечелюстные суставы)

Выявляемая патология

Переломы нижней челюсти и патология височно-нижнечелюстного сустава.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 23 x 30 см.
- Кассета искривленной формы или плоская.
- 70 - 80 кВ.



Подготовка установки

- Вставьте кассету.
- Трубка и кассета должны находиться в стартовом положении.
- Поднимите опору для подбородка приблизительно до того же уровня, что и подбородок пациента.

Радиационная защита. Пациент надевает рентгенозащитный фартук (жилетного типа) с открытым воротом.

Укладка пациента

- Пациент должен снять с головы и шеи все предметы из металла, пластика.
- Объясните пациенту, как поворачивается трубка и кассета и сколько времени займет процедура.
- Проводите пациента к аппарату (ортопантомографу), правильно расположите подбородок пациента на опоре.
- Укладка тела, головы и шеи: пациент должен занять такое же положение, как продемонстрировано ниже на рис. 12-90. Голова и шея не должны быть наклонены вперед, но пациент должен стоять вплотную к опоре с выдвинутым кпереди телом, при этом спину нужно держать прямо.

Укладка снимаемой области

- Опора для подбородка должна находиться на такой высоте, чтобы **подглазнично-ушная линия была параллельна полу**. Окклюзионная плоскость (плоскость поверхности зубов) наклонена на 10° вперед.
- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается по центральной вертикальной линии опоры для подбородка.
- Между передними зубами пациента вставляют рентгенопрозрачный блок (см. примечание).
- Проинструктируйте пациента, что губы должны быть сомкнуты, а язык прижат к нёбу.

Центральный луч

- Направление рентгеновского луча фиксировано и направлено немного краниально к проецируемым анатомическим структурам, находящимся на такой же высоте, поверх друг друга.
- Фиксированное РИП зависит от марки аппарата (ортопантомографа).

Диафрагмирование. Узкая вертикальная (щелевая) диафрагма крепится к трубке, обеспечивая веерное диафрагмирование рентгеновского пучка.

Примечание: если областью интереса являются височно-нижнечелюстные суставы, второй снимок выполняют с открытым ртом. Для этого между зубами вставляют блок большего размера.



Рис. 12-88. Панорамная проекция — правильная укладка головы

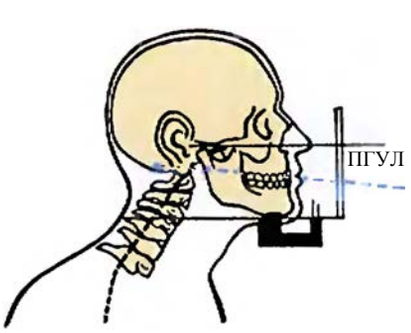


Рис. 12-89. Неправильная укладка. ПГУЛ — подглазнично-ушная линия

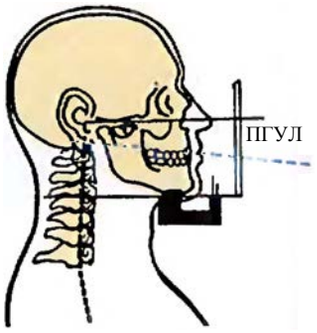


Рис. 12-90. Правильная укладка. ПГУЛ — подглазнично-ушная линия



Рис. 12-91. Панорамная проекции — правильное положение тела

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • На одном снимке должны быть показаны зубы, нижняя челюсть, височно-нижнечелюстные суставы, носовые ямки, верхнечелюстная пазуха, скуловые дуги и верхние челюсти. • Визуализируется шейный отдел позвоночника.

Укладка. • Нижняя челюсть визуализируется без ротации или наклона, на что указывает следующее: • Височно-нижнечелюстные суставы находятся на одной горизонтальной плоскости. • Ветви и задние зубы равно увеличены по обеим сторонам изображения. • При постоянном увеличении передние и задние зубы четко визуализируются.

• На правильность укладки пациента указывает следующее. • Нижнечелюстной симфиз проецируется немного ниже углов нижней челюсти. • Нижняя челюсть имеет овальную форму. • Окклюзионная плоскость параллельна длинной оси изображения. • Верхние и нижние зубы не сомкнуты, их наложение отсутствует. • Шейный отдел позвоночника демонстрируется без наложения височно-нижнечелюстных суставов.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В центре изображения находится нижняя челюсть. • Область диафрагмирования включает всю нижнюю челюсть.

Параметры экспозиции. • Плотность изображения нижней челюсти и зубов постоянна по всему снимку; в центре изображения нет уменьшения плотности. • На изображении нет артефактов.



Рис. 12-92. Панорамная проекция нижней челюсти

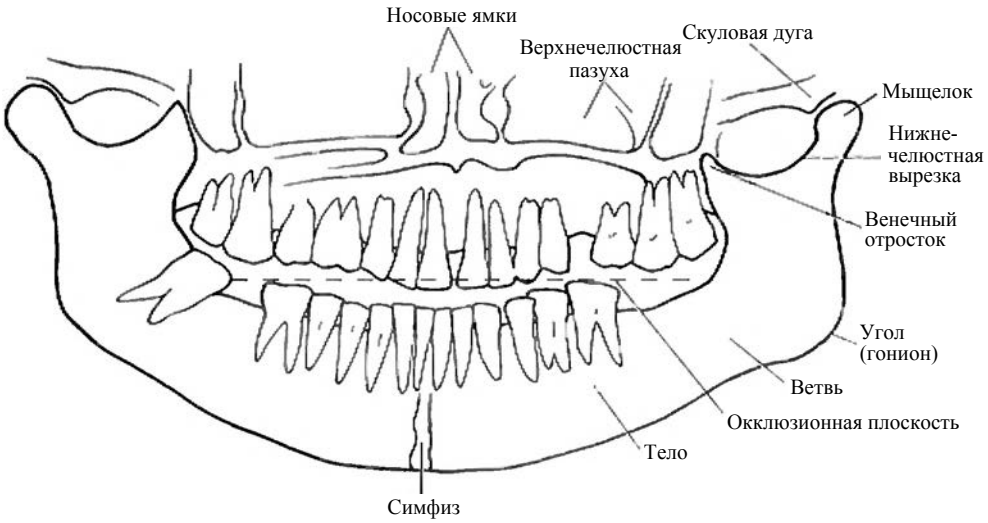


Рис. 12-93. Панорамная проекция — анатомическая схема нижней челюсти

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫЕ СУСТАВЫ

модифицированная по Тауну

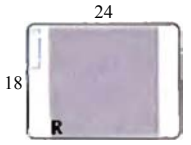
Осторожно! При возможной травме (переломе) рот открывать нельзя.

Височно-нижнечелюстные суставы
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну, модифицированная)
- Аксиолатеральная косая (по Лоу, модифицированная)
- Аксиолатеральная (по Шюллеру)
- Панорамная (стр. 388)

Выявляемая патология

Переломы и аномальные соотношения при движении между мыщелком и височно-нижнечелюстной ямкой.
(См. примечание 1, касающееся сравнительных проекций с открытым и закрытым ртом.)

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ (если используется автоматический контроль экспозиции уменьшите плотность на 20-30%).
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	НСЗ
21	80	16	2320	420	Гонады Щитовидная железа 570

мкГр

Укладка пациента. Пациент должен снять с головы и шеи все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная (лежа на спине).

Укладка снимаемой области

- Затылок пациента прижат к поверхности стола/кассеты.
- Подбородок опущен так, чтобы **глазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** поверхности стола/кассеты, или перпендикулярно выравнивают подглазнично-ушную линию и увеличивают на 7° угол наклона ЦЛ.
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии кассеты или поверхности стола для предотвращения ротации или наклона головы.

Центральный луч

- Наклон ЦЛ **от глазнично-ушной линии** составляет **35° в каудальном направлении** или **42° от подглазнично-ушной линии**.
- ЦЛ направляют так, чтобы он проходил на 2,5 см впереди от **уровня височно-нижнечелюстных суставов** (5 см вперед от наружных слуховых отверстий).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по всем сторонам к области интереса.
Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Мыщелковые отростки нижней челюсти и височно-нижнечелюстные ямки.
Укладка. • На правильность укладки при отсутствии ротации указывает следующее: мыщелковые отростки визуализируются симметрично, латерально от шейного отдела позвоночника; ясная визуализация соотношения мыщелка и височно-нижнечелюстных ямок.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Область диафрагмирования включает мыщелковый отросток нижней челюсти и височно-нижнечелюстную ямку • Центр поля диафрагмирования находится на уровне височно-нижнечелюстных суставов.
Параметры экспозиции. • Для визуализации мыщелкового отростка и височно-нижнечелюстной ямки необходимы достаточный контраст и плотность снимка • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-94. Укладка для задней аксиальной проекции височно-нижнечелюстных суставов — ЦЛ 35° к глазнично-ушной линии (укладка с закрытым ртом)

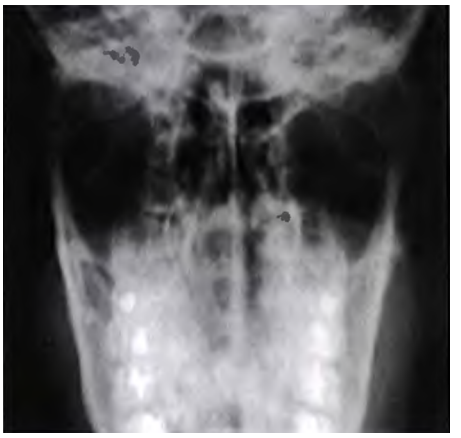


Рис. 12-95. Рентгенограмма височно-нижнечелюстных суставов в задней аксиальной проекции (укладка с закрытым ртом)



Рис. 12-96. Анатомическая схема височно-нижнечелюстных суставов в задней аксиальной проекции

Примечание 1: протоколы некоторых отделений в сравнительных целях предписывают выполнять данные проекции в укладках как с закрытым, так и с открытым ртом пациента, если это позволяет состояние пациента.

Примечание 2: дополнительное увеличение ЦЛ на 5° позволяет лучшим образом демонстрировать височно-нижнечелюстные ямки и суставы.

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ: ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫЕ СУСТАВЫ

модифицированный метод Лоу

Височно-нижнечелюстные суставы
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну, модифицированная)
- Аксиолатеральная косая (модифицированный метод Лоу)
- Аксиолатеральная (по Шюллеру)
- Панорамная (стр. 388)

Выявляемая патология

Аномальные отношения/амплитуда движения между мыщелком и височно-нижнечелюстной ямкой.

Как правило, используют укладки с открытым и закрытым ртом.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	
15	75	14	1320	390	Гонады НСЗ

мкГр

Укладка пациента. Укладка вертикальная или лежа на животе (если позволяет состояние пациента, предпочтительнее вертикальная укладка). Голова боком прижата к поверхности стола/кассеты, при этом область интереса расположена ближе всего к кассете.

Укладка снимаемой области

- Тело пациента наклонено так, как ему удобно.
- Чтобы не было наклона головы **межзрачковая линия должна быть перпендикулярна** кассете.
- **Подглазнично-ушная линия перпендикулярна** переднему краю кассеты.
- Из боковой укладки **поверните лицо пациента по направлению к кассете на 15°** (срединная сагиттальная плоскость головы повернута от плоскости кассеты на 15°).

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ составляет **15° в каудальном направлении,** точка входа находится **на 4 см выше верхней части НСО** (так, чтобы ЦЛ проходил через нижнюю часть височно-нижнечелюстного сустава).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по четырем сторонам так, чтобы область диафрагмирования представляла собой квадрат со стороной примерно 10 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Визуализируется ближайший к кассете височно-нижнечелюстной сустав. • Изображение с закрытым ртом демонстрирует мыщелок в нижнечелюстной ямке; с открытым ртом — мыщелок продвигается к переднему краю нижнечелюстной ямки.

Укладка. • Изображения при правильной укладке ясно демонстрируют ближайший к кассете височно-нижнечелюстной сустав без наложения другого височно-нижнечелюстного сустава (наложению препятствует поворот на 15°). • На височно-нижнечелюстной сустав, являющийся предметом исследования, не накладывается шейный отдел позвоночника.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Ближайший к кассете височно-нижнечелюстной сустав находится в центре области диафрагмирования с границами, максимально близко расположенными к области интереса.

Параметры экспозиции. • Для визуализации височно-нижнечелюстного сустава необходим достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.

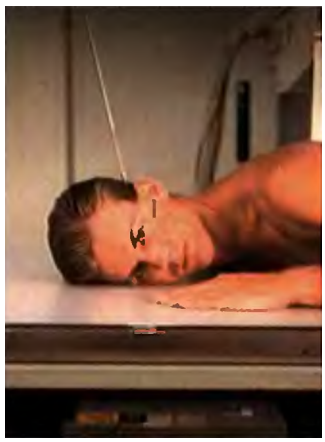


Рис. 12-97. Укладка для **косой 15° проекции** правого височно-нижнечелюстного сустава — с закрытым ртом; **ЦЛ 15° каудально**



Рис. 12-98. Укладка для **косой 15° проекции** правого височно-нижнечелюстного сустава — с открытым ртом; **ЦЛ 15° каудально**



Рис 12-99. Рентгенограмма височно-нижнечелюстных суставов — укладка с закрытым ртом



Рис. 12-100. Анатомическая схема височно-нижнечелюстных суставов — укладка с закрытым ртом

АКСИОЛАГЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫЕ СУСТАВЫ

по Шюллеру

Височно-нижнечелюстные суставы
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну, модифицированная)
- Аксиолатеральная косая (по Лоу, модифицированная)
- Аксиолатеральная (по Шюллеру)
- Панорамная (стр. 388)

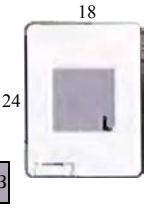
Выявляемая патология

Аномальные отношения/амплитуда движения мыщелка и височно-нижнечелюстной ямкой.

Как правило, используют укладки с открытым и закрытым ртом.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70-80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	
15	75	14	1320	390	Гонады НСЗ
					мкГр

Укладка пациента. Укладка вертикальная или супинационная. Голова боком прижата к поверхности стола/кассеты, при этом область интереса ближе всего расположена к кассете.

Укладка снимаемой области

- Голоса находится в **истинно боковой укладке**, тело пациента наклонено так, как ему удобно.
- **Межзрачковая линия перпендикулярна** кассете.
- **Срединная сагиттальная плоскость параллельна** поверхности стола/кассеты.
- **Подглазнично-ушная линия перпендикулярна** переднему краю кассеты.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ составляет **25-30° в каудальном направлении**, точка входа находится на 1,3 см впереди и на 5 см выше верхней части НСО.
- Височно-нижнечелюстной сустав проецируется на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по четырем сторонам так, чтобы область диафрагмирования представляла собой квадрат со стороной примерно 10 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на время выполнения снимка.

Примечание: если сравнивать с модифицированной проекцией по Лоу, то на этой проекции мыщелок имеет удлиненный вид.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Визуализируется ближайший к кассете височно-нижнечелюстной сустав. • Изображение с закрытым ртом демонстрирует мыщелок в нижнечелюстной ямке; с открытым ртом — мыщелок продвигается к переднему краю нижнечелюстной ямки.

Укладка. • Височно-нижнечелюстные суставы визуализируются без ротации; о чем свидетельствует наложение боковых краев.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Ближайший к кассете височно-нижнечелюстной сустав находится в центре области диафрагмирования с границами, максимально близко расположенными к области интереса.

Параметры экспозиции. • Для визуализации височно-нижнечелюстного сустава необходим достаточный контраст и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 12-101. Истинная боковая укладка для проекции левого височно-нижнечелюстного сустава — с закрытым ртом; ЦЛ 25-30° каудально



Рис. 12-102. Укладка для проекции левого височно-нижнечелюстного сустава — с открытым ртом

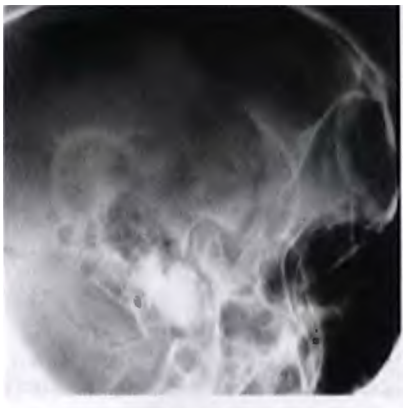




Рис. 12-103. Рентгенограмма височно-нижнечелюстного сустава — укладка с закрытые ртом

Рис. 12-104. Рентгенограмма височно-нижнечелюстного сустава — укладка с открытым ртом

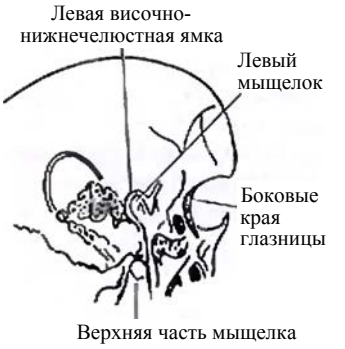


Рис. 12-105. Анатомическая схема височно-нижнечелюстного сустава — укладка с закрытым ртом

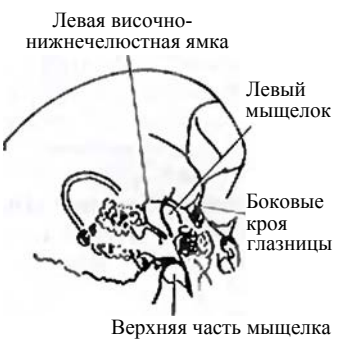


Рис. 12-106. Анатомическая схема височно-нижнечелюстного сустава — укладка с открытым ртом

Упражнения по рентгенограммам

Каждая из приведенных здесь рентгенограмм содержит ошибки и требует пересъемки. Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы, которые мы обсудили в этой главе, и категории, приведенные справа. Для начала мы предлагаем вам обдумать, к какой категории можно отнести **ошибку** на всех снимках, которая приведет к пересъемке.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ				
	А	**Б**	**В**	**Г**	**Д**
1. Видимые анатомические структуры	____	____	____	____	____
2. Укладка пациента	____	____	____	____	____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	____	____	____	____	____
4. Параметры экспозиции	____	____	____	____	____
5. Маркировка	____	____	____	____	____



Рис. С12-107. Теменно-акантиальная проекция костей лицевого черепа (по Уотерсу) **А**

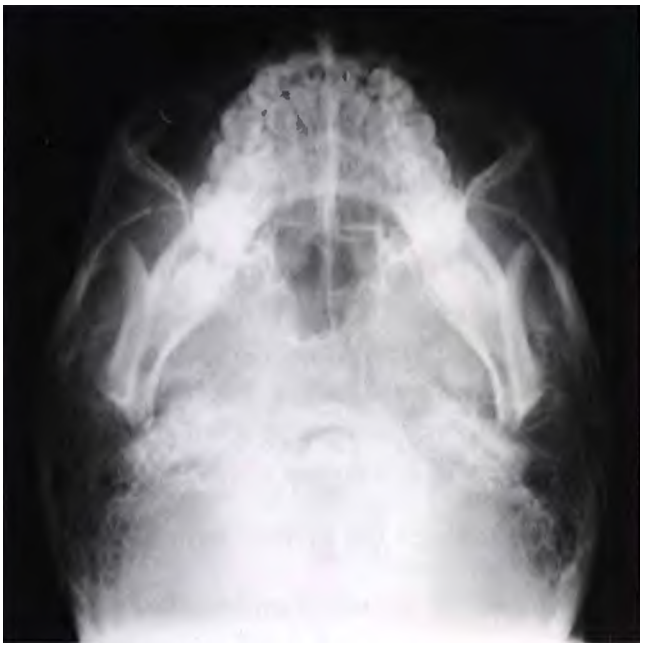


Рис. С12-108. Подбородочно-теменная проекция нижней челюсти **Б**



Рис. С12-109. Рентгенограмма зрительного отверстия в проекции по Резе **В**



Рис. С12-110. Рентгенограмма зрительного отверстия в проекции по Резе **Г**



Рис. С12-111. Боковая проекция костей лицевого черепа **Д**

Придаточные пазухи носа, сосцевидные отростки и височная кость

СОАВТОРЫ: **Cindy Murphy**, ACR
СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Kathy Martensen, BS, RT (R), Barry T. Anthony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Придаточные пазухи носа
- Верхнечелюстные, 415
- Лобные, решетчатые и клиновидные, 416
- Остеомеатальный комплекс, 416

Височные кости
- Рентгенограммы, 418
- Наружное и среднее ухо, 419
- Внутреннее ухо, 421

Анатомический обзор рентгенограмм, 422

Укладки

Укладки — общие положения
- Придаточные пазухи носа и височная кость — сосцевидные отростки, 423

Рентгенография в педиатрии и гериатрии, 424

Альтернативные методы исследования, 424

Клинические показания и сводная таблица клинических показаний, 425

Результаты опроса по США и Канаде и основные и специальные проекции, 426

Придаточные пазухи носа
- Боковая, 427
- Передняя 15° (по Колдвелу), 428
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу), 429
- Подбородочно-теменная, 430
- Теменно-акантиалькая трансоральная (с открытым ртом, по Уотерсу), 431

Сосцевидные отростки
- Аксиолатеральная 15° косая (по Лоу, модифицированная), 432
- Аксиолатеральная косая (по Стенверсу), 433
- Задняя аксиальная (по Тауну), 434
- Аксиолатеральная (по Шюллеру), 435
- Аксиолатеральная косая (по Арселину — обратная к Стенверсу), 436
- Аксиолатеральная косая (по Майеру и модифицированная по Оуену), 437

Височные кости и/или каменистые пирамиды
- Задняя аксиальная (по Тауну), 434
- Подбородочно-теменная, 438

Упражнения по рентгенограммам, 439

Череп

В главах 11 и 12 рассматривалась рентгеноанатомия костного скелета головы, включающего восемь костей мозгового черепа и 14 костей лицевого черепа. Не были описаны. 1) **придаточные пазухи носа** и 2) **сосцевидный** и каменистый отделы **височной кости**. Каменистый отдел содержит органы слуха и равновесия. Рентгеноанатомия и укладки для этих частей черепа, наряду с придаточными пазухами носа, будут описаны в настоящей главе.

ПРИДАТОЧНЫЕ ПАЗУХИ НОСА

Большие, наполненные воздухом полости придаточных пазух носа иногда называют вспомогательными носовыми пазухами, так как они выстланы такой же слизистой оболочкой, что и носовая полость. Эти пазухи подразделяют на четыре группы, согласно тем костям, где они расположены:

1. Верхнечелюстные (2)	Верхнечелюстные (лицевые) кости
2. Лобные (обычно 2)	Лобные (мозгового черепа) кости
3. Решетчатые (много)	Решетчатые (мозгового черепа) кости
4. Клиновидные (1 или 2)	Клиновидные (мозгового черепа) кости

Только **верхнечелюстные пазухи** являются частью **лицевого черепа. Лобные, решетчатые** и **клиновидные** пазухи расположены в **мозговом черепе**.

Придаточные пазухи носа начинают развиваться у ребенка еще в утробе, но при рождении только верхнечелюстные пазухи представляют собой более-менее сформировавшиеся полости. Начиная с 6-7-летнего возраста на рентгенограммах можно увидеть лобные и клиновидные пазухи. Последними формируются решетчатые пазухи. Развитие пазух полностью завершается к подростковому возрасту.

Рассмотрим каждую из этих групп, начиная с самых больших, верхнечелюстных пазух.

Верхнечелюстные пазухи

Большие **верхнечелюстные пазухи** — парные структуры, каждая из которых расположена в теле соответствующей ей кости верхней челюсти. Старое название верхнечелюстной пазухи — **«гайморова пазуха»**.

Если посмотреть спереди, каждая верхнечелюстная пазуха внешне напоминает пирамиду. Сбоку они больше похожи на куб. В среднем по вертикали пазухи составляют 3-4 см, по горизонтали размеры колеблются от 2,5 до 3 см.

Костные стенки верхнечелюстных пазух тонкие. Дно каждой верхнечелюстной пазухи находится немного ниже уровня дна каждой носовой ямки. Две верхнечелюстные пазухи различаются по размеру у разных людей и друг от друга.

В дно каждой верхнечелюстной пазухи выступают несколько возвышений конической формы, относящихся к корням первого и второго верхних моляров (коренных зубов) (рис. 13-2). Иногда дно перфорируется одним или несколькими корнями, и инфекция, возникающая в зубе, особенно в молярах (коренных зубах) и премолярах (малых коренных зубах), может распространиться вверх в верхнечелюстную пазуху.

Все придаточные пазухи носа сообщаются друг с другом и **носовой полостью**, которая разделена на две равные части — правую и левую. Каждая верхнечелюстная пазуха открывается отверстием в средний носовой ход, находящийся на верхнемедиальной стороне носовой полости, как показано на рис. 13-3. Более подробно это показано на следующей странице, на рис. 13-7. При вертикальной укладке слизь или жидкость, находящаяся внутри пазухи соберется в нижней ее части, обрazуя границу воздуха и жидкости. Следовательно, вертикальная укладка при рентгенографии придаточных пазух носа более предпочтительна для демонстрации границы между воздухом и жидкостью.

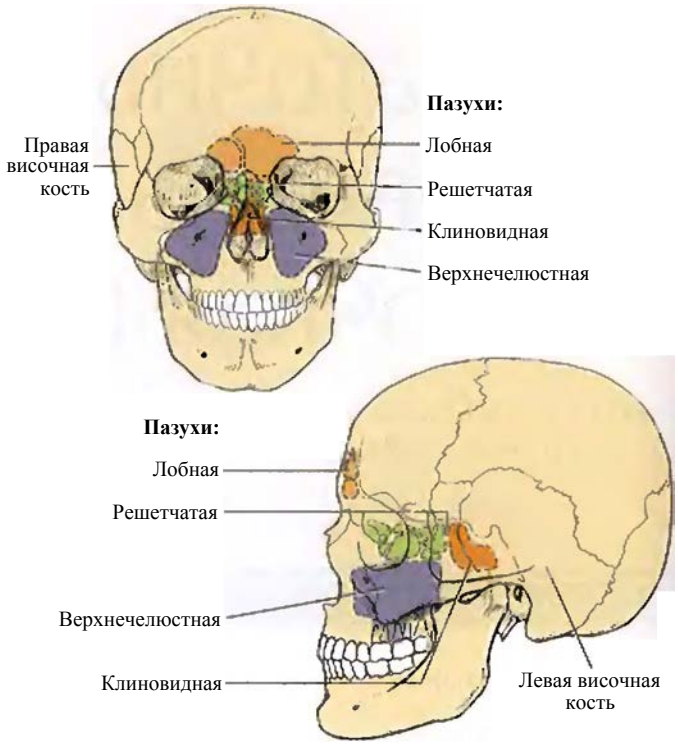


Рис. 13-1. Череп — придаточные пазухи носа и височная кость

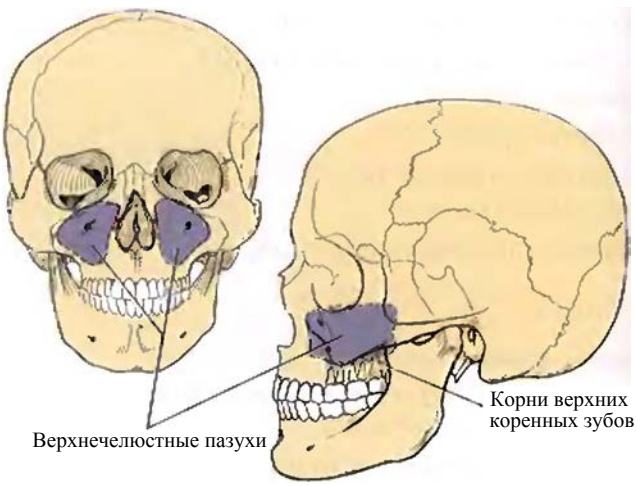


Рис. 13-2. Верхнечелюстные пазухи (2)

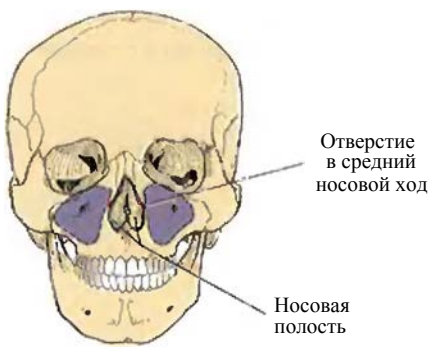


Рис. 13-3. Верхнечелюстные пазухи

Лобные пазухи

Лобные пазухи расположены между внутренней и внешней плоскими костными пластинками черепа, позади глабеллы; они **редко бывают воздухоносными до 6-летнего возраста**. Верхнечелюстные пазухи всегда парные и обычно симметричны по размеру и форме, а лобные пазухи редко бывают симметричными. Они обычно разделены перегородкой, которая может быть отклонена в одну или другую сторону или может полностью отсутствовать, тогда имеется одна непарная полость. Однако, как правило, существуют две полости, различные по размеру и форме. У мужчин они обычно больше, чем у женщин. Лобная пазуха может быть одиночной, с левой или с правой стороны, или парной, как показано на рисунке, или отсутствовать вообще.

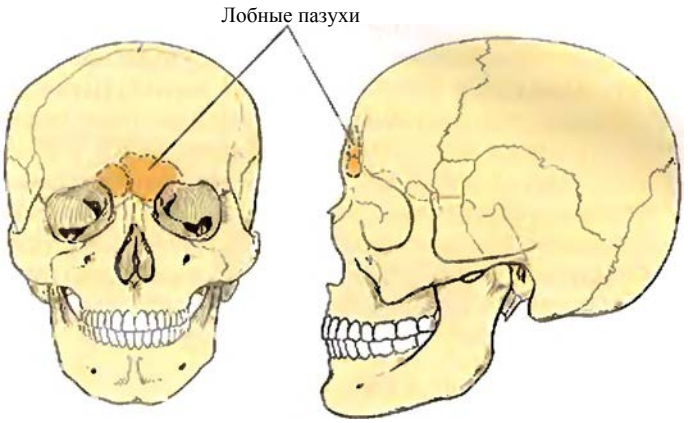


Рис. 13-4. Лобные пазухи

Решетчатые пазухи

Решетчатые пазухи находятся внутри боковых лабиринтов решетчатой кости. Их ячейки сгруппирована как передние, средние и задние, но все они в взаимно сообщаются.

На виде сбоку показано, что передние ячейки решетчатых пазух выступают в глазницы. Однако часть этих пазух располагается кнутри от глазниц и участвует в образовании медиальной стенки каждой из глазниц.

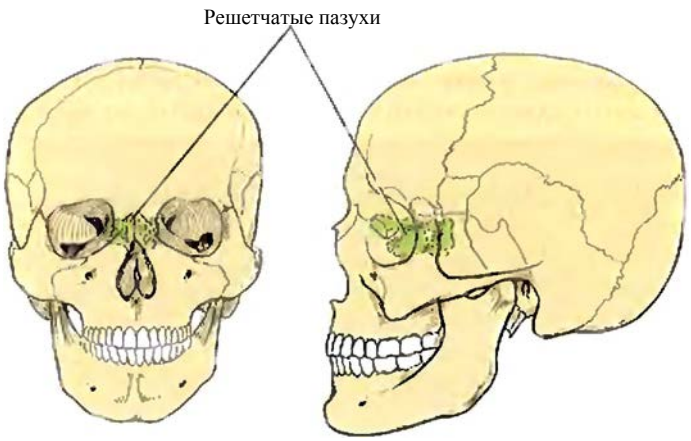


Рис. 13-5. Решетчатые пазухи

Клиновидные пазухи

Клиновидные пазухи расположены в теле клиновидной кости, прямо под турецким седлом. Тело клиновидной кости, содержащее эти пазухи, имеет форму куба и часто разделено тонкой перегородкой, образующей две полости. Однако эта перегородка может быть неполной или вообще отсутствовать, тогда имеется только одна полость.

Поскольку клиновидные пазухи расположены так близко к основанию мозгового черепа, то иногда патологический процесс проявляет себя поражением именно этих пазух. Примером является появление в клиновидных пазухах границы воздуха и жидкости после травмы черепа, что может свидетельствовать о переломе основания черепа и попадании крови или спинномозговой жидкости через перелом в клиновидные пазухи, такое состояние называют **клиновидным выпотом**.

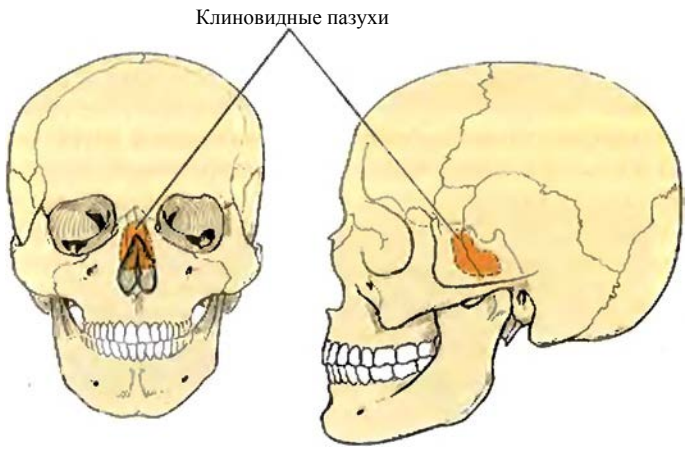


Рис. 13-6. Клиновидные пазухи

Остеомеатальный комплекс. Сообщения между лобными, верхнечелюстными и решетчатыми пазухами обеспечивают дренаж этих пазух. Эти сообщения обозначают как **остеомеатальный комплекс**, закупорка которого может привести к инфицированию пазух и состоянию, называемому синуситом.

Два основных сообщения (решетчатая воронка и средний носовой ход) и связанные с ними структуры, которые нужно уметь визуализировать и идентифицировать на корональных КТ-срезах, показаны на рис. 13-7.

Как видно на данной схеме, **большая верхнечелюстная пазуха** дренируется через **воронку** вниз и через **средний носовой ход** далее в **нижний носовой ход**. **Крючковидный отросток** решетчатой кости составляет медиальную стенку воронки. Из лобной и решетчатой пазух дренируемая жидкость поступает в **решетчатый пузырек**, который опорожняется вниз через средний носовой ход в нижний носовой ход, откуда содержимое выходит из организма через наружное носовое отверстие.

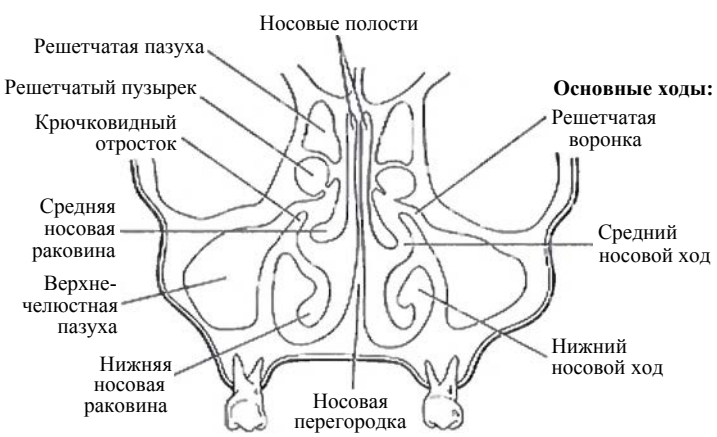


Рис. 13-7. Остеомеатальный комплекс — поперечное корональное сечение

РЕНТГЕНОГРАММЫ — ПРИДАТОЧНЫЕ ПАЗУХИ НОСА

На схемах, приведенных на предыдущих страницах, пазухи имеют определенные размеры и формы с четкими границами. На реальных рентгенограммах эти границы не такие четкие, поскольку различные пазухи частично перекрывают и накладываются друг на друга, как видно на этих рентгенограммах и четырех распространенных проекциях пазух. Относительные местоположения и взаимосвязи каждой из данных пазух продемонстрированы на этих снимках. Обратите внимание на следующие обозначения: **Л** — лобные пазухи, **Р** — решетчатые пазухи, **В** — верхнечелюстные пазухи, **К** — клиновидные пазухи.

Боковая укладка (рис. 13-8)

Лобные пазухи отчетливо видны между внешней и внутренней пластинками черепа.

Клиновидные пазухи продолжаются спереди решетчатыми пазухами.

Отчетливо видны большие верхнечелюстные пазухи. Обратите внимание, что корни моляров (коренных зубов) и премоляров (малых коренных зубов) верхних зубов идут вверх через дно верхнечелюстных пазух.

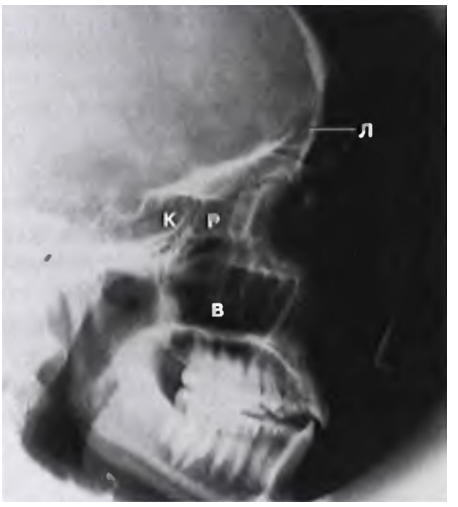


Рис. 13-8. Рентгенограмма боковой укладки придаточных пазух носа

Передняя проекция (по Колдвелу) (рис. 13-9)

На этой рентгенограмме в передней аксиальной проекции ясно показаны лобные, решетчатые и верхнечелюстные пазухи. Клиновидные пазухи на данной рентгенограмме отчетливо не дифференцируются, так как они находятся прямо позади решетчатых пазух. Это соотношение продемонстрировано на виде сбоку (рис. 13-8) и подбородочно-теменной проекции (рис. 13-11).

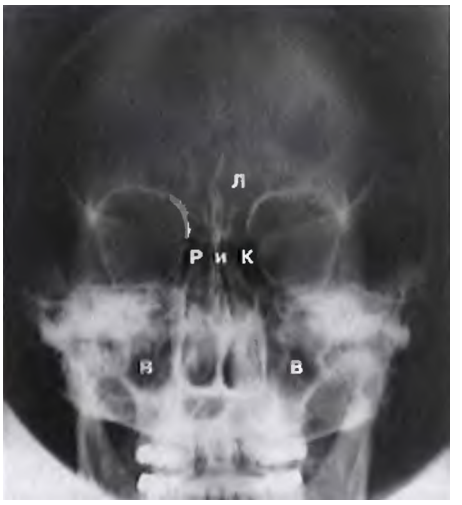


Рис. 13-9. Рентгенограмма придаточных пазух носа в передней проекции по Колдвелу

Передняя аксиальная чрезротовая проекция (с открытым ртом, по Уотерсу) (рис. 13-10)

Все четыре группы пазух хорошо прослеживаются на этой проекции, выполненной с открытым ртом и наклоненной назад головой, чтобы отделить и спроецировать клиновидные пазухи ниже решетчатых. Открытый рот также позволяет избежать прямого наложения верхних зубов на клиновидные пазухи Четко видны пирамидообразные верхнечелюстные пазухи.

Сосцевидные ячейки также видны с обеих сторон, сзади латерально от нижней челюсти (стрелки). Они выглядят как небольшие наполненные воздухом грозди внутри сосцевидных отделов височной кости, как будет описано на следующих страницах, но эти ячейки не относятся к придаточным пазухам носа.



Рис 13-10. Рентгенограмма придаточных пазух носа в передней аксиальной чрезротовой проекции (с открытым ртом, по Уотерсу)

Подбородочно-теменная проекция (рис. 13-11)

Эту проекцию выполняют при укладке, когда голова отклонена назад так, чтобы макушка головы касалась поверхности стола или вертикальной стойки снимков, а ЦЛ исправляют ниже подбородка.

Расположенные в центре клиновидные пазухи видны спереди большого отверстия. Так же ясно видны многочисленные грозья решетчатых околоносовых пазух, идущих по обе стороны от носовой перегородки. Частично с каждой стороны видны верхнечелюстные пазухи, на которые налагаются нижняя челюсть и зубы.

Сосцевидные отделы, содержащие воздушные ячейки, видны на рис. 13-10 (отмечены буквой А). На рис. 13-11 также видны эти ячейки и плотные каменистые структуры височной кости (отмечены буквой Б), как будет описано на следующей странице.



Рис. 13-11. Рентгенограмма придаточных пазух носа в подбородочно-теменной проекции

ВИСОЧНЫЕ КОСТИ

Из-за плотной внутренней структуры и месторасположения сосцевидный и каменистый отделы височной кости трудно визуализировать с помощью обычной рентгенографии. Поэтому традиционную рентгенографию этих отделов в значительной степени заменили КТ и МРТ. Однако наполненные воздухом сосцевидные пазухи можно демонстрировать с помощью специальных проекций, описанных в настоящей главе. КТ- и/или МРТ-изображения требуют знания особенностей анатомии и взаимосвязей структур височных костей.

Как уже говорилось в главе 11, каждая височная кость состоит из трех отделов. 1) **Чешуйчатый отдел** — тонкий верхний отдел, образующий часть стенки черепа (показан в главе 11). 2) **Сосцевидный отдел** — область, расположенная позади наружного слухового прохода (НСП), с выступающим сосцевидным отростком (рис. 13-12). 3) Третий основной отдел — **каменистая часть**, часто именуемая **каменистой пирамидой**.

Верхняя граница каменистой пирамиды хорошо видна на некоторых стандартных снимках черепа, ее обычно называют каменистым гребнем.

Эти отделы, в которых находятся органы слуха и равновесия, будут подробно описаны далее.

Рентгенограммы — сосцевидные отростки и каменистые пирамиды

На этих рентгенограммах в двух проекциях, наиболее часто выполняемых для демонстрации сосцевидного и каменистого отделов, обозначены различные структуры височной кости.

Аксиолатеральная 15° косая проекция (по Лоу) (рис. 13 13)

А. Мыщелок нижней челюсти (книзу).
Б. Височно-нижнечелюстная ямка.
В. Каменистый отдел (каменистый гребень).
Г. Сосцевидные воздушные ячейки.
Д. Наружный слуховой проход (НСП).
Е. Направленный вверх (увеличенный) мыщелок нижней челюсти.

Задняя аксиальная проекция (по Тауну) (рис. 13-14)

А. Сосцевидные околоносовые пазухи.
Б. Каменистый отдел (каменистая часть).
В. Большое отверстие.
Г. Спинка седла.
Д. Каменистый гребень.

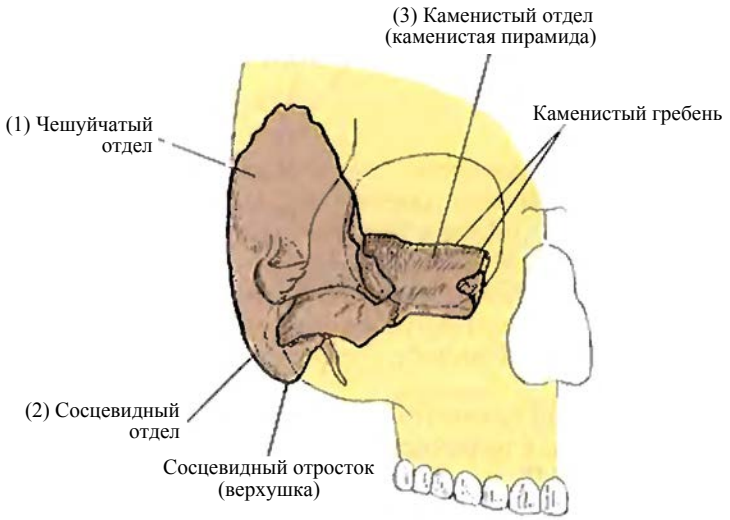


Рис. 13-12. Височная кость - вид спереди

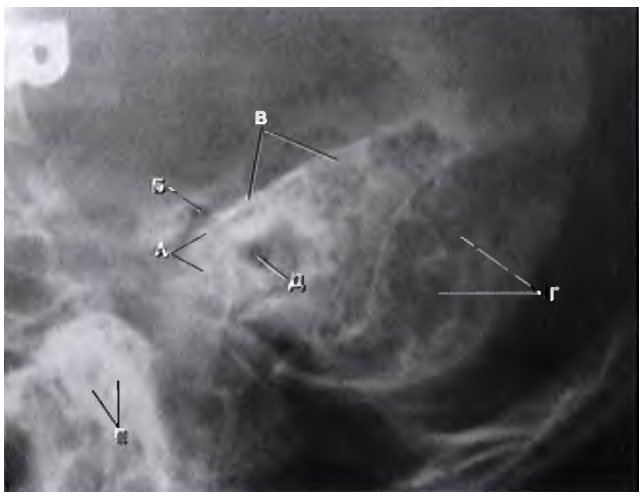


Рис. 13-13. Рентгенограмма сосцевидного и каменистого отделов в аксиолатеральной 15° косой проекции (по Лоу)

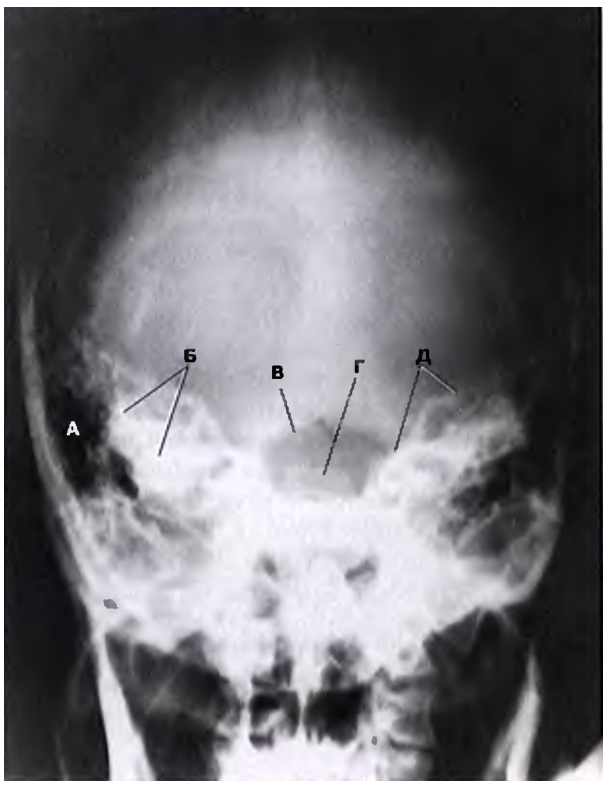


Рис. 13-14. Рентгенограмма сосцевидного и каменистого отделов в задней аксиальной проекции (по Тауну)

Рентгеноанатомия органов слуха и равновесия в каменистом отделе височной кости

УХО

Органы слуха и равновесия — это главные структуры, расположенные в каменистом отделе височных костей. Как уже было сказано ранее, эти небольшие тонкие структуры трудно визуализировать на рентгенограммах по причине их небольшого размера и повышенной плотности окружающих их височных костей. Внутренние структуры височной кости, включая три основных отдела уха (наружное, среднее и внутреннее), показаны на рис. 13-15.

Наружное ухо начинается с **ушной раковины**, передающей звуковые волны в трубкообразной отверстие, **наружный слуховой проход (НСП)**. Этот трубкообразный проход заканчивается у **барабанной перепонки**.

Среднее ухо, расположенное между барабанной перепонкой и внутренним ухом, состоит из **трех** маленьких косточек, называемых **слуховыми косточками**. Эти три маленькие косточки, каждая из которых будет описана позднее в настоящей главе, передают вибрацию звука от барабанной перепонки к чувствительному аппарату слуха, расположенному во **внутреннем ухе**. Определенные нервы и кровеносные сосуды проходя, через отверстие, **внутренний слуховой проход**, или канал, соединяя внутреннее ухо с мозгом.

Наружное ухо

Наружное ухо начинается с **ушной раковины** по обеим сторонам головы. Часть наружного уха — **козелок** — это небольшая, похожая на губу структура, расположенная спереди НСП. Он частично заслоняет ушное отверстие.

Канал наружного уха называется **наружным слуховым проходом (НСП)**. Наружный слуховой проход составляет в длину 2,5 см, одна его половина костная, другая — хрящевая.

Сосцевидный отросток височной кости находится позади и ниже НСП, тогда как **шиловидный отросток** расположен ниже и немного спереди. Проход несколько сужается, подходя к барабанной перепонке. Перепонка, в свою очередь, расположена под косым углом, образуя наклонную стенку у нижнего медиального конца прохода.

Среднее ухо

Среднее ухо представляет собой неправильной формы полость, содержащую воздух, которая расположена между наружным ухом и внутренним. Среднее ухо состоит из трех основных частей: барабанной перепонки, трех маленьких косточек, называемых слуховыми косточками, и барабанной полости. Барабанная перепонка, хотя и служит в качестве перегородки между наружным и средним ухом, является важной частью среднего уха.

Барабанная полость далее разделена на две части. Большая полость, расположенная напротив барабанной перепонки, называется **собственно барабанной полостью**. Область над уровнем наружного слухового прохода и барабанной перепонки — это **аттик**, или **надбарабанное углубление.** Важной для рентгенологии структурой является **гребень**, или **шпора барабанной перепонки**. Барабанная перепонка крепится к этому острому костному выступу. Гребень, или шпора барабанной перепонки, отделяет наружный слуховой проход от надбарабанного углубления.

Барабанная полость сообщается спереди с носоглоткой посредством **евстахиевой**, или **слуховой, трубы**.

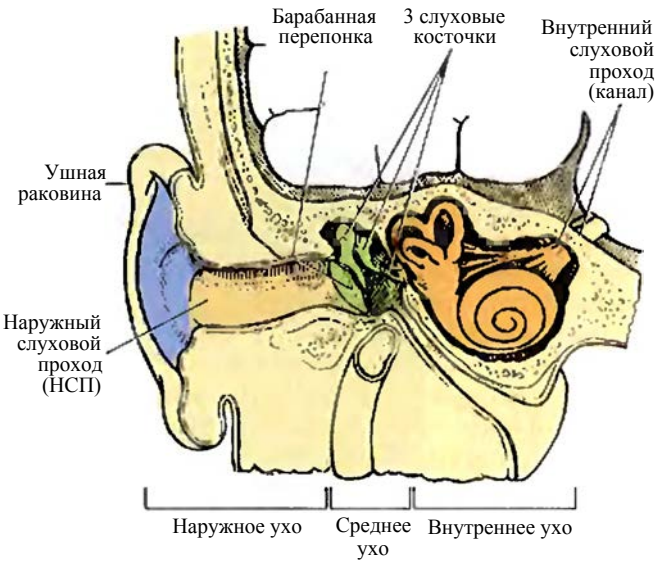


Рис. 13-15. Ухо

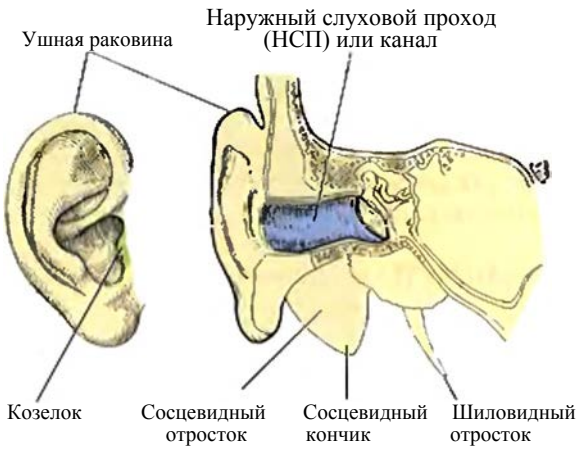


Рис. 13-16. Наружное ухо

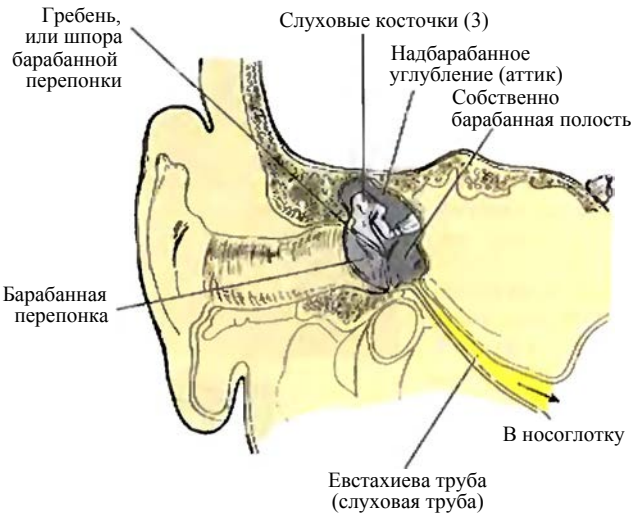


Рис. 13-17. Среднее ухо

Евстахиева труба. Рис. 13-18, вид спереди, иллюстрирует общее положение **наружного слухового прохода и евстахиевой трубы** относительно наружных структур. Как видно на схеме, **евстахиева труба** представляет собой проход между средним ухом и носоглоткой. Эта трубка, имеющая 4 см в длину, служит для выравнивания давления внутри среднего уха с наружным атмосферным давлением воздуха через носоглотку. Появляющееся ощущение хлопка в ухе обусловлено таким выравниванием давления в среднем ухе, что предовращает повреждение барабанной перепонки.

Опасность, связанная с наличием прямого сообщения между средним ухом и носоглоткой, состоит в том, что болезнетворные организмы могут напрямую попадать из глотки в среднее ухо. Поэтому инфекции уха часто сопровождаются болезнью глотки, особенно у детей, чья иммунная система еще развивается.

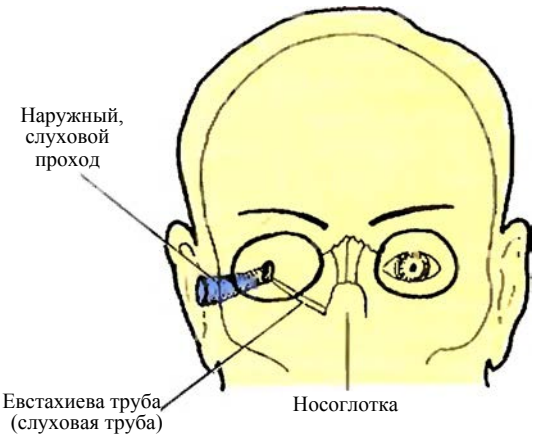


Рис. 13-18. Среднее ухо

Внутренний слуховой проход. На рис. 13-19 показаны структуры уха так, как они выглядят **модифицированной передней проекции (по Колдвелу)**. Угол наклона ЦЛ в 5-10° каудально к глазнично-ушной линии проецирует каменистые гребни на уровень середины глазниц, как показано на схеме. Благодаря этому получается специальная чрезглазничная проекция, которую используют для демонстрации внутреннего слухового прохода. Плоскость отверстия во внутренний слуховой проход расположена наклонно, а само отверстие имеет меньший диаметр, нежели отверстие в наружный слуховой проход, поэтому его трудно четко продемонстрировать с помощью какой бы то ни было обычной рентгенографической проекции. Однако отверстие во внутренний слуховой проход является важной структурой, которую надо уметь показать на снимке, так как некоторые слуховые и лицевые нервы и кровеносные сосуды проходят через него.

Обратите внимание, что на схеме этой проекции (рис. 13-19) внутренний слуховой проход спроецирован в область глазницы немного ниже каменистого гребня, что позволяет видеть его на рентгенограммах в этой проекции. Помните, что боковые отделы каменистых гребней находятся приблизительно на уровне верхнего края основания уха. Следует запомнить эти соотношения между наружными и внутренними структурами.

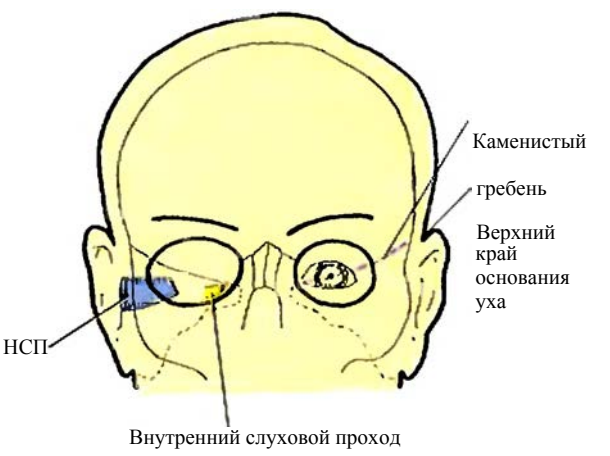


Рис. 13-19. Модифицированная передняя проекция по Колдвелу (5-10° каудально)

Трубкообразный внутренний слуховой канал можно лучше всего продемонстрировать на простых рентгенограммах с помощью **аксиолатеральной косой проекции**, также именуемой задней укладкой в профиль или проекцией по Стенверсу, описанной на стр. 433. Поэтому обе проекции: и модифицированная передняя по Колдвелу (с углом ЦЛ 5-10° каудально), и аксиопередняя косая (по Стенверсу) — демонстрируют внутренний слуховой проход. Однако, как уже говорилось ранее, КТ и МРТ в значительной степени заменили традиционную рентгенографию для визуализации этих структур височной кости, которые трудно увидеть, и эти две проекции в настоящее время выполняются редко.

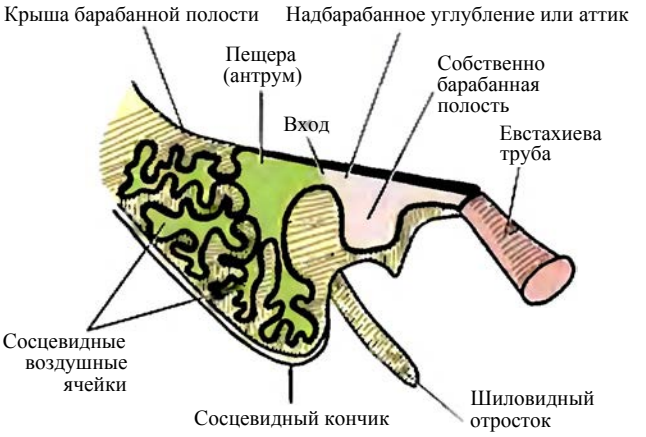


Рис. 13-20. Соединения структур сосцевидного отдела

Сосцевидные отростки. Второй прямой проход в среднее ухо идет из его заднего отдела в ячейки сосцевидного отростка. На схеме (рис. 13-20) представлен сагиттальный срез, показывающий расположение сосцевидных ячеек по отношению к **аттику**, или **надбарабанному углублению**, и **собственно барабанной полости. Вход** — это отверстие между надбарабанным углублением и сосцевидным отделом височной кости.

Вход открывается в большую камеру внутри сосцевидного отдела, называемую **антрумом**, или **пещерой**. Далее пещера соединяется с различными сосцевидными ячейками, Такое сообщение позволяет инфекции в среднем ухе, которая может придти из глотки, попасть в сосцевидную область. Оказавшись в сосцевидном отделе, от ткани мозга инфекция отделена лишь тонкой костью. До того как получили распространение эффективные антибиотики, это был путь серьезного инфицирования мозга, называемого **энцефалитом**. Тонкая костная пластинка, образующая крышу пещеры, входа и области аттика барабанной полости, называется **крышей барабанной полости**.

Слуховые косточки — три маленькие косточки, расположенные внутри среднего уха. На рис. 13-21 и 13-22 показано что эти три маленькие косточки соединены, обеспечивая вибрирующие движения. Три слуховые косточки расположены частично в аттике, или надбарабанном углублении, и частично в барабанной полости. Эти хрупкие косточки связывают барабанную перепонку с овальным окном внутреннего уха.

Вибрации сначала улавливаются **молоточком,** который прикреплен к внутренней поверхности барабанной перепонки. Головка молоточка соединяется с центральной косточкой **наковальней**. Наковальня получила свое название от предполагаемого функционального сходства, хотя в действительности эта косточка похожа на премоляр (малый коренной зуб), состоящий из тела и двух отростков — ножек. Наковальня, в свою очередь, соединяется со **стременем**, наименьшей из всех трех косточек. Основание наковальни лежит на **овальном окне**, которое ведет во внутреннее ухо.



Рис. 13-21. Слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремя

Слуховые косточки — вид спереди и вид сбоку. Рис. 13-22 иллюстрирует соотношения **слуховых косточек** друг с другом как на крупном плане вида спереди, так и на виде сбоку. Как видно спереди, **молоточек** является самой латерально расположенной из всех косточек, тогда как **стремя** находится в центре. Схема вида сбоку выглядит так, как если бы мы посмотрели через **наружный слуховой проход**. Обратите внимание, что молоточек, крепящийся к барабанной перепонке, расположен немного спереди по отношению к другим косточкам.

Сходство **наковальни** с премоляром, состоящим из тела и двух ножек, хорошо видно на схеме сбоку. Длинная ножка соединяется с овальным окном раковины.

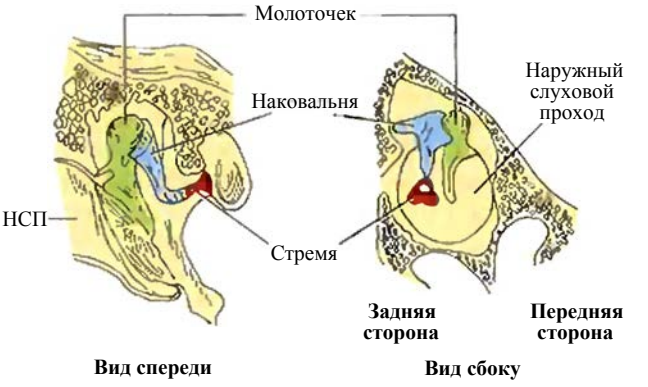


Рис. 13-22. Слуховые косточки

Внутреннее ухо

Во внутреннем ухе находится важный аппарат чувств — **слуха** и **равновесия**. Он лежит внутри самого плотного отдела каменистой пирамиды и состоит из двух основных частей: **костного лабиринта**, который важен для рентгенографии, и **перепончатого лабиринта**. Костный лабиринт представляет собой костную камеру, внутри которой находится перепончатый лабиринт — система сообщающихся протоков и полостей. Один из протоков — **эндолимфатический проток**, слепой карман или закрытый проток, расположен в небольшой каналоподобной костной структуре. Канал эндолимфатического протока поднимается от медиальной стенки преддверия и идет к задней стенке каменистой пирамиды, расположенной сзади и сбоку от **внутреннего слухового прохода**.

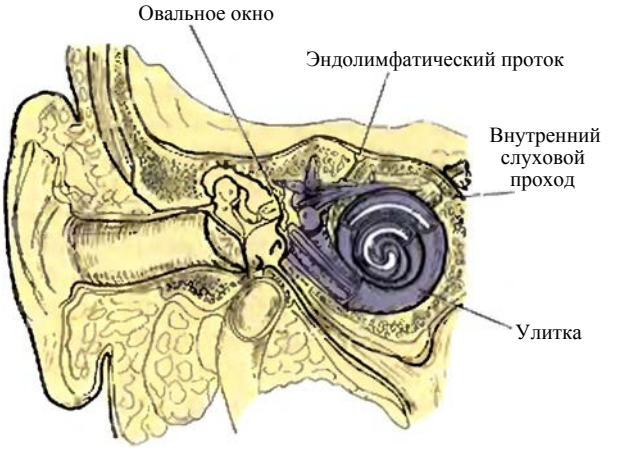


Рис. 13-23. Внутреннее ухо, костный лабиринт — вид спереди

Костный лабиринт. Костный лабиринт подразделен на три четко выраженные части: **улитку**, **преддверие** и **полукружные каналы**. Костный лабиринт полностью окружает и заключает протоки и полости перепончатого лабиринта. Как показано на переднем срезе (рис. 13-23), костная улитка состоит из длинного спирального трубкообразного канала перепончатого лабиринта.

Из трех частей костного лабиринта **улитка** занимает наиболее переднее положение. Это лучше всего показано на виде сбоку костного лабиринта (рис. 13-24). Видно, что круглое окно, иногда называемое окном улитки, лежит в основании улитки.

Преддверие — это центральная часть костного лабиринта, где находится **овальное окно**, иногда именуемое окном преддверия.

Три **полукружных канала** находятся позади остальных структур внутреннего уха.



Рис. 13-24. Костный лабиринт — вид сбоку

На рис. 13-25 еще раз показан **костный лабиринт** (вид сбоку). Три полукружных канала получили свое название в соответствии со своим расположением — **верхний**, **задний** и **боковой полукружные каналы**. Обратите внимание, что каждый из них расположен под прямым углом по отношению к двум другим, создавая чувство равновесия и чувство направления. Помните, что **полукружные каналы имеют отношение к чувствам направления и равновесия**, а **улитка имеет отношение к чувству слуха**, вследствие своей связи со стременем через овальное окно.

Окна внутреннего уха. Два отверстия во внутреннее ухо закрыты мембранами. **Овальное (вестибулярное) окно**, или **окно преддверия**, воспринимает вибрацию от наружного уха через основание стремени среднего уха и передает эти вибрирующие движения в **преддверие** внутреннего уха. **Круглое окно**, или **окно улитки**, находится у основания первой спирали улитки. Круглое окно представляет собой мембрану, которая позволяет двигаться жидкости внутри закрытой системы протока перепончатого лабиринта. Как только овальное окно немного втягивается внутрь, круглое окно выдвигается наружу, так как это закрытая система, а жидкость не подвержена компрессии. Вибрация и связанные с ней незначительные колебания жидкости внутри улитки создают импульсы, передающиеся слуховому нерву во внутреннем слуховом проходе, что и создает феномен слуха.

Анатомический обзор рентгенограмм

Специфические анатомические структуры височной кости трудно распознать на стандартных рентгенограммах. Однако знание общих очертаний и отношений этих структур к тем, которые узнаваемы, позволяет увидеть следующие образования.

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ (рис. 13-26)

А. НСП (наружный слуховой проход).
Б. Сосцевидная пещера.
В. Сосцевидные околоносовые пазухи.
Г. Нижнечелюстной мыщелок (непосредственно спереди НСП), направленный книзу.
Д. Направленный кверху (увеличенный) нижнечелюстной мыщелок.

ЗАДНЯЯ ПРОФИЛЬНАЯ УКЛАДКА (рис. 13-27)

А. Каменистый гребень.
Б. Костный лабиринт (полукружные каналы).
В. НСП.
Г. Область внутреннего слухового канала.

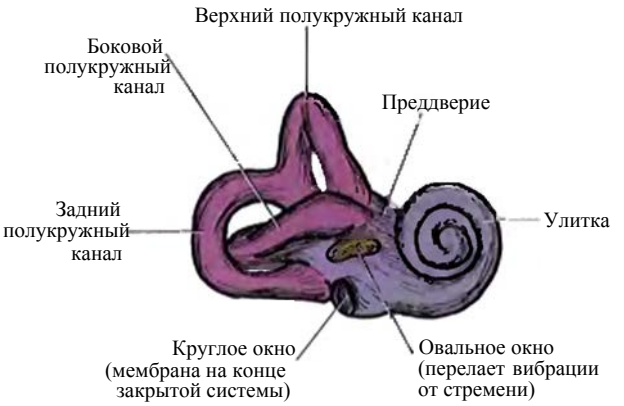


Рис. 13-25. Костный лабиринт — улитка, преддверие и полукружные каналы

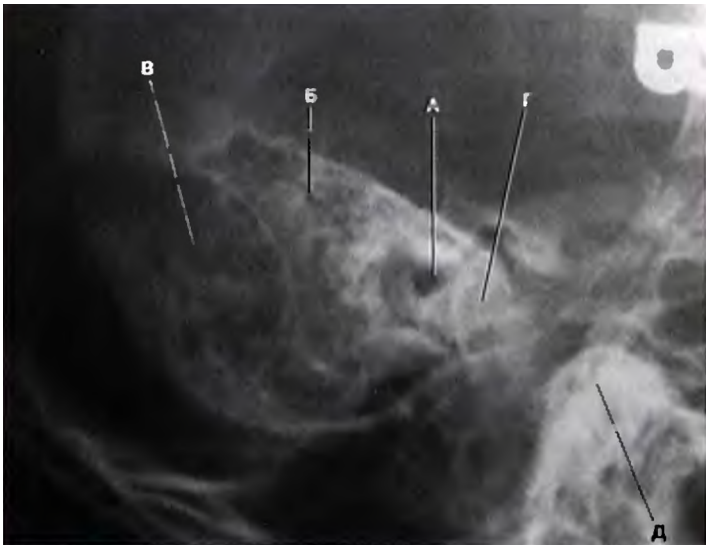


Рис. 13-26. Аксиолатеральная проекция сосцевидного отдела (по модифицированному методу Лоу)

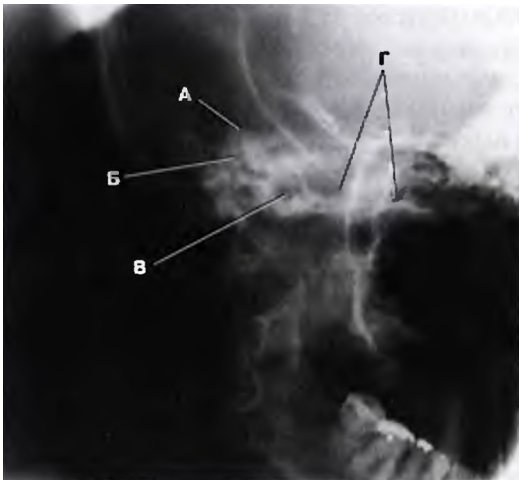


Рис. 13-27. Задняя профильная проекция сосцевидного отдела (по Стенверсу)

Укладки общие положения

ПРИДАТОЧНЫЕ ПАЗУХИ НОСА

Технические условия исследования. Обычно используют средние значения кВ (70-80 кВ) для достаточного контраста изображения придаточных пазух носа, наполненных воздухом. Оптимальная плотность снимка зависит от выбора мАс и чрезвычайно важна для выявления патологических изменений внутри пазух. Для максимальной четкости изображения следует использовать малое фокусное пятно.

Как и в случае рентгенографии костей мозгового и лицевого черепа, радиационную защиту гонад пациента выполнять не обязательно, но защиту области таза для спокойствия пациента можно выполнить. Дозы облучения гонад в таблицах доз при описании укладок обозначены как НСЗ — **не имеет существенного значения**. Максимально близкое к области интереса диафрагмирование и исключение ненужных повторов — лучшие способы снижения дозы облучения пациента при рентгенографии пазух и височной кости.

Вертикальная укладка. Рентгенографию придаточных пазух носа, если нужно выявить границу воздуха и жидкости (при их наличии) в пазухах, рекомендуется делать **при вертикальной укладке** пациента. В таком случае должно быть **горизонтальное направление пучка**. Если рентгеновский пучок будет направлен не горизонтально, то граница воздуха и жидкости не будет видна как прямая линия, а будут выглядеть как область градиентного изменения плотности. Поэтому в большинстве случаев (за исключением специальных проекций, в частности передней по Колдвелу, требующей угла наклона ЦЛ на 15° каудально), ЦЛ остается горизонтальным, а голова пациента должна быть отклонена назад так, как необходимо (рис. 13-28).

Если состояние пациента не позволяет ему стоять, то для демонстрации границы воздуха и жидкости выполняют латерограмму пазух.

ВИСОЧНАЯ КОСТЬ - СОСЦЕВИДНЫЕ ОТРОСТКИ

Стандартная рентгенография височных костей и/или сосцевидных отростков в значительной степени вытеснена КТ и МРТ исследованиями, которые оптимальным образом визуализируют эти тонкие структуры. Однако, как показывают результаты опроса, приведенные на стр. 426, стандартная рентгенография височных костей и/или сосцевидных отростков часто бывает востребована, поэтому наиболее распространенные основные проекции для этих структур включены в настоящую главу.

Из-за наложения плотной структуры каменистой пирамиды сосцевидный отросток лучше всего демонстрируется на аксиолатеральных косых проекциях (рис. 13-29).

Ушную раковину лентой прижимают вперед для устранения тени от хряща раковины, накладывающейся на височную кость. В сравнительных целях исследуют **и правую, и левую стороны**. Поскольку приходится визуализировать очень маленькие структуры, используют **малое фокусное пятно, диафрагмирование выполняют максимально близко к области интереса**, а также обеспечивают во время снимка **полную неподвижность пациента**.



Рис. 13-28. Модифицированная передняя проекция по Колдвелу — горизонтальное направление пучка излучения, глазнично-ушная линия наклонена на 15° от перпендикуляра



Рис. 13-29. Аксиолатеральная 15° косая проекция (модифицированный метод Лоу)

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Общение. Чтобы достичь сотрудничества с ребенком, ему и лицу, его сопровождающему, необходимо ясно объяснить предстоящую процедуру. Для поддержания атмосферы доверия эффективно использовать приемы отвлечения внимания ребенка (игрушки и т. д.).

Фиксация. Дети (в зависимости от возраста и состояния) не могут подолгу находиться в требуемой укладке. Для фиксации ребенка рекомендуется использовать специальные средства. В главе 20 приводится подробное описание фиксирующих средств. Если ребенка нужно держать, то тот, кто это делает (один из родителей или сопровождающий ребенка взрослый), должен надеть рентгенозащитный фартук и/или перчатки. Если ребенка сопровождает женщина, должна быть полная уверенность в том, что она не беременна.

Технические условия исследования. Технические условия исследования меняются, так как все дети разного роста. Рекомендуйся использовать самое короткое время экспозиции (что связано с высоким значением мА), чтобы уменьшить нерезкость изображения от возможных движений ребенка.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Общение и комфорт. Утрата чувствительности (например, слабое зрение, плохой слух и т. д.), связанная с возрастом, приводит к тому, что пожилым пациентам требуется дополнительная помощь, им нужно уделять больше времени и обращаться с ними терпеливо, выполняя укладку для рентгенографии пазух и височном кости.

Пожилые пациенты часто нервничают, боясь упасть со стола. Чтобы пациенты чувствовали себя безопасно и комфортно, от рентгенолаборанта им требуется дополнительная помощь и поддержка. Для удобства пациента на стол кладут рентгенопрозрачный матрас или подушку, а дополнительные одеяла согреют его.

Укладка. Для удобства пациента и придерживаясь установленной практики исследование пазух проводят при вертикальной укладке пациента (если позволяет его состояние), используя горизонтальный пучок. Если для пациента подобная укладка невозможна, исследование проводят в супинационной укладке, при этом используют соответственно приспособленные для этого проекции (акантио-теменную проекцию, обратную методу Уотерса, и заднюю по Колдвелу, описанную в главе 19). Используя горизонтальным пучок, получают латеральное изображение находящегося в супинационной укладке пациента.

Для рентгенографии височной кости лучше использовать вертикальную укладку (сидя) при вертикально расположенном отсеивающем растре, особенно если у пациента выраженный кифоз.

Технические условия исследования. Ввиду высокой заболеваемости пожилых пациентов остеопорозом, требуется уменьшить значение мАс, если используется ручной выбор параметров экспозиции (чтобы было заметно влияние такой регулировки, значение мАс надо изменять не менее чем на 25-30%).

У более пожилых пациентов может быть тремор или признаки неустойчивости, в таких случаях надо прибегать к самой короткой экспозиции (что требует высокого значения мАс) для уменьшения нерезкости от движения.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография позволяет визуализировать мягкие ткани пазух и оценивать состояние костных структур. Для исследования пазух лучше использовать корональные срезы. КТ также полезна при оценке протяженности патологий сосцевидного отростка и височной кости, так как КТ-изображения имеют высокую контрастную чувствительность.

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

Продолжается научное изучение использования УЗИ при верхнечелюстном синусите. Поскольку этот способ исследования не связан с ионизирующим излучением, УЗИ следует отдавать предпочтение при исследовании детей.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

МРТ является предпочтительным способом исследования в тех случаях, когда требуется дифференцировать мягкие ткани (например, определить толщину слизистой в пазухе, выявить новообразование в пазухах или внутреннем слуховом канале). МРТ обеспечивает точную оценку степени имеющейся патологии.

Клинические показания

Распространенными показаниями для рентгенографии придаточных пазух носа и височной кости являются следующие.

Мастоидит. Острый мастоидит возникает вследствие бактериальной инфекция сосцевидного отростка, которая может привести к разрушению его внутренней части. Сосцевидные воздушные ячейки превращаются в наполненные жидкостью абсцессы, что может привести к прогрессирующей потере слуха. КТ сканирование обнаруживает такого рода абсцессы, замещающие воздухоносные ячейки сосцевидного отростка.

Опухоли

- **Неврома слухового нерва.** Доброкачественная опухоль влагалища слухового нерва, возникающая во внутреннем слуховом канале. Пациенты жалуются на потерю слуха, головокружение и нарушение равновесия. Заболевание лучше всего распознается с помощью КТ или МРТ, но может быть обнаружено и на простых рентгенограммах в тяжелых случаях, когда произошло расширение внутреннего слухового канала с его асимметрией.
- **Холестеатома.** Доброкачественная кистоподобная опухоль, наиболее часто встречающаяся в среднем ухе или сосцевидном отделе после травмы этой области[1], разрушающая кость, что может привести к серозным осложнениям, включая потерю слуха.
- **Полип**. Новообразование на слизистой оболочке, выступающее в полость (пазуху), может вызвать хронический синусит.

Отосклероз. Наследственное заболевание, характеризующееся избыточным образованием губчатой кости в среднем и внутреннем ухе является самой распространенной причиной потери слуха у взрослых без повреждения барабанной перепонки. Симптомы впервые проявляются в поздней юности или во взрослом возрасте[2]. Лучше всего демонстрируется при КТ сканировании.

Синусит. Инфекционное поражение слизистой оболочки пазухи может быть острым или хроническим. Пациент жалуется на головную боль и болезненную припухлость в области пораженных(ой) пазух(и), возможно небольшое повышение температуры.

Вторичный остеомиелит. Инфекция кости и костного мозга, развивающаяся после синусита, что приводит к эрозии костных границ пазухи.

[1] Dorland's illustrated medical dictionary, ed. 28, Philadelphia, 1994, WB Saunders.

[2] The Merck manual of medical information, 1997, Whitehouse Station, NJ, Merck

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ
Мастоидит	Рентгенография сосцевидного отростка, КТ, МРТ	Увеличение плотности, жидкость заполняет сосцевидные околоносовые пазухи	Нет
Опухоли			
• Неврома слухового нерва	МРТ, КТ	Расширение внутреннего слухового канала	Нет
• Холестеатома	КТ, МРТ	Разрушение кости внутреннего уха	Нет
• Полип	Стандартные рентгенограммы пазухи, КТ, МРТ	Повышенная плотность пораженной пазухи, типичные закругленные границы	Нет
Отосклероз	Радионуклидное сканирование кости; стандартные рентгенографические проекции пораженной области	Избыточное образование костной ткани в среднем и внутреннем ухе	Нет
Синусит	Стандартные рентгенографические проекции пораженной области; КТ/МРТ	Утолщение слизистой оболочки пазухи, Видны уровни воздуха и жидкости, повышение плотности пазухи	Нет
Вторичный остеомиелит	Стандартные рентгенографические проекции пазухи, КТ	Эрозия костных границ пазухи	Нет

Результаты опроса по США и Канаде

Результаты опроса по исследованиям придаточных пазух носа, сосцевидных отростков и височной кости одинаковы по всем регионам США и Канады.

ИССЛЕДОВАНИЯ СОСЦЕВИДНЫХ ОТРОСТКОВ И ВИСОЧНЫХ КОСТЕЙ

Традиционные рентгенограммы сосцевидных отростков и височной кости в значительной степени были вытеснены КТ и МРТ, как уже отмечалось ранее в настоящей главе. Однако, как подтверждает опрос, эти исследования по-прежнему выполняются в ряде областей США и Канады, поэтому, они включены в Руководство.

Как показано в таблице справа, большинство респондентов выполняют менее 12 таких исследований в год, с некоторыми отличиями по регионам США.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ СОСЦЕВИДНЫХ ОТРОСТКОВ И ВИСОЧНЫХ КОСТЕЙ

Три основные проекции наиболее распространены во всех регионах США и Канады — это **аксиолатеральная (по Лоу)**, **задняя профильная косая (по Стенверсу)** и **задняя аксиальная (по Тауну).** Самыми распространенными специальными проекциями остаются: **аксиолатеральная (по Шюллеру)**, **базилярная (подбородочно-теменная)**, **задняя аксиальная косая (по Майеру)** и **задняя аксиальная косая (по Арселину)**. За исключением аксиолатеральной косой (по Майеру) (в Канаде выполняется редко), процент выполнения данных проекций схож и в США, и в Канаде.

ПРИДАТОЧНЫЕ ПАЗУХИ НОСА

Тремя самыми распространенными основными проекциями, согласно исследованию 1999 г., являются: боковая, передняя и по Уотерсу, при этом подбородочно-теменную назвали основной 62% респондентов в США и 20% — в Канаде. Трансоральную по Уотерсу назвали основной 39% в США и 42% в Канаде.

ЕЖЕГОДНОЕ КОЛИЧЕСТВО ИССЛЕДОВАНИЙ	США	КАНАДА
Более 12	7%	4%
12-24	12%	19%
Менее 12	74%	71%
Да, должны быть включены в книгу	63%	65%
Нет, не нужно включать в книгу	35%	32%

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ СОСЦЕВИДНЫХ ОТРОСТКОВ И ВИСОЧНЫХ КОСТЕЙ

СОСЦЕВИДНЫЕ ОТРОСТКИ	СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПО США						КАНАДА	
	ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ			СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ			ОСНОВН.	СПЕЦ.
	1999	1995	1989	1999	1995	1989	1999	1999
Аксиолатеральная 15° косая (по Лоу)	54%	65%	81%	-	-	-	46%	-
Задняя профильная (по Стенверсу)	55%	69%	84%	-		-	49%	-
Задняя аксиальная (по Тауну)	55%	65%	30%	-	-	-	6%	-
Аксиолатеральная (по Шюллеру)	26%	33%	7%	27%	15%	9%	28%	11%
Базилярная (подбородочно-теменная)	26%	31%	-	28%	18%	-	27%	12%
Задняя аксиальная косая (по Майеру)	20%	27%	12%	27%	27%	-	5%	5%
Задняя аксиальная косая (по Арселину)	18%	20%	-	36%	23%	-	14%	17%

Основные и специальные проекции

На последующих страницах продемонстрированы и описаны некоторые основные и специальные проекции для придаточных пазух носа, сосцевидных отростков и/или височной кости.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные базовые проекции, также именуемые «стандартными», — это проекции или укладки, которые чаще всего используют в диагностике контактных пациентов.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции — проекции, которые чаще всего используются как дополнительные для лучшего отображения определенных патологических состояний или особых частей тела.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Придаточные пазухи носа
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая, 427
- Передняя (по Колдвелу), 428
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу), 429

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная, 430
- Теменно-акантиальная трансоральная (с открытым ртом, по Уотерсу), 431

Сосцевидные отростки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная косая (по Лоу, модифицированная), 432
- Аксиолатеральная косая (задняя профильная), (по Стенверсу), 433
- Задняя аксиальная (по Тауну), 434

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная (по Шюллеру), 435
- Аксиолатеральная косая (по Арселину — обратная к Стенверсу), 436
- Аксиолатеральная косая (по Майеру и модифицированная по Оуену), 437

Височные кости и/или каменистые пирамиды
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну), 434
- Подбородочно-теменная (ПБТ), 438

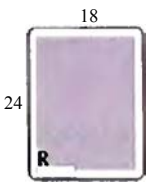
БОКОВАЯ УКЛАДКА ДЛЯ ПРАВОЙ ИЛИ ЛЕВОЙ БОКОВОЙ ПРОЕКЦИИ ПАЗУХИ

Пазухи
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Передняя (по Колдвелу)
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу)

Выявляемая патология

Воспалительные состояния (синуситы, вторичный остеомиелит) и полипы в пазухах.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
15	70	5	390	100	НСЗ
			мкГр		

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная (см. примечание).

Укладка снимаемой области

- Голова боковой стороной прижата к поверхности стола или вертикальной стойки снимков, при этом ближе всего к кассете расположена изучаемая область.
- Голова должна находиться в **истинно боковой укладке**, а тело повернуто так как удобно пациенту. (Срединная сагиттальная плоскость параллельна кассете).
- **Межзрачковая линия** выравнивается **перпендикулярно** кассете (нет наклона головы),
- Подбородок находится в таком положении, чтобы подглазнично-ушная линия была перпендикулярна кассете.

Центральный луч

- **Горизонтальный ЦЛ** направлен перпендикулярно кассете.
- ЦЛ направлен на точку, расположенную посредине между внешним углом глаза и НСО.
- Центрируйте кассету по ЦЛ.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по области пазух.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание: для визуализации границы воздуха и жидкости требуется вертикальная укладка с горизонтальным направлением рентгеновского пучка. Жидкость внутри придаточных пазух носа густая и желатинообразная, она прилипает к стенкам полости, и поэтому для появления границы между жидкостью и воздухом после смены положения пациента (например, из горизонтального в вертикальное), подождите некоторое время (по меньшей мере 5 мин), пока жидкость не соберется в нижнем отделе полости.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Клиновидные пазухи, которые накладываются на лобные, решетчатые и верхнечелюстные пазухи, турецкое седло и крыши глазниц.

Укладка. • О точной укладке черепа без ротации или наклона говорит наложение ветвей нижней челюсти, крыши глазниц и больших крыльев клиновидной кости. • Отсутствие ротации турецкого седла.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Центр области диафрагмирования находится сразу позади глазницы и включает лобные, клиновидные, решетчатые и верхнечелюстные пазухи.

Параметры экспозиции. • Достаточная контрастность и плотность снимка для визуализации клиновидных пазух через кости мозгового черепа без переэкспонирования верхнечелюстных и лобных пазух. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13-30. Вертикальная укладка для правой боковой проекции (вертикальная стойка снимков)



Рис. 13-31. Рентгенограмма пазух в боковой проекции

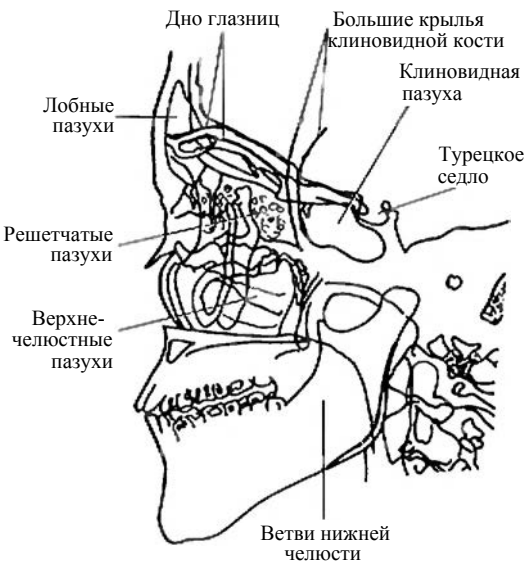


Рис. 13-32. Анатомическая схема пазух в боковой проекции

Если вертикальная укладка невозможна, то следует выполнить латерограмму, как в случае боковой проекции при травме костей лицевого черепа, описанной в главе 19.

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ПАЗУХИ

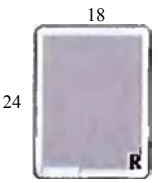
по Колдвелу

Пазухи
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Передняя (по Колдвелу)
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу)

Выявляемая патология

Воспалительные состояния (синуситы, вторичный остеомиелит) и полипы в пазухах.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Вертикальная стойка снимков должна быть наклонена на 15°, если возможно. Горизонтальное направление ЦЛ (см. примечание).
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
21	75	24	2650	460	НСЗ

мкГр

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная (см. примечание).

Укладка снимаемой области

- Нос и лоб пациента прижаты к вертикальной стойке снимков, при этом шея разогнута так, чтобы **глазнично-ушная линия была направлена под углом 15° к горизонтали**. Между лбом пациента и вертикальной стойкой снимков кладут рентгенопрозрачную опору (рис. 13-33). Направление **ЦЛ остается горизонтальным**. (См. альтернативный способ, с наклоненной на 15° стойкой снимков.)
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна средней линии** растра или стойки снимков.
- Центрируйте кассету по ЦЛ и назиону, **без ротации** головы.

Центральный луч

- **Горизонтальный ЦЛ** выравнивается параллельно полу (см. примечание).
- ЦЛ направлен так, **чтобы он вышел в точке назиона**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по области пазух.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание.

Примечание: для получения четкого изображения границы воздуха и жидкости необходимо **горизонтальное** направление ЦЛ при **вертикальном** положении пациента.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Лобные пазухи, спроецированные над лобно-носовым швом. • Передние решетчатые околоносовые пазухи визуализируются латерально по отношению к каждой носовой кости, прямо под лобными пазухами.

Укладка. • На точную укладу черепа без ротации или наклона указывает одинаковое расстояние от бокового края глазницы до боковой границы черепа по обеим сторонам. • Одинаковое расстояние от срединной сагиттальной плоскости (определяется по положению петушиного гребня) до внешнего края глазницы по обеим сторонам. • Правильное выравнивание глазнично-ушной линии и ЦЛ проецирует каменистые гребни в нижнюю треть глазниц.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Лобные и передние решетчатые пазухи включены в снимок и находятся в центре поля диафрагмирования и снимка.

Параметры экспозиции. Достаточная контрастность и плотность изображения лобных и решетчатых пазух. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13-33 Горизонтальный ЦЛ, глазнично-ушная линяя под углом 15° к ЦЛ (если наклон невозможен). Вставка: при вертикальной укладке отсеивающий растр наклонен на 15°



Рис 13-34. Рентгенограмма пазух в передней проекции

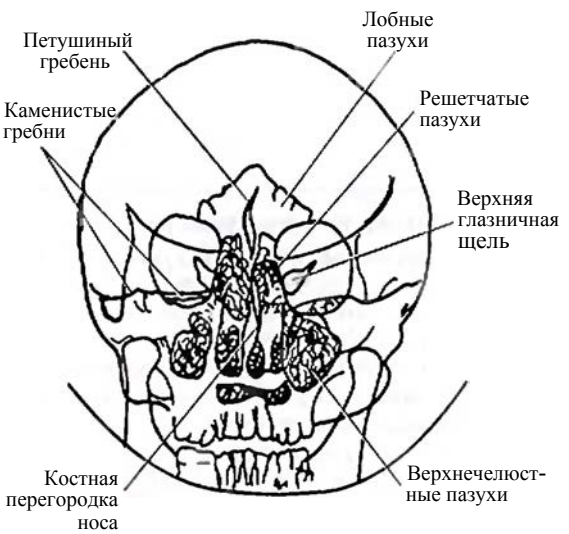


Рис. 13-35. Анатомическая схема пазух в передней проекции

Альтернативный способ: кассетодержатель стойки снимков наклоняют на 15°, как показано на вставке в рис. 13-33. Лоб и нос пациента упираются в поверхность стойки, при этом **глазнично-ушная линия перпендикулярна поверхности кассеты и по отношению к ЦЛ ее угол составляет 15°**.

ТЕМЕННО-АКАНТИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПАЗУХИ

по Уотерсу

Пазухи
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Боковая
- Передняя (по Колдвелу)
- Теменно-акантиальная (по Уотерсу)

Выявляемая патология

Воспалительные состояния (синуситы, вторичный остеомиелит) и полипы в пазухах.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
24	75	28	3310	460	НСЗ

мкГр

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная (см. примечание).

Укладка снимаемой области

- Шея разогнута, подбородок и нос прижаты к поверхности стойки снимков.
- Голову располагают так, чтобы **подбородочно-ушная линия была перпендикулярна** кассете; глазнично-ушная линия образует с плоскостью кассеты угол 37°.
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии растра или поверхности стойки снимков.
- Нет ротации или наклона черепа.
- Центрируйте кассету по ЦЛ и акантиону.

Центральный луч

- **Горизонтальный ЦЛ перпендикулярен** кассете, ЦЛ направлен так, чтобы он вышел в точке **акантиона**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по области пазух.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание.

Примечание: для получения четкого изображения границы воздуха и жидкости необходимо горизонтальное направление пучка излучения и вертикальное положение пациента.

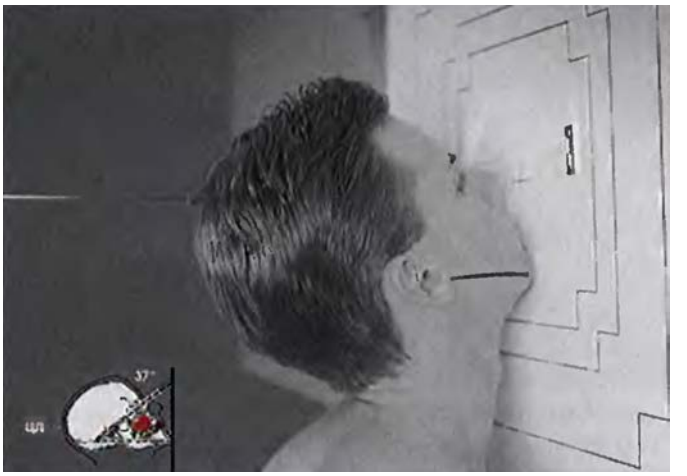


Рис. 13-36. Теменно-акантиальная проекция (пациент у вертикальной стойки снимков): ЦЛ и подбородочно-ушная линия перпендикулярны (глазнично-ушная линия образует с плоскостью кассеты угол 37°)

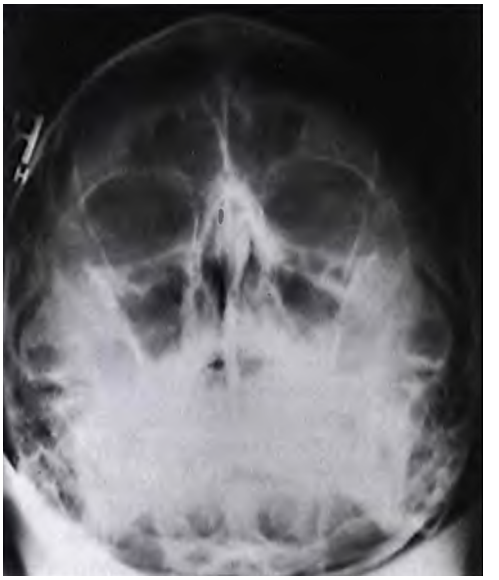


Рис. 13-37. Рентгенограмма пазух в теменно-акантиальной проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Верхнечелюстные пазухи (нижняя их часть визуализируется без наложения альвеолярных отростков и каменистых гребней), подглазничный край и лобные пазухи в наклонной проекции.

Укладка. • На отсутствие ротации черепа указывает одинаковое расстояние от срединной сагиттальной плоскости (определяется по положению костной части носовой перегородки) до внешнего края глазницы с обеих сторон. • Одинаковое расстояние от бокового края глазницы до боковой границы черепа с обеих сторон. • При соответствующем разгибании шеи каменистые гребни визуализируются ниже верхнечелюстных пазух.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Поле диафрагмирования с центром на акантионе охватывает лобные и верхнечелюстные пазухи.

Параметры экспозиции. • Достаточная для визуализации верхнечелюстных пазух контрастность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.

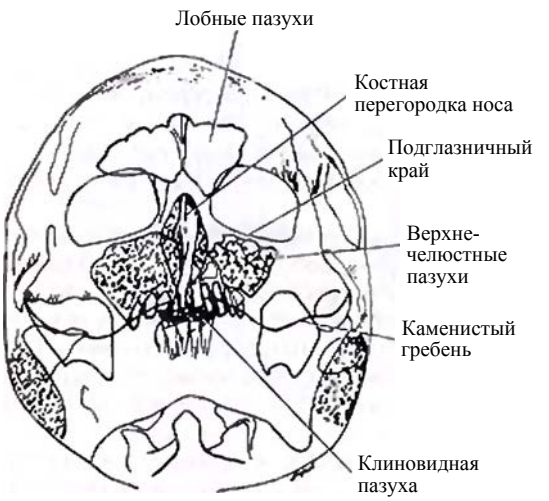


Рис. 13-38. Анатомическая схема пазух и теменно-акантиальной проекции

ПОДБОРОДОЧНО-ТЕМЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПАЗУХИ

Пазухи
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Подбородочно-теменная

Выявляемая патология

Воспалительные состояния (синуситы, вторичный остеомиелит) и полипы в пазухах.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
22	75	34	3630	690	НСЗ

мкГр

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы и шеи все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная, если возможно, чтобы показать границу воздуха и жидкости.

Укладка снимаемой области

- Подбородок пациента поднят; его голова откинута назад так, чтобы **подглазнично-ушная линия была параллельна** поверхности стойки снимков (см. примечание).
- Голова опирается на макушку.
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии растра или поверхности стойки снимков, **нет ротации или наклона головы**.

Центральный луч

- ЦЛ направлен **перпендикулярно подглазнично-ушной линии** (см. примечание).
- ЦЛ направлен на середину отрезка между углами нижней челюсти, на уровне 4-5 см ниже симфиза нижней челюсти.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по четырем сторонам области пазух.

Дыхание. Пациенту нужно задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание: если пациент не может в достаточной степени разогнуть шею (откинуть назад голову), то ЦЛ надо направить под углом от горизонтальной плоскости, чтобы он был перпендикулярен подглазнично-ушной линии.

Эта укладка очень неудобна для пациента; все параметры экспозиции должны быть выставлены до начала процедуры. Укладку и снимок выполняют как можно быстрее.



Рис. 13-39. Подбородочно-теменная проекция (у вертикальной стойки снимков)



Рис. 13-40. Рентгенограмма пазух в подбородочно-теменной проекции

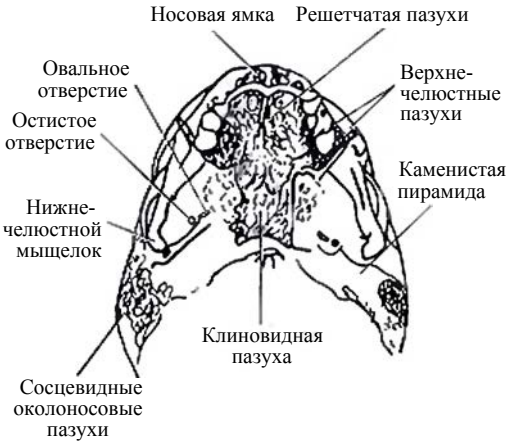


Рис. 13-41. Анатомическая схема пазух в подбородочно-теменной проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Клиновидные пазухи, решетчатые пазухи, носовые ямки и верхнечелюстные пазухи.

Укладка. • При точном направлении ЦЛ относительно подглазнично-ушной линии на снимке видны: **нижнечелюстные мыщелки, проецирующиеся кпереди от каменистых гребней**, симфиз нижней челюсти, накладывающийся спереди от лобной кости.

• На отсутствие ротации или наклона черепа указывает симметричность каменистых пирамид; одинаковое с обеих сторон расстояние от границы нижней челюсти до боковой границы черепа.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Поле диафрагмирования охватывает клиновидные, верхнечелюстные и решетчатые пазухи, при этом клиновидная пазуха расположена приблизительно в центре.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения клиновидных и решетчатых пазух контрастность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.

ТЕМЕННО-АКАНТИАЛЬНАЯ ТРАНСОРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: ПАЗУХИ

с открытым ртом, по Уотерсу

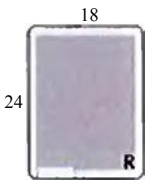
Пазухи
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Подбородочно-теменная
- Теменно-акантиальная чрезротовая (с открытым ртом по Уотерсу)

Выявляемая патология

Воспалительные состояния (синуситы, вторичный остеомиелит) и полипы в пазухах.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
24	75	28	3310	460	НСЗ
			мкГр		

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка **вертикальная** (см. примечание).

Укладка снимаемой области

- Шея разогнута подбородок и нос прижаты к поверхности вертикальной стойки снимков.
- Голова должна быть расположена так, чтобы **глазнично-ушная линия образовывала** с плоскостью кассеты **угол в 37° (подбородочно-ушная линия при этом будет перпендикулярна** плоскости кассеты, если рот пациента закрыт).
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии растра или поверхности стойки снимков, **нет ротации или наклона**.
- Проинструктируйте пациента открыть рот. Рекомендуем использовать фразу — опустите нижнюю челюсть, не двигая при этом головой. (Подбородочно-ушная линия, после того как пациент открыл рот, перестает быть перпендикулярной плоскости кассеты.)
- Центр кассеты и ЦЛ приходится на **акантион**.

Центральный луч

- **Горизонтальный ЦЛ перпендикулярен** кассете.
- ЦЛ направлен таким образом, чтобы он **вышел в точке акантиона**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется со всех четырех сторон области пазух.

Дыхание. Пациент задерживает дыхание во время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Верхнечелюстные пазухи (нижние их отделы должны быть без наложения на них альвеолярных отростков и каменистых гребней), подглазничный край, лобные пазухи в наклонней проекции и клиновидные пазухи, видимые через открытый рот.

Укладка. • На отсутствие ротации черепа указывает одинаковое расстояние от срединной сагиттальной плоскости (определяется по положению костной носовой перегородки) до внешнего края глазницы с обеих сторон, одинаковое расстояние от бокового края глазницы до компактной внешней пластинки черепа с двух сторон. При достаточном разгибании шеи каменистые гребни должны располагаться ниже верхнечелюстных пазух.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Поле диафрагмирования включает лобные, верхнечелюстные и клиновидные пазухи, при этом верхнечелюстные пазухи находятся в центре.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения верхнечелюстных и клиновидных пазух контрактность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13 -42. Теменно-акантиальная трансоральная проекция (вертикальная стойка снимков)

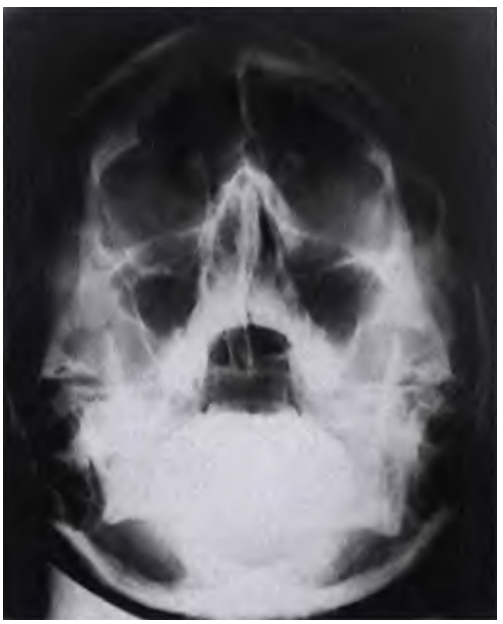


Рис. 13-43. Рентгенограмма пазух в теменно-акантиальной трансоральной проекции

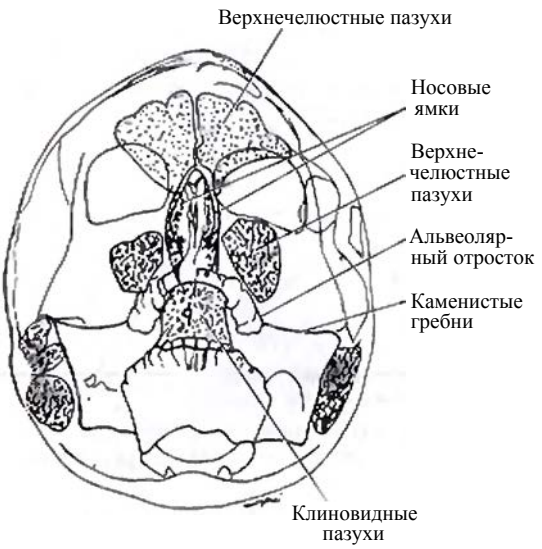


Рис. 13-44. Анатомическая схема пазух в теменно-акантиальной чрезротовой проекции

Примечание: для получения отчетливого изображения границы воздуха и жидкости необходимо горизонтальное направление ЦЛ и вертикальное положение пациента.

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ: СОСЦЕВИДНЫЕ ОТРОСТКИ

модифицированная по Лоу

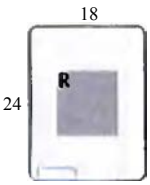
Сосцевидные отростки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиальная косая (модифицированная по Лоу)
- Аксиолатеральная косая (по Стенверсу)
- Задняя аксиальная (по Тауну)

Выявляемая патология

Эта проекция демонстрирует выраженные патологические изменения костной структуры сосцевидных отростков.

Для сравнения обычно исследуют обе стороны.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза.

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
15	75	14	1290	380	НСЗ

мкГр

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или пронационная. **Лентой закрепите отогнутые вперед ушные раковины** во избежание их наложения на сосцевидный отросток.

Укладка снимаемой области

- Голова боковой стороной прижата к поверхности стойки снимков, при этом ближе всего к кассете находится изучаемая сторона; тело пациента наклонено так, как ему удобно.
- Срединная сагиттальная плоскость параллельна поверхности стойки снимков. Из боковой укладки **поверните лицо пациента к кассете на 15°**. Для предотвращения наклона **межзрачковая линия должна быть перпендикулярна** поверхнос - ти стойки снимков.
- Подбородок должен быть поднят таким образом, чтобы подглазнично-ушная линия была перпендикулярна переднему краю кассеты.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ составляет **15° каудально**.
- ЦЛ **направлен** на **2,5 см кзади и выше верхней части НСО** так, чтобы **ЦЛ вышел на уровне нижней границы верхушки сосцевидного отростка**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется так, чтобы область снимка представляла собой квадрат со стороной 10 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Боковая проекция сосцевидных отростков и ближайшего к кассете костного лабиринта.

Укладка. • На правильность укладки указывает: исследуемый отросток (прилежащий к кассете) визуализируется без наложения противоположного отростка (с верхней стороны). • Височно-нижнечелюстной сустав виден кпереди от снимаемого сосцевидного отростка. • Ушная раковина не накладывается на сосцевидный отросток.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Воздухоносные ячейки снимаемом сосцевидного отростка находятся в центре поля диафрагмирования, центр снимка расположен сразу позади НСП.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения сосцевидных отростков контрастность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13-45. Аксиолатеральная косая проекция: косая 15° (поворот головы) угол наклона ЦЛ 15° каудально



Рис. 13-46. Рентгенограмма сосцевидного отростка в аксиолатеральной косой проекции

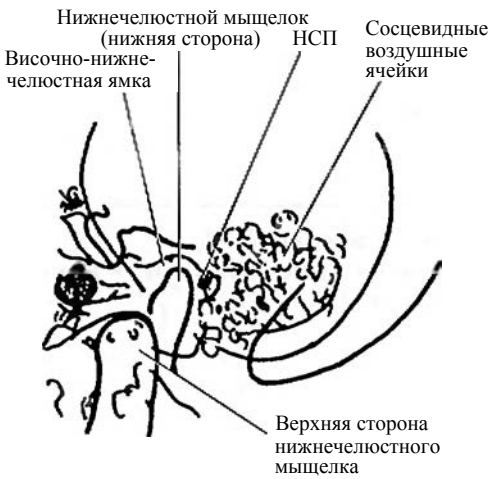


Рис. 13-47. Анатомическая схема сосцевидного отростка в аксиолатеральной косой проекции

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ - ЗАДНЯЯ ПРОФИЛЬНАЯ: СОСЦЕВИДНЫЕ ОТРОСТКИ

по Стенверсу

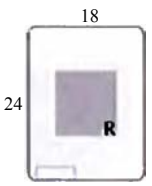
Сосцевидные отростки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиальная косая (модифицированная по Лоу)
- Аксиолатеральная косая (по Стенверсу)
- Задняя аксиальная (по Тауну)

Выявляемая патология

Эта проекция демонстрирует выраженные патологические изменения височной кости (например, неврому слухового нерва), которая может вызывать асимметрию внутренних слуховых каналов.

Для сравнения обычно исследуют обе стороны.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД Гон.	
16	75	20	1840	550	НСЗ
				мкГр	

Укладка пациента

Изучите морфологию черепа для определения угла его поворота. Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка пронационная или вертикальная.

Укладка снимаемой области

- Подбородок расположен так, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** кассете.
- Поверните голову на **45° (мезо-краниальный череп), при этом изучаемая сторона находится внизу.** (Оцените морфологию черепа, чтобы определить нужный угол поворота.)
- Нижняя сторона области сосцевидного отростка выравнивается по ЦЛ и центральной линии кассеты.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ составляет **12° в краниальном направлении**, ЦЛ направлен на область примерно **7-10 см кзади** и на **1,25 см ниже верхней части НСО** так, чтобы ЦЛ вышел через нижнюю часть сосцевидного отростка.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется так, чтобы область снимка представляла собой квадрат со стороной 10 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Каменистая пирамида в профиль, костный лабиринт, барабанная полость, внутренний слуховой канал и сосцевидные ячейки (с верхушкой отростка), спроецированные в стороне от затылочной кости.

Укладка. • Изображение при точной укладке характеризуется следующим. • Нижнечелюстной мыщелок накладывается на шейный отдел позвоночника. • Внутренний слуховой канал, улитка и полукружные каналы (костный лабиринт) располагаются ниже каменистого гребня. • Сосцевидный отросток в профиль виден ниже края мозгового черепа. Задний край ветви нижней челюсти накладывается на задний край шейного отдела позвоночника.

Диафрагмирование и ЦЛ. • В поле диафрагмирования включены и находятся в центре снимка каменистый гребень и сосцевидный отросток изучаемой стороны.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения костного лабиринта и каменистого отдела без переэкспонирования сосцевидного отростка контрастность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13-48. Аксиолатеральная косая — задняя профильная: 45° передняя косая; угол 12° краниально



Рис. 13-49. Рентгенограмма сосцевидного отростка в аксиолатеральной косой проекции — задней профильной

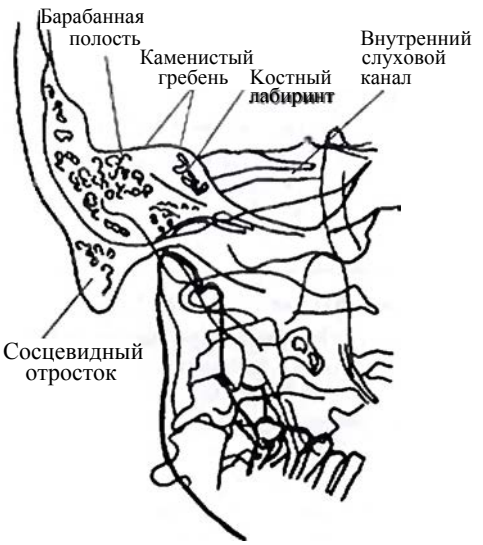


Рис. 13-50. Анатомическая схема сосцевидного отростка в аксиолатеральной косой проекции — задней профильной

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время экспозиции.

Примечание: для получения резкого изображения структур височной кости важно использовать малое фокусное пятно и выполнить диафрагмирование максимально близко к области интереса.

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: СОСЦЕВИДНЫЕ ОТРОСТКИ

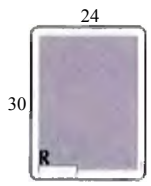
по Тауну

Сосцевидные отростки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиальная косая (модифицированная по Лоу)
- Аксиолатеральная косая (по Стенверсу)
- Задняя аксиальная (по Тауну)

Выявляемая патология

Выраженные патологические изменения височной кости (например, невринома слухового нерва).

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
18	80	26	3260	840	НС3

мкГр

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная, при которой затылок пациента прижат к поверхности вертикальной стойки снимков.

Укладка снимаемой области

- Подбородок опущен так, чтобы **глазнично-ушная или подглазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** кассете (см. примечание).
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** средней линии растра или поверхности стойки снимков для предотвращения ротации и/или наклона головы.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ составляет **30° каудально к глазнично-ушной линии или 37° к подглазнично-ушной линии**.
- Центр ЦЛ направлен к срединной сагиттальной плоскости на уровне **5 см выше глабеллы так, чтобы ЦЛ прошел через уровень НСП**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по внешним краям черепа.

Дыхание. Пациент задерживает дыхание во время экспозиции.

Примечание: если пациент не может опустить подбородок так, чтобы **глазнично-ушная линия** была перпендикулярна кассете вместо этого расположите перпендикулярно кассете **подглазнично-ушную линию**, увеличив угол ЦЛ до 37° каудально.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Спинка седла и задние наклоненные отростки в большом отверстии, обе каменистые пирамиды, сосцевидные ячейки и костный лабиринт.

Укладка. • Череп визуализируется без поворота или наклона, на что указывают симметричность каменистых гребней (нет ротации), равное расстояние от большого отверстия до бокового края черепа с каждой стороны (нет наклона). • Правильное отношение базальной линии по отношению к ЦЛ выражается проецированием спинки седла и задних наклоненных отростков в большом отверстии.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Поле диафрагмирования включает оба каменистых гребня и сосцевидные ячейки, с центром приблизительно на уровне большого отверстия.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения костного лабиринта без переэкспонирования сосцевидных отростков контрастность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13-51. Задняя аксиальная — ЦЛ 30° к глазнично-ушной линии или ЦЛ 37° к подглазнично-ушной линии



Рис. 13-52. Рентгенограмма сосцевидных отростков в задней аксиальной проекции

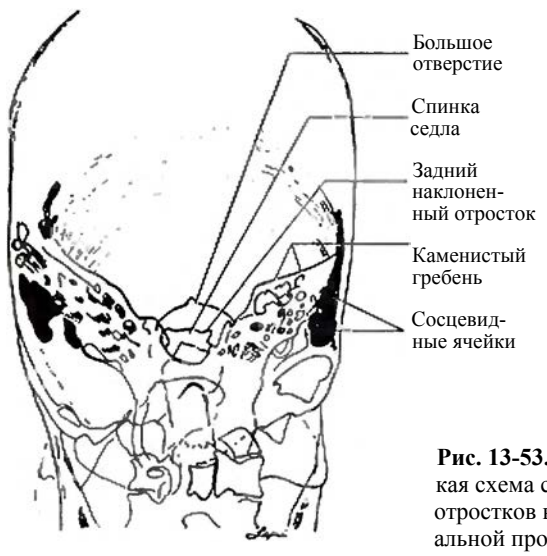


Рис. 13-53. Анатомическая схема сосцевидных отростков в задней аксиальной проекции

Это сохраняет **угол в 30° между глазнично-ушной линией и ЦЛ** и демонстрирует те же отношения анатомических структур. (Угол между глазнично-ушной и подглазнично-ушной линиями составляет 7°.)

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ: СОСЦЕВИДНЫЕ ОТРОСТКИ

по Шюллеру

Выявляемая патология

Выраженные патологические изменения сосцевидного отростка.

Для сравнения исследуют обе стороны.

Сосцевидные отростки
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная (по Шюллеру)
- Аксиальная косая (по Арселину - обратная к Стенверсу)
- Аксиолатеральная косая (по Майеру и модифицированная по Оуену)

Технические условия исследования



- Размер кассеты - 18 х 24 см, расположенно продольное.
- Подвижный или неподвижный растр
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
18	75	14	1290	380	НСЗ

мкГр

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка полупронационная, вертикальная или горизонтальная.

Укладка снимаемой области

- Лентой закрепите отогнутые вперед ушные раковины во избежание их наложения на сосцевидный отросток.
- Голова боковой стороной прижата к поверхности стола/вертикального, отсеивающего растра, при этом ближе к кассете находится снимаемая сторона.
- Голова находится в **истинной боковой** укладке, тело наклонено так, как удобно пациенту.
- **Межзрачковая линия перпендикулярна** кассете.
- **Срединная сагиттальная плоскость параллельна кассете**.
- **Подглазнично-ушная линия перпендикулярна** переднему краю кассеты.

Центральный луч

- Угол наклона ЦЛ составляет **25-30° каудально**, ЦЛ **направлен на область примерно на 4 см выше и позади верхней части НСП так, чтобы ЦЛ вышел на уровне нижней части верхушки сосцевидного отростка.**
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется так, чтобы область снимка представляла собой квадрат со стороной 10 см.

Дыхание. Пациент во время экспозиции должен задержать дыхание.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Боковая проекция сосцевидных ячеек и костный лабиринт ближайшей к кассете стороны. • Нижнечелюстной мыщелок и височно-нижнечелюстной сустав видны кпереди от снимаемых сосцевидных ячеек.

Укладка. • При правильном наклоне ЦЛ снимаемый сосцевидный отросток располагается выше другого отростка. (Меньший угол ЦЛ приведет к некоторому наложению сосцевидных отростков.) • Ушная раковина не накладывается на снимаемый сосцевидный отросток.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Воздушные ячейки сосцевидного отростка, являющиеся предметом исследования, находятся в центре поля диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения сосцевидных ячеек контрастность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13-54. Аксиолатеральная проекция, истинная боковая укладка ЦЛ 25-30° каудально

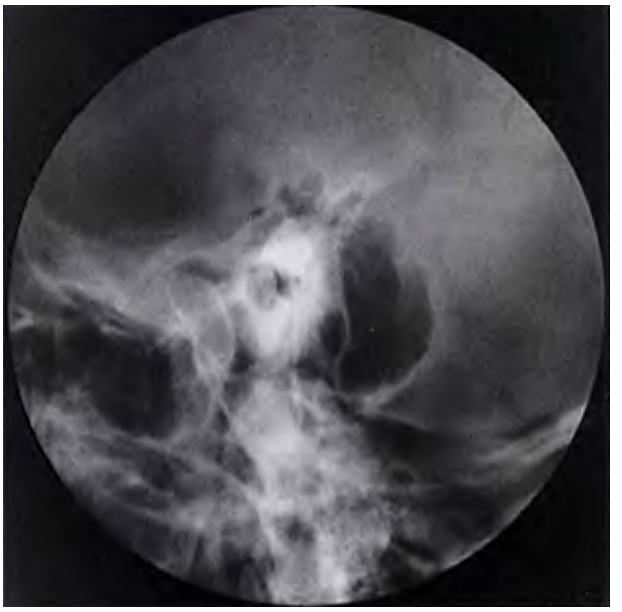


Рис. 13-55. Рентгенограмма сосцевидных отростков в аксиолатеральной проекции (по Шюллеру)

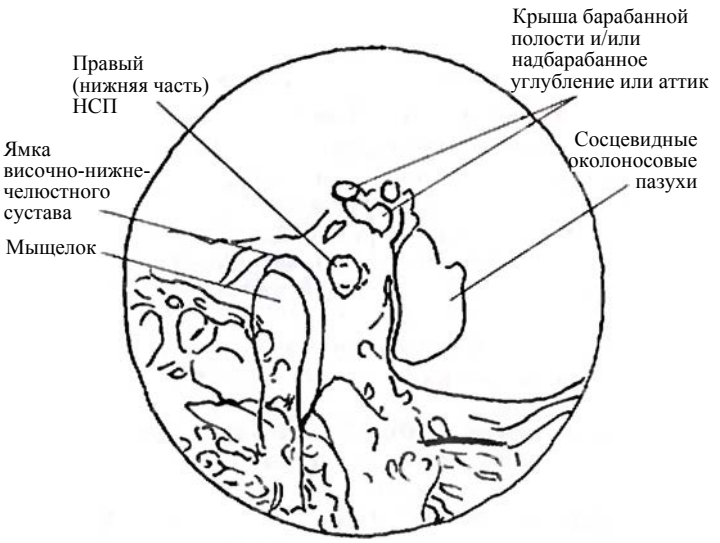


Рис. 13-56. Анатомическая схема сосцевидных отростков в аксиолатеральной проекции (по Шюллеру)

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ - ПЕРЕДНЯЯ ПРОФИЛЬНАЯ: СОСЦЕВИДНЫЕ ОТРОСТКИ

по Арселину (обратная к Стенверсу)

Сосцевидные отростки
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная (по Шюллеру)
- Аксиальная косая (по Арселину - обратная к Стенверсу)
- Аксиолатеральная косая (по Майеру и модифицированная по Оуену)

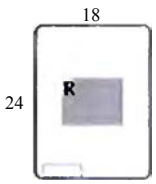
Выявляемая патология

Выраженные патологические изменения височной кости (например, неврома глухового нерва).

Эта проекция в первую очередь подходит пациентам, для кого невозможна пронационная укладка для передней косой проекции (по Стенверсу).

Для сравнения исследуют обе стороны.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 х 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
15	75	20	1840 мкГр	540	НСЗ

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная.

Укладка снимаемой области

- Поверните голову пациента на 45° от снимаемой стороны (снимается приподнятая сторона).
- Подбородок расположен так, чтобы подглазнично-ушная линия была перпендикулярна поверхности стола (решетки).
- Приподнятая область сосцевидного отростка выравнивается по ЦЛ и центральной линии поверхности стола или отсеивающей решетки.

Центральный луч

- Угол наклона **ЦЛ** составляет **10° каудально**, ЦЛ направлен на область **2,5 см спереди и 2 см выше приподнятого НСО**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется прямоугольным полем, охватывающим пирамиду снимаемой (поднятой) стороны.

Дыхание. Пациент во время экспозиции должен задержать дыхание.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Виден каменистый гребень приподнятой стороны, так как при данной укладке он расположен параллельно кассете. • Височно-нижнечелюстной сустав приподнятой стороны виден кпереди от снимаемых сосцевидных ячеек.

Укладка. • На снимке при правильной укладке нижнечелюстной мыщелок накладывается на шейный отдел позвоночника, внутренней слуховой канал, улитка и полукружные каналы (костный лабиринт) видны ниже каменистого гребня. • Сосцевидный отросток изображен в профиль ниже края мозгового черепа. • Задний край нижнечелюстной ветви накладывается на задний край шейного отдела позвоночника.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Каменистый гребень и сосцевидный отросток исследуемой стороны находятся в центре поля диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения структур височной кости контрастность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13-57. Аксиолатеральная косая проекция — правая сторона поднята. 45° косая, ЦЛ 10° каудально

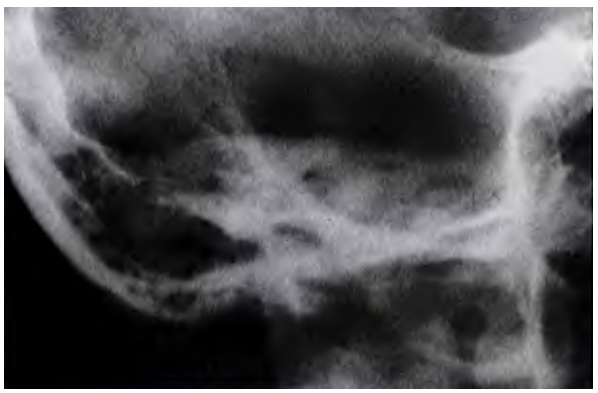


Рис. 13-58. Рентгенограмма сосцевидных отростков в аксиолатеральной косой проекции (передний профиль)

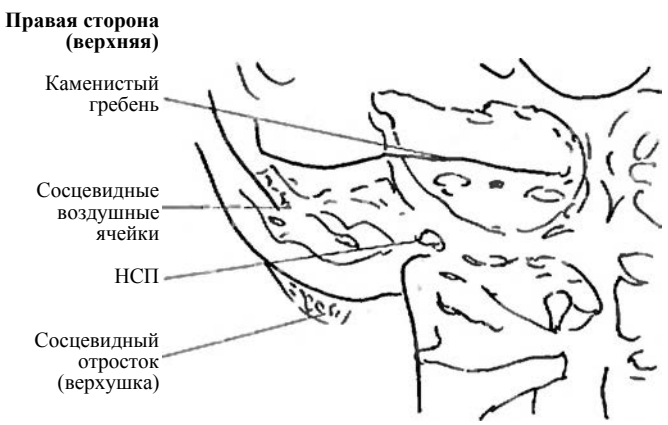


Рис. 13-59. Анатомическая схема сосцевидных отростков в аксиолатеральной косой проекции (передний профиль)

АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ: СОСЦЕВИДНЫЕ ОТРОСТКИ

по Майеру и модификация по Оуену

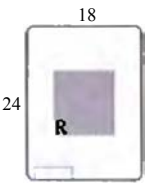
Сосцевидные отростки
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Аксиолатеральная (по Шюллеру)
- Аксиальная косая (по Арселину - обратная к Стенверсу)
- Аксиолатеральная косая (по Майеру и модифицированная по Оуену)

Выявляемая патология

Выраженные патологические изменения структур сосцевидного отростка.

Для сравнения исследуют обе стороны.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 18 x 24 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Уставки и доза:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
18	80	26	3230	820	НСЗ

мкГр

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная или супинационная.

Укладка снимаемой области

- Подбородок расположен так, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **перпендикулярна** кассете.
- Поверните голову пациента на 45° к снимаемой стороне (ближайшей к кассете).
- Нижняя часть каменистой пирамиды выравнивается по ЦЛ и центральной линии стола или отсеивающей решетки.

Центральный луч

- Угол наклона **ЦЛ — 45° каудально**, ЦЛ направлен примерно на **7,5 см над надбровной дугой** так, чтобы ЦЛ **проходил через точку**, расположенную примерно **на 2,5 см спереди нижнего уровня НСО**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Альтернативная проекция — модификация по Оуену: отличие от вышеописанной проекции по Майеру состоит в меньшем наклоне головы и меньшем наклоне ЦЛ (поворот головы 30-40° из бокового положения и наклон ЦЛ составляет 30-40° каудально).

Диафрагмирование выполняется так, чтобы область снимка представляла собой квадрат со стороной 10 см.

Дыхание. Пациент во время экспозиции должен задержать дыхание.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Видна нижняя часть каменистого отдела, включая границы ячеистой части сосцевидного отростка и структуры костного лабиринта.

Укладка. • При точной укладке и правильном угле ЦЛ виден каменистый отдел, расположенный медиально и ниже сосцевидного отдела (как видно на вставке на рис. 13-60).

Диафрагмирование и ЦЛ. • Сосцевидные ячейки исследуемой стороны находятся в центре поля диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения костного лабиринта контрастность и плотность снимка без переэкспонирования сосцевидного отростка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.

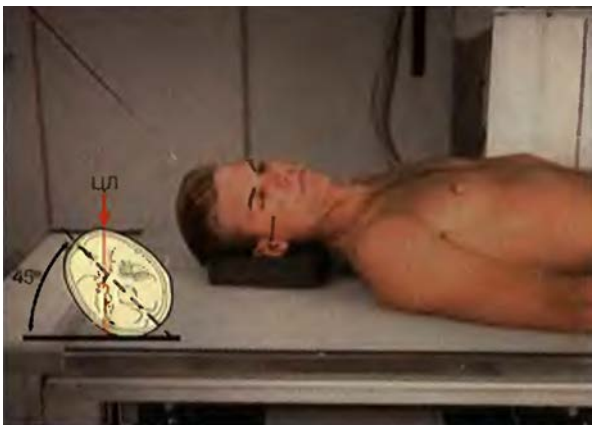


Рис. 13-60. Аксиолатеральная косая проекция 45° задняя косая; ЦЛ 45° каудально. Модификация метода Оуена: 30-40° косая; ЦЛ 30-40° каудально



Рис. 13-61. Рентгенограмма сосцевидных отростков в аксиолатеральной косой проекции

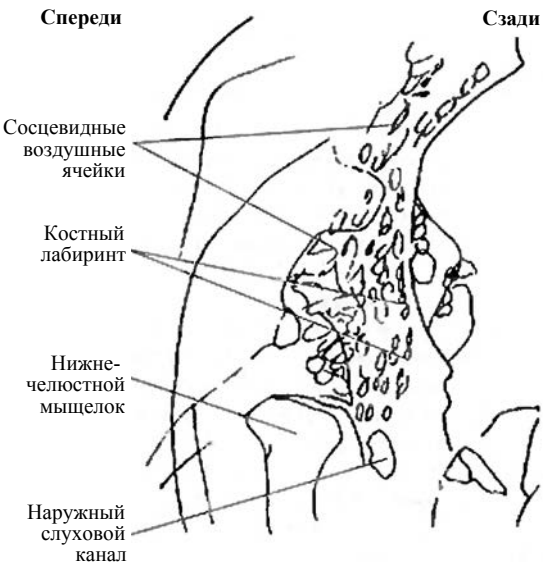


Рис. 13-62. Анатомическая схема сосцевидных отростков в аксиолатеральной косой проекции

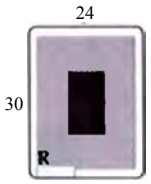
ПОДБОРОДОЧНО-ТЕМЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ: ВИСОЧНЫЕ КОСТИ И/ИЛИ КАМЕНИСТЫЕ ПИРАМИДЫ

Височные кости и/или каменистые пирамиды
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя аксиальная (по Тауну), стр. 434
- Подбородочно-теменная

Выявляемая патология

Выраженная патология височной кости, например, неврома слухового нерва которая может вызвать асимметрию внутренних слуховых каналов.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.

Укладка пациента

Пациент должен снять с головы и шеи все предметы из металла, пластика. Укладка вертикальная (или супинационная, если вертикальная невозможна)

Укладка снимаемой области

- Подбородок поднят, голова отклонена назад так, чтобы **подглазнично-ушная линия** была **параллельна** поверхности стойки снимков (см. примечания).
- Голова опирается на макушку.
- **Срединная сагиттальная плоскость перпендикулярна** ЦЛ и средней линии растра или поверхности стойки снимков.

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно подглазнично-ушной линии (см. примечания).
- ЦЛ направлен на **середину отрезка между углами нижней челюсти**, на уровне 6-8 см ниже симфиза нижней челюсти.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по снимаемой области.

Дыхание. Пациент во время экспозиции должен задержать дыхание.

Примечание: если пациент не в состоянии в достаточной степени разогнуть шею (отклонить голову назад), ЦЛ должен быть наклонен так, чтобы он был **перпендикулярен подглазнично-ушной линии**.

Эта укладка очень неудобна для пациента; все параметры экспозиции должны быть выставлены до начала процедуры, исследование выполняют как можно быстрее.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Каменистые пирамиды с двух сторон, включая внутренние слуховые каналы, костные лабиринты и барабанные полости, овальное отверстие и остистое отверстие.

Укладка. • Нет поворота или наклона черепа, на что указывает равное расстояние между контуром нижней челюсти и боковой границей черепа с обеих сторон. • Симметричность пирамид.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Поле диафрагмирования центрировано по пирамидам и сосцевидным отросткам височной кости.

Параметры экспозиции. • Достаточная для отображения пирамид контрастность и плотность снимка. • На отсутствие движения указывают резкие контуры костей на снимке.



Рис. 13-63. Подбородочно-теменная проекция — ЦЛ перпендикулярен подглазнично-ушной линии



Рис. 13-64. Рентгенограмма височных костей в подбородочно-теменной проекции

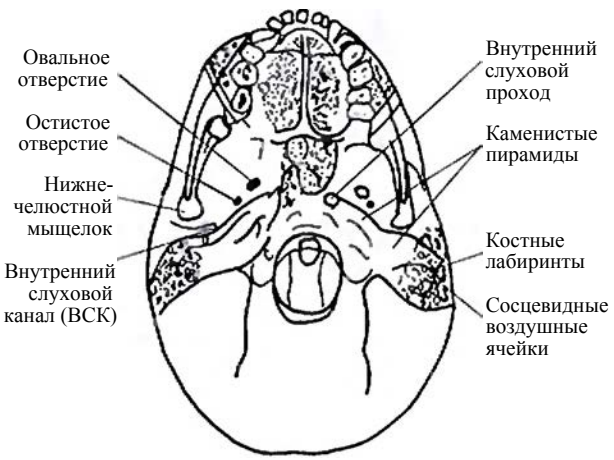


Рис. 13-65. Анатомическая схема височных костей в подбородочно-теменной проекции

Упражнения по рентгенограммам

Каждая из приведенных здесь рентгенограмм содержит ошибки и требует пересъемки. Оцените приведенные рентгенограммы, используя принципы, которые изложены в этой главе и категории, приведенные справа.

Для начала предлагается решить, к какой категории можно отнести повторяющуюся ошибку на всех снимках.

В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

	РЕНТГЕНОГРАММЫ			
	А	Б	В	Г
1. Видимые анатомические структуры	____	____	____	____
2. Укладка пациента	____	____	____	____
3. Диафрагмирование и ЦЛ	____	____	____	____
4. Параметры экспозиции	____	____	____	____
5. Маркировка	____	____	____	____



Рис. С13-66. Рентгенограмма пазух — теменно-акантиальная проекция (с открытым ртом, по Уотерсу) **А**



Рис. С13-67. Рентгенограмма пазух — теменно-акантиальная проекция (по Уотерсу) **Б**



Рис. С13-68. Рентгенограмма пазух — подбородочно-теменная проекция **В**



Рис. С13-69. Рентгенограмма пазух — подбородочно-теменная проекция **Г**

ГЛАВА 14

Верхний отдел желудочно-кишечного тракта

СОАВТОРЫ: **John P. Lampignano, M Ed, RT (R)**

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Barry T. Anthony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Пищеварительная система и распространенные рентгенографические исследования, 441
Рот (ротовая полость) и глотка, 442
Пищевод, 443
Желудок, 445
Распределение воздуха и бария в желудке, 446
Двенадцатиперстная кишка, 447
Анатомический обзор (рентгенограмма желудка и двенадцатиперстной кишки), 447
Пищеварение, 448
Телосложение, 449
Рентгенограммы верхнего отдела ЖКТ, демонстрирующие типы телосложения, 450

Рентгенологические исследования

Рентгенологические исследования пищеварительного тракта, 451
Контрастное вещество, 452
Двойное контрастирование, 453
Оборудование для рентгенографии и флюороскопии (Р/Ф), 454
Радиационная защита при флюороскопии, 455
Цифровая флюороскопия (ЦФ), 456
Эзофагография, 457
- Клинические показания для эзофагографии, 458
- Краткий перечень клинических показаний, 459
- Подготовка пациента и кабинета исследования пищевода, 460
- Выявление пищеводного рефлюкса, 461

Исследование верхнего отдела ЖКТ, 462
- Клинические показания для серии верхнего отдела ЖКТ, 462
- Краткий перечень клинических показаний, 464
- Подготовка пациента к исследованию ВЖКТ, 465
- Рентгенография в педиатрии и гериатрии, 466

Альтернативные методы исследования, 467

Укладки

Результаты опроса по США и Канаде, 468
Эзофагография — основные проекции и укладки
- Правая передняя косая укладка, 469
- Боковая укладка, 470
- Задняя (передняя) проекции, 471

Эзофагография — специальные проекции и укладки
- Левая передняя косая укладка, 472

Исследование верхнего отдела ЖКТ — основные проекции и укладки:
- Правая передняя косая укладка, 473
- Передняя проекция, 474
- Правая боковая проекция, 475
- Левая задняя косая укладка, 476
- Задняя проекция, 477

Пищеварительная система

Пищеварительная система включает в себя **пищеварительный тракт** и несколько **дополнительных органов**.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

Пищеварительный тракт начинается (1) **ротовой полостью** (рот); далее следует (2) **глотка**, (3) **пищевод**, (4) **желудок** и (5) **тонкая кишка**; завершает тракт (6) **толстая кишка** заканчивающаяся (7) **задним проходом**.

В этой главе рассматривается рентгеноанатомия и укладка органов пищеварительного тракта, начинающегося от (1) ротовой полости, до (5) двенадцатиперстной кишки. Об укладке оставшейся части тонкой кишки, (5) толстой кишки и (7) заднего прохода пойдет речь в 15 Главе.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ

Дополнительные органы пищеварения: **слюнные железы, поджелудочная железа, печень** и **желчный пузырь**.

ФУНКЦИИ

Пищеварительная система выполняет три основные функции.

1. **Первая** функция — принятие и переваривание пищи, воды, витаминов и минералов. Пища поглощается в виде углеводов, жиров и белков, которые должны быть обработаны и подготовлены для дальнейшего всасывания (иначе говоря — пища должна перевариться).
2. **Вторая** основная функция системы пищеварения — абсорбция/всасывание переваренных пищевых частиц, наряду с водой, витаминами и необходимыми элементами, из пищеварительного тракта в кровь или лимфатические капилляры.
3. **Третья** функция — вывод из организма ненужных веществ в виде плотных шлаков.

НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной главе представлены два самых распространенных рентгенографических исследования верхнего отдела ЖКТ. Они выполняются с помощью контрастного вещества.

Рентгенограмма пищевода, или исследование пищевода, с помощью сульфата бария (исследование глотки и пищевода)

Специфическое рентгенографическое исследование глотки и пищевода называется **эзофагографией**. Данная процедура изучает форму и функцию глотательного аспекта глотки и пищевода.

Исследование верхнего отдела ЖКТ (ВЖКТ) (исследование дистального отдела пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки)

Данное исследование дистального отдела пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки называется **исследованием верхнего отдела желудочно-кишечного тракта**, сокращенно ВЖКТ. Рентгенограмма в передней проекции из серии снимков **ВЖКТ** показана на рис. 14-2.

В качестве контрастного вещества предпочтение отдается сульфату бария, смешанному с водой. Белые области на рентгенограмме показывают желудок и двенадцатиперстную кишку, наполненные взвесью сульфата бария.

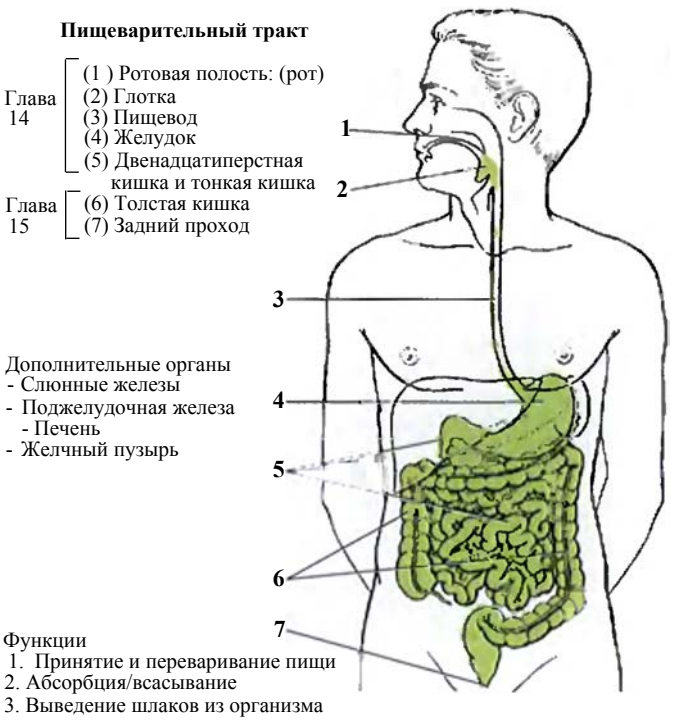


Рис. 14-1. Пищеварительная система



Рис. 14-2. Передняя проекция — исследование верхнего отдела ЖКТ (барий в желудке и двенадцатиперстной кишке)

Рот (ротовая полость)

Пищеварительный тракт — это длинная полая трубка, начинающаяся **ротовой полостью** (ртом). Ротовая полость и окружающие структуры видны на срединном сагиттальном разрезе на рис. 14-3.

Полость рта ограничена спереди и по бокам внутренней поверхностью **верхних и нижних зубов**. Сверху ротовая полость ограничена **твердым и мягким нёбом**. Маленький срединный выступ мягкого неба конической формы — **нёбный язычок**, чаще называемый просто **язычок**. Основная часть ротовой полости, расположенная внизу, — это **язык**. Сзади ротовая полость соединена с **глоткой**, описание которой приведено ниже.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ (РТА)

Слюнные железы — дополнительные органы пищеварения, расположенные в ротовой полости. Зубы и язык совместно выполняют жевательные движения, чтобы измельчить частицы пищи и смешать пищу со слюной. **Жевание**, инициирует механическую часть пищеварения.

Слюну в ротовую полость выделяют три пары желез (рис. 14-4). Это следующие железы: (1) **околоушная железа**, (2) **поднижнечелюстная железа**, которую иногда еще называют субмаксиллярной (под нижней челюстью), и (3) **подъязычная железа.**

Слюна на 99,5% состоит из воды и на 0,5% — из растворенных веществ или солей и некоторых пищеварительных ферментов. Ежедневно слюнные железы выделяют около 1000-1500 мл слюны. Слюна растворяет частицы пищи чтобы облегчить процесс переваривания. Она также содержит фермент, который начинает расщеплять крахмал.

Специфические слюнные железы выделяют густую жидкость, содержащую слизь. Пища, прежде чем ее проглотят, смазывается этой жидкостью во время пережевывания так, чтобы обрести форму шара (болюса).

Примечание: слюнные железы, особенно околоушные, могут стать местом инфекции. **Свинка** (паротит) — воспаление и увеличение околоушных желез, вызванное вирусом паротита, который у примерно 30% половозрелых мужчин приводит к воспалению также яичек.

Глотка

Позади ротовой полости пищеварительный канал продолжается глоткой. **Глотка** составляет в длину около 12,5 см и находится позади носовой полости, рта и гортани. Срединный сагиттальный и корональный разрез глотки, виды сбоку и сзади, представлены на рис. 14-5. В зависимости от нахождения выделяют три части глотки.

Носоглотка находится позади костной носовой перегородки, носовой полости и мягкого нёба.

Ротоглотка расположена прямо позади собственно ротовой полости. Ротоглотка идет от **мягкого неба** до **надгортанника**. Надгортанник — покрытый оболочкой хрящ, двигающийся вниз и закрывающий отверстие глотки во время глотания.

Третья часть глотки называется **гортаноглотка**, или **ларингофаринкс** (гипофаринкс). Гортаноглотка продолжается от уровня надгортанника до нижней границы гортани (уровень 6 шейного позвонка, описание приводится в главе 2). С этого места начинается **пищевод**. **Трахея** расположена спереди от пищевода.

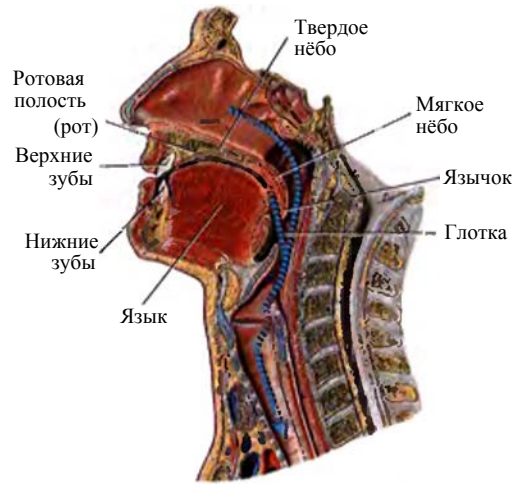


Рис. 14-3. Срединный сагиттальный разрез ротовой полости

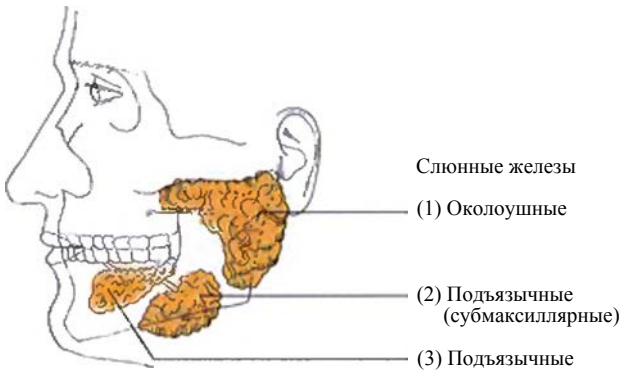


Рис. 14-4. Дополнительные органы рта

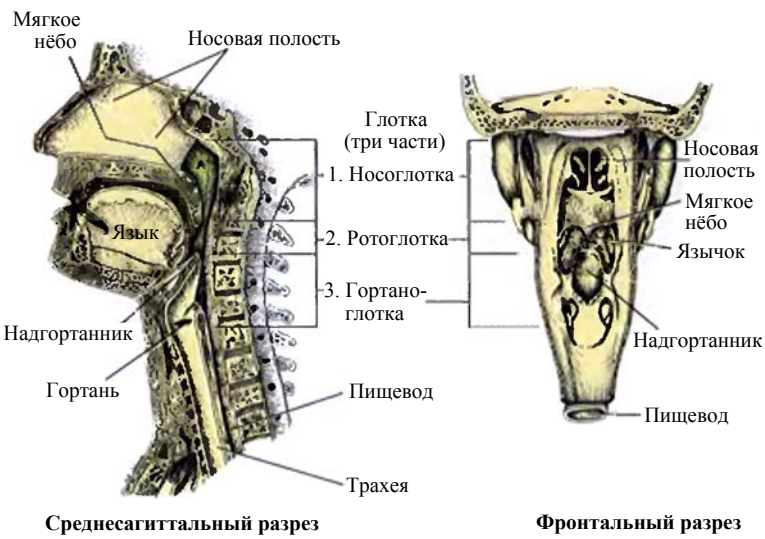


Рис. 14-5. Глотка

ПОЛОСТИ, СООБЩАЮЩИЕСЯ С ГЛОТКОЙ

Схема на рис. 14-6 изображает **семь полостей**, сообщающихся с тремя отделами глотки. Две **носовые полости** и **две барабанные полости** соединяются с **носоглоткой**. Барабанные полости среднего уха соединены с носоглоткой через **слуховые**, или **евстахиевы, трубы** (на этой схеме их нет).

Ротовая полость (рот) сзади соединена с **ротоглоткой**. Нижняя часть **гортаноглотки** соединяется с **отверстиями гортани** и **пищевода**.

ГЛОТАНИЕ

Важно, что во время акта глотания пища и жидкость попадают из ротовой полости прямо в пищевод. Во время глотания **мягкое нёбо закрывает носоглотку**, чтобы проглоченная пища не попала в нос. Язык не позволяет пище вернуться в рот.

Во время глотания **надгортанник опущен** и закрывает **отверстие гортани** как щит. Голосовые складки, или связки тоже смыкаются и закрыты от надгортанника. В сочетании эти действия не позволяют пище и жидкости попасть в гортань, трахею и бронхи.

Во время глотания дыхание также задерживается для того, чтобы не допустить попадания проглоченных частиц в трахею и легкие. Кусочки пищи, случайно попав в гортань и легкие во время глотания, вызывают рефлекторный кашель.

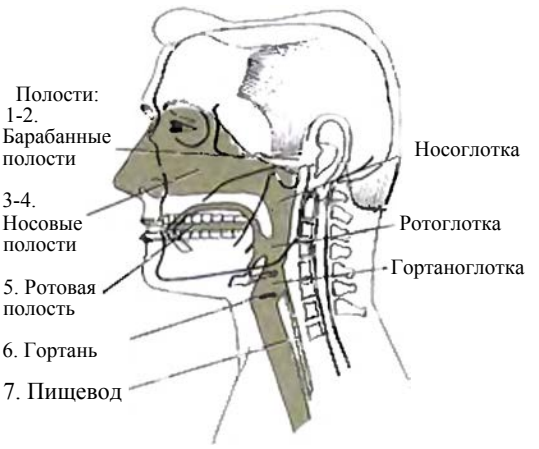


Рис. 14-6. Семь полостей, или отверстий, сообщающихся с глоткой

Пищевод

Третья часть пищеварительного тракта — **пищевод**. Пищевод представляет собой мышечный канал, длиной около 25 см и примерно 2 см в диаметре, идущий от гортаноглотки к желудку. Пищевод начинается позади нижней границы **перстневидного хряща гортани** (5-6 шейные позвонки), который расположен на уровне верхнего края щитовидного хряща. Пищевод заканчивается в месте его соединения с желудком, на уровне **одиннадцатого грудного позвонка**.

На рис. 14-7 показан пищевод, расположенный **позади гортани и трахеи**. Важно помнить, каким образом пищевод расположен относительно трахеи и грудных позвонков. Пищевод располагается позади трахеи и сразу кпереди шейных и грудных позвонков.

Нисходящая грудная аорта находится между дистальной частью пищевода и нижним грудным отделом позвоночника. **Сердце**, находящееся внутри мешка перикарда, расположено сразу позади грудины, спереди от пищевода и над диафрагмой.

Пищевод, по существу, вертикален и спускается вниз к желудку. Эта глотательная трубка — самая узкая часть всего пищеварительного канала. Пищевод очень сужен сначала, в своем проксимальном конце, где он входит в грудную клетку, и во втором месте, когда он проходит через пищеводное отверстие диафрагмы. Пищевод проходит сквозь диафрагму **на уровне 10 грудного позвонка**. Перед тем как пройти через диафрагму, пищевод расширяется, как это показано на рис. 14-8.

Грудная часть пищевода имеет **два сужения**. Одно расположено около **дуги аорты**, а второе — в том месте, где пищевод пересекает **левый главный бронх**.

Нижняя часть пищевода лежит близко к задней стороне сердца.

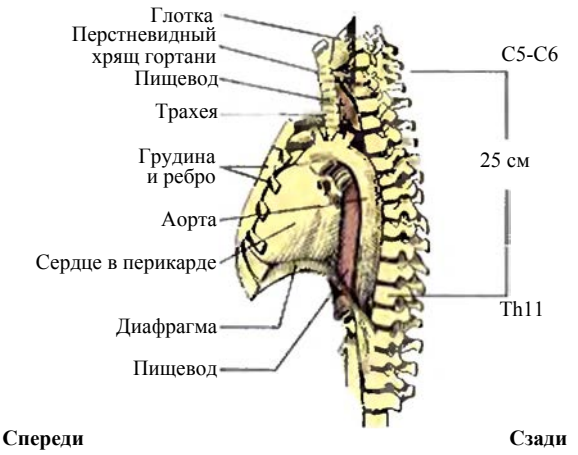


Рис. 14-7. Пищевод в средостении — вид сбоку

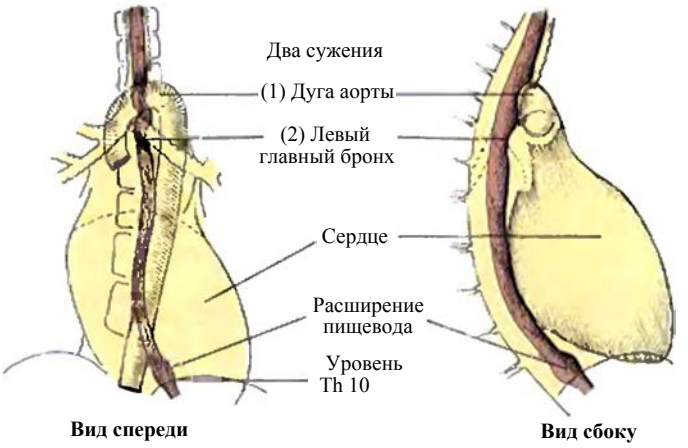


Рис. 14-8. Пищевод в средостении (показаны два сужения)

ОТВЕРСТИЯ ДИАФРАГМЫ

Пищевод проходит черев **диафрагму** немного левее и чуть позади средней точки диафрагмы. Левая схема на рис. 14-9 представляет нижнюю поверхность диафрагмы и показывает положение **пищевода** относительно **нижней полой вены** и **аорты**.

На схеме справа (вид сбоку) показан короткий абдоминальный отдел пищевода ниже диафрагмы. **Абдоминальный (или кардиальный) сегмент пищевода** составляет 1-2 см. Кардиальный сегмент (сразу после диафрагмы) изгибается резко в левую сторону и прикрепляется к желудку.

Отверстие между пищеводом и желудком называется **пищеводно-желудочным соединением** (кардиальное отверстие). Это соединение наилучшим образом изображено на следующей странице, на рис. 14-13. Кардиальный — это прилагательное, обозначающее связь с сердцем, то есть кардиальный сегмент и кардиальное отверстие расположены около сердца.

Соединение желудка и пищевода обычно надежно крепится к диафрагме, поэтому верхняя часть желудка следует дыхательным движениям диафрагмы.

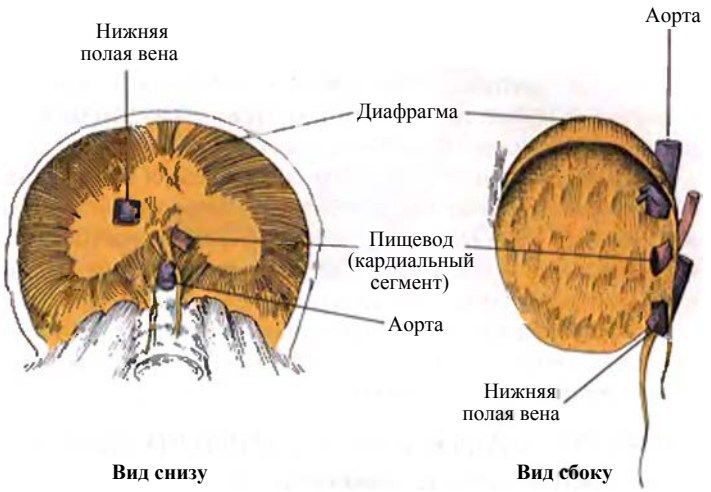


Рис. 14-9. Пищевод, проходящий через диафрагму

ГЛОТАНИЕ И ПЕРИСТАЛЬТИКА

В своей верхней трети пищевод содержит хорошо развитые скелетно-мышечные слои (круговые и продольной), в средней трети — скелетные и гладкие мышцы, в нижней трети — гладкие мышцы. В отличие от трахеи пищевод представляет собой сжимающуюся трубку, которая открывается в момент глотания. Процесс глотания, начавшись во рту и глотке, продолжается в пищеводе. Жидкость проходит через рот и глотку в желудок, главным образом под воздействием силы тяжести. Болюс твердой пищи продвигается посредством силы тяжести и перистальтики.

Перистальтика — это серия непроизвольных волнообразных сокращений, проталкивающих твердую и полутвердую пищу через трубку пищеварительного тракта. На рис. 14-10 видно, как твердый болюс сульфата бария, наполняющий пищевод, спускается в желудок посредством силы тяжести и перистальтики. На этой рентгенограмме, выполненной в передней проекции, видно скопление бария в желудке.

Рентгенограмма, выполненная на ЭСУ в правой передней косой укладке (рис. 14-11), демонстрирует пищевод, частично наполненный барием, с нормальными перистальтическими сокращениями, которые наиболее очевидны в среднем и верхнем отделах пищевода.

На этих рентгенограммах видно расположение пищевода по отношению к сердцу. Пищевод находится в непосредственной близости к правой задней границе сердца.

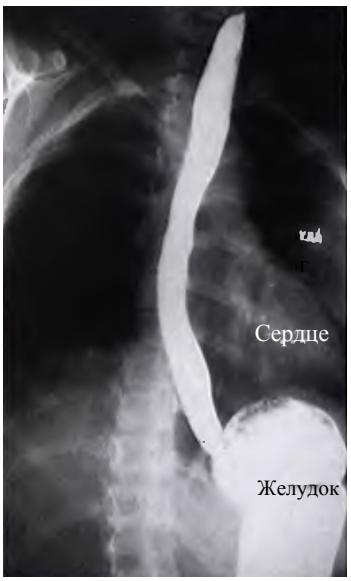


Рис. 14-10. Эзофагограмма в передней проекции (пациент немного наклонен)

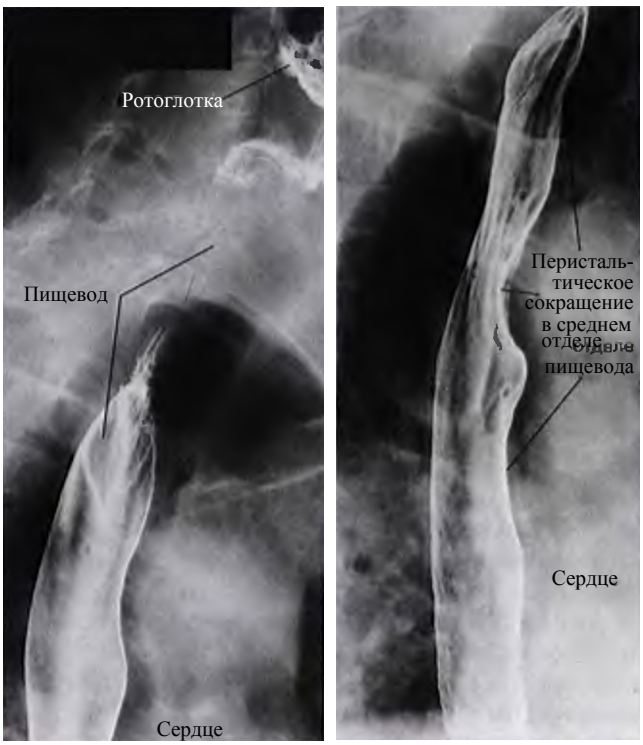


Рис. 14-11. Эзофагограмма — правая передняя косая укладка; верхний отдел пищевода. Средний и нижний отделы пищевода сразу над диафрагмой

Желудок

Греческое слово *gaster* означает желудок, поэтому **гастро** — общепринятая приставка, обозначающая отношение к желудку, равно как и термин **гастроинтестинальный**, обозначающий отношение к желудочно-кишечному тракту.

Желудок, расположенный между **пищеводом** и **тонкой кишкой**, — самая широкая часть пищеварительного тракта. Когда желудок пуст, он выглядит сплющенным. После принятия пищи и жидкости он значительно увеличивается в объёме. После очень плотного приёма пищи желудок сильно растягивается.

Так как форма и размер желудка очень изменчивы, на рисунках представлен желудок средней формы, их варианты будут представлены далее в этой главе.

ОТВЕРСТИЯ, МАЛАЯ И БОЛЬШАЯ КРИВИЗНА ЖЕЛУДКА

Пищеводно-желудочное соединение (кардиальное отверстие) — отверстие между пищеводом и желудком (рис. 14-13). Небольшая круговая мышца, называемая кардиальным сфинктером, контролирует поступление пищи и жидкости в желудок. Название отверстия — **кардиальное** обусловлено его близким расположением по отношению к сердцу.

Прямо над этим отверстием находится вырезка, называемая **кардиальной вырезкой** (incisura cardiaca). Дистальная часть абдоминального отдела пищевода изгибается достаточно резко и соединяется с немного расширенном отделом нижнего пищевода, называемом кардиальным сегментом.

Отверстие дистальной части желудка называется **отверстием привратника**, а иногда просто **привратником**. Сфинктер привратника в этом отверстии представляет собой утолщенное мышечное кольцо, которое во время переваривания периодически расслабляется, позволяя желудку или его содержимому продвигаться в первый отдел тонкой кишки, в двенадцатиперстную кишку.

Малая кривизна желудка — это внутренний контур желудка, образующий вогнутый край между кардиальным отверстием и отверстием привратника.

Большая кривизна желудка — его латеральный контур. Длина большой кривизны желудка в 4-5 раз больше малой.

ОТДЕЛЫ ЖЕЛУДКА

Желудок состоит из трех основных отделов: (1) **дно**, (2) **тело** и (3) **привратниковая (пилорическая) часть** (рис. 14-13). Дно представляет собой шарообразную часть, лежащую сбоку над кардиальным отверстием. Верхняя часть желудка, включая кардиальную пещеру пищевода, крепится к диафрагме и двигается вместе с движениями диафрагмы. В вертикальном положении дно обычно заполнено пузырьком проглоченного воздуха, называемым желудочным пузырьком.

У **нижнего** отдела большого тела желудка есть частично суженная область, отделяющая тело желудка от привратниковой части. Эта вырезка, или суженная кольцеобразная зона, называется **угловой вырезкой** (*incisura angularis*). Меньшая завершающая часть желудка, расположенная медиально от угловой вырезки, — это привратниковая часть желудка.

Привратниковую часть желудка часто подразделяют на две части: (1) **антральный отдел**, который выглядит как небольшое расширение, примыкающее дистально к угловой вырезке, и (2) узкий **канал привратника**, заканчивающийся сфинктером привратника.

На рис. 14-14 представлена типичная рентгенограмма желудка, заполненного барием, в передней проекции — один из снимков серии исследования верхнего отдела ЖКТ. Рассмотрите указанные части и сравните их с анатомическими схемами, приведенными выше.

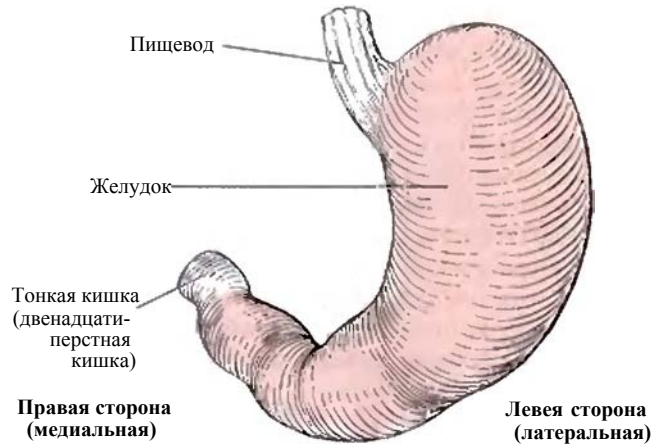


Рис. 14-12. Желудок — вид спереди

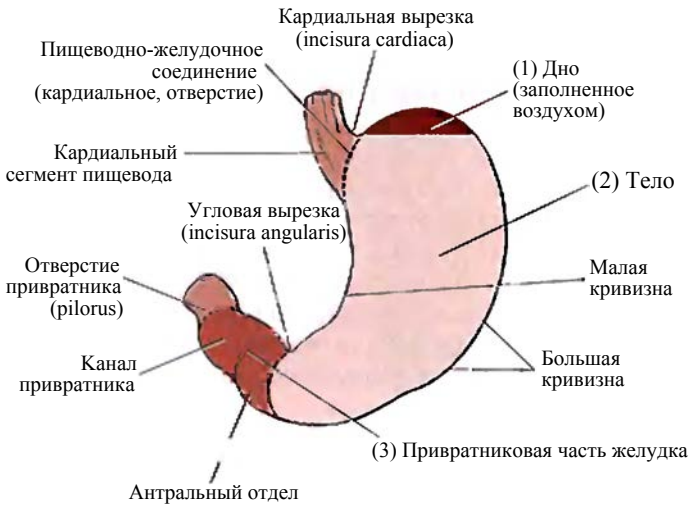


Рис. 14-13. Желудок — отверстия, малая и большая кривизна и отделы желудка



Рис. 14-14. Заполненные барием желудок и двенадцатиперстная кишка

ВНУТРЕННИЕ СКЛАДКИ ЖЕЛУДКА

Когда желудок пуст, его внутренняя поверхность образует многочисленные продольные **складки**. Эти складки показаны на рис. 14-15, а также на снимке (рис. 14-18) заполненного барием желудка (здесь складки имеют вид полосок).

Канал желудка, образованный складками вдоль малой кривизны (рис. 14-15), направляет жидкость прямо из тела желудка в привратник.

ПОЛОЖЕНИЕ ЖЕЛУДКА

На рис. 14-16 представлен вид спереди и сбоку типично расположеного, среднего, частично заполненного барием, желудка. **Дно**, кроме того что оно является самым верхним отделом желудка, находится кзади от тела желудка, как это заметно на виде сбоку, рис. 14-16. Тело желудка загибается книзу и вперед от дна желудка.

Привратниковая часть направлена назад. Клапан привратника (сфинктер) и первый отдел тонкого кишечника расположены вблизи задней брюшной стенки. Взаимное расположение данных элементов желудка очень важно так как определяет распределение воздуха и бария в желудке при его исследовании.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХА И БАРИЯ В ЖЕЛУДКЕ

Если проглотить взвесь сульфата бария в воде, и при этом в желудок попадет воздух, то, как показано на рис. 14-17 и 14-18. распределение бария и воздуха внутри желудка определяется положением тела человека.

Как уже отмечалось, по боковой проекции желудка можно видеть что при **положении лежа на спине** дно желудка становится самой нижней его частью, где оседает барий (рис. 14-17).

При **положении лежа на животе** дно желудка находится в наивысшей позиции, заставляя **воздух** заполнять эту часть желудка, как показано на рис. 14-18.

На рис. 14-19 схематично представлены все три укладки, причем воздух выглядит черным, а барий — белым, подобно тому, как они выглядят на рентгеновском снимке.

Схема слева представляет желудок человека, находящегося в **положении лежа на спине**.

На среднем рисунке показан желудок человека в **положении лежа ка животе**.

На правой схеме представлен желудок человека, находящегося в **вертикальном положении.** В вертикальном положении воздух подпишется и заполняет дно, тогда как барий под силой тяжести заполняет привратниковую часть желудка. Если сравнивать с положениями лежа на спине и лежа на животе, то в вертикальном положении линия воздух-барий будет прямой.

Изучая рентгенографические изображения желудка, содержащего и воздух, и барий, можно определить, в каком положении находился пациент, сопоставив нахождение воздуха и бария внутри желудка.

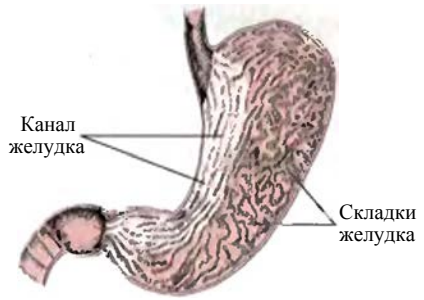


Рис. 14-15. Желудок — фронтальное сечение.

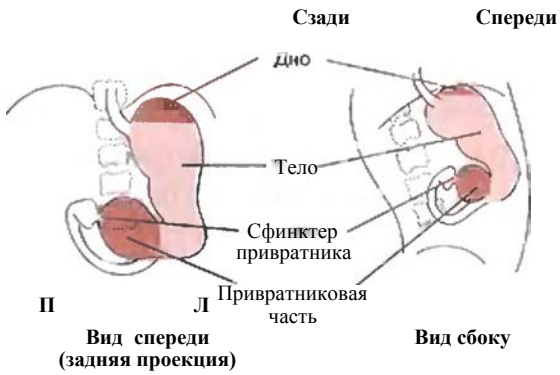


Рис. 14-16. Ориентация пустого желудка среднего размера



Рис. 14-17. Задняя проекция в положении лежа на спине (барий на дне желудка)



Рис. 14-18. Правая передняя косая укладка — положение лежа на животе (воздух на дне желудка)

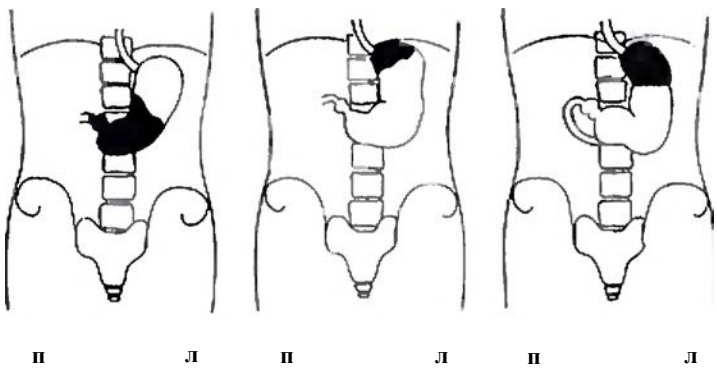


Рис. 14-19. Распределение воздуха и бария в желудке — вид спереди при разных положениях тела человека. Воздух — черный, барий — белый

Двенадцатиперстная кишка

Пятая, завершающая часть верхнего отдела ЖКТ, рассмотрению которой посвящена эта глава, — **двенадцатиперстная кишка**, являющаяся первым отделом тонкой кишки. Двенадцатиперстная кишка изучается в данной главе потому, что ее снимки входят в исследование верхнего отдела ЖКТ, в то время как остальная часть тонкой кишки будет рассматриваться в главе 15.

Двенадцатиперстная кишка, составляющая в длину 20-24 см, является самой короткой, широкой и наиболее фиксированной частью тонкой кишки.

Схема на рис. 14-20 демонстрирует С-образную двенадцатиперстную кишку, тесно прилегающую к **головке поджелудочной железы**, покоящуюся в петле двенадцатиперстной кишки.

Двенадцатиперстная кишка и поджелудочная железа являются забрюшинными структурами, то есть они расположены *позади париетальной брюшины*, как описано в главе 3.

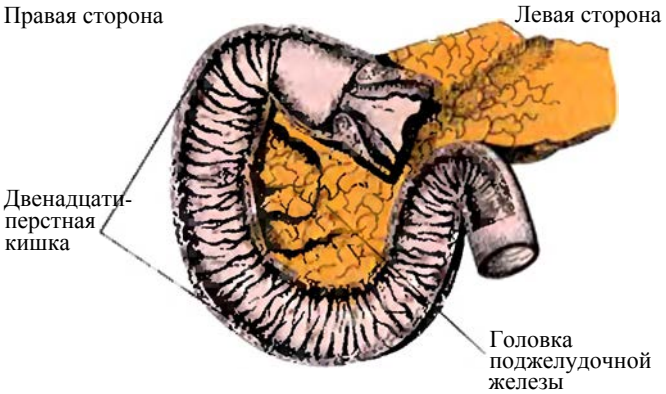


Рис. 14-20. Двенадцатиперстная кишка и поджелудочная железа

ЧЕТЫРЕ ОТДЕЛА ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ

Двенадцатиперстная кишка, похожая на букву С, состоит из **четырех отделов** (рис. 14-21). **Первый (верхний) отдел** начинается от привратника желудка. Первая часть верхнего отдела называется **луковицей двенадцатиперстной кишки**. Дуоденальную луковицу легко найти при рентгенографическом исследовании с барием. Она требует тщательного изучения ввиду того, что часто является местом образования язвы.

Следующий отдел — **второй (нисходящий) отдел**, самый длинный сегмент двенадцатиперстной кишки. В нисходящий отдел двенадцатиперстной кишки впадают: общий желчный проток и общий проток поджелудочной железы: описание желчных протоков приводится в главе 16.

Третий отдел — **горизонтальный, он** изогнут вниз и налево, соединяясь с последним, **четвертым (восходящим) отделом**.

Соединение двенадцатиперстной кишки со вторым отделом тонкой кишки, **тощей кишкой**, называется **двенадцатиперстно-тощекишечным изгибом**. Этот отдел относительно фиксирован и удерживается за счет фиброзно-мышечного пучка, **связки, поддерживающей двенадцатиперстную кишку (связка Трейтца)**. Данная структура очень значима при некоторых рентгенографических исследованиях тонкого кишечника.

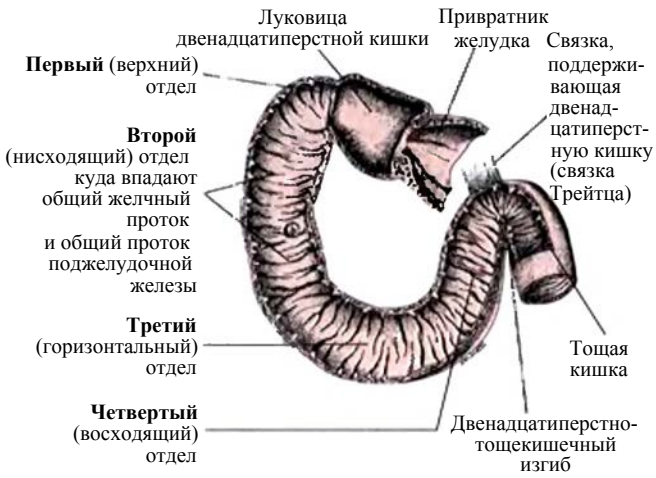


Рис. 14-21. Двенадцатиперстная кишка (четыре отдела)

Анатомический обзор

РЕНТГЕНОГРАММА ЖЕЛУДКА И ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ (рис. 14-22)

Данный снимок желудка и двенадцатиперстной кишки в передней проекции обеспечивает хороший обзор важных рентгеноанатомических структур. Предлагаем вам определить структуры, помеченные на снимке, а затем сравнить свои ответы, с теми, которые приведены ниже.

А. Дистальный отдел пищевода.
Б. Область пищеводно-желудочного соединения (кардиальное отверстие).
В. Малая кривизна желудка.
Г. Угловая вырезка (incisura angularis) желудка.
Д. Привратниковая часть желудка.
Е. Клапан привратника или сфинктер.
Ж. Луковица двенадцатиперстной кишки.
З. Второй (нисходящий) отдел двенадцатиперстной кишки.
И. Тело желудка.
Л. Большая кривизна желудка.
Л. Складки желудка.
М. Дно желудка.

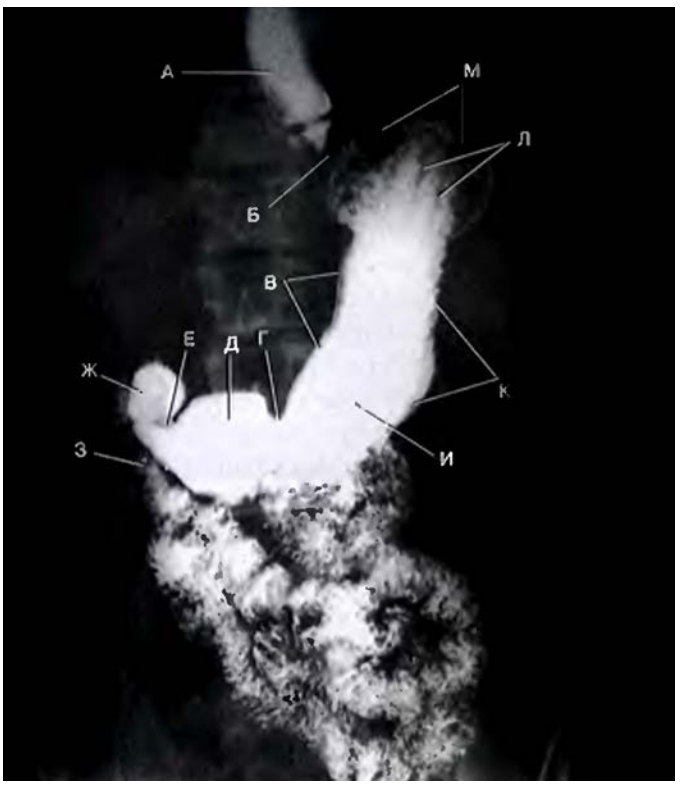


Рис. 14-22. Передняя проекция

Пищеварение

МЕХАНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВАРИВАНИЕ

Процесс пищеварения включает в себя **механическое переваривание и химическое воздействие**. Под механическим пищеварением подразумеваются все движения ЖКТ, начинающиеся в роговой полости (во рту) во время **жевания** и продолжающиеся с **глотанием** в глотке и пищеводе.

Перистальтическую активность можно определить в нижней части пищевода и в остальной части пищеварительного канала. Прохождение твердой или полутвердом пищи изо рта в желудок занимает от 4 до 8 с, тогда как жидкость проходит пищевод за 1 с.

Желудок, служащий в качестве резервуара для пищи и жидкости, действует как большая чаша для смешивания. Посредством перистальтики содержимое желудка двигается по направлению к привратнику, но его сфинктер открывается избирательно. Если он закрыт содержимое желудка перемешивается с желудочной жидкостью, образуя полужидкую массу, называемую **химус**. Когда сфинктер открыт, небольшое количество химуса из-за перистальтики желудка проходит в двенадцатиперстную кишку. Опорожнение желудка — довольно медленный процесс, занимающий от 2 до 6 часов для полного опорожнения после среднего количества принятой пищи. Пища с высоким содержанием углеводов покидает желудок через несколько часов, в то время как пища с высоким содержанием белка или жира продвигается намного медленнее.

Тонкая кишка продолжает механическое переваривание: внутри сегментов тонкой кишки происходит дальнейшее смешивание. Такое смешивание называется ритмической сегментацией. Ритмическая сегментация тщательно смешивает пищу и желудочные соки и приводит переваренную пищу в соприкосновение с содержимым кишечника, способствуя ее абсорбции. **Перистальтика** продвигает содержимое кишечника вдоль пищеварительного канала. Однако перистальтические сокращения в тонкой кишке намного слабее и медленнее тех, что в пищеводе и желудке, и химус двигается через тонкую кишку со скоростью примерно 1 см/мин. Поэтому химусу обычно требуется 3-5 ч, чтобы пройти через всю тонкую кишку.

ХИМИЧЕСКОЕ ПЕРЕВАРИВАНИЕ

Химическое пищеварение подразумевает все те химические изменения, которые претерпевает пища, проходя по пищеварительному каналу. Существует шесть классов поглощаемых веществ: (1) **углеводы**, или сложные сахара, (2) **белки**, (3) **липиды**, или **жиры**, (4) **витамины**, (5) **минералы** и (6) **вода**. Только углеводам, белкам и жирам требуется химическое переваривание для того, чтобы абсорбироваться. Витамины, минералы и вода используются в том виде, в котором человек их поглощает.

Химическое пищеварение ускоряют различные **ферменты** (**энзимы**). Энзимы — это **биологические катализаторы**, содержащиеся в соках, которые вырабатывают слюнные железы во рту, а также желудок, тонкая кишка и поджелудочная железа. По сути своей энзимы — белки. Они ускоряют химические изменения в других веществах, но не проявляются в конечных продуктах реакции.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ

Ротовая полость (зубы и язык)	Пережевывание Глотание
Глотка	Глотание
Пищевод	Глотание Перистальтика (волны мышечного сокращения) (1-8 с)
Желудок	Смешивание (химус) Перистальтика (2-6 ч)
Тонкая кишка	Ритмическая сегментация (смешивание) Перистальтика (3-5 ч)

ХИМИЧЕСКОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ

Вещества поглощаемые, перевариваемые и абсорбируемые

1. Углеводы (сложные сахара) → простые сахара (рот и желудок)
2. Белки → Аминокислоты (желудок и тонкая кишка)
3. Липиды (жиры) → жирные кислоты и глицерол (только тонкая кишка)

Вещества поглощаемые, но НЕ перевариваемые

4. Витамины
5. Минералы
6. Вода

Энзимы (пищеварительные соки)

- Биологические катализаторы

Желчь (из желчного пузыря)

- Эмульгирование жиров

Поглощаемые вещества и конечные продукты переваривания

1. **Углеводы** — переваривание крахмала начинается во рту и желудке и завершается в тонкой кишке. **Конечными продуктами переваривания сложных сахаров являются простые сахара.**
2. **Белки** — переваривание начинается в желудке и завершается в тонкой кишке. Конечными продуктами переваривания белка являются **аминокислоты**.
3. **Липиды, или жиры** — их переваривание в основном происходит только в тонкой кишке, хотя небольшие количества фермента, необходимого для переваривания жира есть и в желудке. Конечными продуктами переваривания липидов являются жирные кислоты и глицерол.

Желчь, производимая печенью и хранящаяся в желчном пузыре, выводится в двенадцатиперстную кишку, чтобы участвовать в переваривании липидов. Желчь не содержит ферментов, но она эмульгирует жиры. После эмульгирования большие капельки жира распадаются на маленькие, общая поверхность которых больше, что дает энзимам возможность перерабатывать липиды. Конечными продуктами переваривания липидов, или жиров, являются **жирные кислоты** и **глицерол**.

Абсорбция конечных продуктов пищеварения по большей части происходит в тонкой кишке. Простые сахара, аминокислоты, жирные кислоты, **глицерол**, H_2O и большинство солей и витаминов абсорбируются в кровь или лимфатическую систему через содержимое тонкой кишки. В желудке имеет место ограниченная абсорбция воды, алкоголя и некоторых лекарственных средств, но не питательных веществ. Любые остатки переваренной пищи выводятся из толстой кишки в виде фекалий.

РЕЗЮМЕ

Таким образом, внутри пищеварительного тракта выполняются **три основные функции системы** пищеварения.

Первая, поглощение и/или переваривание, происходит в ротовой полости глотке, пищеводе желудке и тонкой кишке.

Вторая. Абсорбция — конечные продукты пищеварения наряду с водой, витаминами и минералами первоначально **абсорбируются** тонкой кишкой и в очень малой степени желудком и поступают в циркуляторную систему.

Третья. Неиспользованные или ненужные твердые вещества выводятся из организма толстой кишкой. (Пищеварительные функции толстой кишки описаны в главе 15.)

Телосложение

На размещение органов ЖКТ внутри брюшной полости большое влияние оказывает тип телосложения. Чтобы точно и последовательно расположить пациента для ЖК-процедур, необходимо знать и понимать особенности каждого типа телосложения.
На рис. 14-23 изображены четыре общих типа телосложения.

ГИПЕРСТЕНИЧЕСКИЙ ТИП В СРАВНЕНИИ С ГИПОСТЕНИЧЕСКИМ/АСТЕНИЧЕСКИМ (рис. 14-24)

К **гиперстеническому** типу — с наиболее **массивным телосложением**, с широкий грудной клеткой и брюшной полостью — относится 5% населения. У них — короткие легкие, диафрагма расположена высоко. Поперечная ободочная кишка находится достаточно высоко, а вся **толстая кишка** расположена по периферии брюшной полости. Такой тип обычно требует двух снимков, расположенных поперечно, чтобы полностью была включена толстая кишка.

Желчный пузырь (ЖП) связан местонахождением с дуоденальной луковицей и привратниковой частью желудка. У пациентов гиперстенического типа ЖП находится высоко и лежит сразу справа от средней линии. **Желудок** тоже расположен высоко и занимает поперечное положение. Уровень желудка начинается примерно от 9-13 грудных позвонков, при этом центр желудка лежит примерно на 2,5 см дистальнее от мечевидного отростка. Дуоденальная луковица находится приблизительно на уровне **11-12 грудных позвонков**, справа от средней линии.

Гипостенический/астенический — представляет собой противоположный тип телосложения, это более стройные пациенты, у них легкие узкой и более длинной формы, диафрагма расположена низко. **Толстая кишка** находится очень низко в брюшной полости, то есть почти полностью расположена в полости таза.

Желудок имеет J-образную форму и находится низко в брюшной полости, он идет от 11 грудного позвонка вниз ниже уровня подвздошного гребня приблизительно до 5 поясничного позвонка и даже ниже. Вертикальный отдел желудка расположен слева от средней линии, а дуоденальная луковица — вблизи средней линии, на уровне **3-4 поясничных позвонков**.

Желчный пузырь находится около средней линии или немного правее, на уровне подвздошного гребня или примерно на уровне L3-L4.

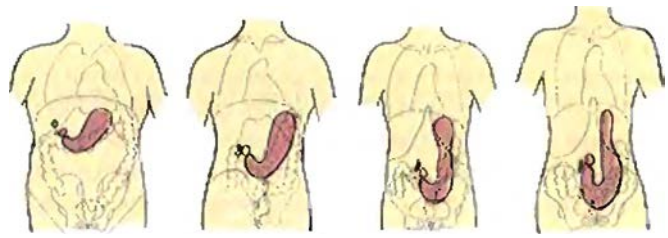
Нормостенический (стенический) тип (рис. 14-25). У людей нормостенического типа среднее телосложение. Желудок тоже имеет J-образную форму и расположен ниже, чем у гиперстеников, он идет от уровня 10-11 грудных позвонков вниз ко 2-му поясничному позвонку. Луковица двенадцатиперстной кишки находится приблизительно на уровне **1-2 поясничных позвонков**, справа от средней линии. **Желчный пузырь** расположен не так поперечно и лежит посередине между боковой брюшной стенкой и средней линией. **Левый изгиб ободочной кишки (селезеночный) толстой** кишки расположен достаточно высоко, под диафрагмой.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ

Кроме телосложения, существуют другие факторы, влияющие на положение желудка: **содержимое желудка, дыхание, укладка**

РЕЗЮМЕ: ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

1. **Поглощение и/или переваривание**
   - Ротовая полость
   - Желудок
   - Глотка
   - Тонкая кишка
   - Пищевод
2. **Абсорбция**
   - Тонкая кишка (и желудок)
3. **Вывод из организма**
   - Толстая кишка



1. Гиперстенический (пассивный) — 5% 2. Стенический (средний) — 50% 3. Гипостенический (более стройный) — 35% 4. Астенический (очень стройный) — 10%

Рис. 14-23. Четыре типа телосложения

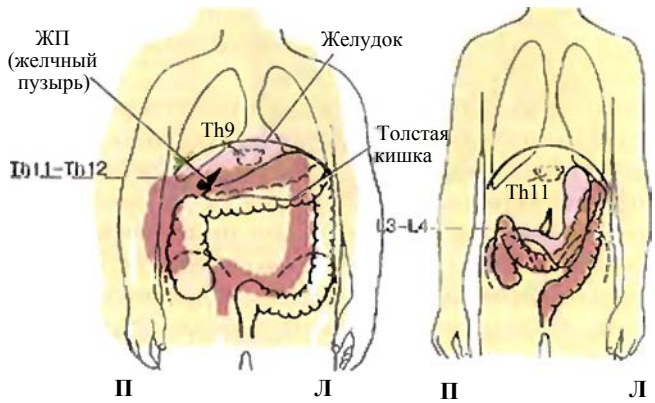


Рис. 14-24. Гиперстенический тип в сравнении с гипостеническим/астеническим

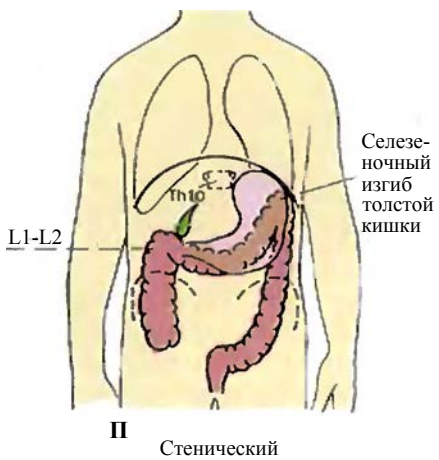


Рис. 14-25. Стенический (средний) тип

(вертикальная в сравнении с горизонтальной) и **возраст**. Так как верхний отдел желудка крепится к диафрагме, то на наивысшую степень растяжения желудка влияет то, в каком состоянии (полного вдоха или выдоха) находится желудок. Все органы брюшной полости склонны опускаться на 2,5-5 см при вертикальной укладке и даже еще больше с возрастом и потерей мышечного тонуса. Умение определять верное расположение желудка и других органов у людей с разными типами телосложения приходит к рентгенологам с практикой.

Рентгенограммы верхнего отдела ЖКТ, демонстрирующие типы телосложения

Большинство людей не относятся к какому то одному из четырех типов телосложения, а сочетают в себе несколько типов и нужно уметь оценивать расположение желудка и/или желчного пузыря по внешнему виду пациента.

Три рентгенограммы и три фотоснимка, приведенные ниже, демонстрируют положение и местонахождение желудка у людей, относящихся к трем основным типам телосложения. Нужно обратить внимание на расположение желудка и луковицы двенадцатиперстной кишки по отношению к позвонкам, а также к подвздошным гребням кишки и реберной дуге, как ориентирам укладки.

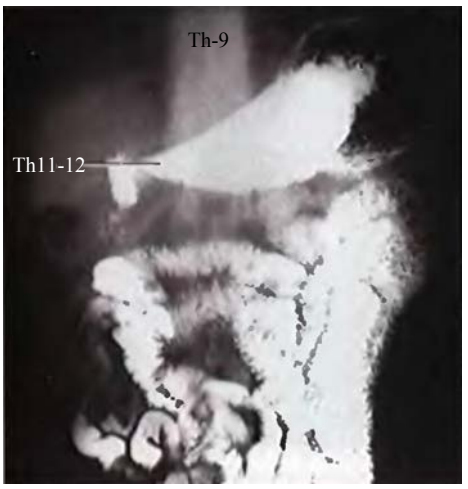


Рис. 14-26. Гиперстенический тип.
Желудок — высокий, поперечный, уровень 9-12 грудных позвонков.
Привратниковая часть — на уровне средней линии, 11-12 грудные позвонки.
Расположение дуоденальной луковицы — уровень 11-12 грудных позвонков, справа от средней линии

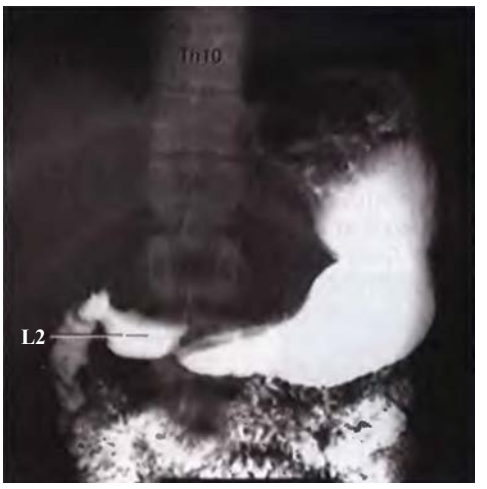


Рис. 14-27. Стенический тип.
Желудок — уровень 10-12 грудных позвонков.
Привратниковая часть — на уровне 2-го поясничного позвонка, около средней линии.
Расположение дуоденальной луковицы — уровень 2-го поясничного позвонка, около средней линии

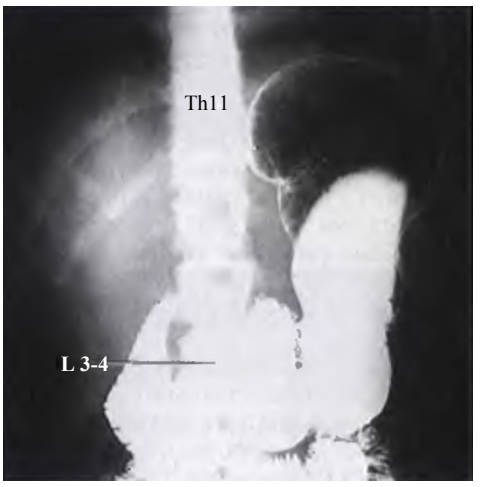


Рис. 14-28. Астенический тип.
Желудок — низкий и вертикальный уровень от 11-го грудного до 2-го поясничного позвонков.
Привратниковая часть — уровень 3-4-го поясничных позвонков, слева от средней линии.
Расположение дуоденальной луковицы — на уровне средней линии 3-й поясничный позвонок



Рис 14-29. Гиперстенический тип
Обычно невысокого роста, с широкими плечами и бедрами, коротким торсом (расстояние между нижней частью грудной клетки и гребнем подвздошной кости небольшое). Брюшная полость шире всего в верхнем отделе



Рис. 14-30. Стенический тип.
Средние показатели роста, веса и длины туловища (может быть чуть полнее среднего, с некоторыми характерными особенностями, присущими гиперстеникам)



Рис. 14-31. Гипостенический/астенический тип.
Обычно высокий и худой, с длинным торсом. (Этот тип находится где-то посредине между гипостеником и астеником.) У астеников брюшная полость в нижнем отделе имеет наибольшую ширину

Черты сходства исследовании ЖКТ

Рентгенологические исследования пищеварительного тракта схожи по трем основным аспектам.

Первое сходство состоит в том, что большинство структур ЖКТ сопоставимы по плотности с теми тканями, которые их окружают, и, чтобы визуализировать эти структуры, нужно использовать **контрастное вещество**. Обычно из всего пищеварительного тракта на обзорных снимках видны лишь дно желудка (в вертикальном положении пациента) из-за желудочного воздушного пузыря, и части толстой кишки, вследствие наличия в ней газа и скопления фекальных масс.

Большинство органов пищеварительного тракта попросту сливаются с окружающими структурами, и без контрастного вещества они не видны. Этот факт проиллюстрирован сравнительными снимками: обзорный снимок живота (рис. 14-32) и снимок из серии исследования верхнего отдела ЖКТ с применением сульфата бария в качестве контрастного вещества (рис. 14-33).

Второе сходство заключается в том, что начальная стадия каждого рентгенологического исследования пищеварительного тракта выполняется с использованием **флюороскопии (рентгеноскопии)**. Флюороскопия позволяет рентгенологу (1) наблюдать ЖКТ в движении, (2) выполнять снимки по мере необходимости во время исследования и (3) определять наиболее подходящий порядок действий для полноты исследования. Для исследования верхнего отдела ЖКТ крайне необходимо видеть органы в движении и дифференцировать изображения анатомических структур. Структуры, находящиеся в этой области, имеют разнообразные формы и размеры, в зависимости от телосложения, возраста и других индивидуальных особенностей.

Кроме того, функциональная деятельность пищеварительного тракта демонстрирует широкий спектр различий, которые находятся в пределах нормы. Кроме нормальных отличий существует большое количество аномальных состояний, которые удобно изучать напрямую с помощью флюороскопии.

Третье сходство заключается в том, что **рентгенологические изображения фиксируются во время и сразу после флюороскопии**, что обеспечивает постоянную запись данных о нормальных и аномальных состояниях ЖКТ. После флюороскопии перед выполнением серии верхнего отдела ЖКТ принято выполнять обзорный снимок с помощью потолочного излучателя (рис. 14-35)[1]. Раздел укладок настоящей главы описывает наиболее распространенные проекции для получения эзофагограмм и исследования верхнего отдела ЖКТ.

Использование **цифровой флюороскопии** привело к резкому уменьшению количества снимков, выполняемых после флюороскопии с помощью потолочного излучателя. Более подробно о цифровой флюороскопии будет сказано далее в этой главе.



Рис. 14-32. Обзорный снимок живота



Рис. 14-33. Барий в желудке

[1] В России обзорный снимок чаще всего не выполняется так как практически нигде нет потолочных излучателей. — *Ред.*



Рис. 14-34. Пациент и рентгенолог перед началом флюороскопической процедуры верхнего отдела ЖКТ. (Сочетание цифровой флюороскопии и плёночной рентгенографии.)



Рис. 14-35. Пациент находится в укладке для выполнения снимков после флюороскопии с помощью потолочного излучателя

Контрастное вещество

Рентгеноконтрастное вещество (рентгенопрозрачное или рентгенопоглощающее) применяют для того, чтобы сделать видимым ЖКТ на фоне окружающих структур сравнимой плотности.

Рентгенопрозрачное контрастное вещество, такое как **поглощенный воздух, или CO_2**, обычно представлено в желудке в виде **газового пузыря.** Для выработки газа CO_2 чаще всего используют кристаллы цитрата карбоната кальция и магния

СУЛЬФАТ БАРИЯ (БАРИЙ)

Самым распространенным рентгеноконтрастным веществом используемым для визуализации желудочно-кишечного тракта, является **сульфат бария** ($BaSO_4$), часто называемый просто барием. Как изображено на рис. 14-36, сульфат бария — это порошкообразное, похожее на мел вещество. Перед тем как дать его проглотить пациенту порошкообразный сульфат бария смешивают с водой.

Именно это соединение, являющееся солью бария, относительно инертно по причине своей нерастворимости в воде и других водных растворах, например в кислотах. Все другие соли бария токсичны или ядовиты для человеческого организма, поэтому сульфат бария, используемый в рентгенологических отделениях, должен быть химически чистым.

Смесь сульфата бария с водой образует **коллоидную суспензию**, а не раствор. Для того чтобы получить раствор, молекулы вещества, добавляемые к воде, должны фактически раствориться в воде. **Сульфат бария в воде не растворим**. Однако в коллоидной суспензии (такой как сульфат бария с водой) частицы, взвешенные в воде, могут осесть, если оставить суспензию постоять в течение какого-то периода времени.

На снимке, приведенном на рис. 14-37, показаны чашки с четырьмя разными сортами бария, которые смешивали с водой в соотношении одна часть воды к одной части бария и оставляли на сутки. Поскольку используются разные виды бария, в некоторых чашках можно наблюдать большее разделение на части или осадок, чем в остальных. Осадок показывает, что сульфат бария смешали с водой задолго до использования, поэтому содержимое каждой чашки нужно тщательно перемешать, прежде чем давать пациенту.

Сегодня выпускается множество препаратов сульфата бария. Большая часть этих препаратов содержит сульфат бария и специальное вещество, образующее суспензию бария, поэтому такие препараты не склонны к выпадению осадка и остаются в суспензии более длительное время. Тем не менее перед использованием каждую суспензию нужно хорошо перемешать. Разные сорта бария отличаются разным запахом и вкусом, например шоколада, ванили, лимона или клубники.

ЖИДКИЙ БАРИЙ

Готовый или приготовленный сульфат бария может быть относительно жидким или густым. Смесь жидкого сульфата бария и воды, содержащейся в чашке, как показано на рис. 14-38, содержит **одну часть $BaSO_4$ к одной части воды**. Жидкий барий имеет консистенцию жидкого молочного коктейля и используется для исследования ЖКТ в целом.

Подвижность, или скорость, с которой барии проходит через ЖКТ, зависит от плотности и температуры бариевой суспензии, а также от общего состояния пациента и его ЖКТ. Очень важно смешивать препарат точно в соответствии с предписаниями. Если смесь холодная, то привкус мела не так неприятен.

ГУСТОЙ БАРИЙ

Густой барий содержит **три или четыре части $BaSO_4$ к одной части воды** и должен иметь консистенцию каши. Густой барий труднее глотать, но он хорошо подходит для исследования пищевода, так как он продвигается вниз медленно и склонен обволакивать слизистую оболочку пищевода.



Рис. 14-36. Сульфат бария ($BaSO_4$)



Рис. 14-37. Чашки с барием

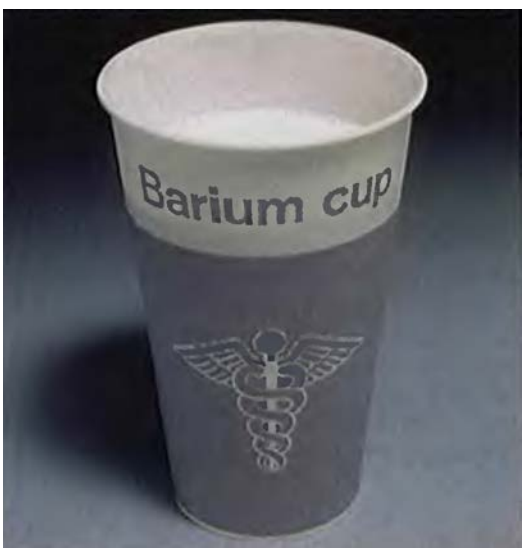


Рис. 14-38. Жидкий сульфат бария (одна часть бария к одной части воды)



Рис. 14-39. Густой сульфат бария (три или четыре части бария к одной части воды)

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ СУЛЬФАТА БАРИЯ

Смеси сульфата бария противопоказаны, если есть **вероятность их попадания в брюшинную полость**. Попадание может произойти через перфорированный орган или по время хирургического вмешательства, произведенного после рентгенологического исследования ЖКТ. В обоих случаях нужно использовать **растворимые в воде йодированные контрастные вещества**, например Gastroview, показанный на рис. 14-40 в 240 мл бутылке, или другие: Gastrografin или Oral Hyraque, которые легко удаляются с помощью аспирации до или во время хирургической операции. Если один из этих растворимых в воде препаратов попадет в брюшинную полость, то он сразу абсорбируется тканями тела. Сульфат же бария, напротив, не абсорбируется.

Один из недостатков растворимых в воде препаратов состоит в том, что они горькие на вкус. Хотя иногда эти йодированные контрастные среды смешивают с безалкогольными газированными напитками, чтобы сбить горький вкус, но чаще просто разбавляют водой. Пациента нужно предостеречь, что вкус рентгеноконтрастного препарата может быть слегка горьким.

Предостережение. Растворимые в воде йодированные контрастные вещества **противопоказаны** пациентам, чувствительным к йоду.

Небольшое количество пациентов очень чувствительно к сульфату бария или добавкам, поэтому, хотя такие случаи и редки, необходимо пронаблюдать пациента на предмет возможной аллергической реакции.



Рис. 14-40. Образец водорастворимого йодированного контрастного вещества

ДВОЙНОЕ КОНТРАСТИРОВАНИЕ

Технология двойного контрастирования широко используется для подтверждения диагноза некоторых заболеваний и состояний верхнего отдела ЖКТ. В некоторых отделениях лучевой диагностики также выполняют эзофагограммы с двойным контрастированием. Технология двойного контрастирования с применением и рентгенопрозрачных, и рентгеноконтрастных веществ была разработана в Японии, где высока заболеваемость раком желудка.

Рентгеноконтрастным веществом является **сульфат бария**. Плотный барий обеспечивает хорошее обволакивание слизистой желудка. Выпускаются готовые наборы для двойного контрастирования с сульфатом бария, рентгенологу нужно только добавить туда воды и тщательно перемешать.

Рентгенопрозрачное контрастное вещество — это или **воздух**, или **двуокись углерода**. Чтобы ввести воздух, в соломинке (трубке), через которую пациент пьет бариевую смесь, прокалывают небольшие отверстия. Когда выпивается смесь бария, в организм пациента поступает также и воздух.

Двуокись углерода образуется, когда пациент пьет сильно газированный напиток. Для приготовления напитка используют порошки **цитрата кальция или магния**. Достигнув желудка, этот напиток (шипучка) **образует большой газовый пузырь**. Газ заставляет барий равномерно распределиться по слизистой желудка, обеспечивая лучший обзор слизистой и ее структур (рис. 14-41). Продольные складки слизистой желудка видны на рис. 14-42 (стрелки). С двойным контрастом лучше видны полипы, дивертикулы и язвы.



Рис. 14-41. Верхний отдел ЖКТ — исследование с двойным контрастированием; показан наполненный воздухом и барием желудок

ВЫВЕДЕНИЕ БАРИЯ ИЗ ОРГАНИЗМА ПОСЛЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ (ДЕФЕКАЦИЯ)

Одна из обычных функций толстой кишки — абсорбция воды. Любая смесь сульфата бария, остающаяся в толстой кишке как после исследования верхнего отдела ЖКТ, так и после клизмы с барием, может затвердеть или уплотниться в толстой кишке, что затруднит вывод бария из организма. Чтобы вывести сульфат бария, некоторым пациентам после таких обследовании может потребоваться слабительное. Если слабительное противопоказано, пациенту нужно прописать минеральные масла (в том числе и в виде клизмы) до тех пор, пока все следы сульфата бария не будут выведены из организма.

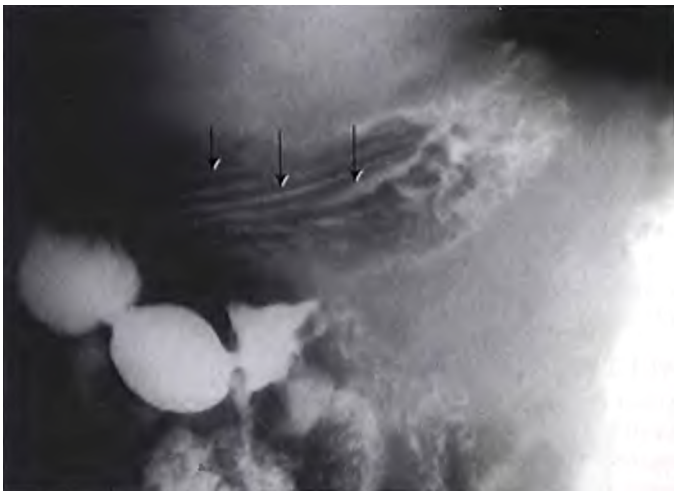


Рис. 14-42. Верхний отдел ЖКТ — исследование с двойным контрастированием; показан наполненный воздухом и барием желудок со складками слизистой оболочки, выстланными барием

Оборудование для рентгенографии и флюороскопии (Р/Ф)

СТАНДАРТНЫЙ (АНАЛОГОВЫЙ) РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ ФЛЮОРОСКОПИИ (С УСИЛИТЕЛЕМ ИЗОБРАЖЕНИЯ ТВ МОНИТОРОМ И ЭСУ)

Стандартный (аналоговый) рентгенодиагностический аппарат для рентгенографии и флюороскопии (Р/Ф) показан на рис. 14-43 в вертикальном положении поворотного стола-штатива. **Рентгеновская трубка** расположена под столом. Обычный аппарат для флюороскопии оборудован рядом электронных элементов: **усилителем рентгеновского изображения (УРИ), экраноснимочным устройством (ЭСУ), телевизионной системой с монитором (ТВ)**. Рентгеновские изображения просматриваются на телевизионном мониторе.

Экраноснимочное устройство. Стандартный аналоговый аппарат с поворотным столом-штативом оснащен **экраноснимочным устройством**, которое позволяет быстро выполнить снимок объектов, выбранных при флюороскопии на кассету с усиливающим экраном. Кассеты различных размеров (до 35 x 35 см) перед флюороскопией помещаются в ЭСУ, где хранятся в специальном рентгенозащищенном отсеке. При необходимости кассета подается в область выполнения снимка.

Телевизионная система. На мониторе показывается изображение, которое передает телевизионная камера, расположенная в УРИ. Иногда используют второй монитор, расположенный вне кабинета, чтобы демонстрировать в режиме реального времени процедуру исследования.

Усилитель рентгеновского изображения. В начале 1950-х изобретение **усилителя рентгеновского изображения** совершило переворот во флюороскопии. До этого флюороскопия выполнялась на флюоресцирующем экране, расположенном на ЭСУ. Для адаптации рентгенологу приходилось проводить в темноте минимум 30 мин, чтобы включить режим сумеречного зрения. Флюороскопия выполнялась только в полностью затемненных кабинетах.

В УРИ происходит преобразование рентгеновского излучения в световой сигнал, который считывает телевизионная камера. Телевизионное изображение выводится на монитор.

Освещение в комнате все равно приходится уменьшать, но несильно и исследование проходит в комфортно освещенной комнате.

В поворотном столе-штативе УРИ расположен на ЭСУ, тогда как рентгеновская трубка находится под столом[1] (рис. 14-43 и 14-44).

Для радиационной защиты оператора используют боковой защитный подэкранный фартук, как показано на рис. 14-44.

[1] В дистанционно управляемом столе-штативе УРИ расположен под декой стола, а излучатель - под декой стола, что позволяет на одном штативе выполнять все виды рентгенодиагностических исследований, дистанционно управляемый тип штатива сегодня вытесняет поворотный стол-штатив. - *Ред*.



Рис. 14-43. Стандартный (аналоговый) рентгенодиагностический аппарат для флюороскопии, предоставлено VILLA SISTEMI MEDICALI, Италия



Рис. 14-44. Пациентка в горизонтальном положении для флюороскопии ЖКТ

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ПРИ ФЛЮОРОСКОПИИ

О практике защиты во время флюороскопии говорится в главе 1 (стр. 60).

Зоны облучения и дозы во флюороскопическом кабинете представлены в Главе 1, в которой говорится о том, где нужно или не нужно стоять во время флюороскопии. Рис. 14-45 демонстрирует эти зоны облучения, напоминающие ассистенту-рентгенолаборанту о том, что не следует находиться вблизи от стола по обе стороны от рентгенолога, а лучше оставаться как можно дальше от излучателя во время флюороскопии.

Рентгенозащитный подэкранный фартук. Гибкий рентгенозащитный подэкранный фартук, который крепится под ЭСУ, крайне необходим и требует регулярного осмотра на предмет повреждений и правильного расположения (см. рис. 14-44).

Рентгенозащитная крышка кассетодержателя, расположенного под декой стола[1]. Рентгенолаборант должен следить, чтобы кассетодержатель находился на краю стола, а общая защитная крышка, шириной приблизительно 5 см, была закрыта (рис. 14-46). Эта рентгенозащитная крышка существенно снижает рассеянное излучение идущее от элементов штатива, расположенных под декой стола, во время экспозиции.

Рентгенозащитные фартуки для персонала. Рентгенозащитные фартуки со свинцовым эквивалентом 0,5 мм мы рекомендуем персоналу **всегда** надевать во время флюороскопии. Некоторые рентгенологи надевают также **рентгенозащитные очки** и **защитный воротник для щитовидной** железы.

Если рентгенологу или рентгенолаборанту требуется во время процедуры поместить руку в область прямого рентгеновского пучка, то им необходимо надеть **рентгенозащитную перчатку**. Использование **компрессионной лопатки** (**тубуса**) (ее описание приводится на стр. 461) — лучшая альтернатива руке даже в рентгенозащитной перчатке.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА

ЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО	ПРИНОСИМАЯ ПОЛЬЗА
Боковой рентгенозащитный подэкранный фартук	Значительно снижает воздействие облучения на персонал
Рентгенозащитный фартук (0,5 мм Pb)	Снижает облучение туловища
Рентгенозащитные перчатки	Снижают облучение рук и запястий
Рентгенозащитная крышка кассетодержателя	Снижают облучение области гонад
Рентгенозащитные очки	Снижает облучение глазного хрусталика
Радиационная защита для щитовидной железы	Снижает облучение щитовидной железы
Компрессионная лопатка	Снижает облучение руки и кисти

[1] Кассетодержатель под декой поворотного стола-штатива у нас встречается крайне редко. - *Ред.*

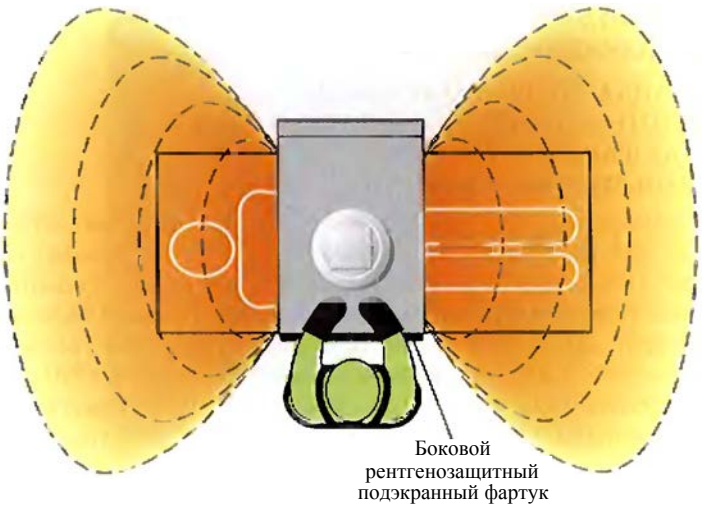


Рис. 14-45. Зоны облучения при флюороскопии

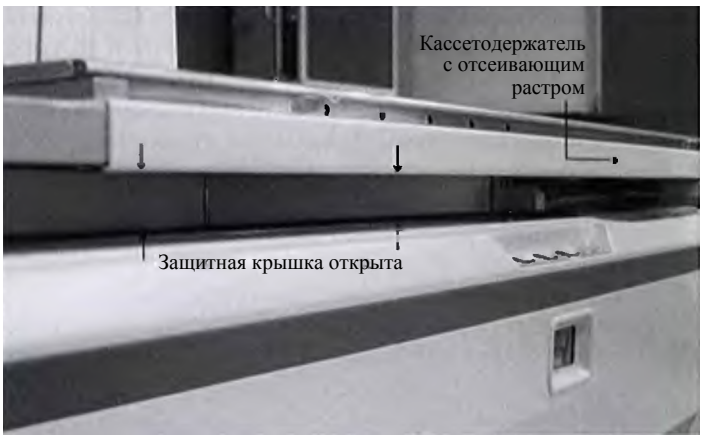


Рис. 14-46. Вид стола с открытой рентгенозащитной крышкой кассетодержателя, расположенного под декой поворотного стола-штатива



Рис. 14-47. Рентгенозащитный фартук с воротником для защиты щитовидкой железы и рентгенозащитными очками. (С разрешения Nuclear Associates, Carie, NY.)

ЦИФРОВАЯ ФЛЮОРОСКОПИЯ (ЦФ)

Оборудование для цифровой флюороскопии становится все более доступным и популярным вместе с развитием компьютерных технологий. На рис. 14-48 представлен рентгенодиагностический аппарат со штативом типа **С-дуга для цифровой флюороскопии**. На рисунке рентгеновская трубка находится в нижнем отделе С-дуги, а усилитель изображения — в верхнем. Данный вид цифровой флюороскопической установки очень удобен, так как штатив можно вращать вокруг пациента в любом направлении для получения различных проекций и выполнения специальных процедур, включая инвазивные ангиографические исследования, описанные в Главе 21.

Цифровая флюорография[1] (ЦФР). Цифровой аппарат для флюороскопии показан на рис. 14-49. Этот аппарат представляет собой традиционный поворотный стол-штатив, который специализированно используется в основном для исследования ЖКТ, но оснащенный цифровым УРИ. Аппарат может быть дополнительно **оснащен излучателем с потолочным креплением** (рис. 14-49).

Цифровая флюороскопия подобна аналоговой (телевизионной) флюороскопии, описанной на предыдущей странице, только телевизионный сигнал, поступающий с телекамеры, с помощью **цифрового преобразователя (АЦП)** преобразуют в цифровую форму, а затем хранят и обрабатывают изображение уже только в цифровом виде. В лучшем случае цифровой сигнал образуется прямо в цифровой телекамере. Также распространена оцифровка сигнала аналоговой телекамеры в специализированной цифровой системе, которая сначала сохраняет цифровое изображение на свой жесткий диск, а только затем позволяет с ним манипулировать. Обычно пространство на жестком диске цифровой системы ограничено, изображения, как правило, хранятся на нем в течение короткого промежутка времени до того, как их перенесут или на магнитный, или на оптический диск для более продолжительного хранения.

Изображения можно выводить на находящиеся в кабинете мониторы с высоким разрешением, а также на мониторы, расположенные вне кабинета для отдаленного просмотра.

Цифровой формат рентгеновских изображений позволяет пересылать их внутри больницы, а также за ее пределы. Цифровая флюороскопия привела к расширению использования компьютерных систем архивирования и передачи медицинских изображений (PACS — Patient Aichiving and Communication Systems). Как говорилось подробнее в главе 1 (стр. 48), PACS связывает воедино все установки, получающие медицинские изображения в цифровом виде, такие как ультразвуковые сканеры, гамма-камеры, МРТ и КТ, в одну цифровую сеть, позволяющую рентгенологам и терапевтам использовать эти изображения. На фоне систем PACS концепция «пленочного рентгеновского архива» стала устаревшей.

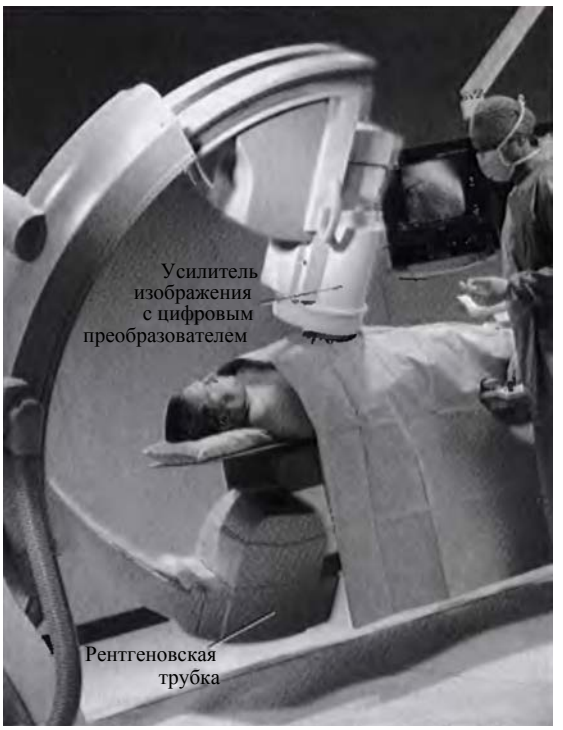


Рис. 14-48. Штатив типа С-дуга для цифровой флюороскопии. (С разрешения Philips Medical Systems.)

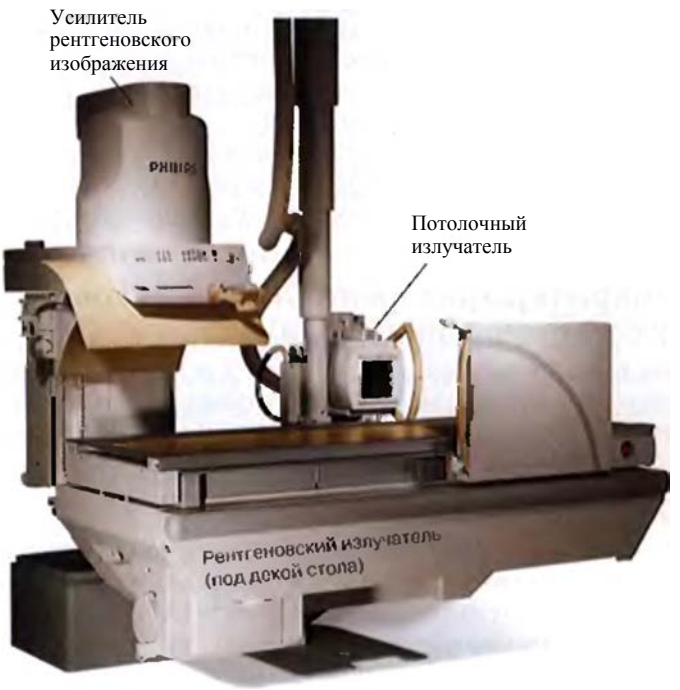


Рис. 14-49. Поворотный стол-штатив с цифровым УРИ. (С разрешения Philips Medical Systems.)

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВОЙ ФЛЮОРОГРАФИИ ПО СРАВНЕНИЮ С АНАЛОГОВОЙ ФЛЮОРОСКОПИЕЙ И СНИМКАМИ НА ЭСУ

Не требуется рентгеновской пленки и кассет. Рентгенографические изображения можно записывать во время флюороскопии в цифровом виде, а затем рассматривать на мониторах с высоким разрешением или распечатывать на принтере по необходимости. Таким образом, цифровое изображение замещает рентгеновскую пленку. Цифровая флюорография полностью вытеснила фото- и кинокамеры.

Дополнительные снимки, выполненные после флюороскопии с помощью потолочного излучателя. Выполнять или нет такие снимки, определяет рентгенолог. Обычно, вполне достаточно цифровых изображений всего ЖКТ в разных проекциях, полученных с помощью ЦФР, и поэтому рентгенограммы большего формата, выполненные после флюороскопии с помощью потолочного излучателя, не требуются. Это приводит к существенному сокращению затрат на пленку, а также к экономии времени при исследовании верхнего и нижнего отделов ЖКТ.

[1] Флюорографией в мире называется получение изображений с помощью УРИ, а не фотографирование флюоресцентного экрана на рулонную пленку, как это принято у нас при исследовании легких. - *Ред*.

Мультиформатное представление информации. На одной пленке может быть размещено несколько изображений. Например, четыре в одной (рис. 14-50), шесть в одной или даже 12 в одной. Жесткие копии снимков можно распечатать в любое время и столь часто, сколько это необходимо. Поэтому, если снимки потеряны или их положили в другое место или их нужно продублировать, всегда есть возможность напечатать дополнительные оригинальные снимки.

Возможности кинопетли. Индивидуальные снимки можно записывать в быстрой последовательности, а потом выводить на экран как кино. Эта особенность полезна для некоторых исследований, в частности пищевода, в случае возможного пищеводного рефлюкса или нарушения механизмов глотания. Эта функция не требует кинокамеры или видеозаписи. После завершения исследования врач рентгенолог может прокрутить назад полученные изображения в виде кинопетли, чтобы более внимательно изучить динамику движения бария через пищевод или желудок.

Обработка изображения. Цифровые изображения можно увеличить и/или обработать с помощью специальных фильтров усиления контраста краев, можно изменить яркость и контраст изображения (рис. 14-51 и 14-52). Распространены выравнивающие фильтры и программы субтракции, смена негатива на позитив, а также уменьшение динамической нерезкости. Врач-рентгенолог может обрабатывать изображения в удобное для него время после исследования.

Уменьшение облучения пациента. При работе в режиме пульс-флюоро можно уменьшить уровень облучения пациента, так как вместо непрерывного облучения используются импульсы рентгеновского излучения, позволяющие получить изображение со скоростью 25 или менее кадров в секунду. Это особенно важно для исследований детей.

Режим субтракционного маскирования (road mapping) позволяет быстрее размещать катетер при некоторых интервенционных исследованиях и вмешательствах, что уменьшает время облучения пациента.

Эзофагография (рентгенологическое исследование пищевода)

Два распространенных рентгенологических исследования верхнего отдела желудочно-кишечной системы с использованием контрастного вещества: **эзофагография**, или глотание бария, и **исследование верхнего отдела ЖКТ**.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЦЕЛЬ

Эзофагография — распространенное рентгенологическое исследование глотки и **пищевода** с использованием рентгеноконтрастного (рентгенопоглощающего) вещества. Иногда используют рентгенопрозрачное вещество (воздух).

Целью эзофагографии является изучение морфологии и функции аспектов глотания.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Особых противопоказаний для эзофагографии нет, за исключением возможной повышенной чувствительности к используемому контрастному веществу. Рентгенолог должен определить, есть ли у пациента в анамнезе чувствительность к сульфату бария или растворимым в воде контрастным веществам, если таковые используются.



Рис. 14-50. Мультиформатное представление 4-х изображении на одной пленке 35 х 43 см



Рис. 14-51. Без выравнивающего фильтра



Рис. 14-52. С выравнивающим фильтром

Клинические показания для эзофагографии

Наиболее распространенными показаниями для эзофагографии являются следующие:

Ахалазия (другое название — кардиоспазм) — нарушение моторики пищевода, при котором снижена перистальтика дистальных двух третей пищевода. Ахалазия проявляется в месте пищеводно-желудочного сфинктера его неспособностью раскрываться во время глотания. Торакальный отдел пищевода также может потерять свою привычную активность, став расширенным (мегаэзофагус). При диагностике ахалазии используют видеосъемку или цифровую флюороскопию.

Анатомические аномалии могут быть врожденными или появиться вследствие болезни, например рака пищевода. У пациентов, страдающих от травмы, часто развивается нарушение механизмов глотания. Во время обследования для оценки глотательных функций назначаются определенные виды пищи и контрастные вещества. При обследовании может присутствовать речевой патолог, чтобы лучше понять речь и способы глотания пациента.

Пищевод Баррета, или *синдром Баррета*, это замещение нормального плоскоклеточного эпителия цилиндрическим эпителием и нижней части пищевода. Такое замещение может вызвать стриктуру в дистальном пищеводе. В более тяжелых случаях может развиться пептическая язва.

Эзофагография позволяет обнаруживать даже незначительные изменения тканей пищевода, однако в этих случаях предпочтительнее **радионуклидные исследования**. Чтобы увидеть изменение типа ткани в пищеводе, пациенту вводят пертехнетат технеция - 99m.

Карцинома пищевода включает одну из наиболее распространенных злокачественных опухолей пищевода — **аденокарциному**. Симптомы тяжелой стадии заболевания включают дисфагию (затруднение при глотании) и местную боль во время приема пищи и кровотечение. Другие виды опухолей пищевода включают в себя **карциносаркому**, в результате которой появляется большой неровный полип, и **псевдокарциному**.

Для обнаружения подобных опухолей делают эзофагографию и эндоскопию. Эзофагография может показать атрофические изменения слизистой вследствие инвазии опухоли и стриктуры. Для определения стадии опухоли и того, насколько опухоль распространилась за пределы внутреннего слоя слизистой пищевода, выполняют КТ.



Рис. 14-53. Эзофагограмма — в левой передней косой укладке, демонстрирующая суженную область пищевода; возможная карцинома (строки)

Дисфагия — затруднение глотания. Затруднение может быть вызвано врожденным или приобретенным состоянием, дисфагию могут вызвать комок застрявшей пищи, паралич мышц глотки или пищевода или воспаление. Во время эзофагографии можно увидеть сужение или увеличение, слабость пищевода, в зависимости от причины дисфагии. Используют видео и цифровую флюороскопию.

Пищеводный рефлюкс — это заброс содержимого желудка в пищевод, раздражающее внутренний слой пищевода. Многие пациенты называют пищеводный рефлюкс изжогой. Подобное состояние может привести к **эзофагиту**, при котором слизистая становится неровной и изъязвленной.

Хотя специфические причины пищеводного рефлюкса не определены, излишнее потребление аспирина, алкоголя и кофеина, а также курение увеличивают риск заболевания рефлюксом.

Специфические методы, используемые для демонстрации пищеводного рефлюкса во время флюороскопии, будут описаны ниже в этой главе. В тяжелых случаях в дистальном отделе пищевода на эзофаграмме видны продольные полоски из-за изменений слизистой.

Варикозное расширение вен пищевода (ВРВП) характеризуется расширением вен дистального отдела пищевода. Подобное состояние часто наблюдается при остром заболевании, печени, в частности циррозе, вызванном портальной гипертензией. По причине ограничения венозного потока через коронарные вены дистального отдела пищевода расширяются, становятся извитыми и переполняются кровью. В тяжелых случаях вены начинают кровоточить. ВРВП ведет к сужению дистальной трети пищевода, расширенные вены напоминают червяков и булыжную мостовую.

Инородные тела, которые пациент может проглотить, разнообразны: комок пищи, метталические и другие объекты, застрявшие в пищеводе. Их расположение и размеры можно определить во время исследования пищевода. Чтобы обнаружить рентгенопрозрачные инородные тела, например рыбные кости, требуется использование дополнительных материалов и способов. В чашку с барием помещают кусочек ваты в расчете на то, что он задержится на рентгенопрозрачном инородном теле и станет виден во время флюороскопии. Хотя этот способ используют в течение десятилетий для обнаружения и удаления инородных тел, большинство гастроэнтерологов предпочитают эндоскопию.

Для **дивертикула Ценкер**а характерен большой, выпячивающийся мешок сразу над верхним пищеводным сфинктером. Считается, что он возникает вследствие ослабления мышечной стенки пищевода. Из-за размера дивертикула пациент может испытывать отрыжку, дисфагию и аспирацию пищи, съеденной несколькими часами ранее. Хотя уменьшение симптомов дивертикула Ценкера можно достичь медикаментозным путем, может потребоваться хирургическое вмешательство.



Рис. 14-54. Дивертикул Ценкера

ЭЗОФАГОГРАФИЯ - КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1]
Ахалазия	Эзофагография с аналоговой или цифровой флюороскопией	Стриктура или сужение пищевода	Нет
Анатомические аномалии (включая инородные тела)	Эзофагография с аналоговой или цифровой флюороскопией	Аномальная перистальтика	Нет
	(функциональная) эндоскопия с участием инородных тел	Различные инородные тела, как рентгеноконтрастные, так и рентгенопрозрачные	Нет
Пищевод Баррета	Эзофагография и/или радионуклидные исследования	Стриктура или полосчатость дистального отдела пищевода	Нет
Карцинома	Эзофагография и КТ сканирование	Стриктура, сужение или атрофические изменения слизистой	Нет
Дисфагия	Эзофагография с аналоговой или цифровой флюороскопией (функциональное изучение)	Сужение или расширение пищевода в зависимости от этиологии	Нет
ВРВП	Эзофагография, эндоскопия	Сужение и червеобразное изменение слизистой пищевода	Нет
Дивертикул Ценкера	Эзофагография и эндоскопия	Мешковидная полость в проксимальном отделе пищевода	Нет

[1] Зависит от степени заболевания.

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА И КАБИНЕТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИЩЕВОДА

Так как большинство времени пищевод пуст, **исследование не требует подготовки пациента, если только за ним не последует исследование[1] верхнего отдела ЖКТ**. Если исследование пищевода проходит в сочетании с исследованием[1] верхнего отдела ЖКТ или если первоначальный интерес представляет нижний отдел пищевода, то подготовка необходима.

Если исследуют только пищевод, то пациент должен снять одежду, а также любые металлические предметы, находящиеся в пространстве между ртом и талией, и надеть больничный халат. Перед флюороскопией заносятся необходимые данные о пациенте, которому также дают разъяснения по поводу предстоящего исследования.

Вначале выполняют флюороскопию с рентгеноконтрастным средством. Кабинет должен быть чистым, опрятным, соответствующим образом оснащенным, до того как туда сопроводят пациента. Необходимо подготовить соответствующее количество и тип контрастного вещества. Для исследования пищевода обычно используют **оба вида бария: жидкий и густой**. Дополнительные предметы, которые могут пригодиться для обнаружения рентгенопрозрачного инородного тела, ватные шарики, смоченные барием и таблетки бария или желатиновые капсулы с $BaSO_4$. После того, как пациент проглотит одно из этих веществ, ему дают выпить смесь жидкого бария.

Так как эзофагография выполняется при вертикальном положении стола, то нужно проверить, чтобы подставка для ног была устойчива и безопасна. На рентгенологе должен быть рентгенозащитный фартук и рентгенозащиные перчатки, как, впрочем, и у остального персонала, находящегося в кабинете Радиационная защита должна соблюдаться должным образом на протяжении всего времени флюороскопии.

ОБЩАЯ ПРОЦЕДУРА

Флюороскопия. Когда кабинет и пациент подготовлены, пациент и рентгенолог представляются друг другу, изучается история болезни пациента и обсуждают причину, по которой проводится исследование. Флюороскопическое исследование обычно начинается с общего осмотра грудной клетки пациента, включающего осмотр сердца, легких, диафрагмы и живота.

Во время флюороскопии в обязанности рентгенолаборанта в основном входит следовать инструкциям рентгенолога, помогать пациенту при необходимости и любыми возможными способами облегчать прохождение процедуры. Так как осмотр начинается в вертикальной позиции, то пациент держит чашку с жидким барием в левой руке, близко к левому плечу. Затем пациента инструктируют следовать советам рентгенолога о том, сколько пить бария и когда. Рентгенолог наблюдает продвижение бария на мониторе телевизионной системы УРИ.

Глотание бария наблюдают, когда пациент находится в разных позициях. Подобные позиции используются и при потреблении пациентом густого бария, который позволяет лучше визуализировать структуру слизистой и любые повреждения пищевода. Однако какой тип смеси бария использовать, определяет рентгенолог.

После вертикальной позиции может последовать горизонтальная и позиция по Тренделенбургу с использованием густого и жидкого бария. На рис. 14-57 изображен пациент в правой передней косой позиции (пациент держит чашку жидкого бария). С помощью флюороскопии обычно исследуют глотку и шейный отдел пищевода, тогда как основную часть пищевода до желудка обследуют с помощью как флюороскопии, так и с помощью обзорных снимков потолочным излучателем, выполняемых после флюороскопии.

[1] В оригинале исследование верхнего отдела ЖКТ называют серией, т. е. набором снимков в оговоренных проекциях. - *Ред.*



Рис. 14-55. Подготовка пациента, разъяснение ему предстоящей процедуры



Рис. 14-56. Представление рентгенолога



Рис. 14-57. Правая передняя косая позиция, с чашкой жидкого бария

ВЫЯВЛЕНИЕ ПИЩЕВОДНОГО РЕФЛЮКСА

Диагноз пищеводного рефлюкса, или заброса, в пищевод содержимого желудка можно поставить во время флюороскопического исследования. Для обнаружения пищеводного рефлюкса применяют следующие приемы.

1. Дыхательные приемы.
2. Водный тест.
3. Метод компрессионной лопатки.
4. Прием касания пальцев ног.

Дыхательные приемы

Различные дыхательные приемы предназначены для повышения как внутригрудного, так и внутрибрюшного давления. Наиболее распространенным приемом является **проба Вальсальвы.** Пациента просят глубоко вдохнуть и, задержав дыхание, натужиться. Такой прием повышает давление воздуха дистальнее закрытой голосовой щели. Измененный прием Вальсальвы выполняется следующим образом: пациент зажимает нос, закрывает рот и пытается сморкнуться. Щеки пациента должны быть раздуты, как будто он надувает шар.

Также можно выполнить **пробу Мюллера**: пациент выдыхает, а затем пытается вдохнуть снова при закрытой голосовой щели.

И в том и в другом методе увеличение внутрибрюшного давления может вызвать рефлюкс проглоченного бария, что подтвердит его наличие. Во время выполнения приемов рентгенолог внимательно наблюдает за пищеводно-желудочным соединением.

Водный тест

Водный тест (рис. 14-58) проводится с пациентом, находящимся в положении лежа на спине и немного повернутым влево. Такая левая задняя косая позиция пациента позволяет барию заполнить дно желудка. Пациента просят пить воду через соломинку. На мониторе рентгенолог наблюдает пищеводно-желудочное соединение. Водный тест положителен, если значительное количество бария забрасывается в пищевод из желудка.

Метод компрессии

Специальную компрессионную лопатку помещают под пациента, находящегося в положении лежа на животе, и накачивают ее воздухом, чтобы обеспечить нужное давление на область желудка. Во время этой процедуры рентгенолог может обнаружить рефлюкс через пищеводно-желудочное соединение.

Прием касания пальцев ног

Этот прием (рис. 14-60) также выполняется для выявления возможного заброса в пищевод из желудка. Пациент нагибается и касается пальцев ног; с помощью флюороскопии наблюдают кардиальное отверстие. Во время этого приема можно увидеть пищеводный рефлюкс и хиатальные грыжи.

Снимок, выполненный после флюороскопии с помощью потолочного излучателя

После флюороскопической части исследования делают снимки всего пищевода, заполненного барием. Укладка и описание для выполнения снимка после флюороскопии с помощью потолочного излучателя приведена ниже в данной главе, в разделе укладок.



Рис. 14-58. Водный тест — левая задняя косая укладка



Рис . 14-59. Компресионная лопатка



Рис. 14-60. Прием касания пальцев ног

Исследование верхнего отдела ЖКТ

Кроме эзофагографии, второй, и очень распространенной, рентгенологической процедурой, или исследованием верхнего отдела желудочно-кишечной системы, с использованием контрастного вещества является исследование верхнего отдела желудочно-кишечного тракта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЦЕЛЬ

Исследование верхнего отдела ЖКТ — это рентгенологическое исследование **дистального отдела пищевода, желудка** и **двенадцатиперстной кишки**.

Целью этого исследования является изучение формы и функции дистального отдела пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки, а также обнаружение аномальных анатомических и функциональных состояний.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Противопоказания для исследования верхнего отдела ЖКТ в основном относятся к типу используемого контрастного вещества. Если у пациента в анамнезе прободение или разрыв пищеварительного тракта, то применение сульфата бария противопоказано. Вместо сульфата бария можно использовать контрастные водорастворимые йодсодержащие вещества.

Клинические показания для исследования верхнего отдела ЖКТ

Наиболее распространенными клиническими показаниями для исследования верхнего отдела ЖКТ являются следующие.

Безоар — непереваренная масса, застрявшая в желудке. Обычно подобная масса состоит из волос, растительных волокон или древесного материала. С течением времени материал накапливается и может вызвать непроходимость желудка.

Специфические термины для безоара: **трихобезоар**, шар, состоящий из волос, и **фитобезоар**, состоящий из растительных волокон или семян[1]. Некоторые пациенты не в состоянии переварить определенные растительные волокна или семена.

На снимке видна масса в виде дефекта наполнения внутри желудка, заполненного барием. Поверхность безоара остается покрытой барием даже после освобождения желудка от большей части бария (рис. 14-61).

Дивертикулы — слепое **выпячивание** части слизистой стенки. Они встречаются в желудке и тонкой кишке. Дивертикулы желудка обычно имеют размер 1-2 см, но могут быть и от нескольких миллиметров до 8 см в диаметре. Около 70-90% дивертикулов желудка образуются на задней стенке дна желудка. Большинство дивертикулов желудка асимптоматичны и обнаруживаются случайно.

Хотя дивертикулы и представляют собой доброкачественные образования, если их не лечить, они могут привести к прободению. Другие осложнения дивертикулов: воспаление и изъязвление в месте образования опухоли. Для диагностики опухолей или дивертикулов рекомендуется выполнить исследование верхнего отдела ЖКТ с двойным контрастированием. На рис. 14-62 показан наполненным воздухом, выстланный барием дивертикул луковицы двенадцатиперстной кишки.



Рис. 14-61. Задняя осевая проекция трихобезоар очень большого размера



Рис. 14-62. Передняя проекция — дивертикул и двенадцатиперстной кишке (стрелки)

[1] Meschan I: *Synopsys of analysis of roentgen signs in general radiology*, Philadelphia, 1976, WB Saunders.

Рвота — выделение содержимого желудка через рот. Рвота с кровью, называемая **hematemesis** (кровная рвота), может быть проявлением различных патологических процессов в ЖКТ.

Гастрит представляет собой воспаление внутренней слизистой оболочки желудка. Гастрит может развиться в ответ на различные физиологические состояния или состояния окружающей среды. **Острый гастрит** отличается тяжелыми симптомами боли и дискомфорта. **Хронический гастрит** — перемежающееся состояние, которое может быть вызвано изменениями в питании, стрессом или другими факторами.

Гастрит лучше виден при двойном контрастировании верхнего отдела ЖКТ. Тонкое бариевое покрытие демонстрирует скрытые изменения слизистой. Ее внешний вид на снимке может проявляться отсутствием складок, тонкими стенками желудка и пятнистой картиной слизистой. Чтобы визуально проверить слизистую на предмет признаков гастрита можно также провести эндоскопию.

Рак желудка составляет 70% всех желудочных опухолей. Рентгенографические признаки включают в себя большой неровный дефект наполнения внутри желудка, ограниченные изменения слизистой желудка, ригидность стенок желудка и изъязвление слизистой в этих местах.

Исследование с двойным контрастированием верхнего отдела ЖКТ остается золотым стандартом для обнаружения желудочной карциномы, для определения степени инвазии опухоли в ткани, окружающие желудок, можно провести КТ и/или эндоскопию.

Хиатальная грыжа (грыжа пищеводного отверстия диафрагмы) — состояние, при котором часть желудка выпячивается через отверстие диафрагмы. Грыжеобразование может быть небольшим, но в тяжелых случаях большая часть желудка может находиться в грудной полости над диафрагмой.

Хиатальная грыжа может возникнуть вследствие врожденного короткого пищевода или ослабления мышцы, окружающей отверстие диафрагмы[1]. Такой вид хиатальной грыжи встречается как у детей, так и у взрослых. Грыжа среднего размера взрослого человека показана на рис. 14-63, где часть желудка, содержащая воздух и барий, видна над диафрагмой.

Скользящая хиатальная грыжа — это второй тип хиатальной грыжи, возникающей вследствие ослабления малой мышцы (пищеводного сфинктера), находящейся между терминальным отделом пищевода и диафрагмой. Цель пищеводного сфинктера — удерживать кардиальную часть желудка ниже диафрагмы и оказывать сильное давление для предотвращения пищеводного рефлюкса. В связи с возрастом или другими факторами сфинктер может ослабевать и позволять части желудка образовывать грыжу через пищеводное отверстие. Так как степень грыжеобразования время от времени может варьироваться, ее называют **скользящей хиатальной грыжей**. Часто грыжа имеется уже при рождении, до симптомы затрудненного глотания обычно не проявляются до наступления раннего детского возраста.

Примечание: на снимке скользящей хиатальной грыжи может возникать симптом, называемый **кольцом Шацкого**, в виде кольцеобразного перехвата в дистальном отделе пищевода (рис. 14-64).

[1] Meschan I: *Synopsys of analysis of roentgen signs in general radiology*, Philadelphia, 1976, WB Saunders.

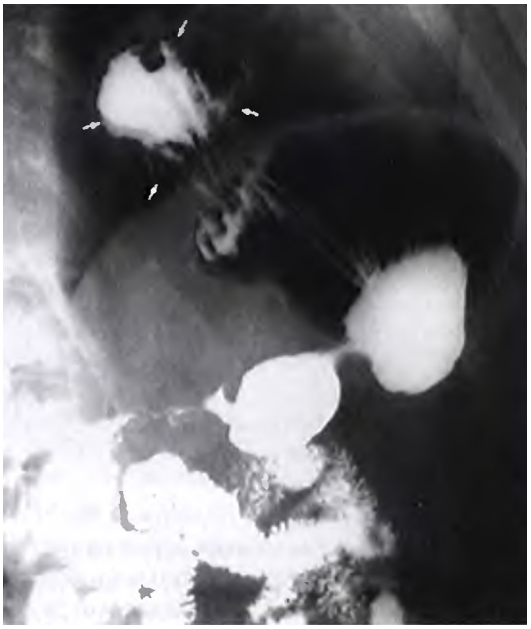


Рис. 14-63. Снимок верхнего отдела ЖКТ, демонстрирующая хиатальную грыжу (стрелки)



Рис. 14-64. Скользящая хиатальная грыжа с кольцом Шацкого (стрелки)

Язвы — эрозии желудка или слизистой двенадцатиперстной кишки вследствие различных физиологических состояний или состояний окружающей среды, таких как избыточная желудочная секреция стресс, диета и курение. В некоторых последних исследованиях выдвигаются предположения, что язва может быть вызвана бактериями и, следовательно, ее можно лечить антибиотиками. Если язву не лечить, она может привести к прободению желудка или двенадцатиперстной кишки.

Во время исследования верхнего отдела ЖКТ язвы видны как пятнистое скопление бария, которое может быть окружено прозрачным ореолом. На рис. 14-65 видна небольшая пептическая язва, заполненная барием. Для выявления большинства язв предпочтительно биконтрастное исследование верхнего отдела ЖКТ. Эндоскопия верхнего отдела ЖКТ может ему предшествовать или следовать за ним. Типы язв бывают следующими:

- **Пептическая язва** — изъязвление слизистой оболочки пищевода, желудка или двенадцатиперстной кишки, вызванное действием кислоты желудочного сока. Поэтому термин пептическая язва — синоним термину язва желудка или язва двенадцатиперстной кишки. Пептической язве часто предшествует гастрит и повышенная кислотность.
- Язва двенадцатиперстной кишки — пептическая язва, находящаяся в двенадцатиперстной кишке. Такие язвы часто расположены во втором или третьем отделе двенадцатиперстной кишки. Дуоденальные язвы редко являются злокачественными образованиями[1].
- **Язва желудка** — язва слизистой желудка.
- **Перфорированная язва** — язва, которая поражает полностью всю толщину стенки желудка или кишки, образуя отверстие на обеих поверхностях[1]. Только 5% всех язв ведут к прободению. Если язва перфорированная, то она образует отверстие между кишкой и брюшинной полостью. Рентгенографические признаки включают наличие свободного воздуха под диафрагмой, что видно на снимке в вертикальном положении. Если такую язву не лечить, она может привести к перитониту и, возможно, к смерти.



Рис. 14-65.Передняя проекция — пептическая язва

[1] Ell R: Handbook of gastrointestinal and genitourinary radiology, St. Louis, 1992, Mosby.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ - КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ
Безоар Трихобезоар Фитобезоар	Исследование верхнего отдела ЖКТ и/или эндоскопия	Дефект наполнения или плохо определяемая масса внутри желудка	Нет
Дивертикулы	Исследование с алойным контрастированием верхнего отдела ЖКТ	Выпячивание слизистой стенки	Нет Нет
Гастрит	Исследование с двойным контрастированием верхнего отдела ЖКТ	Отсутствие складок, тонкая стенка желудка и пятнистый вид слизистой	Нет
Рак желудка	Исследование с двойным контрастированием верхнего отдела ЖКТ	Дефект наполнения внутри желудка	Нет
Хиатальная грыжа (скользящая хиатальная грыжа)	Контрастное исследование верхнего отдела ЖКТ с одинарным или двойным контрастированием	Желудочный пузырь над диафрагмой, или кольце Шацкого	Нет
Язвы	Исследование с двойным контрастированием верхнего отдела ЖКТ	Пятнистое скопление бария и симптом ореола	Нет

[1] Зависит от степени заболевания

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА К ИССЛЕДОВАНИЮ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ

Цель подготовки пациента к исследованию верхнего отдела ЖКТ состоит в том, чтобы он явился в рентгенологическое отделение с совершенно пустым желудком. Если процедура назначена на утро, пациент должен воздержаться от приема пищи и жидкости) с полуночи и до момента начала обследования. **В течение этого периода пациент также не должен курить и жевать жевательную резинку.** Эти действия увеличивают желудочную секрецию и слюноотделение, которое мешает достаточному обволакиванию барием слизистой желудка.

Исследование верхнего отдела ЖКТ — процедура, которая занимает достаточно много времени, поэтому пациента надо заранее предупредить, сколько времени она займет. Если после исследования верхнего отдела ЖКТ будет выполнено исследование нижнего отдела ЖКТ, то времени действительно потребуется очень много. При назначении процедуры обратите внимание пациента на важность пустого желудка, чтобы пациент явился полностью подготовленным как физически, так и психологически.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ

Если пациент — женщина, осведомитесь о сроках менструального цикла. Облучение на ранних сроках беременности — одна из самых опасных ситуаций в диагностической рентгенологии.

Рентгеновскому исследованию, в частности серии верхнего отдела ЖКТ, которая захватывает таз и матку в первичном луче и сопровождается флюороскопией, подлежат только те беременные, кому это жизненно необходимо.

Вообще, если о беременности известно, то снимки живота нужно отложить, по крайней мере, до третьего триместра, или, если состояние пациентки позволяет, что определяет врач, до окончания срока беременности. Это тем более важно, если выполняется флюороскопия, которая значительно увеличивает облучение пациента.

ПОДГОТОВКА КАБИНЕТА И ФЛЮОРОСКОПИЯ

Подготовка кабинета для исследования верхнего отдела ЖКТ и для эзофагографии схожи. Контрастным веществом является водная взвесь сульфата бария. Иногда густой барий используют в дополнение к некоторым видам газообразующих препаратов.

В редких случаях смеси сульфата бария предпочитают водорастворимые контрастные вещества.

Поворотный стол-штатив приводят в вертикальное положение, хотя если пациент тяжело болен, то исследование можно начать с горизонтального положения стола и пациента. Подставка для ног должна размещаться в конце стола. Кабинет должен быть чистим, а на пульте управления аппаратом выбрано первое рабочее место для проведения флюороскопии. ЭСУ должно быть готово к работе. Кассет должно быть достаточно, чтобы снять полностью всю процедуру. Должны быть подготовлены рентгенозащитный фартук, рентгенозащитные перчатки и компрессионная лопатка. Персонал, находящийся в комнате, необходимо обеспечить рентгенозащитными фартуками.

До того как представить рентгенолога пациенту, объясните последнему предстоящую процедуру и заполните необходимые сведения из истории болезни пациента.

Инструкция для пациента

В/В ХОЛАНГИОГРАФИЯ И/ИЛИ ВНУТРИВЕННАЯ ПИЕЛОГРАФИЯ

1. Набор для подготовки (Fleet's Prep Kit) — подготовка в течение суток. Перечень инструкций находится в наборе.

КЛИЗМА С БАРИЕМ

1. Набор для подготовки (Fleet's Prep Kit) — подготовка в течение суток. Перечень инструкций находится в наборе. Можно съесть лёгкий жидкий завтрак.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ (ПЕРОРАЛЬНАЯ ХОЛЕЦИСТОГРАФИЯ)

1. Обежиренная пища на ужин вечером накануне обследования.
2. Начиная с 14 часов дня накануне перед обследованием, принимайте одну таблетку Холебрина каждые полчаса
3. После полуночи принимать пищу нельзя.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ И/ИЛИ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ КИШКИ

1. После полуночи воспрещается есть, пить, курить и жевать жевательную резинку. Приём любых антиспазматических препаратов должен быть прекращён по меньшей мера за сутки до начала обследования. Набор для подготовки (Fleet's Prep Kit) можно приобрести в большинстве аптек. Если у вас имеются вопросы, обратитесь в вашу аптеку заблаговременно.

ПОДГОТОВКА К УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ

Ультразвук БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ: с 18 часов вечера накануне обследования **обезжиренная жидкая диета**.
Ультразвук ТАЗА: **мочевой пузырь должен быть полным**. За час до процедуры выпейте 1-1,5 литра жидкости. **Не опорожняйте** пузырь до конца обследования.

ПОДГОТОВКА К КТ

Живот — только вода после полуночи.
Грудная клетка — только вода за четыре часа до обследования.
Голова — только вода за четыре часа до обследования.
Таз — только вода после полуночи.
Позвоночник — подготовка не требуется.

Дата назначения _____ Время назначения _____

Рис. 14-66. Образец бланка инструкции для пациента



Рис. 14-67. Флюороскопия верхнего отдела ЖКТ — цифровая флюороскопическая система

Общие обязанности рентгенолаборанта те же, что и при исследовании пищевода: он выполняет инструкции рентгенолога, помогает, если требуется, пациенту и облегчаем выполнение процедуры любыми доступными способами.

Структура флюороскопической процедуры, которой следуют рентгенологи, сильно варьируется, но обычно начинается с вертикальной укладки пациента. При флюороскопии пациентом выполняется ряд специальных приемов, положение стола в течение процедуры также изменяется.

ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПАЦИЕНТА И СТОЛА

Во время флюороскопии меняются различные положения пациента в сочетании с изменением положения стола. Рентгенолог должен помочь пациенту с чашкой бария, предложить подушку когда пациент ложится, и в течение всего исследования смотреть, достаточно ли хорошо укрыт пациент. Чашку с барием пациент держит в левой руке около левого плеча всякий раз, находясь в вертикальном положении. Чашку с барием у пациента забирают, если стол наклоняют вверх или вниз.

Часть обязанностей рентгенолаборанта состоит в том, чтобы смотреть за положением рук и пальцев пациента во время движений стола. Пациент может прищемить пальцы, если будет держаться за край стола. Во время таких движений рентгенолог занят тем, что смотрит на монитор, поэтому он не видит, в каком положении находятся руки пациента.

Правая передняя косая укладка, показанная на рис. 14-69, позволяет барию двигаться по направлению к пилорической части желудка, в то время как любой воздух, находящийся в желудке, сместится на дно желудка.



Рис. 14-68. Помощь пациенту при изменениях положения стола

СНИМКИ ПОСЛЕ ФЛЮОРОСКОПИИ

После флюороскопии можно сделать снимки некоторых укладок или проекций, чтобы получить подтверждение первичного заключения, сделанного по результатам флюороскопии. Такие снимки, выполненные после флюороскопии с помощью потолочного излучателя, например снимок в правой передней косой укладке, показанный на рис. 14-69, нужно выполнять сразу после флюороскопии, до того как большая часть бария попадет в тощую кишку.

При использовании цифровой флюороскопии рентгенологу могут не понадобиться снимки, выполненные после флюороскопии с помощью потолочного излучателя.



Рис. 14-69. Правая передняя косая укладка, для снимка после флюороскопии с помощью потолочного излучателя

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Обратитесь к главе 20 за более подробной информацией.

Подготовка ребенка для серии верхнего отдела ЖКТ.

Предлагаем следующие указания, которые должны выполняться наряду с предписаниями, имеющимися в отделении.

- Дети до 1 года: не есть и не пить за 4 ч.
- Дети старше 1 года: не есть и не пить за 6 ч.

Подготовка бария. Если ребенка будут кормить из бутылочки барий необходимо разбавить для более ровного потока бария дырку в соске следует сделать больше. Ниже даются некоторые указания, касающиеся объема смеси бария, при этом должны выполняться и предписания, имеющиеся в отделении.

- Новорожденные — дети 1 года: 60-120 гр.
- Дети от 1 года до 3 лет: 120-180 гр.
- Дети от 3 до 10 лет: 180-360 гр.
- Дети старше 10 лет: 360-480 гр.

Подготовка комнаты. Большинство снимков верхнего отдела ЖКТ у детей выполняется в горизонтальной укладке. Все находящиеся в кабинете люди должны быть в рентгенозащитных фартуках. Те, кто кормит и смотрит за ребенком во время флюороскопии, должны надеть рентгенозащитные перчатки, и они должны быть предупреждены о том, чтобы не стоять у изголовья, а также в ногах ребенка, так как в этих местах самое большое облучение.



Рис. 14-70. Подготовка ребенка для флюороскопии ЖКТ. Перед началом процедуры родители должны отступить назад

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Опасность обезвоживания — главный предмет беспокойства для пожилых пациентов, которым может потребоваться большее внимание и участие по причине требуемого воздержания от потребления жидкости и принятия бария, как это предписано правилами проведения обследования верхнего отдела ЖКТ.

Пожилым пациентам может потребоваться дополнительное время и помощь при размещении на столе, поскольку они часто нервничают и боятся упасть со стола.

Для пожилых пациентов с низкой рентгеновской плотностью ткани или астеническим типом телосложения может потребоваться использование других (более низких) параметров экспозиции.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВЕТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ УКЛАДОК ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ

Клиническая картина

Соберите данные истории болезни пациента для определения клинических показаний к исследованию, а также сведения о любых проведенных ранее хирургических операциях на ЖКТ. Хирургическое вмешательство, в особенности резекция кишечника или желудка, изменяют обычное положение ЖКТ. Обратите особое внимание при флюороскопии на особенности пациента, которые могут повлиять на укладку и направление ЦЛ для получения обзорного снимка.

Просмотрите карту пациента, чтобы удостовериться в том, что исследование назначено правильно. Также определите наличие специфических видов аллергии и другую информацию, имеющую отношение к делу.

Телосложение

Определите тип телосложения пациента. Помните, что у гиперстеников желудок расположен высоко и в поперечном положении, а у гипостеников — низко и вертикально. У пациента стенического или среднего типа дуоденальная луковица находится в области 2-го поясничного позвонка. Обычно 2-й поясничный позвонок расположен на 2,5-5 см выше подгрудинного угла реберной дуги. Способы нахождения центра снимка в данной главе даются для среднего пациента стенического типа.

Флюороскопия. Во время флюороскопии на мониторе установите область желудка и двенадцатиперстной кишки, а также прилежащие структуры и органы. Например, если тело желудка примыкает к крылу подвздошной кости, центр снимка должен находиться ниже, чем для среднего/стенического типа пациента.

Высокое значение кВ и короткое время экспозиции. Высокое значение кВ (100-125) требуется для обеспечения необходимой проникающей способности пучка рентгеновского излучения, для создания высокой контрастности изображения структур, заполненных барием. Короткая экспозиция необходима для уменьшения влияния перистальтического движения. При исследованиях ЖКТ с двойным контрастированием уставку кВ обычно снижают до 80-90, чтобы обеспечить более высокий контраст изображения.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

КТ — отличный метод выявления опухолей ЖКТ, а также печени, селезенки и поджелудочной железы. При использовании водорастворимых контрастных средств КТ позволяет обнаружить дивертикулы, хиатальные грыжи и прободение кишечника.

Компьютерную, томографию выбирают также для диагностики травмы ЖКТ и прилегающих органов.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

С помощью МРТ можно выявлять опухоли и сосудистые заболевания печени и пищевода.

Гемохроматоз (перенасыщение железом) может возникать у пациентов, перенесших многочисленные переливания крови, или вследствие генетических причин, хорошо виден с помощью МРТ. Перенасыщение железом ведет к аномальному содержанию железа в паренхиме печени. Избыток железа, отложенного в тканях, дает сильный сигнал на МРТ-изображениях.

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

Внутрипищеводное ультразвуковое обследование при варикозном расширении вен пищевода и при карциноме пищевода может быть альтернативой, рентгеновскому исследованию пищевода. Помещая датчик в пищевод, можно получить детальное изображение внутреннего слоя слизистой, оценить состояние небольших варикозно расширенных вен, выявить полипы пищевода и верхнего отдела желудка.

УЗИ с доплерографией используется для визуализации сосудистого потока в органах пищеварительной системы.

РАДИОНУКЛИДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

С помощью специфических радионуклидов можно обнаруживать цирроз печени, опухоли селезенки, желудочно-кишечное кровотечение, изучать скорость выведения пищи из желудка.

Кроме того, можно диагностировать пищеводный рефлюкс путем добавления радионуклидов в питье, например в молоко. Используя компрессионный пояс и усиливая давление, можно методом сцинтиграфии выявить заброс желудочного содержимого в пищевод.

Результаты опроса по США и Канаде

В 1999 г. в США и Канаде было проведено исследование частоты выполняемых исследовании. Полученная информация, представленная в приведенных таблицах, показывает норму (в %) для основных проекций для эзофагографии и обследований верхнего отдела ЖКТ Результаты исследования были постоянны во всех районах США, но существенные различия были обнаружены между США и Канадой. Самым очевидным отличием было исключение снимков после флюороскопии в США при использовании цифровой флюороскопии (40%) по сравнению с Канадой (72%).

Двойное контрастирование для верхнего отдела ЖКТ является распространенной процедурой, как показало исследование, проведенное в США в 1989 году (62%). Этот вопрос не включался в исследования 1995 и 1999 годов, но предположительно, результаты были бы такими же или выше. Как правило, исследование с двойным контрастированием схожи с контрастными исследованиями верхнего отдела ЖКТ с тем единственным отличием, что первые, как уже говорилось, выполняются при более низких уставках кВ.

Основные и специальные проекции

Далее в главе приведены основные и специальные позиции или проекции пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки.

Три основные проекции после флюороскопии для **эзофагографин** вместе с одной косой укладкой описаны ниже.

Пять проекций для исследования верхнего отдела ЖКТ даны в порядке их клинической необходимости, когда требуются снимок, выполненый после флюороскопии с помощью потолочного излучателя. Как показывает обзор, о котором шла речь выше, с увеличением использования цифровой флюороскопии такие снимки становятся менее распространенными, но рентгенологи должны уметь их выполнять, если потребуется.

ЭЗОФАГОГРАФИЯ

	США			Канада
		Основные		Осиовные
	1999 г.	1995 г.	1989 г.	1999 г.
Пищевод				
Правая передняя косая укладка	91	87	88	39
Левая боковая	70	65	55	42
Задняя	58	59	48	45
Передняя	29	32	30	12
Левая передняя косая укладка	46	44	—	24

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ

	США			Канада
		Основные		Основные
	1999 г.	1995 г.	1989 г.	1999 г.
Желудок и двенадцатиперстная кишка				
Задняя проекция, обзорный снимок (лежа на спине)	66	54	-	11
Правая передняя косая (горизонтальная укладка)	90	89	93	28
Передняя (горизонтальная уклада)	81	79	85	22
Правая боковая (горизонтальная уладка)	82	82	80	23
Левая задняя косая (горизонтальная укладка)	52	59	55	24
Задняя (горизонтальная)	56	63	50	26
Двойное контрастирование	-	-	62	-
Цифровая флюороскопия (без снимков, с помощью потолочного излучателя)	40	-	-	72

Эзофагография (с барием)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая укладка (35-40°), 469
- Боковая, 470
- Задняя (передняя), 471

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Левая передняя косая укладка, 472

Исследование верхнего отдела ЖКТ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая укладка (горизонтальная), 473
- Передняя (горизонтальная), 474
- Правая боковая (горизонтальная укладка), 475
- Левая задняя косая (горизонтальная укладка), 476
- Задняя (горизонтальная укладка), 477

ПРАВАЯ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА: Эзофагография

Выявляемая патология

Стриктуры, инородные тела, анатомические аномалии и опухоли пищевода.

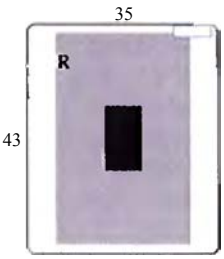
Эзофагография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая (35-40°)
- Боковая
- Задняя (передняя)

Технические условия исследования

- Размер кассеты - 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100 - 110 кВ.
- Уставки и дозы.

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
22	110	3	790	180	М <0,1 Ж 1

мкГр



Радиационная защита

Используйте гонадную радиационную защиту области таза.

Укладка пациента

- Пациент лежит или стоит. Горизонтальная укладка предпочтительнее ввиду более плотного наполнения пищевода.

Укладка снимаемой области

- **Поверните** пациента **на 35-40°** из положения лежа на животе, при этом правая передняя часть тела прилегает к кассете или столу.
- Правая рука пациента опущена вниз, левая — согнута в локте и поднята к голове, в левой руке — чашка с барием (и соломинкой).
- Левое колено согнуто.
- В косой укладке средняя линия грудной клетки выравнивается по средней линии кассеты и/или стола.
- Верх кассеты расположен примерно на 5 см выше уровня плеч, ЦЛ направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно к кассете.
- ЦЛ направлен на центр кассеты на **уровне 5-го или 6-го грудных позвонков** (5-7,5 см ниже яремной вырезки).
- Минимальное РИП составляет 100 см или 180 см, если пациент находится в вертикальном положении.

Диафрагмирование выполняется по бокам так, чтобы ширина изображения была 12 — 15 см. Диафрагмируйте нижние границы по краям кассеты, маркеры «П» и «Л» находятся внутри поля диафрагмирования.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе (см. примечания).

Примечание: густой барий: нужно принять 2-3 ложки густой смеси бария, и сразу после этого выполнить экспозицию. (Пациент обычно задерживает дыхание сразу после проглатывания.)

Жидкий барий: для тугого наполнения пищевода барием, пациент может пить барий через соломинку, при этом экспозиция выполняется после 3-4 глотков, без задержки дыхания (время экспозиции как можно более короткое).



Рис. 14-71. Правая передняя косая укладка (35-40°) — горизонтальная или вертикальная



Рис. 14-72. Рентгенограмма пищевода в правой передней косой укладке

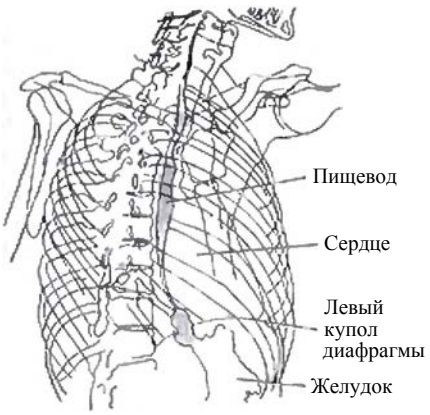


Рис. 14-73. Анатомическая схема пищевода в правой передней косой укладке

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Пищевод должен быть виден между позвоночным столбом и сердцем. (Правая передняя косая укладка обеспечивает лучшую видимость исследуемых структур между позвонками и сердцем, нежели левая передняя косая укладка.)

Укладка. • Правильный поворот тела проецирует пищевод между позвоночным столбом и сердцем. Если пищевод расположен над позвоночником, требуется большая ротация. • Весь пищевод должен быть наполнен или покрыт изнутри контрастным веществом. • Изображение верхних конечностей не должно накладываться на пищевод.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования видны на снимке по бокам. • ЦЛ направлен на уровень 5-го или 6-го грудных позвонков для получения изображения всего пищевода.

Параметры экспозиции. • Для ясной визуализации границ наполненною контрастной средой пищевода через тень сердца используют соответствующие параметры экспозиции. • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.

БОКОВАЯ УКЛАДКА: Эзофагография

Выявляемая патология

Стриктуры, инородные тела, анатомические аномалии и опухоли пищевода.

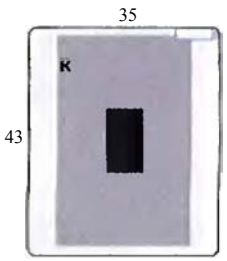
Эзофагография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая (35-40°)
- Боковая
- Задняя (передняя)

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100-110 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
22	110	4	1160	230	М <0,1 Ж 1

мкГр



Радиационная защита

Используйте гонадную радиационную защиту области таза.

Укладка пациента

Пациент лежит или стоит (горизонтальная укладка предпочтительнее).

Укладка снимаемой области

- Руки пациента над головой, согнуты в локтях и лежат одна на другой.
- **Срединная фронтальная плоскость** выравнивается по **средней линии** кассеты и/или стола.
- Плечи и бока находятся в истинно боковой укладке.
- Верх кассеты расположен примерно на 5 см выше уровня плеч, ЦЛ направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- ЦЛ направлен к центру кассеты на **уровне 5-го или 6-го грудных позвонков** (5-7,5 см ниже яремной вырезки).
- Минимальное РИП составляет 100 см или 180 см, если пациент находится в вертикальном положении.

Диафрагмирование выполняется по бокам пациента так, чтобы ширина изображения была примерно 12-15 см.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе (см. примечания).

Примечание: смотрите описание предыдущей проекции (прием бария).

Альтернативная боковая укладка — положение пловца (рис. 14-75) позволяет лучше демонстрировать верхний отдел пищевода без наложения теней от рук и плеч.

Уложите пациента в истинно боковое положение; затем отведите его плечи от области пищевода: плечо, находящееся вверху, отведите вниз и назад, при этом рука тоже отводится назад. Другое плечо и рука находятся выше, перед пациентом. В этой руке пациент держит чашку с барием.



Рис. 14-74. Правая боковая укладка — руки вверху

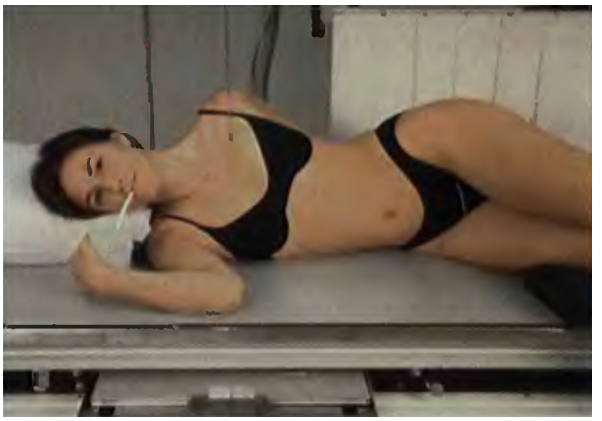


Рис. 14-75. Опциональная боковая укладка — положение пловца — для лучшей визуализации верхнего отдела пищевода



Рис. 14-76. Рентгенограмма пищевода в боковой укладке — руки вверху

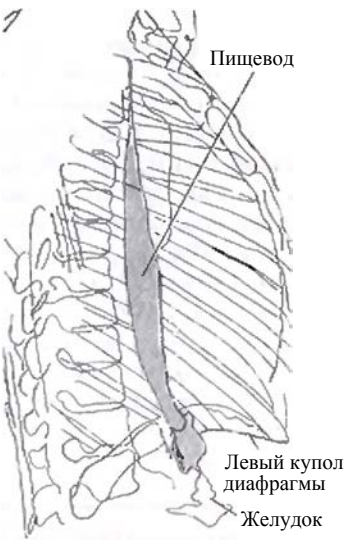


Рис. 14-77. Анатомическая схема пищевода в боковой укладке

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Пищевод должен быть виден полностью между грудной частью позвоночника и сердцем.

Укладка. • Прямое наложение задних ребер показывает истинно боковую укладку. • Изображения рук пациента не должны накладываться на изображение пищевода • Весь пищевод должен быть наполнен или покрыт изнутри контрастным веществом.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования должны быть видны на снимке по бокам. • ЦЛ направлен на уровень 5 или 6 грудных позвонков для получения изображения всего пищевода.

Параметры экспозиции. • Для ясной визуализации границ наполненного контрастной средой пищевода через тень сердца используют соответствующие параметры экспозиции. • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.

ЗАДНЯЯ (ПЕРЕДНЯЯ) ПРОЕКЦИЯ: Эзофагография

Эзофагография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая (35-40°)
- Боковая
- Задняя (передняя)

Выявляемая патология

Стриктуры, инородные тела, анатомические аномалии и опухоли пищевода.

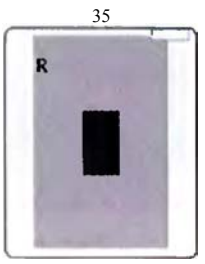
Эта проекция может не представлять такой диагностической ценности, как правая передняя косая или боковая.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100-110 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
15	110	3	650	240	М <0,1 Ж 1

мкГр



Радиационная защита

Используйте гонадную радиационную защиту области таза.

Укладка пациента

Пациент лежит или стоит (горизонтальное положение предпочтительнее).

Укладка снимаемой области

- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается **по средней линии** кассеты и/или стола.
- **Отсутствует ротация** плеч и боков.
- Правая рука пациента вверху, в ней чашка с барием.
- Верх кассеты расположен примерно на 5 см выше уровня плеч так, чтобы центр ЦЛ был направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ выравнивается по срединной сагиттальной плоскости, **2,5 см ниже угла грудины** (5-6-й грудной позвонок) или приблизительно 7,5 см ниже яремной вырезки.
- Минимальное РИП составляет 100 см или 180 см, если пациент находится в вертикальном положении.

Диафрагмирование. Максимально близко к области интереса так, чтобы ширина изображения составляла примерно 12-15 см. Нижняя граница области диафрагмирования должна соответствовать краю кассеты.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе.

Альтернативная передняя проекция. Можно сделать снимок в передней проекции с такой же укладкой и направлением ЦЛ.

Примечание: нужно принять 2-3 ложки густой смеси бария и экспозицию выполнить сразу же после этого. (Пациент обычно задерживает дыхание сразу после проглатывания.)

Для полного наполнения пищевода жидкой смесью бария пациент может пить барий через соломинку, при этом экспозицию выполняют после 3-4 глотков, без задержки дыхания (время экспозиции как можно более короткое).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Пищевод должен быть полностью заполнен барием.

Укладка. • Об отсутствии ротации говорит симметричность изображения грудино-ключичных суставов.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края диафрагмирования видны на снимке по бокам. ЦЛ направлен на уровень 5-го или 6-го грудного позвонка для получения изображения всего пищевода.

Параметры экспозиции. • Для ясной визуализации границ наполненного контрастной средой пищевода через тень сердца используют соответствующие параметры экспозиции. Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 14-78. Задняя проекция в горизонтальном положении

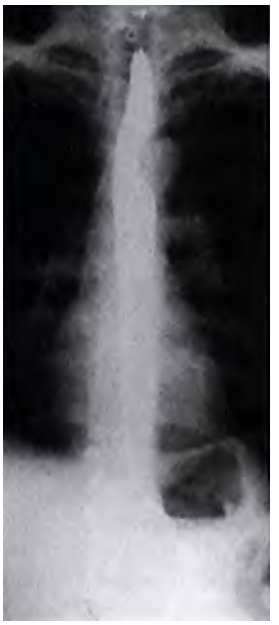


Рис. 14-79. Рентгенограмма пищевода в задней проекции

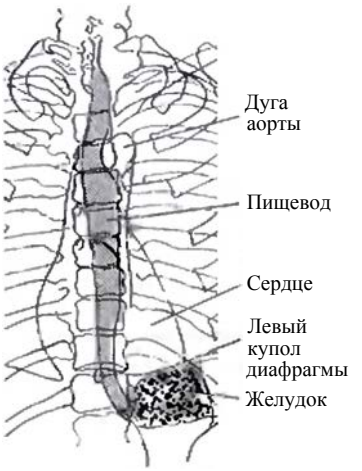


Рис. 14-80. Анатомическая схема пищевода в задней проекции

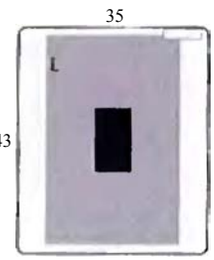
ЛЕВАЯ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА: Эзофагография

Эзофагография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Левая передняя косая укладка

Выявляемая патология

Стриктуры, инородные тела, анатомические аномалии и опухоли пищевода.

Технические условия исследования



• Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
• Подвижный или неподвижный растр.
• 100-110 кВ.
• Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
22	110	3	790	180	М < 0,1 Ж 1

мкГр

Радиационная защита

Используйте гонадную радиационную защиту области таза.

Укладка пациента

Пациент лежит или стоит (горизонтальное положение предпочтительнее).

Укладка снимаемой области

- **Поверните** пациента **на 35-40°** из укладки для передней проекции, при этом левая передняя часть тела прилегает к кассете или столу.
- Левая рука пациента опущена вниз, правая — согнута в локте и поднята к голове.
- Правое колено согнуто.
- Верх кассеты расположен примерно на 5 см выше уровня плеч так, чтобы ЦЛ был направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- ЦЛ направлен на уровень **5-го** или **6-го грудного позвонка** (5-7,5 см ниже яремной вырезки).
- Минимальное РИП составляет 100 см или 180 см, если пациент находится в вертикальном положении.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте боковые границы для создания двустороннего поля снимка примерно 12-15 см шириной. Диафрагмируйте нижнюю и верхнюю границы по краям кассеты.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе.

Примечание: густой барий: нужно принять 2-3 ложки густой смеси бария, и экспозицию выполнив сразу же после этого. (Пациент обычно задерживает дыхание сразу после проглатывания.)

Жидкий барий: для полного наполнения пищевода барием, пациент может пить барий через соломинку, при этом экспозицию выполняют после 3-4 глотков, без задержки дыхания (время экспозиции как можно короче).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Пищевод должен быть виден между воротами легких и грудным отделом позвоночника. • Пищевод должен быть полностью заполнен контрастным веществом.

Укладка. • Изображение верхней конечности пациента не должно накладываться на изображение пищевода.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования видны на снимке по бокам. ЦЛ направлен на уровень 5-го или 6-го грудного позвонка для получения изображения всего пищевода.

Параметры экспозиции. • Для ясной визуализации границ наполненного контрастной средой пищевода через тень сердца используют соответствующие параметры экспозиции, Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 14-81. Левая горизонтальная передняя косая укладка

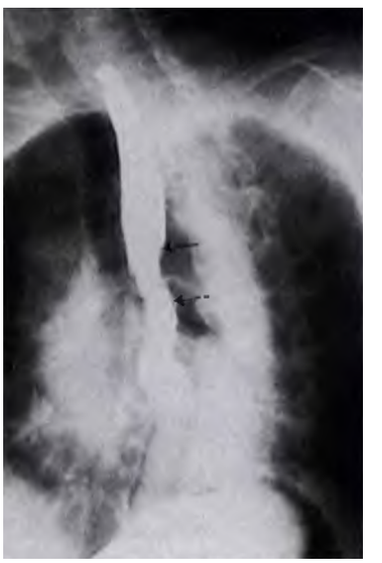


Рис. 14-82. Рентгенограмма пищевода в левой передней косой укладке, демонстрирующая суженную область пищевода, возможная карцинома (стрелки)

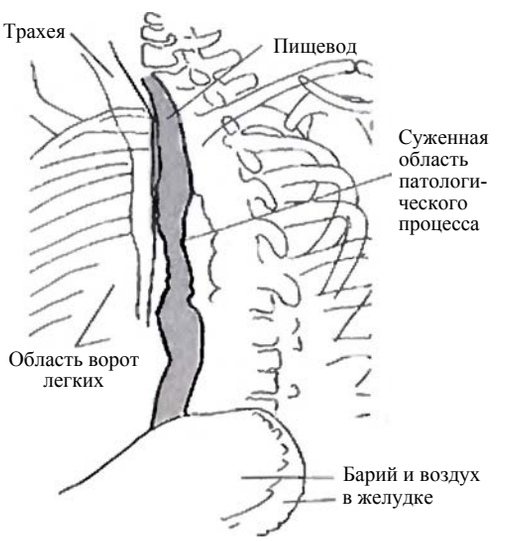


Рис. 14-83. Анатомическая схема пищевода в левой передней косой укладке

ПРАВАЯ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ

Исследование верхнего отдела ЖКТ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая
- Передняя
- Прямая боковая
- Левая задняя косая
- Задняя

Выявляемая патология

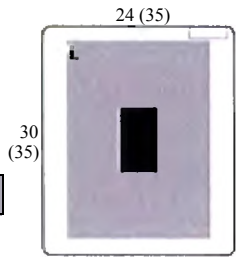
Идеальная укладка для визуализации полипов и язв привратника, луковицы двенадцатиперстной кишки и петли двенадцатиперстной кишки.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное или — 35 х 35 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100-110 кВ (80-90 кВ для исследования с двойным контрастированием).
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	125	5	1170	510	М 1 Ж 120

мкГр



Радиационная защита

- Используйте гонадную радиационную защиту на область таза, **не закрывая органы, являющиеся предметом исследования**.

Укладка пациента

Пациент лежит, при этом тело частично повернуто в правую переднюю косую укладку; под голову пациента кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Из положения лежа на животе, пациента поворачивают на **40-70°**, при этом правая передняя часть, тела прилегает к кассете или столу (иногда требуется больший угол поворота, если пациент гиперстеник, и меньший, если пациент более худой, астенического типа).
- Правая рука пациента опущена вниз, левая — согнута в локте и поднята к голове.
- Левое колено согнуто.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.

Нормостенический тип: направляйте ЦЛ и располагайте центр кассеты в районе луковицы двенадцатиперстной кишки на уровне 2-го поясничного позвонка (2,5-5 см над нижним боковым краем ребра), на половине пути между позвоночником и верхней боковой границей живота.

Астенический тип: центр кассеты и ЦЛ - примерно на 5 см ниже уровня 2-го поясничного позвонка.

Гиперстенический тип: центр кассеты и ЦЛ примерно на 5 см выше уровня 2-го поясничного позвонка или ближе к средней линии.

- ЦЛ на центр кассеты центру кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по четырем сторонам по внешним краям кассеты или области снимаемого органа на кассете большего размера.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны весь желудок и петля двенадцатиперстной кишки.

Укладка. • Луковица двенадцатиперстной кишки должна быть видна в профиль.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны по четырем краям снимка. ЦЛ направлен на уровень 2 поясничного позвонка, при этом в центре снимка расположены тело желудка и петля двенадцатиперстной кишки.

Параметры экспозиции. • Для визуализации складок желудка без переэкспозиции других органов, являющихся предметом обследования, используют соотвествующие параметры экспозиции; четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 14-84. Правая передняя косая укладка

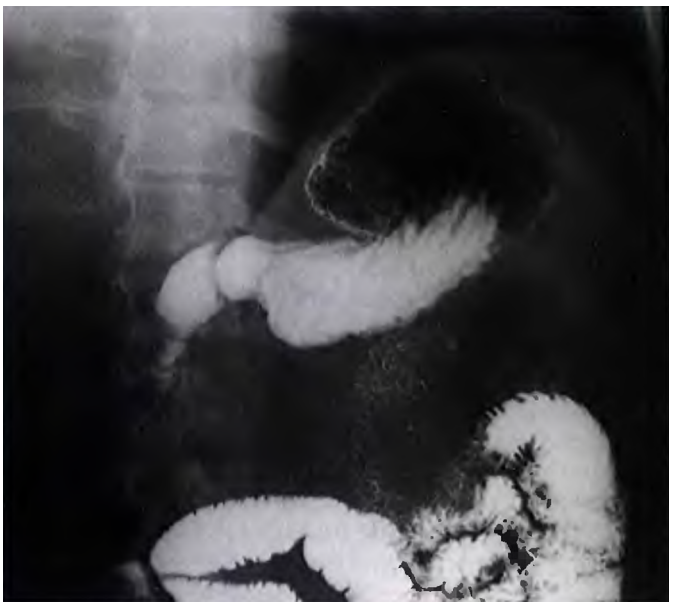


Рис. 14-85. Рентгенограмма желудка в правой передней косой укладке

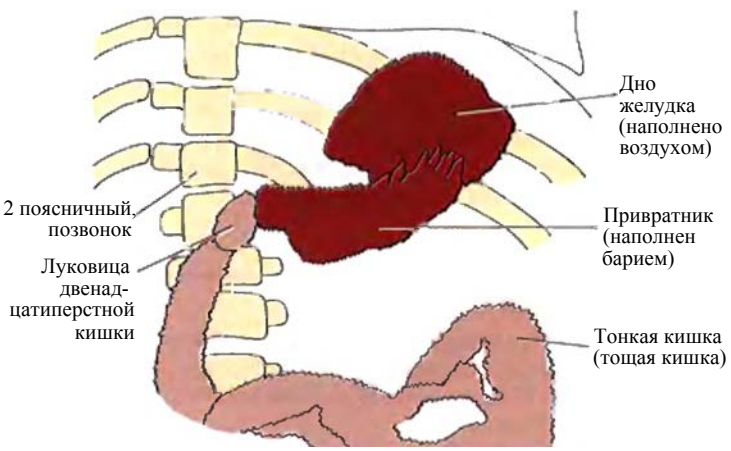


Рис. 14-86. Анатомическая схема желудка в правой передней косой укладке

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ

Исследование верхнего отдела ЖКТ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая
- Передняя
- Правая боковая
- Левая задняя косая
- Задняя

Выявляемая патология

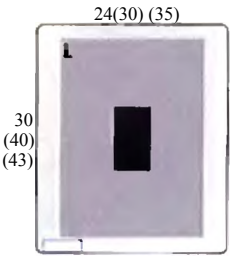
Полипы, дивертикулы, безоары и признаки гастрита в теле и пилорической части желудка.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см, расположение продольное или — 30 x 40 см или 35 x 43 см, если включен тонкий кишечник.
- Подвижный или неподвижный растр
- 100 - 110 кВ (80-90 кВ для исследования с двойным контрастированием).
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
18	125	4	1130	380	М 1 Ж 90

мкГр



Радиационная защита

- Используйте гонадную радиационную защиту для области таза, **не закрывая органы, являющиеся предметом исследования.**

Укладка пациента

Пациент находится в положении лежа на животе, руки вверху около головы; под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по ЦЛ и средней линии стола.
- **Ротация тела отсутствует**.

Центральный луч

- **ЦЛ перпендикулярен** кассете.
- **Стенический тип.** Направьте ЦЛ и поместите центр кассеты в район привратника и луковицы двенадцатиперстной кишки на **уровне 2-го поясничного позвонка** (2,5-5 см над нижним боковым краем ребра) и примерно на **2,5 см левее позвоночного столба**.

  Астенический тип. ЦЛ должен быть направлен примерно на 5 см ниже уровня 2-го поясничного позвонка.

  Гиперстенический тип. ЦЛ должен быть направлен примерно на 5 см выше уровня 2-го поясничного позвонка или ближе к средней линии.
- ЦЛ расположен по центру кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по четырем сторонам по внешним краям кассеты или области снимаемого органа на кассете большего размера.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны весь желудок и двенадцатиперстная кишка.

Укладка. • Тело и привратник желудка должны быть наполнены барием.

Диафрагмирование и положение ЦЛ: • Границы области диафрагмирования должны быть видны по четырем сторонам снимка. ЦЛ направлен на уровень 2-го поясничного позвонка, при этом в центре снимка расположены тело и привратник и петля двенадцатиперстной кишки.

Параметры экспозиции. • Для визуализации складок желудка без переэкспозиции других органов, являющихся предметом обследования, используют соответствующие параметры экспозиции; четкие края структур говорят об отсутствии движения.

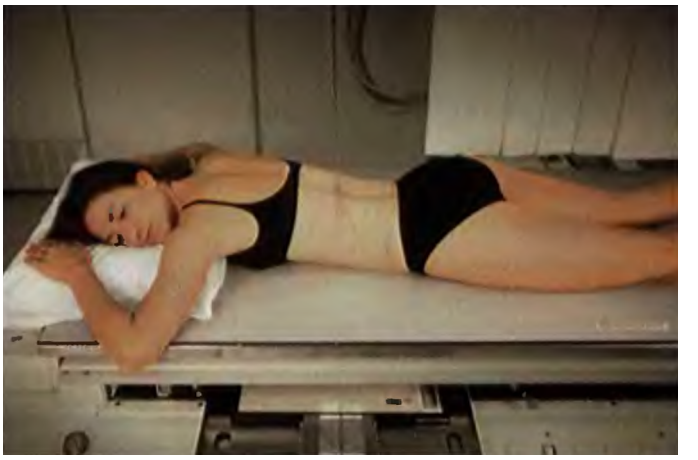


Рис. 14-87. Укладка для снимка в передней проекции



Рис. 14-88. Рентгенограмма желудка и передней проекции

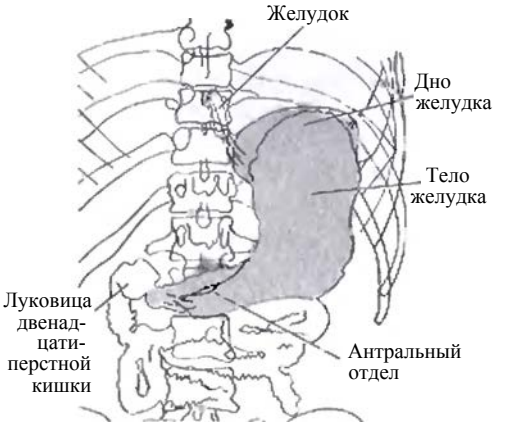


Рис. 14-89. Анатомическая схема желудка в передней проекции

Альтернативная аксиальная передняя проекция. Высокое поперечное положение желудка у **пациентов-гиперстеников** приводит к получению вида с торца в этой проекции, и частично перекрываются пилорический отдел желудка и луковица двенадцатиперстной кишки в прямой передней проекции. Следовательно, **35-45° краниальный** наклон центрального луча разделит эти области для лучшей визуализации. Большая и малая, кривизны желудка тоже лучше видны в профиль.

Для **младенцев** рекомендуется **20-25° краниальный наклон центрального луча** для лучшей визуализации тела и привратника.

ПРАВАЯ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ

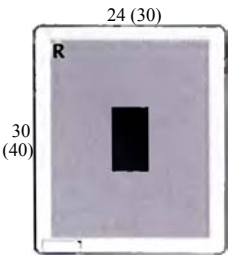
Исследование верхнего отдела ЖКТ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая
- Передняя
- Правая боковая
- Левая задняя косая
- Задняя

Выявляемая патология

Патологические процессы, расположенные позади желудка, дивертикулы, опухоли, язвы желудка, травмы желудка можно визуализировать на заднем контуре желудка.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное или — 30 х 40 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 110 - 125 кВ (85 - 95 кВ для исследования с двойным контрастированием)
- Уставки и дозы:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
27	125	7	2750	490	М 1 Ж 210

мкГр

Радиационная защита

- Используйте гонадную радиационную защиту на область таза, **не закрывая органы, являющиеся предметом исследования**.

Укладка пациента

Пациент лежит на правом боку. Под голову кладется подушка. Руки вверху рядом с головой пациента, колени согнуты.

Укладка снимаемой области

- Плечи и бока находятся в истинно боковой укладке.
- ЦЛ направлен на центр кассеты (нижняя часть кассеты примерно на уровне подвздошного гребня).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- **Стенический тип.** Направьте ЦЛ и расположите центр кассеты в области луковицы двенадцатиперстной кишки на **уровне 1-го поясничного позвонка** (уровень нижнего бокового края ребра) или на **2,5-4 см вперед к средней фронтальной плоскости** (между передней границей позвонка и передней частью живота).

  Гиперстенический тип: ЦЛ должен быть направлен примерно на 5 см выше 1-го поясничного позвонка.

  Астенический тип. ЦЛ должен быть направлен примерно на 5 см ниже 1-го поясничного позвонка.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по четырем сторонам по внешним краям кассеты или области снимаемого органа на кассете большего размера.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны весь желудок и двенадцатиперстная кишка. • Демонстрируется **позадижелудочное пространство**. • Привратник и петля двенадцатиперстной кишки хорошо визуализируются на пациентах-гиперстениках.

Укладка. • **Ротация тела отсутствует**; тела позвонков должны быть видны для ориентации. Межпозвоночные отверстия должны быть открыты, означая истинно боковую укладку.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны по четырем сторонам снимка. • ЦЛ должен быть направлен на область луковицы двенадцатиперстной кишки на уровне 1-го поясничного позвонка.

Параметры экспозиции. • Для визуализации складок желудка без переэкспозиции других органов, являющихся предметом обследования, используют соответствующие параметры экспозиции; четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 14-90. Правая боковая укладка

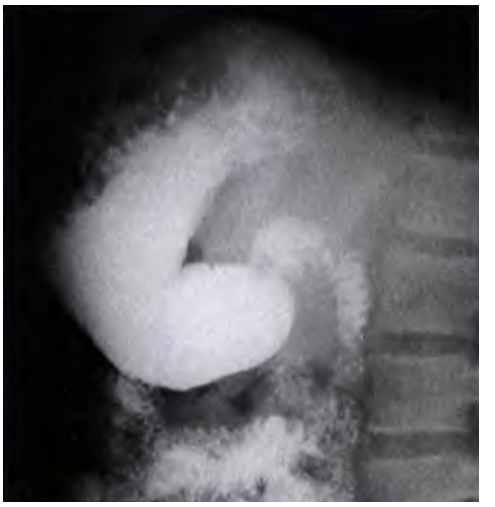


Рис. 14-91. Рентгенограмма желудка в правой боковой укладке

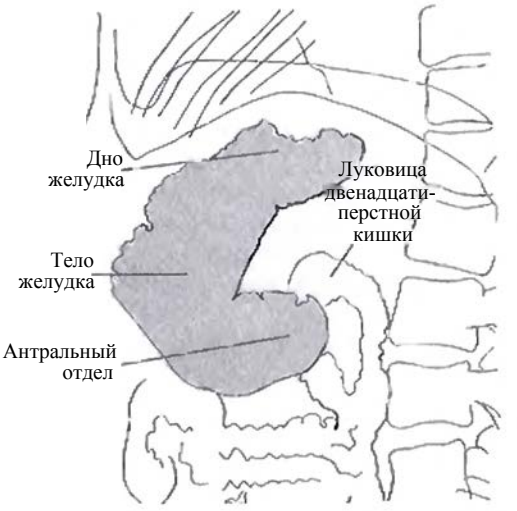


Рис. 14-92. Анатомическая схема желудка в правой боковой укладке

Примечание: как правило, в этой укладке желудок расположен на один позвонок выше, чем при снимке в передней проекции или наклонной укладке.

ЛЕВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ

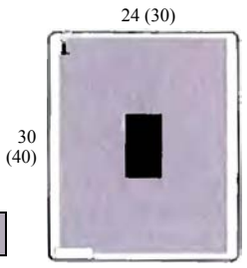
Выявляемая патология

При использовании двойного контрастирования наполненные воздухом привратник и луковица двенадцатиперстной кишки могут лучше демонстрировать признаки гастрита и язв.

Исследование верхнего отдела ЖКТ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая
- Передняя
- Правая боковая
- Левая задняя косая
- Задняя

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 х 30 см, расположение продольное или — 30 х 40 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100 - 110 кВ (80 - 90 кВ для исследования с двойным контрастированием).
- Уставки и дозы:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	125	5	1570	460	М 3 Ж 120

мкГр

Радиационная защита

- Используйте гонадную радиационную защиту области таза.

Укладка пациента

Пациент лежит горизонтально, при этом тело пациента частично повернуто в положение левой задней косой укладки; под голову пациента кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Из положения лежа на спине пациента поворачивают на **30-60°**, при этом левая задняя часть тела прилегает к кассете или столу (возможно, потребуется больший угол вращения для пациентов-гиперстеников и меньший для более худых пациентов астенического типа).
- Правое колено согнуто.
- Левая рука пациента вытянута и отведена от тела, правая рука поднята и перекинута через грудную клетку, правой рукой пациент держится за край стола для сохранения положения. (Не прижмите пальцы пациента, двигая кассетодержатель.)
- Центр кассеты совпадает с направлением ЦЛ (нижний край кассеты находится на уровне подвздошного гребня).

Центральный луч

- Направьте ЦЛ перпендикулярно кассете.

Стенический тип. Направьте ЦЛ и расположите центр кассеты на уровне **1-го поясничного позвонка** (примерно посредине между концом мечевидного отростка и нижним боковым краем ребер) и посредине между средней линией тела и левым нижним краем живота.

Гиперстенический тип. ЦЛ должен быть направлен примерно на 5 см выше уровня 1-го поясничного позвонка.

Астенический тип. ЦЛ должен быть направлен примерно на 5 см ниже уровня 1-го поясничного позвонка или ближе к средней линии.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны весь желудок и двенадцатиперстная кишка. Должна быть хорошо видна луковица двенадцатиперстной кишки, без наложения на ее и изображения проекции привратника.

Укладка. • Тело желудка должно быть наполнено барием. • При исследовании с двойным контрастированием тело и привратник, а иногда и луковица двенадцатиперстной кишки заполнены воздухом.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны по четырем сторонам снимка. ЦЛ направлен на область луковицы двенадцатиперстной кишки на уровне 1-го поясничною позвонка.

Параметры экспозиции. • Для визуализации складок желудка без переэкспозиции других органов, являющихся предметом обследования, используют соответствующие параметры экспозиции; четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 14-93. Левая задняя косая укладка

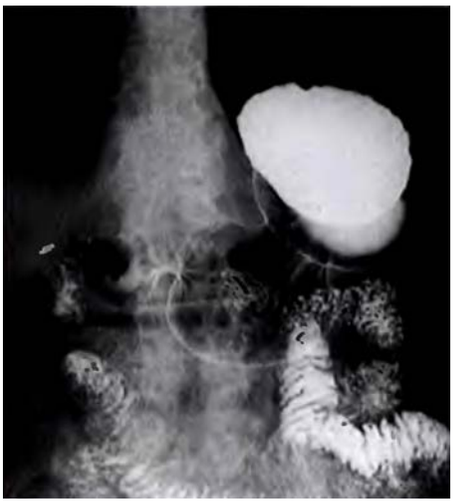


Рис. 14-94. Рентгенограмма желудка в левой задней косой проекции

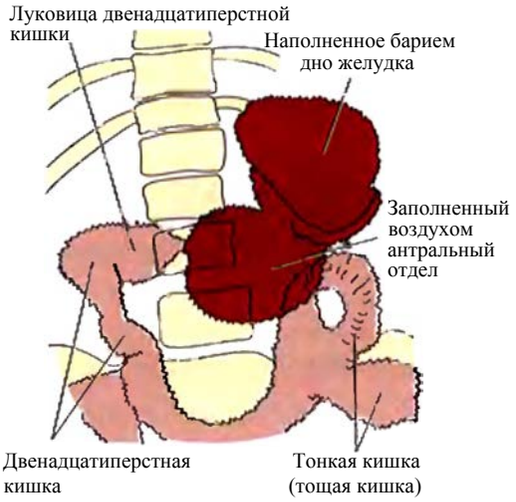


Рис. 14-95. Анатомическая схема желудка в левой задней косой проекции

• Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по четырем сторонам по внешним краям кассеты или области снимаемого органа на кассете большего размера.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе.

Примечание: как правило, в этой укладке желудок расположен выше, чем в боковой укладке поэтому центр располагается на один позвонок выше, чем при снимке в передней проекции или правой косой укладке.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ

Исследование верхнего отдела ЖКТ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Правая передняя косая
- Передняя
- Правая боковая
- Левая задняя косая
- Задняя

Выявляемая патология

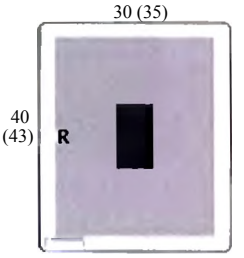
Позиция по Тренделенбургу может демонстрировать **хиатальную грыжу**.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 30 х 40 см, расположение продольное или — 35 х 43 см, если включен тонкий кишечник.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100 - 110 кВ (80 - 90 кВ для исследования с двойным контрастированием).
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
18	125	4	1140	390	М 1 Ж 100

мкГр



Радиационная защита

- Используйте гонадную радиационную защиту области таза, не закрывая органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент находится в положении лежа на спине, руки по бокам; под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- **Срединная сагиттальная плоскость** выравнивается по **средней линии** стола.
- **Ротация** тела **отсутствует**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты (нижний край кассеты размером 30 х 40 см должен находиться на уровне подвздошного гребня).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
  Стенический тип. Направьте ЦЛ и расположите центр кассеты на уровне **1-го поясничного позвонка** (примерно посредине между концом мечевидного отростка и нижним боковым краем ребер) и по**средине между средней линией тела** и **левым латеральным краем живота**.
  Гиперстенический тип. ЦЛ должен быть направлен примерно на 2,5 см выше 1-го поясничного позвонка.
  Астенический тип. ЦЛ должен быть направлен примерно на 5 см ниже уровня 1-го поясничного позвонка или ближе к средней линии.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется по четырем сторонам по внешним краям кассеты или области снимаемого органа на кассете большего размера.

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание на вдохе, затем экспозиция выполняется на выдохе.

Альтернативная задняя проекция в укладке по Тренделенбургу: частичная укладка по Тренделенбургу (голова ниже ног)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны весь желудок и двенадцатиперстная кишка. Для демонстрации возможной хиатальной грыжи включают изображение диафрагмы и нижней части легких.
Укладка. • Тело желудка должно быть наполнено барием и находится около центра кассеты.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования должны быть видны по четырем сторонам снимка. • ЦЛ направлен на область луковицы двенадцатиперстной кишки на уровне 1-го поясничного позвонка.
Параметры экспозиции. • Для визуализации складок желудка без переэкспозиции других органов, являющихся предметом обследования, используют соответствующие параметры экспозиции; четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 14-96. Укладка лежа на спине — проекция (вставка — дополнительная укладка по Тренделенбургу)

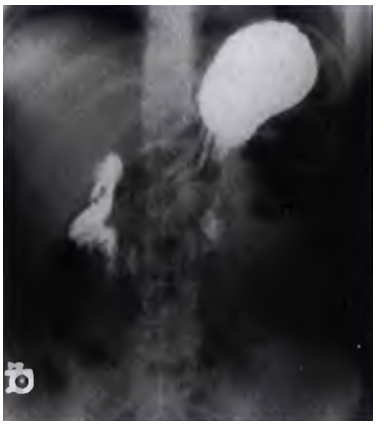


Рис. 14-97. Рентгенограмма в задней проекции, укладка лежа на спине

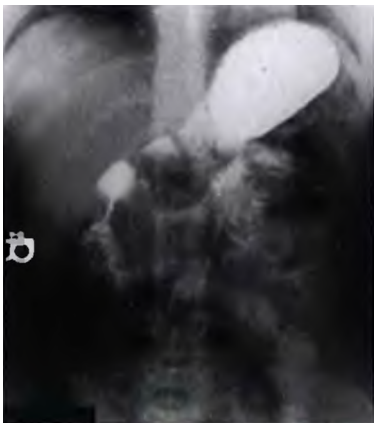


Рис. 14-98. Рентгенограмма в задней проекции, укладка по Тренделенбургу

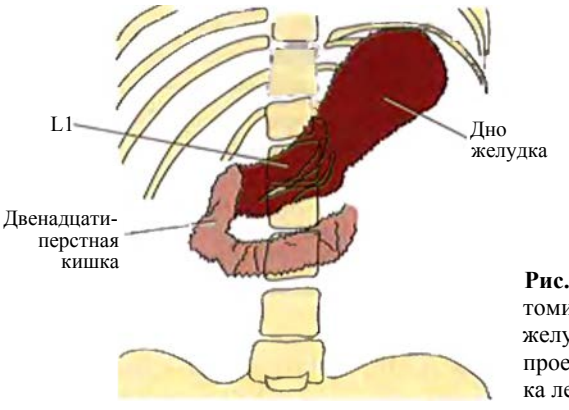


Рис. 14-99. Анатомическая схема желудка в задней проекции, укладка лежа на спине

может понадобиться для наполнения дна желудка у пациентов астеников. Полный угол укладки по Тренделенбургу способствует демонстрации хиатальной грыжи. (Для безопасности пациента используйте фиксатор для плеч.)

Нижний отдел желудочно-кишечного тракта

СОАВТОРЫ: John P Lampignano, M Ed, RT (R)

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Barry T. Anthony, RT, (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Пищеварительная система и распространенные рентгенологические исследования, 479

Тонкая кишка, 480

Толстая кишка, 481

Относительное расположение воздуха и бария о толстой кишке, 482

Анатомический обзор (рентгенограммы тонкой кишки), 483

Пищеварение. Функции кишечника, 484

Рентгенологические исследования

Тонкая кишка

- Определение, цель, противопоказания, 485
- Клинические показания к исследованию тонкой кишки, 485
- Краткий перечень клинических показаний, 487
- Совмещенное исследование: верхний отдел ЖКТ и тонкая кишка, 488
- Исследование тонкой кишки, 489
- Высокая клизма и метод интубации, 489-490
- Подготовка пациента и способ визуализации, 490

Ирригоскопия (бариевая клизма)

- Определение, цель, противопоказания, 491
- Клинические показания для ирригоскопии, 491
- Краткий перечень клинических показаний, 493
- Подготовка пациента и подготовка кабинета, 494
- Оборудование и контрастные вещества, 495
- Подготовка к исследованию, 496
- Введение клизменного наконечника, 497
- Выполнение флюороскопии, 497

Нижний отдел ЖКТ

- Ирригоскопия с одинарным и двойным контрастированием, 498
- Постфлюороскопические рентгенограммы, 499
- Эвакуационная проктография — дефекография, 500
- Ирригоскопия при колостомии, 501

Краткое описание процедуры ирригоскопии при колостомии, 502

Рентгенография в педиатрии и гериатрии, 503

Альтернативные методы исследования, 503

Укладки

Результаты опроса по США и Канаде, 504

Основные и специальные проекции и укладки, 504

Исследование тонкой кишки

- Передняя проекция, 505

Ирригоскопия — основные проекции и укладки

- Передняя и/или задняя проекции, 507
- Правая передняя косая укладка, 508
- Левая передняя косая укладка, 509
- Левая задняя косая и правая задняя косая укладки, 510
- Боковая укладка прямой кишки или вентральная латеропроекция, 511
- Правая и левая боковая латерографическая укладка (передняя или задняя), 512-513
- Передняя (задняя) укладка после эвакуации бария, 514

Ирригоскопия — специальные проекции и укладки

- Задняя осевая или задняя осевая косая (левая задняя косая укладка) проекции, 515
- Передняя осевая или передняя осевая косая (правая передняя косая укладка) проекции, 516

Пищеварительная система

В предыдущей главе были описаны первые пять органов пищеварительного тракта (до желудка и начального отдела тонкой кишки включая двенадцатиперстную кишку).

Эта глава продолжает описание пищеварительного тракта за пределами желудка, начиная с **тонкой кишки**. Если бы при вскрытии тонкую кишку полностью удалили из тела и отделили от ее брыжеечного крепления, развернули и вытянули, то в длину она составила бы в среднем 7 метров. В течение жизни с хорошим мышечным тонусом действительная длина тонкой кишки меньше и составляет 4,5-5,5 метров. Однако следует иметь ввиду индивидуальные особенности. В одном исследовании из 100 вскрытий разброс длин тонкой кишки составил от 4,5 м до 9,5 м. Диаметр тонкой кишки составляет примерно 3,8 см в проксимальном и около 2,5 см в дистальном отделе.

Толстая кишка начинается в нижнем правом квадранте от ее соединения с тонкой кишкой. Толстая кишка идет вокруг периферии брюшной полости к **заднему проходу**. Толстая кишка имеет длину примерно 1,5 метра и диаметр около 6 см.

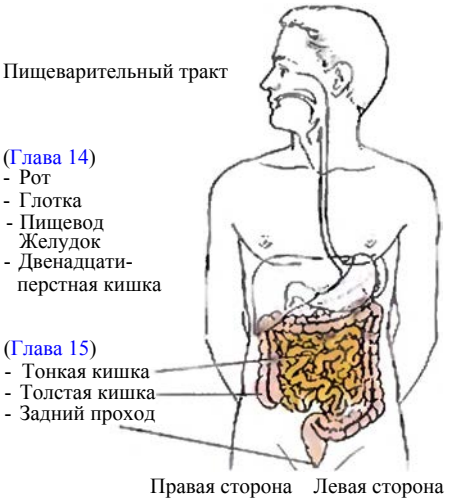


Рис. 15-1. Пищеварительная система

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В этой главе представлены два основных рентгенологических исследования нижнего отдела ЖКТ. Оба исследования проводятся с использованием контрастных веществ.

Исследование тонкой кишки. Его часто сочетают с исследованием верхнего отдела ЖКТ, при этих условиях процедура может называться исследованием проходимости тонкой кишки. На рис. 15-2 приведен снимок наполненной барием тонкой кишки.

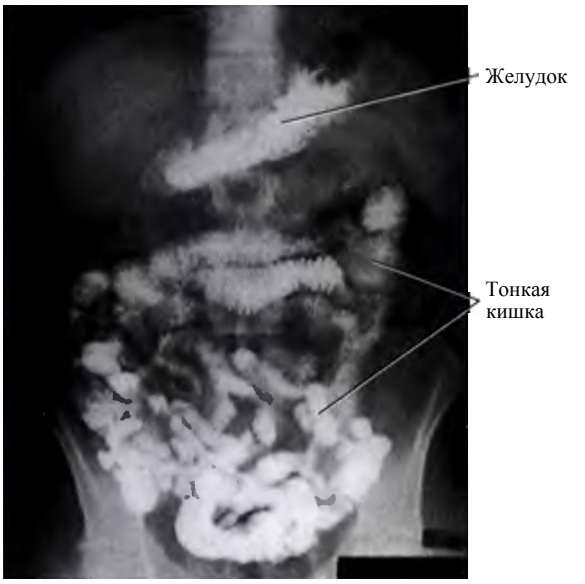


Рис. 15-2. Исследование тонкой кишки — передняя проекция

Ирригоскопия (бариевая клизма) — исследование толстой кишки. Данная рентгенологическая процедура, предназначенная для исследования толстой кишки, часто именуется проcти **бариевой клизмой (БК)**. Рис. 15-3 демонстрирует толстую кишку или ободочную кишку, наполненную сочетанием воздуха и бария. Изображение получено в результате ирригоскопии с двойным контрастированием.

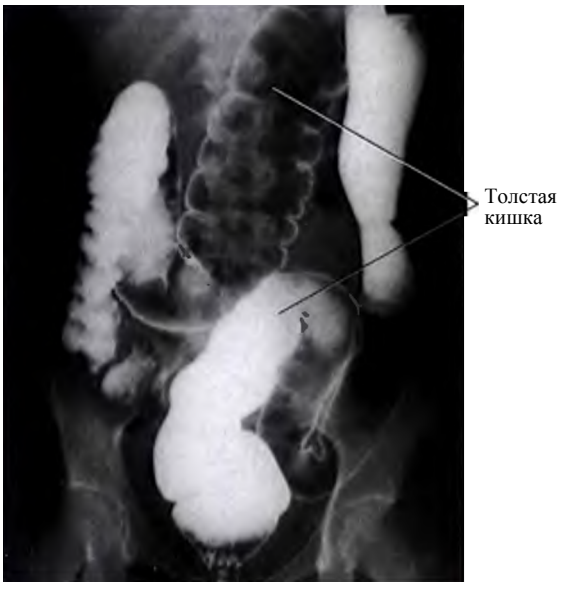


Рис. 15-3. Ирригоскопия с двойным контрастированием — задняя проекция

Тонкая кишка

В направлении от пилорического сфинктера желудка следуют три части тонкой кишки: **двенадцатиперстная кишка, тощая кишка и подвздошная кишка**.

Расположение трех частей тонкой кишки относительно четырех абдоминальных квадратов наглядно представлено на рис. 15-4.

А. ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА

Двенадцатиперстная кишка — это начальный отдел тонкой кишки, как было сказано ранее. Это наиболее короткая, самая широкая и самая фиксированная часть тонкой кишки. Она начинается в правом верхнем квадранте (ПВК), затем продолжается в левом верхнем квадранте (ЛВК) до места присоединения к тощей кишке, которое называется двенадцатиперстно-тощекишечным изгибом.

Б. ТОЩАЯ КИШКА

Тощая кишка в своей начальной части расположена слева от средней линии в левом верхнем и левом нижнем квадрантах (ЛВК и ЛНК), составляя по длине примерно **две пятых** тонкой кишки.

Тощая кишка начинается в месте двенадцатиперстно-тощекишечного изгиба, немного слева от средней линии в левом верхнем квадранте (на рис. 15-4 — под поперечной ободочной кишкой). Этот относительно фиксированный участок тонкой кишки бывает объектом специального рентгенологического исследования.

В.ПОДВЗДОШНАЯ КИШКА

Подвздошная кишка в своей начальной части расположена в правом верхнем и правом и левом нижних квадрантах (ПВК, ПНК и ЛНК). Она составляет по длине приблизительно **три пятых** тонкой кишки. То есть тощая кишка — самый длинный отдел тонкой кишки. Терминальная часть подвздошной кишки присоединяется к толстой кишке в **илеоцекальном клапане** в правом нижнем квадранте, как это показано на рис. 15-4.

РАЗЛИЧИЯ ОТДЕЛОВ ТОНКОЙ КИШКИ

Различные отделы тонкой кишки можно идентифицировать при рентгеновском исследовании, как по их **расположению**, так и по их **внешнему виду**. С-образная двенадцатиперстная кишка фиксирована непосредственно к дистальному отделу желудка и легко узнается на рентгенограммах. Внутренний выстилающий слой второго и третьего (нисходящего и горизонтального) отделов двенадцатиперстной кишки собраны в тугие круговые складки, образованные слизистой тонкой кишки, содержащей многочисленные набольшие пальцеподобные выступы, называемые **ворсинками** и при заполнении кишки барием внешне похожими на перышки.

Тощая кишка. Круговые складки дистального отдела двенадцатиперстной кишки можно обнаружить также и в тощей кишке. Хотя круговые перьевые складки не прерываются, у подвздошной кишки иной внешний вид. Эти различия во внешнем виде между тощей кишкой и подвздошной кишкой видны на снимке наполненной барием тонкой кишки (рис. 15-5).

Подвздошная кишка. Внутренний слои подвздошной кишки выглядит на снимке более гладким, с несколькими изгибами, а поэтому меньше схожим своим внешним видом с перьями.

Другое отличие трех секций тонкой кишки состоит в том, что внутренний диаметр кишечника постепенно уменьшается от двенадцатиперстной кишки к подвздошной кишке.

Компьютерная томограмма — поперечное сечение. Осевую компьютерную томограмму или поперечное сечение тела на уровне второго отдела двенадцатиперстной кишки можно рассмотреть на рис. 15-6. На снимке видно положение

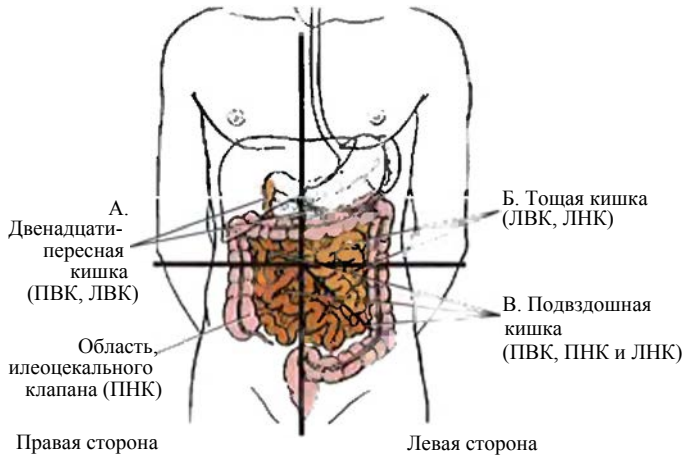


Рис. 15-4. Тонкая кишка — четыре квадранта



Рис. 15-5. Заполненные барием желудок и тонкая кишка (четыре квадранта)

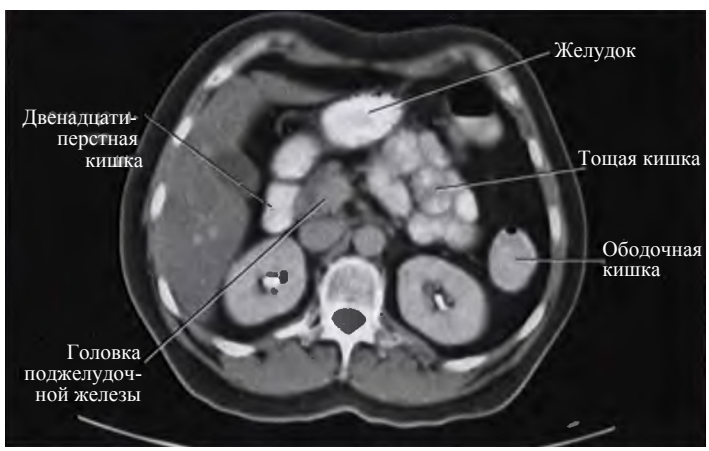


Рис. 15-6. Компьютерная томограмма — уровень второго отдела двенадцатиперстной кишки

желудка и двенадцатиперстной кишки относительно головки поджелудочной железы. Изображение поперечных сечений петлей тощей кишки вместе с петлями ободочной кишки также видны в левой части тела пациента.

Толстая кишка

Толстая кишка начинается в правом нижнем квадранте латерально от илеоцекального клапана. Толстая кишка состоит из четырех основных частей: **слепой кишки, ободочной кишки, прямой кишки и заднего прохода** (см рис. 15-7).

Прямая кишка — завершающий сегмент толстой кишки. Дистальный отдел прямой кишки включает заднепроходный канал, заканчивающийся **задним проходом**.

СРАВНЕНИЕ ОБОДОЧНОЙ КИШКИ И ТОЛСТОЙ КИШКИ

Толстая кишка и ободочная кишка — это НЕ синонимы, хотя многие рентгенологи используют эти термины как взаимозаменяемые. **Ободочная кишка** состоит из **четырех отделов и двух изгибов** и не включает слепую и прямую кишки. Назовем четыре отдела ободочной кишки: (1) **восходящая ободочная кишка**, (2) **поперечная ободочная кишка**, (3) **нисходящая ободочная кишка** и (4) **сигмовидная кишка**. **Правый** (печеночный) и **левый** (селезеночный) **толстокишечные изгибы**, таким образом, являются частями ободочной кишки.

У поперечной ободочной кишки большая протяженность, и обычно ее петли ниспадают ниже, чем это показано на схеме.

СЛЕПАЯ КИШКА

В проксимальном конце толстой кишки находится слепая кишка, большой слепой мешок, расположенный ниже уровня илеоцекального клапана. **Аппендикс** (червеобразный отросток) крепится к слепой кишке. Внутренний вид слепой кишки и **терминальной подвздошной кишки** показан на рис. 15-8. Наиболее дистальная часть тонкой кишки, подвздошная кишка, присоединяется к слепой кишке в **илеоцекальном клапане**. Илеоцекальный клапан состоит из двух губ.

Илеоцекальный клапан действует как сфинктер, предотвращая слишком быстрое прохождение содержимою подвздошной кишки в слепую кишку. Вторая функция илеоцекального клапана состоит в том, чтобы препятствовать рефлюксу, или обратному потоку содержимого толстой кишки в подвздошную кишку. Илеоцекальный клапан не предупреждает полностью рефлюкс, и некоторое количество бария всегда может вернуться в терминальную подвздошную кишку при выполнении бариевой клизмы. **Слепая кишка** — это наиболее широкая часть толстой кишки, и она способна смещаться в нижнем правом квадранте.

Аппендикс, или **червеобразный отросток**, представляет собой длинную (от 2 до 20 см), узкую, червеобразную трубку, идущую от слепой кишки. Аппендикс обычно крепится в средней части задней стенки слепой кишки и обычно простирается к тазу. Однако он может быть расположен и позади слепой кишки. Так как аппендикс завершается слепо, инфекционные возбудители могут попадать в аппендикс, который сам себя опорожнить не может. В результате развивается **аппендицит**. Воспаленный аппендикс может потребовать хирургического удаления, которое именуется **аппендэктомией**, иначе воспаленная ткань может прорваться, вызвав перитонит. Острый аппендицит составляет примерно 50% всех неотложных абдоминальных операций и встречается в полтора раза чаще у мужчин, чем у женщин.

Фекальные массы или сульфат бария при исследовании ЖКТ могут случайно попасть в аппендикс и оставаться там неопределенно долго.

ТОЛСТАЯ КИШКА, ЗАПОЛНЕННАЯ БАРИЕМ

Рентгенограмма после применения бариевой клизмы показана на рис. 15-9 и демонстрирует заполненный барием **аппендикс**; четыре части ободочной кишки — **восходящую, поперечную**, **нисходящую** и **сигмовидную** и два изгиба — **правый** (печеночный) и **левый** (селезеночный). Показаны также и три остальные части толстой кишки — **слепая, прямая и заднепроходный канал**. Как видно на этом снимке, данные части не располагаются четко по периферии брюшной полости, как изображается на схемах. Напротив, существуют различные варианты расположения и относительных размеров различных отделов толстой кишки, в зависимости от телосложения и содержимого кишечника.

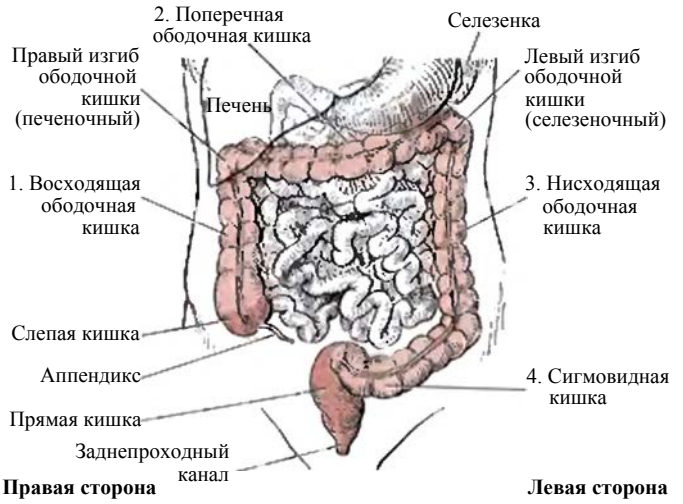


Рис. 15-7. Толстая кишка (включает ободочную кишку)

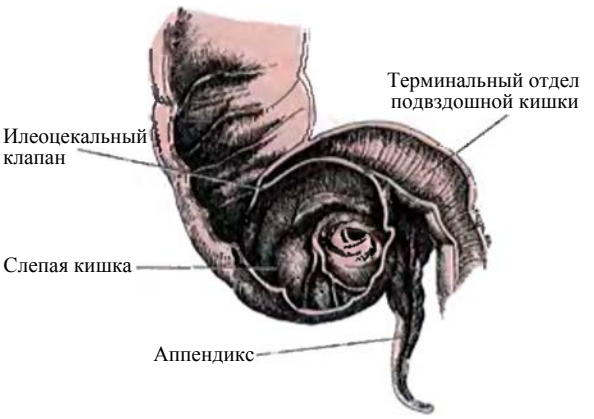


Рис. 15-8. Слепая кишка, терминальный отдел подвздошной кишки и аппендикс



Рис. 15-9. Бариевая клизма толстой кишки

ПРЯМАЯ КИШКА И ЗАДНЕПРОХОДНЫЙ КАНАЛ

Прямая кишка идет от сигмовидной кишки к **заднему проходу**. Прямая кишка начинается на уровне S3 (третьего крестцового сегмента) и составляет в длину примерно 12 см. Последние 2,5-4 см толстой кишки сужены и образуют **заднепроходной канал**, который заканчивается наружным отверстием, **задним приходом (анусом)**. Прямая кишка повторяет форму крестцово-копчиковой дуги, как это изображено на рис. 15-10, вид сбоку.

Ампула прямой кишки — это расширенная часть прямой кишки, расположенная перед копчиком. Сначала прямая кишка идет вдоль **крестца** вниз и назад; однако в области ректальной ампулы ее направление меняется, она следует вниз и вперед. Второй раз прямая кишка резко меняет свое направление в области заднепроходного канала, который идет вниз и назад. Таким образом, прямая кишка составлена из **двух кривых**. Об этом следует помнить рентгенологу при введении наконечника клизмы. Неправильное введение наконечника клизмы может вызвать серьезное повреждение заднепроходного канала и прямой кишки.



Рис. 15-10. Прямая кишка — вид сбоку

СРАВНЕНИЕ ТОЛСТОЙ И ТОНКОЙ КИШКИ

Существуют три особенности, которые позволяют легко отличить толстую кишку от тонкой.

Первая — внутренним диаметр толстой кишки обычно больше диаметра тонкой кишки.

Вторая — мышечный отдел стенки толстой кишки содержит три наружных пучка волокон продольной мышцы толстого кишечника, образуя три пучка мышцы, называемые **лентами ободочной кишки**, которые стягивают и гофрируют толстую кишку. Каждый из образовавшихся отсеков, или мешочков, называется **гаустра**. Следовательно, второй основной определяющей особенностью толстой кишки является наличие многочисленных гаустр. Эта особенность наглядно показана на увеличенном схеме проксимального отдела толстой кишки (рис. 15-11).

Третье отличие — относительное положение вышеназванных структур. **Толстая кишка** идет по периферии брюшной полости, тогда как **тонкая кишка** расположена ближе к центру.

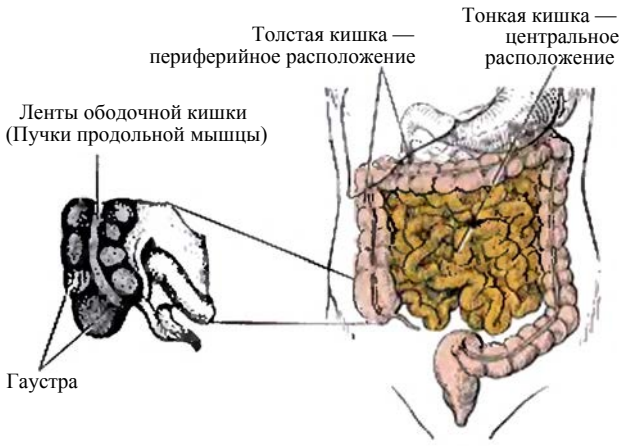


Рис. 15-11. Различия — сравнение толстой кишки и тонкой кишки

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ВОЗДУХА И БАРИЯ В ТОЛСТОЙ КИШКЕ

Упрощенные схемы на рис. 15-12 представляют толстую кишку при **укладке пациента лежа на спине и лежа на животе**. Если толстая кишка содержит и воздух, и сульфат бария, то воздух будет стремиться подняться вверх, а барий — опуститься вниз. Смешение и окончательное расположение **воздуха** изображено **черным, а бария — белым цветом**.

Если пациент находится в положении **лежа на спине**, воздух поднимается, чтобы заполнить те структуры, которые находятся впереди — поперечную ободочную кишку и петли сигмовидной кишки. Барий опускается и заполняет сначала восходящую, нисходящую и сигмовидную кишку.

Когда человек находится в положении **лежа на животе**, барий и воздух меняются мостами. На правой схеме (рис. 15-12) изображена укладка пациента лежа на животе; следовательно, воздух поднялся и заполнил прямую кишку, восходящую ободочную и нисходящую ободочную кишку.

Важно помнить, как выглядит пространственное распределение воздуха и бария при различных укладках.

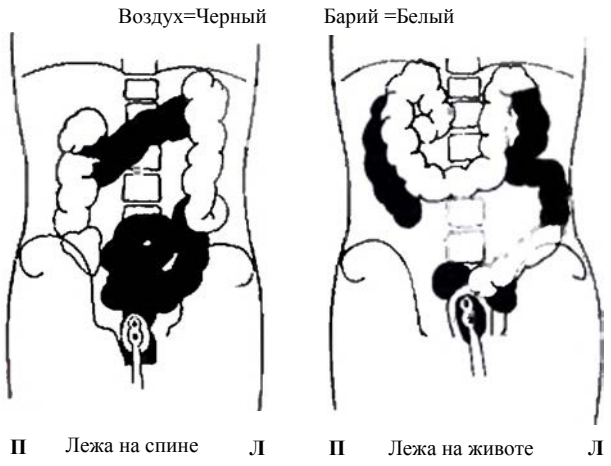


Рис. 15-12. Сравнение положения бария и воздуха в толстой кишке

Анатомический обзор

РЕНТГЕНОГРАММЫ ТОНКОЙ КИШКИ

Три отдела тонкой кишки показаны ка 30-минутном и 2-часовом снимках тонкой кишки (сделанных через 30 минут и через 2 часа после принятия бария) (рис. 15-13, 15-14 и 15-15). Обратите внимание на характерное, перьевидное изображение двенадцатиперстной (А) и тощей кишки (В). Очевиден также и более гладкий внешний вид подвздошной кишки (Г).

Терминальная часть подвздошной кишки (Г), илеоцекальный клапан (Д) и слепая кишка лучше представлены на рентгенограмме этой области, полученной на ЭСУ (рис. 15-15). Подобный снимок области илеоцекального клапана с использованием компрессионного тубуса часто выполняют в конце исследования тонкой кишки для наилучшей визуализации этого отдела ЖКТ.

Обозначенные части тонкой кишки

А. Двенадцатиперстная кишка.

Б. Область мышцы, подвешиваю. щей двенадцатиперстную кишку. (связка Трейца; место двенадцатиперстно-тощекишечного изгиба на этих снимках совмещено с изображением желудка)

В. Тощая кишка.

Г. Подвздошная кишка.

Д. Область илеоцекального клапана.

ИРРИГОСКОПИЯ (БАРИЕВАЯ КЛИЗМА) (рис. 15-16,15-17 и 15-18)

Рентгенограммы после введения бариевой клизмы (в задней, боковой проекциях и правой передней косой укладке) показывают основные структуры толстой кишки:

А. Слепая кишка

Б Восходящая оболочная кишка

В. Правый (печеночный) изгиб ободочной кишки (расположенный обычно ниже, чем левый изгиб ободочной кишки, из-за того, что он смещен печенью)

Г. Поперечная ободочная кишка

Д. Левый (селезеночный) изгиб ободочной кишки

Е. Нисходящая ободочная кишка

Ж. Сигмовидная кишка

З. Прямая кишка



Рис. 15-13. Передняя проекция, 30-минутный снимок тонкой кишки

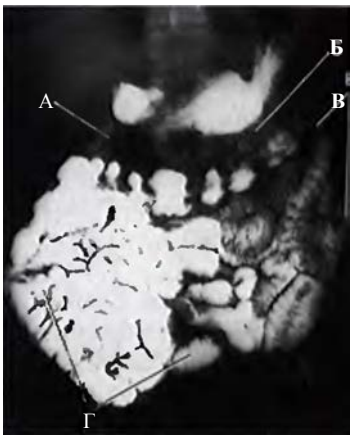


Рис. 15-14. Передняя проекция, 2-часовой снимок тонкой кишки



Рис. 15-15. Рентгенограмма илеоцекального клапана, выполненная на ЭСУ (с разрешения Jim Sanderson, RT)

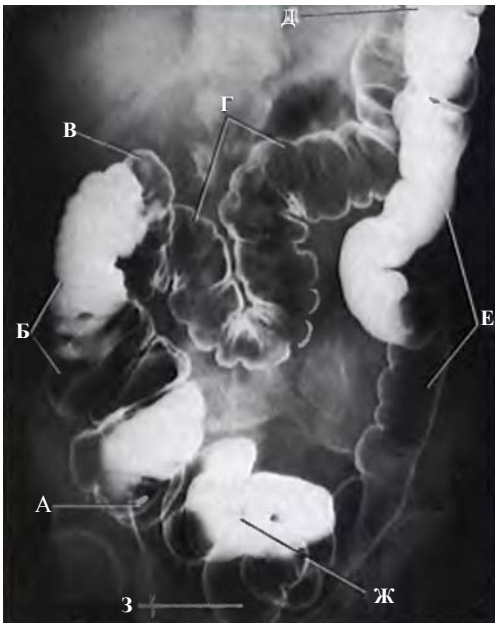


Рис. 15-16. Задняя проекция, ирригоскопия с двойным контрастированием



Рис. 15-17. Прямая кишка, боковая проекция (ирригоскопия)

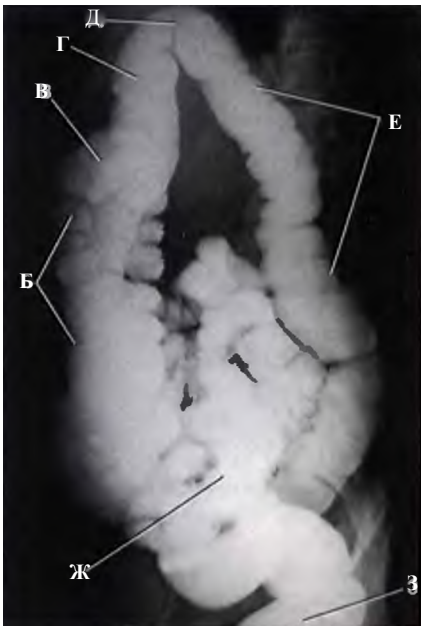


Рис. 15-18. Правая передняя косая проекция (ирригоскопия)

Пищеварение

ФУНКЦИИ КИШЕЧНИКА

Назовем четыре основные функции пищеварения, которые выполняются тонкой и толстой кишкой.

1. **Переваривание** (химическое и механическое)
2. **Абсорбция**.
3. **Повторная абсорбция** воды, неорганических солей, витамина К и аминокислот.
4. **Выведение из организма** (дефекация).

Переваривание и **абсорбция** происходят по большей части в **тонкой кишке**. Также большинство **солей** и приблизительно 95% **H_2O повторно всасывается** в тонкой кишке. Незначительная реабсорбция H_2O и неорганических солей происходит также и в толстой кишке, наряду с выведением неиспользованных или ненужных масс.

Однако основной функцией **толстой кишки** является **выведение из организма фекалий** (дефекация). Фекалии обычно состоят на 40% из воды и на 60% из твердой массы, например остатков пищи, секреции пищеварения и бактерий. Другие специфические функции толстой кишки — это незначительная абсорбция воды, неорганических солей и витамина К, а также некоторых аминокислот. Эти витамины и аминокислоты вырабатываются большим количеством микроорганизмов (бактерий), естественно существующих в толстой кишке.

Поэтому последняя стадия пищеварения происходит в толстой кишке при **участии бактерий**, которые превращают оставшиеся протеины в аминокислоты. Некоторые витамины, такие как В и К, также синтезируются бактериями и абсорбируются толстой кишкой. Побочным продуктом такого действия бактерии является выход водорода, двуокиси углерода и газа метана. Эти газы, вызывающие **метеоризм**, помогают в расщеплении оставшихся белков на аминокислоты.

МОТОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КИШЕЧНИКА

Из различных функций пищеварения движения кишечника, называемые иногда механическим пищеварением, наилучшим образом визуализируются при рентгенологических исследованиях.

Тонкая кишка. Движения тонкой кишки состоят из (1) **перистальтических сокращений** и (2) **ритмической сегментации**. Перистальтика представляет собой волнообразные сокращения, проталкивающие пищу из желудка по тонкой и толстой кишке и постепенно выводящие остатки пищи из организма. Сульфат бария, например, достигает илеоцекального клапана через 2-3 часа после попадания в желудок.

Ритмическая сегментация представляет локализованные сокращения в областях или отделах кишки, содержащих пищу.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ФУНКЦИЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

КОМПОНЕНТ КИШКИ ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ФУНКЦИЮ	ФУНКЦИЯ
Тонкая кишка	1. **Переваривание**: химическое и механическое
Двенадцатиперстная кишка и тощая кишка (главным образом)	2. **Абсорбция**: питательные вещества, H_2O соли, белки
	3. **Повторная абсорбция**: H_2O и соли
Толстая кишка	Небольшое повторное всасывание H_2O и неорганических солей
	Витамин В и К, аминокислоты — Произведенные действием бактерий; выход газов (метеоризм)
	4. **Выведение из организма** (дефекация)

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ МОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КИШЕЧНИКА

КОМПОНЕНТ КИШКИ, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ФУНКЦИЮ	ФУНКЦИЯ
Тонкая кишка	1. Перистальтика 2. Ритмическая сегментация
Толстая кишка	1. Перистальтика 2. Гаустральное перемешивание 3. Массовая перистальтика 4. Дефекация

При этом переваривание и всасывание питательных веществ становятся более эффективными.

Толстая кишка. В толстой кишке движения кишечника продолжаются в виде (1) **перистальтики**, (2) **гаустрального перемешивания**, (3) **массовой перистальтики** и (4) **дефекации**. Гаустральное перемешивание вызывает движение пищевой массы внутри толстой кишки. Во время этого процесса определенная группа гаустр (пучков мышц) остается в расслабленном состоянии раздувается, наполнясь содержимым. Когда раздувание достигнет определенного уровня, стенки кишки сокращаются, чтобы выдавить содержимое в следующую группу гаустр. Массовая перистальтика — это продвижение всего содержимого толстого кишечника в сигмовидную ободочную кишку и прямую кишку, обычно один раз в сутки. Дефекация — это так называемая эвакуация содержимого кишечника, или опорожнение прямой кишки.

Исследование тонкой кишки

На рис. 15-19 показан обзорный снимок брюшном полости здорового взрослого амбулаторного пациента. Многие метры тонкой кишки обычно не видны в центральной части живота. У среднего взрослого амбулаторного пациента большое скопление газа в тонкой кишке считается аномальным. Если газа нет, то тонкая кишка попросту сливается с другими структурами мягких тканей. Поэтому рентгенологическое исследование пищеварительного тракта требует введения контрастного вещества для лучшей визуализации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Рентгенологическое исследование тонкой кишки чаще всего сочетают с исследованием верхнего отдела ЖКТ. Для подобного исследования необходимо использование рентгеноконтрастного вещества.

ЦЕЛЬ

Целью исследования тонкой кишки является **изучение формы и функции трех его компонентов**, а также **выявление аномальных состояний**.

Так как подобное исследование изучает также **функцию** тонкой кишки, необходимо **замерить время**, которое займет процедура. Отмечается время, когда пациент принял существенное количество (по меньшей мере ¾ чашки) контрастного вещества.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Для исследований кишечного тракта с использованием контрастных веществ существует **два** строгих противопоказания.

Первое — сульфат бария **нельзя** принимать пациентам, которым предстоит хирургическая операция, и тем пациентам, у кого есть подозрение на **перфорацию полых органов**. Вместо этого используют йодированные водорастворимые контрастные вещества. Применение водорастворимых контрастных веществ для детей и пациентов в состоянии сильного обезвоживания требует осторожности.

Второе — пероральное введение сульфата бария противопоказано пациентам с предполагаемой **непроходимостью толстой кишки**. Непроходимость толстой кишки должна быть исключена прежде всего с помощью экстренного абдоминального исследования, а также ирригоскопии.



Рис. 15-19. Обзорный снимок живота — норма (в толстой кишке видно небольшое скопление газа)

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

Наиболее распространенные клинические показания к исследованию тонкой кишки:

Энтерит — воспаление тонкой кишки. Энтерит может быть вызван бактериями или простейшими организмами или другими факторами окружающей среды. Состояние, когда поражен еще и желудок, называется гастроэнтеритом. Из-за хронического воспаления стенка кишки утолщается, просвет ее становится неровным и узким.

Региональный энтерит (**сегментальный энтерит**, или **Болезнь Крона**) — хроническое воспаление неизвестного происхождения, поражающее любую часть желудочно-кишечного тракта, но чаще всего — терминальную часть подвздошной кишки, при этом ее стенка утолщена и покрыта рубцами. Рубцы своим внешним видом напоминают булыжники, которые видны во время исследования тонкой кишки или высокой клизмы. На снимках такие повреждения похожи на эрозии желудка или язвы, видимые при исследованиях с барием, как незначительные изменения рельефа слизистой. В тяжелых случаях сегменты кишечника с ужены вследствие хронического спазма и имеют вид прожилок, которые видны при исследовании тонкой кишки. Региональный энтерит часто приводит к кишечной непроходимости, свищам, абсцессам, при этом после лечения высока степень рецидива.

Лямблиоз — инфекция просвета тонкой кишки, вызванная простейшими жгутиковыми организмами (Giardia lamblia). Часто переносится зараженной пищей и водой и/или при контакте с зараженным человеком. Симптомы лямблиоза включают в себя непривычный дискомфорт в желудочно-кишечной области, диарею (слабую или обильную), тошноту, снижение аппетита и потерю веса. Обычно поражаются двенадцатиперстная и тощая кишка, что приводит к спазмам, раздражению кишки и повышенной секреции. На снимках тонкой кишки лямблиоз выявляется по расширению кишки с утолщением круговых складок.

Илеус — непроходимость тонкой кишки, как показано на рис. 15-21, где проксимальный отдел тощей кишки явно наполнен воздухом. Существуют **два вида** илеуса: (1) **адинамический**, или **паралитический**, и (2) **механический**.

Динамический, или **паралитический**, **илеус** возникает вследствие прекращения перистальтики. Без этих непроизвольных, волнообразных сокращений кишечник расслаблен и не может проталкивать его содержимое дальше. Причины адинамического, или паралитического, илеуса включают в себя инфекцию, например перитонит или аппендицит, действие определенных лекарственных препаратов или постоперационное осложнение. Адинамический илеус обычно поражает желудочно-кишечный тракт целиком. При адинамическом илеусе в вертикальной проекции брюшной полости уровни жидкости не видны. Однако тонкая стенка кишки раздута.

Механическая непроходимость — это физическое блокирование кишечника. Может возникнуть вследствие опухолей, спаек или грыж. Петли кишки, расположенные проксимально к месту закупорки, заметно расширены из-за газа. Такое расширение на рентгеновском снимке именуется «винтовой лестницей» или «вышивкой «в елочку». Уровни воздуха/жидкости обычно присутствуют на вертикальной проекции брюшной полости.

Меккелев дивертикул — это распространенный врожденный дефект подвздошной кишки. Дивертикул имеет диаметр 10-12 см, в 60-120 см проксимальнее илеоцекального клапана. Обнаруживается у 2% взрослого населения во время хирургических вмешательств, вызванных другими причинами. Это остаток не полностью редуцированного желточного мешка (пупочный пузырек), приводящий к мешкообразному выпячиванию стенки кишки. До тех пор пока дивертикул не воспалится (дивертикулит) или не вызовет закупорку кишечника, он не дает симптомов. При исследованиях барием тонкой кишки дивертикул виден редко ввиду быстрого опорожнения. Наилучший способ диагностики — радионуклидное сканирование.



Рис. 15-20. Лямблиоз тонкой, тощей и подвздошной кишки. (Видно расширение кишки с утолщенными круговыми складками.)



Рис. 15-21. Илеус (непроходимость) тонкой кишки, проявляющийся сильно вытянутыми и наполненными воздухом петлями тонкой кишки

Термин новообразование обозначает опухоль, которая может быть доброкачественной или злокачественной (раковой). Обычно доброкачественные опухоли тонкой кишки включают в себя **аденомы** и **лейомиомы**. Большинство доброкачественных опухолей обнаруживаются в тощей кишке и подвздошной кишке.

Карциноидные опухоли являются наиболее распространенными опухолями тонкой кишки. По внешнему виду они доброкачественные, но потенциально могут стать злокачественными. Это очаги небольшого размера, имеющие тенденцию к росту под слоем слизистой, рентгенологически их очень часто не обнаруживают.

Лимфома, или **аденокарцинома**, — злокачественная опухоль тонкой кишки. Лимфомы видны во время исследования тонкой кишки, так как имеют вид сложенных грудой монет, что вызвано утолщением, огрубением и возможным кровоизлиянием слизистой стенки. Другие сегменты кишки могут сужаться и иметь изъязвления. Аденокарциномы вызывают короткие и острые дефекты «кольца для салфетки» внутри просвета кишки и могут приводить к полной закупорке. Наиболее распространенными местами возникновения аденокарцином являются двенадцатиперстная кишка и проксимальный отдел тощей кишки.

Исследование тонкой кишки — **высокая клизма** может демонстрировать стриктуру, вызванную опухолью. КТ брюшной полости может выявить расположение и размер опухоли,

Спру[1] и синдром мальабсорбции — это состояния, при которых ЖКТ пациента не может всасывать определенные питательные вещества. Мальабсорбция может быть вызвана дефектом внутри просвета кишки, аномалией слизистой или лимфатической обструкцией. Часто синдром мальабсорбции испытывают пациенты с чувствительностью к лактозе и сахарозе. Синдром дефицита могут вызвать излишняя потеря организмом витаминов, электролитов, железа, кальция, т.д. Во время исследования тонкой кишки может оказаться, что слизистая утолщена вследствие постоянного раздражения. Спру — это группа кишечной мальабсорбции, заключающаяся в неспособности всасывать некоторые белки и жиры.

Чревная болезнь — форма спру или мальабсорбции, поражающая проксимальный отдел тонкой кишки, чаще проксимальную часть двенадцатиперстной кишки. Обычно связана с нерастворимостью белка (глютена), находящегося в зернах злаков.

Болезнь Уиппла[1] — заболевание проксимального отдела тонкой кишки. Причина ее возникновения неизвестна. Симптомы: расширение кишки, отек, мальабсорбция, отложение жира в стенке кишки и брыжеечных узлах. Наилучшим образом визуализируется при исследовании тонкой кишки.

[1] Ell SR, Handbook of gastrointestinal and genitourinary radiology, St Louis, 1992, Mosby, pp 55, 63.

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ *
Энтерит	Исследование тонкой кишки, высокая клизма	Утолщение слизистых складок и плохая видимость круговых складок	Нет
Региональный энтерит (болезнь Крона)	Исследование тонкой кишки, высокая клизма	Сегменты просвета узкие и неровные; внешний вид булыжника и прожилок,	Нет Нет
Лямблиоз	Исследование тонкой кишки, высокая клизма	Расширение кишки с утолщением круговых складок	Нет
Илеус (непроходимость) Адинамический Механический	Исследование острого живота, исследование тонкой кишки, высокая клизма	Аномальное скопление газа, расширенные петли кишки, внешним видом напоминает «винтовую лестницу».	(-) Снижение, если большие сегменты кишки наполнены газом
Синдром мальабсорбции (Спру)	Исследование тонкой кишки, высокая клизма или КТ живота	Утолщение складок слизистой и плохое определение нормального вида («перышки»)	Нет
Меккелев дивертикул	Радионуклидное сканирование, исследование тонкой кишки, высокая клизма	Большой дивертикул подвздошной кишки, проксимально расположенный к илеоцекальному клапану; при бариевых исследованиях виден редко.	Нет
Новообразование	Исследование тонкой кишки, высокая клизма или КТ живота	Суженные сегменты кишки; «сердцевина яблока» или «знак кольца для салфетки»; частичная или полная непроходимость	Нет
Болезнь Уиппла	Исследование тонкой кишки	Расширение и искажение петель тонкой кишки	Нет

* В зависимости от стадии или тяжести заболевания или состояния.

Исследование тонкой кишки

В рентгенографии для изучения тонкой кишки используют четыре метода:

1. Совмещенное исследование верхнего отдела ЖКТ и тонкой кишки.
2. Исследование тонкой кишки.
3. Высокая клизма.
4. Метод интубации.

Первые два наиболее распространены, а 3-й и 4-й — это специальные исследования тонкой кишки, выполняемые в том случае, если методы 1 и 2 недостаточны или противопоказаны.

КОНТРАСТНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Для большинства исследований тонкой кишки используют суспензию жидкого сульфата бария. Если есть подозрение на прободение кишечника или если после исследования планируется операция, то можно использовать йодированные контрастные водорастворимые вещества. Если у пациента гипокинезия кишечника, можно дать воду со льдом или другой стимулятор для ускорения прохождения бария. Для усиления перистальтики к барию также можно добавить йодированное контрастное водорастворимое вещество.

1. СОВМЕЩЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ: ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ ЖКТ — ТОНКАЯ КИШКА

Для совмещенного исследования верхнего отдела ЖКТ и тонкой кишки сначала исследуют верхний отдел ЖКТ. Барий затем неизбежно поступит в тонкую кишку. Во время исследования верхнего отдела ЖКТ пациент, как правило, выпивает полную чашку суспензии сульфата бария (230 г). Для исследования тонкой кишки нужно отметить время принятия пациентом бария, так как время выполнения последовательной серии снимков часто рассчитывается от этого момента (Однако в некоторых отделениях отсчет времени ведут со второй чашки.)

После флюороскопии и рентгенографии желудка пациент получает дополнительную чашку бария. Время, когда пациент ее выпивает, также должно быть отмечено. Затем, 30 минут спустя после первого принятия бария, делают снимок проксимального отдела тонкой кишки в передней проекции. Следующий снимок тонкой кишки (помеченный «30 минут») обычно делают спустя примерно 15 минут после исследования верхнего отдела ЖКТ.

Снимки делают с определенными интервалами в течение всего исследования, пока столб сульфата бария не пройдет через илеоцекальный клапан и продвинется в восходящую ободочную кишку. В течение первых 2 часов снимки обычно делают в 15-30-минутные промежутки времени. Если необходимо продолжить исследование сверх 2-часового периода, снимки обычно делают каждый час, пока барий проходит через илеоцекальный клапан. (См. краткое описание процедуры, приведенное ниже.)

Анализ рентгенограмм. Рентгенолог обычно просматривает снимки сразу же после их получения. При необходимости

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ

1. Совмещенное исследование: верхний отдел ЖКТ — тонкая кишка
Основные процедуры

- Сначала исследование верхнего отдела ЖКТ.
- Отметка о времени принятия пациентов первой чашки бария.
- Вторая чашка бария.
- 30-минутный снимок в передней проекции (с завышенным центром для проксимального отдела тонкой кишки).
- Снимок получасового интервала, с центром на подвздошном гребне, пока барий не достигнет толстой кишки (обычно 2 часа).
- Снимки 1-часового интервала, если после двух часов требуется еще время.

Дополнительные действия

- Флюороскопия и рентгенография на ЭСУ илеоцекального клапана и терминального отдела подвздошной кишки (можно использовать компрессионный тубус).



Рис. 15-22. Флюороскопия илеоцекальной области с компрессионным тубусом

он может осмотреть любую подозрительную область в режиме флюороскопии или сделать дополнительные снимки.

Флюороскопия. С помощью флюороскопии как правило, изучают терминальный отдел подвздошной кишки и илеоцекальный клапан. Снимки терминального отдела подвздошной кишки обычно завершают исследование.

Пациент, показанный на рис. 15-22, находится под компрессионным тубусом, который при выполнении компрессионного движения ЭСУ расправит петли подвздошной кишки для лучшей визуализации илеоцекального клапана.

Отложенные снимки. Рентгенологу могут потребоваться отложенные снимки, чтобы проследить движение бария через всю толстую кишку. Выпитый барий обычно достигает прямой кишки через 24 часа.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ КИШКИ

Вторая возможность для изучения тонкой кишки — это исследование (только) тонкой кишки, краткое описание процедуры представлено ниже, для каждого исследования с использованием контрастного вещества; включая и тонкую кишку, обзорный снимок нужно сделать до введения контрастного вещества.

Обычно при исследовании только тонкой кишки пациент выпивает 2 чашки бария, и отмечается время. В зависимости от предписаний, существующих в отделении, первый снимок делают или 15, или 30 минут спустя после того, как пациент принял барий. Первый снимок требует высокого расположения ЦЛ, чтобы охватить диафрагму. С этого момента исследование проходит точно так же, как и для верхнего отдела ЖКТ. Снимки каждые полчаса делают обычно в течение первых 2 часов и после этого (если необходимо) каждый час, пока барий не достигнет слепой и/или восходящей оболочной кишки.

Примечание: некоторые исследования могут требовать выполнения снимков каждые полчаса до тех пор, пока барий не достигнет слепой кишки.

При исследовании тонкой кишки сульфат бария обычно достигает толстой кишки в течение 2-3 часов, но у разных пациентов это время может значительно отличаться.

Для лучшей визуализации илеоцекального клапана можно дополнительно использовать флюороскопию, а также рентгенографию на ЭСУ с использованием компрессионного тубуса.

3. ВЫСОКАЯ КЛИЗМА С ДВОЙНЫМ КОНТРАСТИРОВАНИЕМ ТОНКОЙ КИШКИ (ЭНТЕРОКЛИЗМА)

Третий метод изучения тонкой кишки — **высокая клизма (энтероклизма) с двойным контрастированием**.

Высокая клизма обычно используется для введения питательного вещества или лекарственной жидкости в кишечник. В рентгенографическом контексте она представляет собой исследование, при котором пациенту вводят под флюороскопическим контролем специальный **катетер для высокой клизмы**, через желудок до двенадцатиперстной кишки и область двенадцатиперстно-тощекишечного соединения, в терминальный отдел двенадцатиперстной кишки.

Сначала суспензия **бария** высокой плотности вводится через катетер со скоростью 100 мл/мин. В это время можно выполнять флюороскопию и обычные рентгенограммы. Затем в кишечник вводят или **воздух**, или **метилцеллюлозу**, чтобы кишечник раздулся, создавая эффект двойного контрастирования. Метилцеллюлоза предпочтительнее, так как она пристает к стенке кишки и растягивает её. При таком методе петли тонкой кишки расправляются, что улучшает видимость слизистой. Диагностическая значимость исследования возрастает.

Недостатками высокой клизмы являются повышенный дискомфорт пациента и вероятность прободения кишечника во время размещения катетера.

Высокая клизма показана пациентам с **непроходимостью тонкой кишки, региональным энтеритом** или **синдромом мальабсорбции**.

При должном наполнении тонкой кишки контрастным веществом рентгенолог может сделать необходимые флюороскопические снимки. Можно выполнить различные проекции тонкой кишки, включая заднюю, переднюю, а также при необходимости рентгенограмму в косой и вертикальной укладке.

После завершения процедуры катетер удаляют, а пациенту советуют принять питье и, возможно, слабительное.

Снимок на рис. 15-23 — пример высокой клизмы. Конец катетера (маленькие стрелки) виден в дистальном отделе двенадцатиперстной кишки, не достигнув еще двенадцатиперстно-тощекишечного соединения (связка Трейтца; большая верхняя стрелка). Введение метилцеллюлозы расширяет просвет кишечника, в то время как барий покрывает слизистую.

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ

2. Исследование только тонкой кишки

Основные действия

- Обзорный снимок живота.
- Принять 2 чашки бария (отметить время).
- 15- или 30-минутные снимки (с высоким положением ЦЛ для проксимального отдела ТК).
- Снимки с получасовым интервалом (с ЦЛ на подвздошном гребне), пока барий не достигнет толстого кишечника (обычно 2 часа)
- Снимки с 1-часовым интервалом, если еще требуется; (некоторые процедуры включают непрерывные снимки с получасовым интервалом).

Дополнительные действия

- Иногда требуется флюороскопия с компрессией.

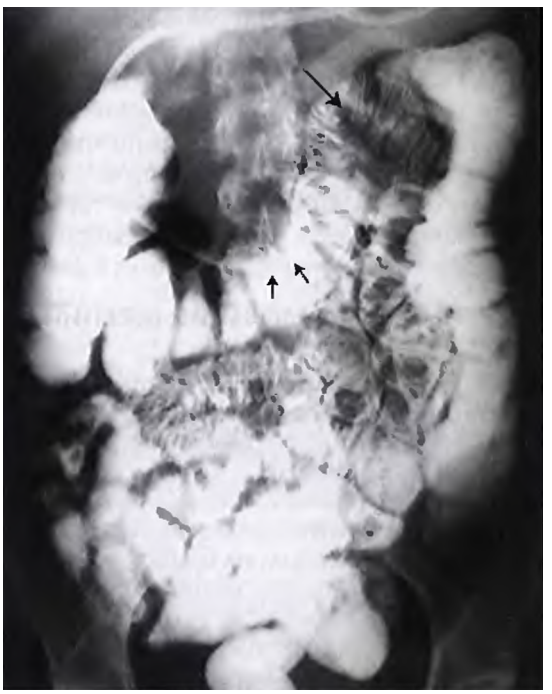


Рис. 15-23. Передняя проекция — высокая клизма

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ

3. Высокая клизма (исследование тонкой кишки с двойным контрастированием)

Процедура

- Введение специального катетера в двенадцатиперстно-тощекишечное соединение.
- Дозированное вливание смеси жидкого сульфата бария.
- Дозированная подача воздуха или метилцеллюлозы.
- Флюороскопические и стандартные снимки на ЭСУ.
- При успешном завершении исследования интубационную трубку вынимают.

4. МЕТОД ИНТУБАЦИИ — КОНТРАСТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Четвертый, заключительный способ изучения тонкой кишки — интубация ЖКТ, иногда именуемая клизмой тонкой кишки. Это способ, при котором **назогастральный зонд** проводится через нос пациента, через пищевод, желудок, двенадцатиперстную кишку в тощую кишку (рис. 15-24). На рентгенограмме виден конец зонда (маленькие стрелки), петлей расположенный в нижней части желудка, еще не прошедший в двенадцатиперстную кишку. Растянутые, наполненные воздухом петли тонкой кишки, демонстрирующие уровни воздуха и жидкости, показывают один из видов непроходимости кишечника.

Процедуру выполняют как в диагностических, так и в терапевтических целях. **Диагностическую интубацию** иногда рассматривают как **клизму тонкой кишки**. **Однопросветный зонд** вводят в проксимальный отдел тощей кишки. Прохождению зонда из желудка в двенадцатиперстную кишку посредством действия перистальтики желудка может помочь правая передняя косая проекция. Затем через зонд вводят или йодированное водорастворимое вещество, или жидкую суспензию сульфата бария. Снимки делают в те же промежутки времени, что и при стандартном исследовании тонкой кишки.

Процедуру **терапевтической интубации** часто проводят для снятия постоперационного растяжения или декомпрессии непроходимости тонкой кишки. **Двухпросветный катетер**, именуемый **трубкой Миллера-Эбботта**, вводится в желудок. Посредством перистальтики катетер проходит в тощую кишку. Можно делать снимки с определенным интервалом времени, чтобы наблюдать движение катетера. Через катетер можно удалить газ и излишки жидкости.

Дополнительная часть исследования может включать флюороскопию, когда зонд направляется в двенадцатиперстную кишку с помощью компрессии и мануальных манипуляций.

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Подготовка пациента для исследования тонкой кишки аналогична подготовке к исследованию верхнего отдела ЖКТ. Фактически самым распространенным методом изучения тонкой кишки является соединение этих двух процедур в одну, при этом сначала исследуют верхний отдел ЖКТ.

Целью подготовки пациента как для исследования верхнего отдела ЖКТ, так и для тонкой кишки является пустой желудок. Нужно воздержаться от принятия пиши и жидкости, по крайней мере за 8 часов до начала исследования. В идеале пациент должен находиться на малошлаковой диете в течение 2 суток до исследования тонкой кишки. Кроме того, во время подготовки пациент не должен курить или жевать жевательную резинку. Перед процедурой нужно попросить пациента опорожнить кишечник и мочевой пузырь, чтобы из-за растянутого мочевого пузыря не было неверного определения расположения подвздошной кишки.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ

Если пациент — женщина, то нужно определить сроки менструального цикла. Облучение на ранних сроках беременности — одна из самых опасных ситуаций в диагностической рентгенографии.

Рентгеновскому исследованию, в частности тонкой кишки или ирригоскопии, когда облучению подвергается таз и матка, а также используется флюороскопия, **подлежат только те беременные, кому это крайне необходимо**. Если пациентка подозревает, что она беременна, нужно сообщить об этом ретгенологу. До процедуры пациентке можно предложить сделать тест на беременность.

МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Для исследования тонкой кишки следует использовать кассету 35 х 43 см, охватить как можно большую часть тонкой кишки. Изображения выбранных отделов кишки делают на кассетах меньшего размера.



Рис. 15-24. Задняя проекция живота — метод интубации

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ

4. Метод интубации тонкой кишки с ее контрастированием
Процедура

- Катетер с одним просветом вводят в проксимальный отдел тощей кишки (двухпросветный катетер используют при терапевтической интубации).
- Дозированная введение йодированного контрастного водорастворимого вещества или жидкой суспензии сульфата бария.
- Отметка о времени, когда введено контрастное вещество.
- Стандартные рентгенограммы или дополнительные флюороскопические снимки, выполненные в определенные интервалы времени

При исследовании тонкой кишки обычно используют укладку пациента **лежа на животе**. Такое положение позволяет **за счет брюшной компрессии расправить петли кишки**, что **обеспечивает их отличную визуализацию**. Пациенты астенического типа могут занять положение Тренделенбурга, чтобы развести на снимке перекрывающие друг друга петли подвздошной кишки.

Для 30-минутного снимка кассета размещается достаточно высоко, чтобы включить желудок. Для получения такого снимка требуется в продольном направлении центрировать по луковице двенадцатиперстной кишки, а в поперечном направлении — совмещать среднюю линию кассеты со срединной сагиттальной плоскостью. Приблизительно три четверти кассеты должны находиться выше гребня подвздошной кишки. Для первого снимка используют высокие значения кВ из-за того, что большая часть бария находится в желудке и проксимальном отделе тонкой кишки.

Все снимки после первых 30 минут облучения нужно центрировать на подвздошный гребень. Для 1-часового и дальнейших снимков можно использовать средний киловольтаж, так как барий не сконцентрирован в желудке, а двигается далее по пищеварительному каналу. Завершает процедуру рентгенограмма терминального отдела подвздошное кишки.

Ирригоскопия (бариевая клизма) или исследование нижнего отдела ЖКТ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Рентгенологическое исследование толстой кишки называют **ирригоскопией**, или **бариевой клизмой (БК)**. Для визуализации толстой кишки и ее компонентов требуется использования контрастного вещества. Альтернативное название процедуры — **исследование нижнего отдела ЖКТ**.

ЦЕЛЬ

Цель ирригоскопии — **рентгенологическое изучение формы и функции толстой кишки для выявления различных отклонений от нормы**. Ирригоскопия может быть выполнена с одинарным (барий или газ по отдельности) или двойным контрастированием. В обоих случаях целью исследования является вся толстая кишка.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Два строгих противопоказания для бариевой клизмы те же, что и для исследования тонкой кишки: **возможная перфорация полого органа** или **непроходимость кишечника**. При таких диагнозах в качестве контрастного вещества нельзя использовать барий.

Внимательное изучение данных пациента и истории его болезни поможет избежать проблем во время процедуры. Необходимо информировать рентгенолога с любых состояниях или заболеваниях, указанных в карте больного. Эта информация может диктовать тип будущего исследования.

Не менее важно просмотреть карту пациента. Для определения, делали ли пациенту **сигмоидоскопию** или **колоноскопию** до бариевой клизмы. Если во время этих процедур брали **биопсию ободочной кишки**, пораженный участок ободочной кишки может быть ослаблен, что может привести к его прободению во время бариевой клизмы. До начала процедуры нужно проинформировать об этом рентгенолога.

Аппендицит. Бариевая клизма, как правило, не проводится в случаях острого аппендицита вследствие опасности прободения.

Ультразвуковое сканирование с высокой разрешающей способностью и постепенной компрессией стало одним из распространенных способов диагностики острого аппендицита, если клинические симптомы неясны.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ К ИРРИГОСКОПИИ

Колит — воспаление толстой кишки, которое может быть вызвано многими факторами, включая бактериальную инфекцию, диету, стресс или из-за неблагоприятной окружающей среды. Вдоль пораженного сегмента слизистая кишки может оказаться ригидной и утолщенной, могут отсутствовать гаустральные отметки. Вследствие хронического воспаления и спазма стенка кишки имеет зубчатый контур («зубья пилы»).

Язвенный колит — тяжелая форма колита, наиболее часто встречается в молодом возрасте. Это хроническое состояние часто приводит к образованию язв конической формы, развивающихся внутри слизистой стенки. Такие язвы можно увидеть во время бариевой клизмы как многочисленные заполненные дефекты в форме колеи, имеющие вид булыжников на слизистой. У пациентов с длительными приступами язвенного колита ободочная кишка может приобрести вид трубы, где гаустральные отметки и изгибы по большей части отсутствуют.



Рис. 15-25. Ирригоскопия с двойным контрастированием



Рис. 15-26. Язвенный колит

Дивертикул — выпячивание слизистого слоя через стенку ободочной кишки. Это относительно доброкачественное состояние может распространиться по всей оболочной кишке, но превалирует в сигмовидной кишке. Наиболее часто встречается у лиц старше 40 лет. **Дивертикулез** — состояние, когда образуются множественные дивертикулы. Воспаление дивертикулов называется **дивертикулитом**. Если дивертикул перфорирует сквозь стенку, у пациента может развиться перитонит.

Во время ирригоскопии (см. маленькие стрелки на рис. 15-27) дивертикулы выглядят как маленькие, наполненные барием круглые выпячивания контура ободочной кишки. Ирригоскопия с двойным контрастированием дает хорошую визуализацию слизистой кишки и помогает выявить даже маленькие дивертикулы.

Опухоли часто встречаются в толстой кишке. Хотя встречаются и доброкачественные опухоли, но карцинома толстой кишки является основной причиной смерти как у мужчин, так и у женщин. Большинство карцином толстой кишки развивается в прямой кишке и сигмовидной кишке. Раковые опухоли часто окружают просвет оболочной кишки, прилагая через него неровный канал. На снимках новообразования имеют вид «огрызка яблока» или «кольца для салфетки». И доброкачественные, и злокачественные опухоли могут начинаться как полипы.

Кольцевидная карцинома — один из наиболее типичных видов рака ободочной кишки, имеющих вид «огрызка яблока» или «кольца для салфетки», потому что опухоль растет и инфильтрирует стенки кишечника и часто приводит к непроходимости кишечника.

Полипы — образования слизистой, вдающиеся в просвет кишки, а не наружу, как дивертикулы. Полипы также могут воспаляться и быть источником кровотечения, как и дивертикулы, что потребует их хирургического удаления.

Заворот кишок — закручивание петли кишки вокруг собственной брыжейки, что может привести к механической непроходимости. Снабжение кровью закрученной части нарушается, что ведет к некрозу ткани. Заворот кишок может быть обнаружен в тощей или подвздошной кишке или в слепой и сигмовидной кишке. Заворот кишок более часто встречается у мужчин между 20 и 50 годами. Классический вид заворота кишки — симптом «клюва» выглядит как заостренное к концу сужение в месте заворота.

Заворот слепой кишки может возникнуть, если у восходящей и слепой кишки длинная брыжейка, что делает их наиболее предрасположенными к завороту.

Инвагинация — внедрение одной части кишки в другую. Очень часто встречается у детей до 2 лет, но может возникать и у взрослых. Бариевая или газовая клизма может сыграть лечебную роль в расправлении инвагинации. На снимке бариевый столб заканчивается расширением в форме гриба, выше которого проходит очень мало бария/газа. Подобное расширение отмечает место закупорки. Инвагинацию можно быстро устранить, так что она не приведет к непроходимости и некрозу кишки (См. Главу 20). Если инвагинация повторяется, может потребоваться операция.

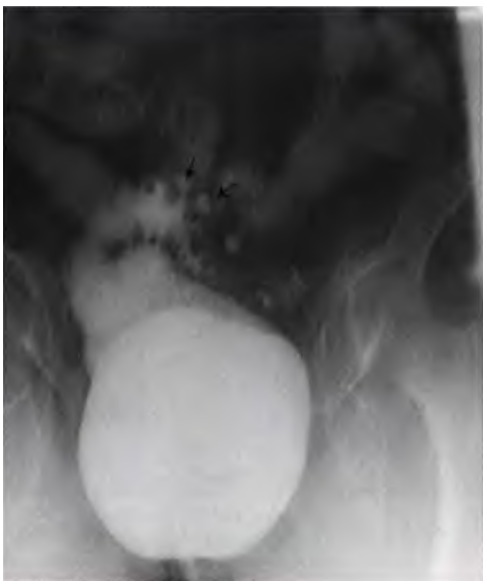


Рис. 15-27. Дивертикул сигмовидной кишки



Рис. 15-28. Рак ободочной кишки с симптомом «огрызка яблока» (слепа). Тяжелый случай карциномы ободочной кишки (справа)



Рис. 15-29. Заворот слепой кишки

ТОЛСТАЯ КИШКА - КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ*
Колит	Ирригоскопия с одинарным или с двойным контрастированием (предпочтительнее)	Утолщение слизистой стенки с потерей гаустрации	Нет
Язвенный колит	Ирригоскопия с одинарным или с двойным контрастированием (предпочтительнее)	При тяжелых формах имеет вид булыжной мостовой	Нет
Дивертикул (дивертикулез/ дивертикулит)	Ирригоскопия с двойным контрастированием	Образования на стенке толстой кишки, при заполнении барием предают зубчатый вид слизистой	Нет
Инвагинация	Ирригоскопия с одинарным контрастированием или воздушная/ газовая клизма	Расширение в форме гриба с дистальной части инвагинации, с небольшим количеством проходящего над ним бария или газа	Нет
Опухоль	Ирригоскопия с двойным контрастированием для выявления полипов	Дефекты наполнения, сужения или заостряющийся просвет, изменения в виде «огрызка яблока» или «кольца для салфетки»	Нет
Полипы	Ирригоскопия с двойным контрастированием	Образования, выступающие внутрь просвета кишки	Нет
Заворот кишок	Ирригоскопия с одинарным контрастированием	Заостренное или штопорообразное сужение кишки, раздутое газами	Нет

* В зависимости от стадии или тяжести заболевания или состояния.

Процедура ирригоскопии

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Подготовка пациента к ирригоскопии более сложная, нежели подготовка к исследованию желудка и тонкой кишки. Та **часть пищеварительного канала, которую будут обследовать, должна быть пустой**. Тщательное очищение слабительным — дело первостепенной важности для качественного исследования толстой кишки с использованием контрастного вещества.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К СЛАБИТЕЛЬНЫМ

При некоторых состояниях противопоказано употребление активных слабительных, необходимых для тщательной очистки толстой кишки. Этими исключениями являются: (1) сильное кровотечение, (2) сильная диарея, (3) непроходимость и (4) воспаления, например аппендицит.

Слабительное — вещество, вызывающее частый мягкий или жидкий стул. Такие вещества усиливают перистальтику толстой, а иногда и тонкой кишки, раздражая чувствительные нервные окончания слизистой кишки. Усиленная перистальтика значительно ускоряет выведение содержимого кишечника.

ДВА КЛАССА СЛАБИТЕЛЬНЫХ

Можно выделить два класса слабительных. Первый — слабительные раздражители, такие как касторовое масло; второй — солевые слабительные, такие как цитрат магния или сульфат магния. Для наилучших результатов процедуры по очищению кишечника должны быть изложены в специальных листках-инструкциях, как для стационарных больных, как и для амбулаторных пациентов. Рентгенолог должен быть хорошо знаком с тем видом слабительных препаратов, которые используются в каждом отделении. Невозможно переоценить важность очистки кишечника для бариевой клизмы и особенно для бариевой клизмы с двойным контрастированием. Любые задержавшиеся в кишке фекальные массы могут помешать хорошей визуализации кишки или давать ложную диагностическую информацию, что потребует повторного назначения процедуры после надлежащей очистки кишки.

ПОДГОТОВКА РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО КАБИНЕТА

Рентгенкабинет нужно подготовить заранее, до прихода пациента. Процедурная для флюороскопии и стол-штатив должны быть чистыми. На пульте управления должен быть выбран режим флюороскопии и установлены соответствующие параметры экспозиции. Таймер режима флюороскопии надо выставить на максимальное время, обычно равное 5-6 минутам. ЭСУ должен быть готов к работе, а под рукой должно быть соответствующее количество кассет необходимого размера. Рентгенолог и персонал, который будет находиться в процедурной, должны надеть рентгенозащитные фартуки и рентгенозащитные перчатки (при необходимости). Стол-штатив для флюороскопии должен находиться в горизонтальном положении, с водоотталкивающими или одноразовыми подкладками на деке стола. Водоотталкивающая подстилка будет полезна в случае досрочного удаления клизмы.

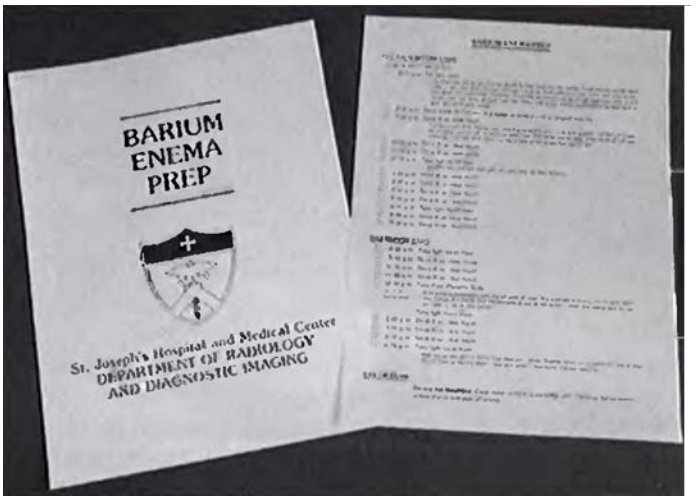


Рис. 15-30. Инструкции для подготовки пациента (Подготовка к ирригоскопии)



Рис. 15-31. Подготовка кабинета

Кассетодержатель (если он есть под декой стола) устанавливают в ногах, если рентгеновская трубка находится под столом. Педаль включения флюороскопии должна размещаться в удобном для рентгенолога месте.

Бумажные салфетки, полотенца, смена белья, подкладное судно, дополнительные халаты, освежитель воздуха и ящик для использованных материалов должны быть легко доступны. Нужно подготовить соответствующее контрастное вещество (или несколько), контейнер, трубки и наконечники клизмы. Для введения наконечника клизмы используйте специальную смазку.

Используемый вид бария и концентрация смеси существенно отличаются в зависимости от предпочтении рентгенолога и вида процедуры.

ОБОРУДОВАНИЕ И АКСЕССУАРЫ

Контейнеры с барием. Для ирригоскопии обычно используется система закрытого типа, состоящая из контейнера (пластикового мешка) для бариевой суспензии, трубки для подачи бария и гибкого наконечника (рис. 15-32). Такая одноразовая система закрытого типа для ирригоскопии полностью вытеснила старые системы открытого типа[1], так как она более удобна и снижает риск перекрестной инфекции.

Суспензия поступает из контейнера по соединительной трубке, а ее поток контролируется пластиковым запорным краном.

После проведения процедуры систему опускают ниже уровня стола, при этом большая часть бария собирается назад в мешок. После однократного использования систему полностью ликвидируют.

Наконечники для клизмы. Существуют наконечники разного типа и размеров (рис. 15-33). Три наиболее распространенные: (А) пластиковый простой, (Б) наконечник с ректальным обтуратором, (В) наконечник для двойного контрастирования с ректальным обтуратором. Все наконечники рассчитаны на одноразовое использование.

Ректальные одноразовые наконечники с обтуратором (Б) и (В) (иногда их называют обтурирующими катетерами, или наконечниками) используются для пациентов со слабым сфинктером заднего прохода или для тех пациентов, кто по разным причинам не может удерживать клизму. Такие наконечники имеют на своем дистальном конце тонкий резиновый баллон. После введения наконечника в прямую кишку баллон осторожно надувают воздухом через маленькую трубку (которая проходит внутри наконечника), чтобы помочь пациенту удержать бариевую клизму. Такие обтурирующие катетеры должны **полностью надуваться только под флюороскопическим контролем** из-за потенциальной опасности разрыва кишки.

Специальный вид ректального наконечника (В) требуется для введения воздуха по отдельной трубке в ободочную кишку[2], где воздух смешивается с барием для исследования с двойным контрастированием.

АЛЛЕРГИЯ НА ЛАТЕКС

Сегодня большинство выпускаемых товаров не содержит латекс, но по-прежнему необходимо знать, чувствителен ли пациент к натуральным латексным продуктам. У пациентов с чувствительностью к латексу возникают реакции анафилактоидного типа, при которых появляется чихание, покраснение, сыпь, затрудненное дыхание, подобные реакции могут привести даже к смерти.

Если у пациента в анамнезе есть чувствительность к латексу, рентгенолог должен быть убежден в том, что наконечник клизмы, трубка и перчатки не содержат латекс. Даже пыль, появляющаяся при смене латексных перчаток, может выделять латексный протеин в воздух, которым будет дышать пациент.

КОНТРАСТНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Сульфат бария — наиболее распространенный тип рентгенопозитивного (рентгенопоглощающего) контрастного вещества, используемого при ирригоскопии. Концентрация суспензии сульфата бария варьируется в зависимости от выполняемого исследования. Стандартная взвесь для контрастных бариевых клизм имеет от 15% до 25% веса в объеме (в/о). У более густого бария, используемого для ирригоскопии с двойным контрастированием, значение веса к объему составляет 75-95% и выше. Эвакуационная проктограмма требует использования контрастной среды со значением веса к объему, близким к 100%.



Рис. 15-32. Система закрытого типа для ирригоскопии





Обтурирующие баллоны наконечников клизмы: надутый и не надутый

Рис. 15-33. Три типа наконечников для клизм

Рентгенопрозрачное (негативное) контрастное вещество. При исследовании с двойным контрастированием, кроме сульфата бария, используют также ряд рентгенопрозрачных (негативных) контрастных веществ, таких как комнатный воздух и двуокись углерода. Широкое распространение приобрела двуокись углерода по причине хорошей ее переносимости толстой кишкой и быстрой ее абсорбции после процедуры. Двуокись углерода и азот хранятся в небольшом резервуаре и вводятся в прямую кишку через наконечник воздушно-контрастной клизмы.

В случае перфорации или разрыва стенки кишки или если пациенту предстоит операция после бариевой клизмы, можно использовать йодированное контрастное водорастворимое вещество. Помните, что с растворимым в воде контрастным веществом используют более низкое значение кВ (70-80).

---

[1] К системам открытого типа можно отнести аппарат Боброва. — *Ред*.

[2] Для двойного контрастирования иногда используют воздух, оставшийся в контейнере с барием. При этом контейнер укладывают на горизонтальную поверхность, а затем сжимают, нагнетая воздух в кишку. — *Ред*.

Подготовка контрастного вещества. Принципы смешивания должны выполняться в точности, как предписано производителем.

Существует полемика по поводу оптимальной температуры суспензии сульфата бария для ирригоскопии. Некоторые эксперты рекомендуют использовать холодную воду (40-50 °С) для приготовления суспензии. Считается, что холодная вода оказывает анестетический эффект на ободочную кишку и усиливает задержку контрастного вещества. Но было установлено, что холодная вода может привести к спазму ободочной кишки.

Большинство экспертов рекомендуют использовать воду комнатной температуры (25—35° С), что влияет на более успешное проведение процедуры и обеспечивает максимальный комфорт пациенту. НИКОГДА не следует использовать горячую воду при подготовке контрастной среды. Горячая вода может вызвать ожог слизистой ободочной кишки.

Поскольку сульфат бария представляет собой коллоидную суспензию, перед тем как вставить наконечник, необходимо встряхнуть мешок во избежание разделения суспензии на воду и сульфат бария.

Спазм во время бариевой клизмы — обычный побочный эффект. Беспокойство пациента, чрезмерное раздутие стенки кишки, дискомфорт и имеющееся заболевание могут привести к спазму ободочной кишки. Чтобы минимизировать возможный спазм, в контрастную среду можно добавить местный анестетик, например лидокаин. Если спазм случается во время исследования, можно ввести внутривенно глюкагон, который нужно иметь в отделении для подобных случаев.

ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЮ

Пациент надевает соответствующий больничный хлопчатобумажный халат, предпочтительнее, чтобы он завязывался сзади. Нельзя использовать халаты, надевающиеся через голову, так как иногда во время процедуры халат намокает и его приходится снимать. Амбулаторного пациента просят снять всю одежду, включая обувь, носки или чулки. Пациент надевает одноразовые тапочки, так как по пути в туалет барий может вытекать.

После того как кабинет для флюороскопии полностью готов и подготовлена контрастная среда, доставляют пациента для проведения исследования. До того как ввести наконечник клизмы, заполните относящиеся к делу данные пациента и объясните ему предстоящую процедуру. Так как совместных действий не избежать, а исследование может смущать пациента, необходимо на каждой стадии процедуры стараться обеспечить спокойствие пациента.

Если до этого делали какие-либо рентгеновские снимки, они должны быть в распоряжении рентгенолога. Перед тем как вставить наконечник клизмы, должна быть выполнена укладка пациента **по Симу**.

Укладка по Симу изображена на рис. 15-35. Пациента просят перевернуться на левый бок и нагнуться вперед. Правая нога согнута в колене и лежит впереди левой ноги. Левое колено удобно согнуто. Укладка по Симу расслабляет мышцы живота и уменьшает давление внутри брюшной полости.



Рис. 15-34. Подготовка к проведению процедуры



Рис. 15-35. Укладка по Симу (для введения ректального наконечника)

Пациенту нужно объяснить каждую стадию введения ректального зонда. Перед тем как начать процедуру, раствор сульфата бария следует хорошо перемешать и выпустить немного раствора через наконечник, чтобы в зонде или наконечнике клизмы не осталось воздуха.

Подготовка к введению ректального наконечника. Рентгенолог надевает перчатки и завертывает основание наконечника в бумажную салфетку. Наконечник тщательно слизывают водорастворимой смазкой.

Перед тем как начать исследование, пациента просят (1) держать сфинктер заднего прохода во время поступления суспензии бария крепко сжатым, чтобы не произошла утечка, (2) расслабить мышцы живота во избежание усиления внутрибрюшного давления и (3) сосредоточиться на дыхании через рот, чтобы ослабить спазм и судороги. Убедите пациента, что в случае судороги введение бария будет приостановлено.

ВВЕДЕНИЕ КЛИЗМЕННОГО НАКОНЕЧНИКА

Чтобы ввести клизменный наконечник, халат пациента должен быть застегнут так, чтобы была открыта только область заднего прохода. Самого же пациента нужно хорошо укрыть во время введения наконечника. Следует принимать во внимание чувство стыдливости пациента во время этой процедуры. Нужно приподнять правую ягодицу, чтобы, открыв ягодичную складку, открыть задний проход. Перед тем как введут наконечник, пациент должен сделать несколько глубоких вдохов. Если при осторожном надавливании наконечник не проходит, пациента просят расслабиться. **НИКОГДА** нельзя вводить наконечник с силой, так как это может травмировать пациента. Поскольку брюшные мышцы расслабляются при выдохе, наконечник следует вводить во время выдоха.

Прямая кишка и заднепроходной канал имеют двойную кривизну; поэтому наконечник сначала вводят вперед примерно на 2,5-4 см в **направлении пупка**. Затем наконечник направляют **вверх и немного назад**, следуя нормальной кривизне прямой кишки. Общая длина введенного наконечника **не должна превышать 3-4 см** во избежание травмирования прямой кишки Наконечник можно закрепить (бинтом) или придерживать рукой, чтобы он не выскользнул, когда пациент будет поворачиваться на спину для флюороскопии. Обычное положение при флюоросколии — лежа на спине, но можно уложить пациента и на живот, в зависимости от ситуации.

Если используют обтурирующий наконечник, в большинстве отделений рентгенологам разрешается один или два раза нажать ручную «грушу» (насос), чтобы баллон слегка раздулся и держал наконечник на месте. НО максимальное наполнение баллона следует контролировать флюороскопией. После начала процедуры контейнер клизмы должен находиться не выше 60 см от деки стола.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ВВЕДЕНИЯ КЛИЗМЕННОГО НАКОНЕЧНИКА

Этап 1. Расскажите пациенту, как будет вводиться наконечник. Ответьте на все его вопросы.

Этап 2. Пациент ложится в положение Сима: на левом боку, правая нога согнута в колене.

Этап 3. Еще раз встряхните контейнер клизмы, чтобы суспензия сульфата бария была размещена должным образом. Для удаления воздуха из системы дайте некоторому количеству бария вытечь из наконечника.

Этап 4. Надев перчатки, нанесите на наконечник клизмы водорастворимую смазку. Заверните проксимальную сторону наконечника в бумажную салфетку.

Этап 5. Попросите пациента сделать вдох и медленно выдохнуть. На выдохе направьте наконечник клизмы в сторону пупка пациента приблизительно на 2,5-4 см.

Этап 6. После начального введения продвиньте наконечник вверх и немного назад. Длина введенного наконечника не должна превышать 3-4 см. НЕ вводите наконечник с силой.

Этап 7. Закрепите трубку на месте, чтобы наконечник не выскользнул. Не надувайте баллон наконечника, пока об этом не попросит рентгенолог.

Этап 8. Контейнер должен быть подвешен не выше чем 60 см от деки стола. Удостоверьтесь, что запорный кран трубки закрыт и барий к пациенту не поступает.

ВЫПОЛНЕНИЕ ФЛЮОРОСКОПИИ

Примечание: правила выполнения флюороскопии могут отличаться в зависимости от ЛПУ.

Рентгенолог приходит в кабинет тогда, когда все приготовления сделаны. Далее врач и пациент представляются друг другу, обсуждаются истории болезни пациента и причина исследования.

Во время флюороскопии в общие обязанности рентгенолаборанта входит выполнение инструкций рентгенолога, при необходимости помощь пациенту и облегчение процедуры любыми возможными способами. Рентгенолаборант также контролирует введение бария и/или воздуха и меняет кассеты. Во время ирригоскопии лоток бария останавливается и возобновляется несколько раз. Каждый раз, когда рентгенолог просит возобновить поток, рентгенолаборант должен сказать ему, что «барий поступает», после того как отпустит зажим. Каждый раз когда рентгенолог просит остановить поток, рентгенолаборант должен сообщить ему, что «барий не поступает», после того как перекроет зонд.

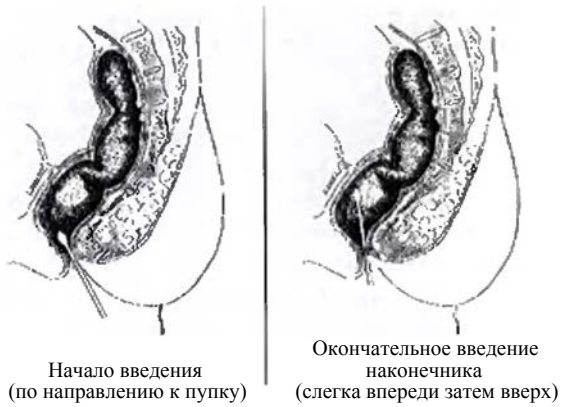


Рис. 15-36. Введение наконечника клизмы



Рис. 15-37. Флюороскопия во время ирригоскопии

Во время флюороскопии положение пациента многократно меняется, во-первых, для лучшей визуализации наложенных друг поверх друга отделов кишки и, во-вторых, для того, чтобы способствовать продвижению бариевого столба. Возможно, при смене положения пациенту потребуется помощь рентгенолаборанта. Последний должен также следить, чтобы во время процедуры трубка не перекрутилась или случайно не выпал наконечник.

Флюороскопия начинается с общего осмотра живота и грудной клетки пациента. В некоторых отделениях, если используют обтурирующий наконечник, под контролем флюороскопии начинают надувать воздушный баллон.

По мере продвижения бариевого столба от прямой кишки к слепой делают разные снимки выбранных отделов толстой кишки. В конце процедуры небольшое количество бария забрасывается через илеоцекальный клапан, тогда делают снимки этой области. Исследование нужно завершить как можно быстрее, так как пациент обычно испытывает умеренный дискомфорт, когда толстая кишка полностью заполнена.

После заполнения кишки делают обычные снимки, если не используется цифровая флюороскопия, так как в этом случае обычно не требуются снимки, выполняемые с помощью потолочного излучателя после флюороскопии.

Виды исследований нижнего отдела ЖКТ

В этой главе описаны три вида рентгенологического исследования нижнего отдела ЖКТ.

1. Ирригоскопия с одинарным контрастированием.
2. Ирригоскопия с двойным контрастированием.
3. Эвакуационная проктография (дефекография).

1. ИРРИГОСКОПИЯ С ОДИНАРНЫМ КОНТРАСТИРОВАНИЕМ

Ирригоскопия с одинарным контрастированием — процедура с использованием только рентгенопозитивного контрастного вещества, в большинстве случаев жидкой суспензии сульфата бария. Изредка используются контрастные водорастворимые йодосодержащие вещества. Их используют, если пациенту после ирригоскопии предстоит операция. Пример ирригоскопии с использованием сульфата бария показан на рис. 15-38.

2. ИРРИГОСКОПИЯ С ДВОЙНЫМ КОНТРАСТИРОВАНИЕМ

Второй вид исследования — **ирригоскопия с двойным контрастированием**. Рентгенологическое исследование с двойным контрастированием может отличаться по способу введения в толстую кишку воздуха и бария. Рис. 15-39 — латерограмма в правой боковой укладке при двойном контрастировании. Неотъемлемая часть исследования с двойным контрастированием — полностью очищенная толстая кишка и значительно более густая смесь бария. Хотя точные параметры смеси определяет производитель контрастного препарата, но в среднем эта пропорция близка к 1:1, так, чтобы окончательная суспензия напоминала густой крем.

Двухэтапная процедура. Один из предпочтительных методов, который используется для покрытия внутренней поверхности кишки контрастным веществом, выполняется в два этапа. Сначала густой барий заполняет левую сторону кишки, включая левый изгиб ободочной кишки. (Густота бария способствует его сцеплению со слизистой оболочкой.) Затем в кишечник подают воздух, продвигая бариевый столб в правую сторону. В этот момент рентгенолог может попросить опустить контейнер клизмы ниже уровня стола, чтобы излишки бария могли выйти из толстой кишки, что позволит лучше наблюдать слизистую оболочку кишки.

Второй этап состоит в раздувании кишки большим количеством воздуха/газа, который будет продвигать основной столб бария вперед оставляя только тот барий, что покрыл слизистую оболочку кишки. Этапы выполняются под флюороскопическим контролем, так как нельзя позволить воздуху оказаться впереди бариевого столба.

Такая процедура выявляет опухоли или полипы, которые могут образовываться на внутренней стенке кишки, выступая в ее просвет. Эти образования обычно не видны при ирригоскопии с одинарным контрастированием.

Одноэтапная процедура. Можно использовать также одноэтапную процедуру двойного контрастирования, когда одновременно вводятся и барий, и воздух, что уменьшает время процедуры и облучение пациента. Сначала некоторое количество высокоплотного бария вводят в прямую кишку пациента, находящегося в положении Тренделенбурга. После этого трубка перекрывается, стол переводят в горизонтальное положение, пациента переводят в укладку для косой или латеропроекции, добавляя небольшие количества воздуха. После этого начинают исследование.



Рис. 15-38. Ирригоскопия с одинарным контрастированием (тугое наполнение)

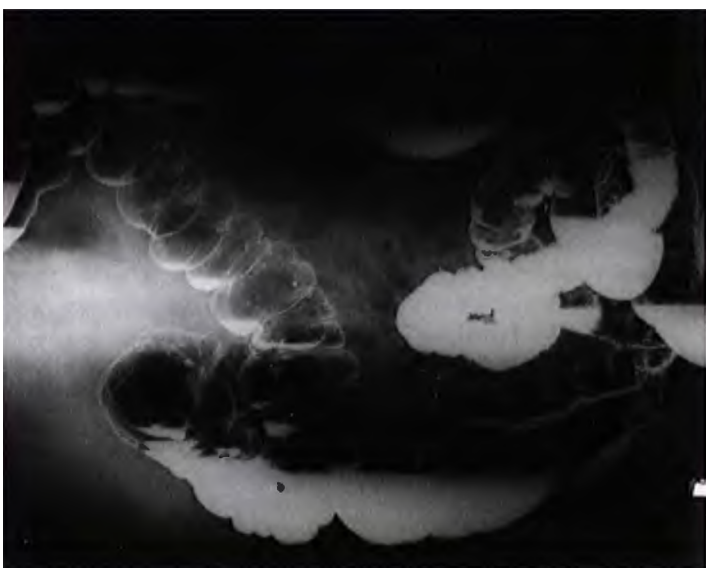


Рис. 15-39. Ирригоскопия с двойным контрастированием (правая боковая латеропроекция)

Снимки на ЭСУ (во время флюороскопии). При любых видах исследования для документирования процесса делают снимки любой вызывающей подозрение области. Можно попросить пациента перевернуться несколько раз для лучшего распределения бария и воздуха.

При **цифровой флюороскопии** прицельные снимки на ЭСУ выполняют в цифровом виде, что гораздо эффективнее, чем на кассеты. Изображения, выполненные во время исследования, хранятся в памяти компьютера. Впоследствии рентгенолог может просмотреть и распечатать только те из них, которые имеют диагностическое значение.

Постфлюороскопические рентгенограммы. Если не используют цифровую флюороскопию, то после флюороскопии и до того, как пациенту разрешат опорожнить толстую кишку, нужно сделать один или несколько дополнительных снимков заполненной кишки. Стандартный наконечник клизмы можно извлечь до этих снимков, так как удаление наконечника может облегчить задачу удерживания бария. Однако в некоторых случаях наконечник (обтурационного типа) лучше оставить на месте, до того как пациенту предложат подкладное судно.

Рисунок 15-40 демонстрирует наиболее распространенную укладку для снимка после ирригоскопии. Это **передняя проекция** на кассету 35 х 43 см, при этом ЦЛ должен быть направлен на подвздошный гребень. Предпочтительнее передняя проекция, когда пациент лежит на животе, чем задняя проекция лежа на спине, так как компрессия брюшной полости в положении на животе дает более однородную плотность изображения.

Кассета или другой приемник изображения должны быть центрированы так, чтобы захватить ампулу прямой кишки внизу и изображения. Такая укладка обычно захватывает всю толстую кишку, за исключением левого изгиба. Можно согласиться с отсечением на снимках левого изгиба ободочной кишки, если эта область хорошо была показана на предыдущем снимке. Однако в некоторых отделениях может быть обязательным выполнение второго снимка, центрированного выше, чтобы включить эту область у высоких пациентов, или два снимка, выполненные в поперечном положении кассеты.

Перед эвакуацией бария можно выполнить и другие проекции. Обследование с двойным контрастированием, как правило, требует задней и передней латерограммы с правой или левой боковой укладкой пациента. При этом достигается наилучшая демонстрация располагающихся вверху или наполненных воздухом отделов толстой кишки.

Примечание: вследствие огромной разницы в плотности наполненных воздухом и барием отделов толстой кишки может наблюдаться тенденция к переэкспозиции наполненного воздухом отдела. Поэтому рекомендуется использовать компенсационный фильтр в латеропроекциях на животе или на спине. Удобный компенсационный фильтр, который хорошо работает, крепится к передней стороне глубинной диафрагмы двумя маленькими магнитными дисками. Диски нужно установить так, чтобы фильтр был расположен над заполненным воздухом отделом толстой кишки.

Все изображения после флюороскопии нужно делать как можно быстрее, так как пациенту может быть сложно удерживать клизму.

После того, как сделаны предэвакуационные и любые дополнительные снимки, пациенту разрешают избавиться от бария. Тем пациентам, которым удалили наконечник, нужно успеть быстро дойти до ближайшего туалета. Если пациент не может этого сделать, нужно предложить ему подкладней судно. Если пациент все еще подсоединен к закрытой системе, то поможет простое опускание пластикового контейнера на пол, чтобы собрать оставшийся барий обратно в мешок. В отделениях существуют правила, предписывающие, как следует удалять обтурирующий наконечник. Один способ — закрыть зажим наконечника, а затем отсоединить его от контейнера клизмы. Как только пациент оказывается на судне, воздух из обтурирующего баллона выпускают и наконечник удаляют.

Постэвакуационные снимки. После того, как большая часть бария была удалена, делают постэвакуационный снимок. Обычно его выполняют в положении лежа на животе, но может понадобиться и положение лежа на спине. Основное количество бария должно быть удалено. Если осталось слишком много бария, то эвакуацию бария повторяют и делают второй постэвакуационный снимок.

После процедуры пациенту советуют пить больше жидкости и придерживаться диеты с большим содержанием волокон, так как после бариевой клизмы может возникнуть запор (это наиболее опасно для пожилых пациентов).



Рис. 15-40. Постфлюороскопическая рентгенография — передняя проекция



Рис. 15-41. Ирригоскопия с двойным контрастированием, задняя проекция



Рис. 15-42. Задняя проекция после выведения бария

3. ЭВАКУАЦИОННАЯ ПРОКТОГРАФИЯ — ДЕФЕКОГРАФИЯ

Третий, менее распространенный тип рентгенографического исследования нижнего отдела ЖКТ — **эвакуационная проктография,** иногда ее называют **дефекографией**. Это более специализированная процедура, которую выполняют в некоторых отделениях, особенно у детей или молодых пациентов.

Определение и цель. Эвакуационная проктография — это **функциональное изучение заднего прохода и прямой кишки во время дефекации и фаз покоя.**

Патологические показания для эвакуационной проктографии: **ректоцеле, инвагинация прямой кишки** и **пролапс (выпадение) прямой кишки**. Ректоцеле — часто встречающаяся патология, представляет собой образование слепого мешка в прямой кишке, вызванное ослаблением передней или задней стенки. В ректоцеле фекальные массы могут задерживаться даже после дефекации.

Специальное оборудование. Для такого исследования требуется «медиальный стульчак (рис. 15-43), который состоит из сиденья для туалета, встроенного в каркас, содержащий ящик для отходов или одноразовый пластиковый мешок (А). У стульчака есть колесики или ролики (Б), так что его можно подкатить и разместить над широкой платформой (В), крепящейся к ножной подставке стола-штатива (Г). Во время процедуры стульчак с пациентом можно поднять или опустить, двигая деку стола продольно с закрепленным на ножной подставке стульчаком (стрелки). Для обеспечения безопасности, чтобы стульчак был устойчиво закуплен на платформе, следует использовать зажимы (на этих снимках они не видны). Для комфорта пациента на сиденье имеется подушечка (Д). Фильтры под сиденьем (не показаны) компенсируют разницу плотности тканей и помогают поддерживать приемлемые уровни плотности и контраста изображения.

Контрастное вещество. Для изучения дефекации требуется смесь сульфата бария очень высокой плотности. В некоторых отделениях готовят собственное контрастное вещество, смешивая сульфат бария или с картофельным крахмалом, или с готовыми добавками, выпускаемыми промышленностью. Картофельный крахмал сгущает сульфат бария, образуя консистенцию картофельного пюре. Обычная суспензия сульфата бария выводится слишком быстро, чтобы выявить патологические изменения.

Существует готовое контрастное вещество **Anatrast** (рис. 15-45), которое предварительно уже смешено и упаковано в одноразовую тубу. Некоторые отделения используют также густой жидкий барий, например **Polibar Plus** или **EZ-HD**, еще до применения Anatrast, чтобы обследовать сигмовидную кишку и прямую кишку.

Аппликатор. Механический аппликатор изображен на рис. 15-45 и представляет собой устройство похожее на пистолет для заделки щелей, применяемый в строительстве. Тубу с препаратом Anatrast вставляют в аппликатор, а гибкую трубку с клизменным наконечником крепят к открытому кончику тубы с препаратом (Б-1).

Для предварительного исследования в шприц набирается густая бариевая жидкость (типа Polibar Plus) и вводится в кишку через ректальный зонд и наконечник. В нашем примере используется внутренняя пластиковая трубка (В), вставляемая во внешний ректальный зонд (Г), к которому крепится наконечник. С помощью шприца густую смесь бария дозированно подают в кишку. Внутренняя пластиковая трубка прикреплена к шприцу, наполненному жидким составом Polibar Plus или его эквиваленту, и вводится внутрь ректального зонда, к которому прикреплен стандартный клизменный наконечник.

Помечены следующие **части** (рис. 15-45).

А. Механический аппликатор.
Б. Губа с Anatrast (Б-1 — кончик тубы, который нужно вскрыть).
В. Внутренняя пластиковая трубка (в нее вставляется шприц или губа с Anatrast).
Г. Ректальный зонд (к которому крепится клизменный наконечник, Г-1).
Д. Шприц.



Рис. 15-43. Стульчак для дефекографии



Рис. 15-44. Пациент на стульчаке



Рис. 15-45. Аппликатор

ПРОЦЕДУРА ЭВАКУАЦИОННОЙ ПРОКТОГРАФИИ

Пациенту, находящемуся в горизонтальной боковой укладке на тележке, дозировано вводят контрастное вещество в прямую кишку с помощью аппликатора.

Пациента быстро пересаживают на стульчак, чтобы снимать дефекацию. Во время исследования делают видеозапись флюороскопии в боковой проекции и стандартные рентгенограммы. Большинство рентгенологов обычно выбирают боковую проекцию для этого исследования (рис. 15-46).

Во время процедуры нужно визуализировать аноректальный угол, или соединение. Этот угол образуется линиями одного прохода и прямой кишки и смещается между фазами покоя и дефекации. Рентгенолог измеряет этот угол во время фаз, чтобы определить, существуют ли какие-либо аномалии.

В заключение процедуры делают постэвакуационный снимок в боковой проекции при горизонтальной укладке (рис. 15-47).

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ЭВАКУАЦИОННОЙ ПРОКТОГРАФИИ

1. Расположите стол вертикально, закрепите на нем зажимами стульчак.
2. Подготовьте контрастное вещество в соответствии с инструкцией.
3. Установите оборудование для визуализации (ЭСУ, кассеты или видеозаписывающее устройство) или используйте цифровую флюороскопию.
4. Попросите пациента снять всю одежду и надеть больничный халат.
5. Сделайте пробный снимок. (Пробный снимок должен включать область аноректального угла.)
6. Расположите пациента в боковую горизонтальную укладку на тележке, начните вводить контрастное вещество.
7. Поместите пациента на стульчак и сделайте снимки в боковой проекции во время фаз покоя и напряжения.
8. Выполните либо видеозапись флюороскопии, либо используйте возможности цифровой флюороскопии для записи процесса дефекации.
9. Выполните постэвакуационные снимки.

Ирригоскопия при колостомии

Колостомия — это хирургическое создание анастомоза (искусственное или хирургическое соединение) между двумя отделами толстой кишки. Вследствие болезни, опухоли или воспалительных процессов сегмент толстой кишки удаляют или видоизменяют. Часто вследствие опухоли в сигмовидной или прямой кишке эту часть нижнего отдела кишки удаляют. Терминальный конец кишки выводится на переднюю поверхность живота, где создают искусственное отверстие, называемой **стомой**.

В некоторых случаях временную колостомию выполняют для того, чтобы зажил пораженный сегмент толстой кишки. С помощью колостомии делают обходной анастомоз пораженной области. Когда происходит полное заживление, два сегмента толстой кишки воссоединяют. Фекальные массы выводятся из организма через стому в специально приспособленный мешок, который крепят к коже над стомой.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ И ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ КОЛОСТОМИИ

Клиническими показаниями и целью ирригоскопии при колостомии является оценка состояния анастомоза, степень его проходимости и целостности, в том числе в период подготовки к операции. Иногда кроме ирригоскопии могут в то же время вводить и другую клизму, через прямую кишку. Этот вид исследования позволяет оценить терминальную часть толстой кишки перед тем, как она будет воссоединена хирургическим путем.



Рис. 15-46. Боковая дефекограмма (во время напряжения или дефекации)



Рис. 15-47. Боковой дефекограмма (тот же пациент, что и на предыдущем снимке — после дефекации)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КОЛОСТОМИИ

В состав готовых к использованию наборов для ирригоскопии при колостомии (рис. 15-49) входят наконечники для стомы, зонд, мешок с отмеренной порцией бария, клейкие диски, смазка. Так как у стомы нет сфинктера, чтобы сдерживать барий, в стому вставляют специальный сужающийся на конце наконечник. Как только наконечник вставляют, специальными клейкими дисками его фиксируют на месте. Затем к наконечнику прикрепляют трубку (зонд) от мешка клизмы.

Вместо суженного на конце наконечника можно также использовать обтурирующие катетеры с небольшими баллонами (рис. 15-48). Вставляя эти катетеры и надувая баллоны, следует соблюдать осторожность. Если приложить слишком большую силу, стому можно перфорировать. В большинстве отделений эту задачу выполняет рентгенолог.

В качестве контрастного вещества по-прежнему используется сульфат бария. Можно выполнять исследования с одинарным и двойным контрастированием. По показанию можно использовать йодированные контрастные водорастворимые вещества.

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Если бариевую клизму проводят не в срочном порядке, пациента просят перед процедурой промыть стому. Пациента могут попросить принести с собой приспособление для промывания и дополнительные мешки. Пациент должен придерживаться тех же ограничений в питании, что существуют и для стандартной ирригоскопии.

ПРОЦЕДУРА

Ирригоскопия при колостомии требует учитывать, что вследствие резекции кишки анатомические структуры и топографические ориентиры изменяются. Рентгенолог должен наблюдать за анатомической картиной во время флюороскопии, чтобы суметь скорректировать укладку. До того как будет восстановлена непрерывность кишки, барий можно вводить как через стому, так и через прямую кишку. В конце исследования рентгенологу потребуется чистый мешок для фекальных масс, необходимый для постдефекационной фазы обследования, так как некоторые пациенты не могут воспользоваться туалетом.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИРРИГОСКОПИИ ПРИ КОЛОСТОМИИ

1. Пациент надевает больничный халат, который оставляют открытым в том месте, где находится стома.
2. Подготовьте кабинет для флюороскопии, разложите приспособления для процедуры.
3. Смешайте контрастное вещество в соответствии с инструкцией.
4. Сделайте предварительный пробный снимок.
5. Надев перчатки, удалите повязки, покрывающие стому.
6. Как только рентгенолог введет наконечник в стому, закрепите зонд клизмы на месте.
7. Помогайте во время выполнения флюороскопии.
8. Сделайте при необходимости после флюороскопии снимки с помощью потолочного излучателя.
9. После рентгеноскопии опустите контейнер с контрастным веществом, позволив ему вернуться в мешок.
10. После удаления контрастного вещества, сделайте постдефекационные снимки.
11. Помогите пациенту привести себя в порядок и убедитесь в том, что к стоме надежно прикреплен мешок.



Рис. 15-48. Постоперационный набор для колостомии



Рис. 15-49. Наконечник для колостомии

ПЕРЕЧЕНЬ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВСЕХ БАРИЕВЫХ КЛИЗМ

Безопасность во время выполнения ирригоскопии имеет первостепенную важность. Предлагаем пять следующих мер безопасности.

1. **Изучение карты пациента.** Опрашивая пациента, обратите внимание на любые имеющие отношение к делу клинические данные и сообщите рентгенологу, если до ирригоскопии у пациента была сигмоидоскопия или колоноскопия, особенно если при этом была сделана биопсия. Выясните, есть ли у пациента какие-либо известные виды аллергии на контрастное вещество или продукты из натурального латекса.
2. **Никогда с силой не вводите клизменный наконечник.** Подобное действие может привести к прободению прямой кишки. При необходимости рентгенолог может вставлять наконечник клизмы под контролем флюороскопии.
3. **Контейнер клизмы должен быть размещен над столом на высоте, не превышающей 60 см.** Такая высота должна быть установлена еще до начала процедуры. Рентгенолог может увеличите эту высоту во время процедуры для регулировки скорости потока контрастного вещества.
4. **Проверьте температуру контрастного вещества.** Слишком горячая или слишком холодная суспензия может травмировать пациента или осложнить исследование.
5. После завершения исследования сопроводите пациента в туалет. У некоторых пациентов бариевая клизма может вызвать стресс. Известны случаи обмороков пациентов во время и после процедуры.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ПЕДИАТРИИ

Исследование тонкой кишки и ирригоскопия у детей выполняется во многом так же, как и у взрослых. (В главе 20 даны особые объяснения и меры предосторожности.)

РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ГЕРИАТРИИ

Процедура исследования нижнего отдела ЖКТ, в частности ирригоскопия и проктография, вызывают особенный стресс у пожилых пациентов. Рентгенолог должен терпеливо и подробно объяснить процедуру пациенту. Как и со всеми другими пациентами, рентгенолог должен быть тактичным и внимательным, учитывая смущение пациентов во время процедуры. Часто требуются особое внимание и осторожность, когда требуется, пациент переворачивался на рентгеновском столе. Из-за пространственной дезориентации пациенты могут бояться упасть со стола.

Так как у многих пожилых пациентов контроль сфинктера ослаблен, рекомендуется использовать обтурирующий наконечник клизмы.

Во избежание или для минимизации возможного запора очень важно проинструктировать пожилых пациентов об усиленном питье и высоковолокнистой диете после процедуры. Это предупреждение относится к обеим процедурам — обследованию верхнего и нижнего отделов ЖКТ, когда пациент принимает большое количество бария перорально или через прямую кишку.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография дает всестороннюю оценку нижнего отдела ЖКТ на предмет опухолей, желудочно-кишечных кровотечений и абсцессов. Хотя в большинстве КТ исследований органов живота используют внутривенное введение контрастного вещества, вопрос о целесообразности введения контрастного вещества в прямую кишку при КТ еще не решен, Некоторые эксперты считают, что введение контрастного вещества ректально во время КТ живота затрудняет распознавание небольших патологических процессов внутри кишки. Другие, оспаривая эту точку зрения, говорят, что при хорошем растяжении толстой кишки можно точно установить расположение опухоли и абсцесса в толстой кишке.

Растет использование КТ в диагностике острого аппендицита. Тонкие последовательные срезы в области слепой кишки могут помочь обнаружить копролит и/или абсцессы червеобразного отростка.

РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА

При различных состояниях и заболеваниях нижнего отдела ЖКТ можно использовать некоторые методы радионуклидной диагностики. Использование радионуклидов может помочь о диагностике меккелева дивертикула, желудочно-кишечных кровотечений и исследовании опорожнения желудка и моторики кишечника.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

Хотя МРТ не является золотым стандартом для визуализации ЖКТ, в некоторых случаях эта методика применяется. МРТ не может определить повреждения слизистой, но может продемонстрировать первичные опухоли кишечника и соседствующих структур, помочь в планировании иссечения таких опухолей. Абсцессы в брыжейке или забрюшинном пространстве легко распознаются МРТ.

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

Хотя толстая кишка не совсем подходит для ультразвукового сканирования из-за содержания газа, но определение опухолей и скоплении жидкости и кист с помощью ультразвука вполне осуществимо. Наполненный мочевой пузырь создает акустическое окно для изучения структур и областей, окружающих толстую кишку. УЗИ с дозированной компрессией в сочетании с клинической оценкой может оказать помощь в диагностике аппендицита.

Результаты опроса по США и Канаде

В 1999 году в Соединенных Штатах и Канаде было проведено исследование частоты выполняемых процедур. Собранная информация показала норму для основных и специальных проекций для тонкой кишки и ирригоскопии.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКОЙ КИШКИ

	США — Средние показатели						Канада	
	Основные			Специальные			Основные	Специальные
	1999	1995	1989	1999	1995	1989	1999	1999
Исследование тонкой кишки								
• Передняя обзорная	80%	71%	-	-	-	-	25%	-
• Передняя (каждые 0,5 часа до 2 часов, каждый час после 2 часов)	96%	93%	85%	-	-	-	91%	-
• Снимки илеоцекального клапана	78%	69%	79%	-	-	-	68%	-
• Высокая клизма с двойным контрастированием	-	-	-	48%	38%	25%	-	23%
• Метод интубации	-	-	-	35%	21%	17%	-	13%

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ

Исследование тонкой кишки. Как видно из обзора, в США процедуры **высокой клизмы** больше проводятся как специальные исследования тонкой кишки. Возросло использование **метода интубации**. Как показано в таблице, в Канаде обе эти процедуры используются реже.

Ирригоскопия. Исследование показало, что обе процедуры — **одинарного** и **двойного контрастирования** — считаются основными или обычными в большинстве ЛПУ США и Канады, при этом метод двойного контрастирования применяется немного чаще.

Цифровая флюороскопия. Как видно, цифровая флюороскопия без снимков, выполняемых после флюороскопии с помощью потолочного излучателя, является основной или обычной процедурой в США (26%) и Канаде (27%). Этот процент намного ниже, чем процент для исследования верхнего отдела ЖКТ, как описано в главе 14, на исследование верхнего отдела ЖКТ приходилось 40% в США и 72% в Канаде, что говорит о том, что эта процедура является основной.

Основные и специальные проекции и укладки

Некоторые основные и специальные проекции тонкой и толстой кишки продемонстрированы и описаны далее в этой главе. Рентгенолог и рентгенолаборант должны координировать свои усилия во время проведения обеих процедур: исследования тонкой кишки и ирригоскопии. Приведенные основные проекции в разных больницах могут отличаться друг от друга. Вся процедура ирригоскопии должна быть хорошо знакома рентгенолаборанту, так как любые снимки, которые потребуются, нужно делать как можно быстрее.

ИРРИГОСКОПИЯ (БАРИЕВАЯ КЛИЗМА)

	США-средние показатели			Канада
	Основные			Основные
	1999	1995	1989	1999
Бариевая клизма				
• Двойное контрастирование	96%	87%	76%	84%
• Одинарное контрастирование	94%	81%	72%	62%
• Передняя проекция	99%	93%	86%	84%
• Боковая проекция прямой кишки	88%	89%	77%	48%
• Правая боковая латерограмма	94%	76%	73%	88%
• Левая боковая латерограмма	94%	85%	73%	87%
• Левая и правая косая задняя проекция	89%	78%	18%	45%
• Правая и левая косая передняя проекция	59%	58%	58%	32%
• Передняя проекция после дефекации	90%	85%	71%	61%
• Задняя осевая «бабочка»	62%	45%	18%	31%
• Передняя осевая «бабочка»	55%	40%	15%	42%
• Вентральная латеропроекция	51%	16%	-	32%
• Осевая проекция по Chassard-Lapine	-	-	13%	-
• Цифровая флюороскопия, без потолочного излучателя	26%	-	-	27%

Исследование тонкой кишки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Передняя проекция (каждые 15, 30 минут) высокая клизма или интубация, 505

Ирригоскопия
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Передняя и/или задняя, 507
• Правая передняя косая проекция, 508
• Левая передняя косая проекция, 509
• Левая задняя косая и правая задняя косая проекции, 510
• Боковая проекция для прямой кишки или центральная латеропроекция, 511
• Правая боковая латерографическая проекция (передняя или задняя проекции), 512
• Левая боковая латерографическая проекция (передняя или задняя проекция), 513
• Передняя (задняя) проекция после эвакуации бария, 514
• Задняя проекция или левая осевая задняя косая проекция «бабочка», 515
• Передняя проекция или правая осевая передняя косая проекция «бабочка», 516

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ КИШКИ

Исследование тонкой кишки
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя проекция (каждые 15 или 30 мин.) высокая клизма или интубация

Выявляемая патология

Воспалительные процессы, опухоли, непроходимость тонкой кишки.

Сочетание исследований верхнего отдела ЖКТ и тонкой кишки. Обычно выполняется в сочетании, при этом пациент дополнительно принимает барий после выполнения исследования верхнего отдела ЖКТ (см. стр. 488).

Исследование только тонкой кишки. Включает обзорный снимок живота после которого пациент принимает барий и выполняются снимки через определенные промежутки времени (см. стр. 489).

Процедуры высокой клизмы и интубации: (см. описание на стр. 489 и 490).

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100-125 кВ.
- Используются маркеры времени.
- Уставки и дозы:

передняя проекция 30 мин. тонкая кишка

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
16	125	4	1160	330	М 270 Ж 330

мкГр

Радиационная защита гонад используется в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент лежит на животе (или на спине, если пациент не может лежать на животе), под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по средней линии стола/растра и/или ЦЛ.
- Руки вверху около головы, ноги вытянуты, под лодыжки можно положить подушку.
- Убедитесь, что **нет ротации** тела.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.

(1) Снимки через 15 или 30 мин. ЦЛ и центр кассеты примерно на **5 см выше подвздошных гребней** (см. примечание)

(2) Ежечасные Центр ЦЛ и центр кассеты на подвздошный гребень.

- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: отсчет времени ведется с момента принятия бария. Временные интервалы между снимками зависят от консистенции суспензии бария и протоколов отделения. Для первого 30-минутного снимка центр кассеты располагают высоко, так, чтобы включить весь желудок.

Последующие снимки через каждые 30 минут делают, пока суспензия бария не достигнет толстой кишки (обычно через 2 часа). Исследование, как правило, завершают, как только контрастное вещество достигнет слепой и/или восходящей ободочной кишки.

Элементам исследования тонкой кишки является флюороскопия и рентгенограммы **илеоцекального клапана** и терминального отдела подвздошной кишки на ЭСУ после того, как барий достигнет этой области. Необходимость выполнения этих снимков, однако, определяется предпочтениями рентгенолога и протоколами отделения.

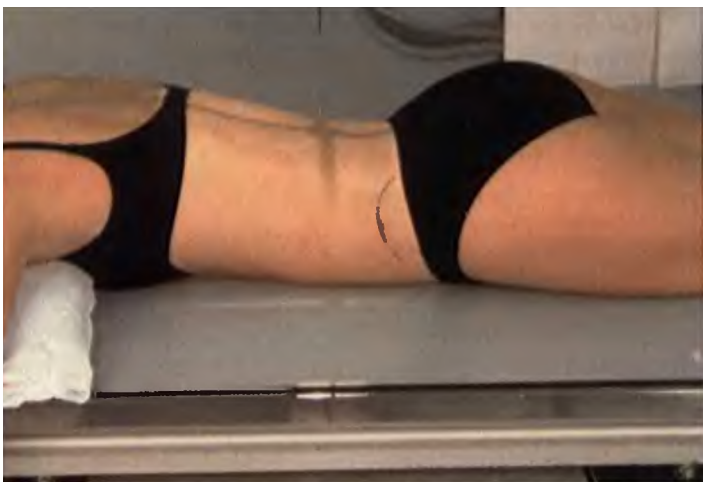


Рис. 15-50. Передняя проекция, через 15-30 мин. — с центром кассеты примерно 5 см над уровнем подвздошных гребней

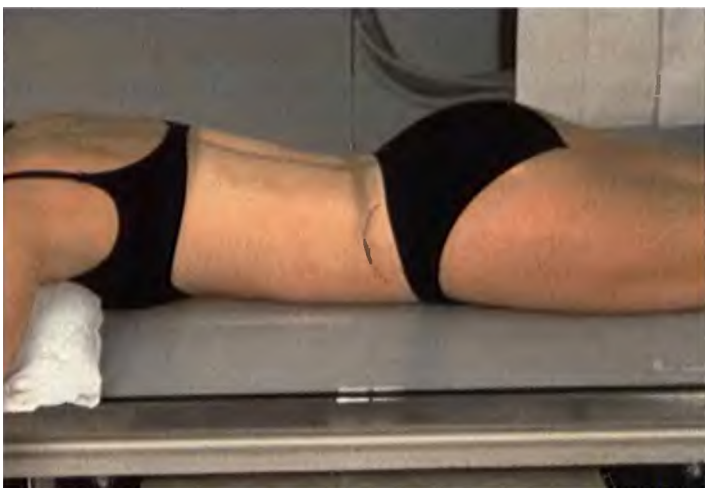


Рис. 15-51. Передняя проекция, через час — центр кассеты на уровне подвздошных гребней



Рис. 15-52. Рентгенограмма тонкой кишки в передней проекции через 30 мин. (самое большое количество бария находится в желудке, двенадцатиперстной кишке и тощей кишке).



Рис. 15-53. Рентгенограмма тонкой кишки в передней проекции — через 1 час (самое большое количество бария находится в тощей кишке)



Рис. 15-54. Рентгенограмма тонкой кишки в передней проекции через 2 часа (самое большое количество бария находится в подвздошной кишке и проксимальной части ободочной кишки)



Рис. 15-55. Передняя проекция (илеоцекальный клапан)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • На каждом снимке должна быть видна вся тонкая кишка, желудок должен быть включен на первых 15- и/или 30-минутных снимках.

Укладка. • Отсутствие ротации тела. Крылья подвздошных костей и поясничные позвонки симметричны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого должны быть видны лишь минимальные поля диафрагмирования. ЦЛ находится приблизительно в 5 см над уровнем подвздошных гребной для начальных снимков и совпадать с этим уровнем для остальных снимков.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры применяются для визуализации тонкой кишки, наполненной контрастной средой без переэкспонирования отделов, наполненных барием лишь частично. Четкие края структур говорят об отсутствии движения. Информация о пациенте, **маркеры временных интервалов**, «П» и «Л» маркеры анатомических сторон должны быть видимы без наложения их на важные анатомические структуры.

ПЕРЕДНЯЯ И/ИЛИ ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ИРРИГОСКОПИЯ

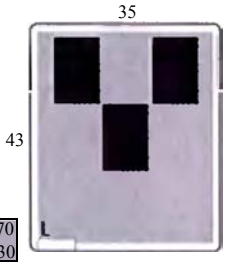
Ирригоскопия
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Передняя и/или задняя

Выявляемая патология

Непроходимость, илеус, заворот, инвагинация. Ирригоскопия с двойным контрастированием идеальна для демонстрации дивертикулеза, полипов и изменении слизистой.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100 - 125 кВ (ирригоскопия с одинарным контрастированием).
- 80 - 90 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием).
- Уставки и дозы:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
16	125	4	1160	330	М 270 Ж 330

мкГр

Радиационная защита гонад используется **только** в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования. (Для полноразмерных снимков при ирригоскопии невозможно использовать рентгенозащитный экран для яичников у женщин.)

Укладка пациента

Пациент лежит на животе или на спине, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по средней линии стола.
- Убедитесь, что **нет ротации** тела.

Центральный луч.

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- Центр ЦЛ на уровне подвздошных гребней.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: у большинства пациентов наконечник клизмы можно удалить перед выполнением снимков после флюороскопии с помощью потолочного излучателя, если только не используется обтурирующий наконечник. Этот вид наконечника, как правило, не вынимают до тех пор, пока пациент не будет готов к дефекации.

На нижнем крае снимка должна быть отображена ампула прямой кишки. Необходимость включения на всех снимках изображения левого изгиба толстой кишки при условии его адекватного отображения при флюороскопии не всегда является обязательным, это должно быть оговорено в протоколе отделения. (Если эту область нужно включить, то для большинства взрослых пациентов требуются 2 снимка.)

Для пациентов-гиперстеников используйте 2 кассеты размером 35 x 43 см, размещенных поперечно, чтобы включить всю тонкую кишку.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна поперечная оболочная кишка, первоначально наполненная барием на передней проекции и наполненная воздухом на задней проекции при двойном контрастировании. • Должна быть изображена вся толстая кишка, включая левый изгиб (см. примечание).

Укладка. • Отсутствие ротации тела. Крылья подвздошных костей и поясничные позвонки симметричны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого должны быть видны лишь минимальные поля диафрагмирования. ЦЛ должен быть направлен на подвздошный гребень.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры применяются для визуализации тонкой кишки наполненной контрастной средой без переэкспонирования отделов, наполненных барием лишь частично. Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 15-56. Передняя или задняя (на вставке) проекции



Рис. 15-57. Рентгенограмма ирригоскопии с одинарным контрастированием в передней проекции

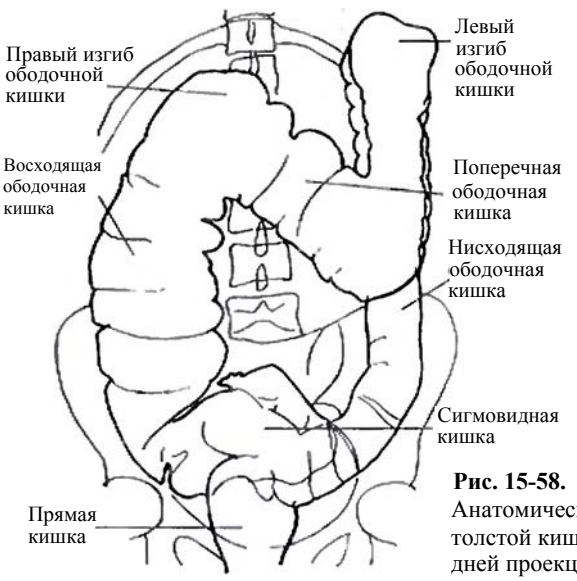


Рис. 15-58. Анатомическая схема толстой кишки в передней проекции

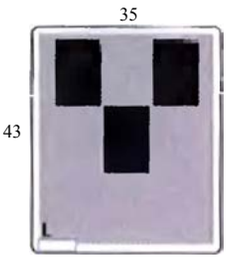
ПРАВАЯ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ (ППК) УКЛАДКА: ИРРИГОСКОПИЯ

Ирригоскопия
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя и/или задняя
- Правая передняя косая укладка

Выявляемая патология

Непроходимость, илеус, заворот, инвагинация. Ирригоскопия с двойным контрастированием идеальна для демонстрации дивертикулеза, полипов и изменений слизистой.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижным растр.
- 60 - 90 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием)
- 100 - 125 кВ (ирригоскопия с одинарным контрастированием)
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
20	125	4	1280	280	М 50 Ж 480

мкГр

Радиационная защита гонад используется **только** в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент находится в положении полулежа на животе, повернутый на 35-45° в правой передней косой укладке, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по средней линии стола, при этом правый и левый край брюшной полости равноотстоят от центральной линии стола и/или ЦЛ.
- Левая рука вверху на подушке, правая рука — вдоль тела пациента, левое колено полусогнуто.
- Проверьте, чтобы задняя части таза и туловища была повернута на 35-45°.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете, и идет примерно на **2,5 см левее** от срединной сагиттальной плоскости.
- ЦЛ направлен на уровень подвздошных гребней (см. примечание).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • **Правый изгиб ободочной кишки** и **восходящая** и **сигмовидная части ободочной кишки** должны быть развернуты, без значительного наложения. • Толстая кишка должна быть включена полностью, с возможным исключением левого изгиба, который наилучшим образом визуализируется в левой передней косой укладке (или может потребоваться второй снимок с более высоким положением ЦЛ). • Ампулу прямой кишки следует включить в нижнее поле снимка.

Укладка. • Позвоночник параллелен краю снимка (при отсутствии сколиоза). Изображение крыла правой подвздошной кости удлиненно, в то время как левая сторона укорочена (проекционное искажение); а правый изгиб ободочной кишки, если он включен, виден в профиль.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого должны быть видны лишь минимальные поля диафрагмирования. ЦЛ направлен на уровень подвздошных гребней.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры применяются для визуализации толстой кишки наполненной барием и воздухом без переэкспонирования контуров слизистой тех участков кишки, которые первоначально были наполнены воздухом. Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 15-59. Правая передняя косая укладка 35-45°



Рис. 15-60. Рентгенограмма в ППК (с высоким расположением ЦЛ, чтобы включить правый и левый изгибы ободочной кишки)



Рис. 15-61. Рентгенограмма в ППК (ЦЛ расположен низко, чтобы включить ампулу прямой кишки)



Рис. 15-62. Анатомическая схема толстого кишечника в правой передней косой укладке (с включением ампулы прямой кишки)

- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: удостоверьтесь, что ампула прямой кишки включена в нижнее поле снимка. Для этого может потребоваться центрирование на 5-10 см ниже подвздошных гребней у пациентов большого роста и выполнение второго снимка, центрированного на 5-10 см выше гребней, чтобы включить правый изгиб ободочной кишки (рис. 15-60 и рис. 15-61).

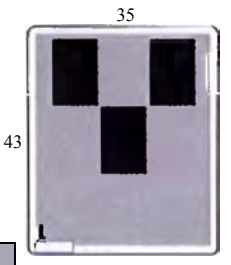
ЛЕВАЯ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ (ЛПК) УКЛАДКА: ИРРИГОСКОПИЯ

Ирригоскопия
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя и/или задняя
- Правая передняя косая укладка
- Левая передняя косая укладка

Выявляемая патология

Непроходимость, илеус, заворот, инвагинация. Ирригоскопия с двойным контрастированием идеальна для демонстрации дивертикулеза, полипов и изменений слизистой.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100 -125 кВ (ирригоскопия с одинарным контрастированием).
- 80-90 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием).
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
20	125	4	1280	280	М 50 Ж 480

мкГр

Радиационная защита гонад используется только в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент находится в положении полулежа на животе, повернутый на 35-45° в левой передней косой укладке, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по средней линии стола, при этом правый и левый край брюшной полости равноотстоят от центральной линии стола и/или ЦЛ.
- Правая рука вверху на подушке, левая рука — вдоль тела пациента, правое колено полусогнуто.
- Проверьте, чтобы задняя поверхность таза и туловища были повернуты на 35-45°.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и идет примерно на **2,5 см правее** от срединной сагиттальной плоскости.
- ЦЛ направлен на **2,5-5 см выше уровня подвздошных гребней** (см. примечание).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Левый изгиб ободочной кишки должен быть развернут, без значительного наложения. • Нисходящая кишка должна быть видна полностью. • Снимок должен охватывать всю толстую кишку.

Укладка. • Позвоночник должен быть параллелен краю снимка (при отсутствии сколиоза). • Изображение крыла правой подвздошной кости удлинено, в то время как левая сторона укорочена (проекционное искажение); а левый изгиб ободочной кишки, если он включен, виден в профиль.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка взрослого видны лишь минимальные поля диафрагмирования. • ЦЛ направлен на уровень подвздошных гребней или на 5 см выше, чтобы включить весь левый изгиб ободочной кишки.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры применяются для визуализации толстой кишки, наполненной контрастным веществом без переэкспонирования любой ее части. • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 15-63. Левая передняя косая укладка



Рис. 15-64. Рентгенограмма в левой передней косой укладке (с высоким расположением ЦЛ, чтобы включить левый изгиб ободочной кишки)

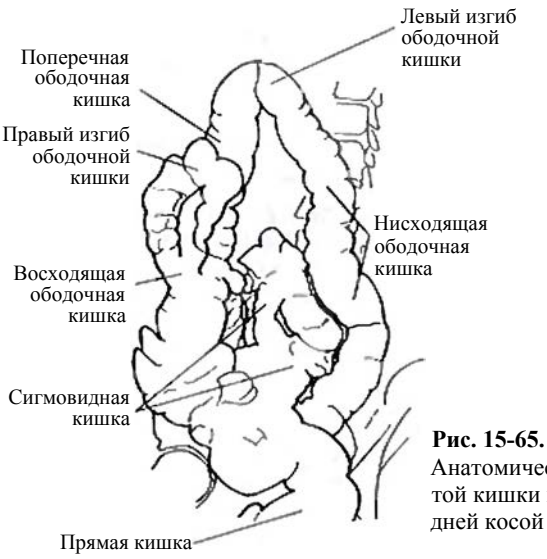


Рис. 15-65. Анатомическая схема толстой кишки в левой передней косой укладке

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: на снимках большинства взрослых пациентов центр должен быть примерно на 5 см выше, чтобы включить **левый изгиб ободочной кишки**, который обычно отсекается на снимках нижней части толстой кишки; второй снимок затем нужно центрировать на 5-7,5 см ниже, чтобы включить область прямой кишки.

ЛЕВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ (ЛЗК) И ПРАВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ (ПЗК) УКЛАДКИ: ИРРИГОСКОПИЯ

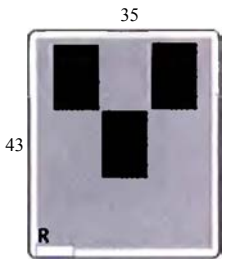
Выявляемая патология

Непроходимость, илеус, заворот, инвагинация. Ирригоскопия с двойным контрастированием идеальна для демонстрации дивертикулеза, полипов и изменений слизистой.

Ирригоскопия
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя и/или задняя
- Правая передняя косая укладка
- Левая передняя косая укладка
- Левая задняя косая и/или правая задняя косая укладка

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100 - 125 кВ (ирригоскопия с одинарным контрастированием).
- 60 - 90 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием).
- Уставки и дозы:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
20	125	4	1280	280	М 50 Ж 480

мкГр

Радиационная защита гонад используется только в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент находится в положении полулежа на спине, повернутый на 35-45° в правой или левой задней косой укладке, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Поместите согнутый поднятый локоть перед головой пациента, другую руку опустите вдоль его тела.
- поддержки и сохранения положения частично согните верхнее колено пациента.
- **Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по средней линии стола**, при этом правый и левый край брюшной полости равноотстоят от центральной линии стола и/или ЦЛ.
- Правая рука вверху на подушке, левая рука — вдоль тела пациента, правое колено полусогнуто.
- Проверьте, чтобы задняя часть таза и туловища была повернута на 35-45°.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • **Левая задняя косая укладка — правый** (печеночный) **изгиб ободочной кишки**, восходящая кишка и ректосигмоидный отдел прямой кишки должны быть развернуты, без значительного наложения. • **Правая задняя косая укладка — левый** (селезеночный) **изгиб ободочной кишки** и нисходящие отделы ободочной кишки должны быть развернуты, без значительного наложения. (Чтобы включить область прямой кишки для большинства взрослых пациентов требуется выполнить снимок на вторую кассету, центрированную ниже, если эту область следует включить в рентгенограмму, выполняемую после флюороскопии с помощью потолочного излучателя.) Ампулу прямой кишки следует включить в нижнее поле снимка. • Должна быть охвачена вся наполненная контрастным веществом толстая кишка, включая ампулу прямой кишки (см. примечание).

Укладка. • **Левая задняя косая укладка** — должно быть видно, что нет наклона и позвоночник параллелен краю снимка. Изображение крыла левой подвздошной кости удлинено, в то время как правая сторона укорочена (проекционное искажение). • Правая задняя косая укладка — есть наклон; позвоночник параллелен краю снимка. • Наличие ротации: изображение крыла правой подвздошной кости удлинено, в то время как левая сторона укорочена (проекционное искажение).

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого видны лишь минимальные поля диафрагмирования. • ЦЛ направлен на уровень подвздошных гребней. • ЦЛ может быть направлен на 5 см выше подвздошного гребня, чтобы включить весь левый изгиб ободочной кишки для правой задней косой укладки.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры применяются для визуализации толстой кишки, наполненной контрастным веществом без переэкспонирования любой ее части. • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.

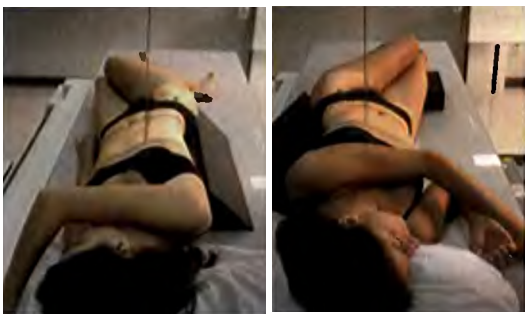


Рис. 15-66. Слева — левая задняя косая укладка. Справа — правая задняя косая укладка



Рис. 15-67. Левая задняя косая укладка для правого изгиба ободочной кишки. (Центр изображения расположен высоко, чтобы охватить правый, и левый изгибы)



Рис. 15-68. Правая задняя косая укладка для левого изгиба ободочной кишки. (Центр изображения расположен высоко, чтобы охватить правый и левый изгибы)

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете, примерно на **2,5 см правее** от срединной сагиттальной плоскости.
- Центр ЦЛ и центр кассеты находятся на уровне подвздошного гребня и примерно на **2,5 см в сторону приподнятой стороны пациента** от средней сагиттальной плоскости (см. примечание).
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: ампула прямой кишки должна быть включена в снимок. Для большинства взрослых пациентов вторая кассета требует положения ЦЛ на 5-7,5 См выше в правой задней косой укладке, если нужно включить левый (селезеночный) изгиб ободочной кишки (рис. 15-70).

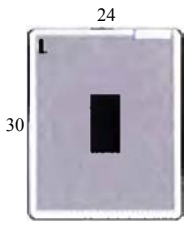
БОКОВАЯ УКЛАДКА ПРЯМОЙ КИШКИ ИЛИ ВЕНТРАЛЬНАЯ ЛАТЕРОПРОЕКЦИЯ: ИРРИГОСКОПИЯ

Выявляемая патология

Боковая укладка идеально подходит для выявления полипов, стриктур и свищей между прямой кишкой и мочевым пузырем/маткой. Вентральная латеропроекция является наилучшей для исследования с двойным контрастированием.

Ирригоскопия
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя и/или задняя
- Правая передняя косая укладка
- Левая передняя косая укладка
- Левая задняя косая и/илн правая задняя косая укладки
- Боковая укладка прямой кишки

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100 - 125 кВ (ирригоскопия с одинарным контрастированием).
- 80 - 90 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием).
- Компенсационный или клиновидный фильтр для более однородной плотности для выравнивания плотности центральной латерограммы.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
10	125	61	26290	3080	М 240 Ж 1520

мкГр

Радиационная защита гонад используется **только** в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования. Использование гонадной защиты у женщин скорее всего невозможно, поэтому особое значение следует придавать диафрагмированию.

Укладка пациента

Пациент лежит на боку, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Средняя подмышечная плоскость выравнивается по средней линии стола и/или кассеты.
- Колени пациента должны быть согнуты и лежать друг на друге, руки размещены над головой.
- Укладка соответствует истинной боковой, **нет ротации** туловища.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете (при вентральной латеропроекции ЦЛ направлен горизонтально).
- Центр ЦЛ и центр кассеты находятся **на уровне верхней передней подвздошной ости и средней коронарной плоскости** (середина между верхней передней подвздошной остью и задней частью крестца).
- Минимальное РИП — 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть виден ректосигмоидный отдел прямой кишки, заполненный контрастным веществом.

Укладка. • Нет очевидной ротации тела; изображения головок бедренных костей наложены друг на друга.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого видны лишь минимальные поля диафрагмирования. • В центре изображения — ректосигмовидный отдел прямой кишки.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры экспозиции применяются для визуализации как наполненной контрастным веществом прямой кишки, так и отделов сигмовидной кишки. • Рентгеновский пучок должен обладать достаточной проникающей способностью для демонстрации этих областей через наложенные друг на друга таз и бедра. • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 15-69. Левая боковая укладка прямой кишки. Вставка — вентральная латеропроекция (двойное контрастирование)



Рис. 15-70. Рентгенограмма прямой кишки в левой боковой проекции



Рис. 15-71. Вентральная латерограмма прямой кишки

Альтернативное вентральное положение (лежа на животе). Для исследований с двойным контрастированием используйте горизонтальное направление ЦЛ для получения латерограммы. Направление ЦЛ в этом случае такое же, как и для боковой укладки прямой кишки.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: ампула прямой кишки должна быть отражена на снимке. У большинства взрослых пациентов вторая кассета требует положения ЦЛ на 5-7,5 см выше в правой задней косой укладке, если нужно отобразить левый (селезеночный, изгиб ободочной кишки (рис. 15-70).

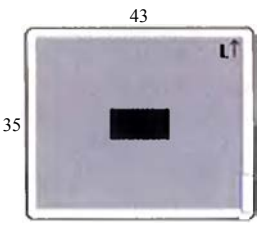
ПРАВАЯ БОКОВАЯ ЛАТЕРОГРАФИЧЕСКАЯ УКЛАДКА (ЗАДНЯЯ ИЛИ ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ): ИРРИГОСКОПИЯ - ДВОЙНОЕ КОНТРАСТИРОВАНИЕ

Выявляемая патология

Эта укладка особенно полезна для выявления полипов левой половины или заполненных воздухом отделов толстой кишки. Правую или левую латерографическую укладку обычно используют для двойного контрастирования.

Ирригоскопия
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя и/или задняя
- Правая передняя косая укладка
- Левая передняя косая укладка
- Левая задняя косая и/или правая задняя косая укладки
- Боковая укладка прямой кишки
- Правая и левая боковая латерографическая укладки (передняя или задняя проекции)

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Кассета с растром или вертикальная стойка снимков.
- 80 - 90 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием).
- Компенсационный фильтр закрывает верхнюю сторону живота (крепится к передней стороне глубинной диафрагмы с помощью магнитов).
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	90	6	760	170	М 10 Ж 200

мкГр

Радиационная защита гонад используется **только** в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент лежит на боку, под голову кладется подушка. Пациент лежит на правом боку на рентгенопрозрачной подкладке, при этом кассета находится за спиной пациента при задней проекции. Пациент также может лежать лицом к кассете или стойке снимков (если пациент на каталке) при передней проекции. (Если пациент лежит на каталке, то закрепите ее колеса или иным способам обеспечьте безопасность каталки, чтобы избежать падения пациента.)

Укладка снимаемой области

- Расположите пациента и/или кассету так, чтобы уровень подвздошных гребней находился по центру кассеты и ЦЛ.
- Руки подняты вверх, колени согнуты
- **Не должно быть ротации тела**; при этом изображения плечевых и тазобедренных суставов накладывается друг на друга.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть показана вся толстая кишка, с наполненным воздухом левым изгибом кишки и нисходящей кишкой.

Укладка. • Не должно быть очевидной ротации тела, таз и грудная клетка расположены симметрично.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого видны лишь минимальные поля диафрагмирования. • Толстая кишка правильно центрирована на снимке.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры экспозиции применяются для визуализации границ всей толстой кишки, включая наполненные барием отделы, но так, чтобы не переэкспонировать отделы толстой кишки, заполненные воздухом. Должна быть ясно показана структура слизистой кишки, заполненной воздухом. Если наполненные воздухом отделы толстой кишки переэкспонированы, то нужен компенсирующий фильтр. • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 15-72. Правая боковая латерографическая укладка — задняя проекция (на кассету с растром)

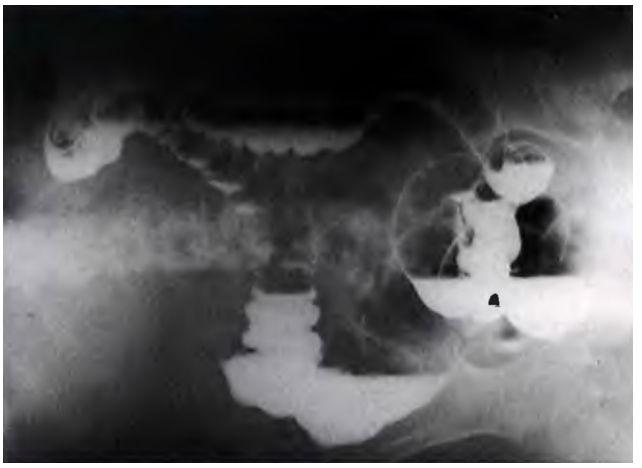


Рис. 15-73. Латерограмма в правой боковой проекции

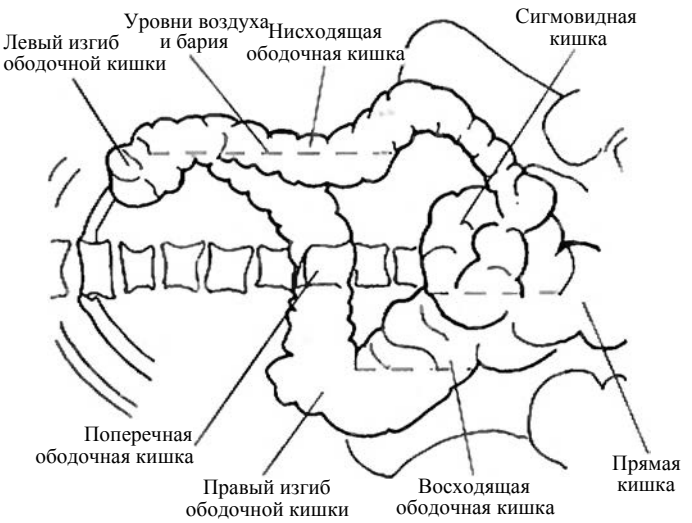


Рис. 15-74. Анатомическая схема толстой кишки в правой боковой укладке

Центральный луч

- Направьте ЦЛ горизонтально, **перпендикулярно** кассете.
- Направьте ЦЛ на уровень **подвздошных гребней по срединной сагиттальной плоскости**.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: действуйте как можно быстрее.

Для пациентов-гиперстеников используйте 2 кассеты размером 35 х 43 см каждая, помещенные поперечно для охвата всей толстой кишки.

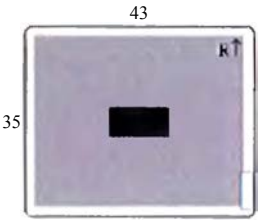
ЛЕВАЯ БОКОВАЯ ЛАТЕРОГРАФИЧЕСКАЯ УКЛАДКА (ЗАДНЯЯ ИЛИ ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ): ИРРИГОСКОПИЯ

Выявляемая патология

При этой укладке видна вся наполненная контрастным веществом толстая кишка, и она очень эффективна для обнаружения полипов. Наилучшим образом в этой проекции демонстрируется правая половина кишки с участками, наполненными воздухом.

И правая, и левая боковая укладка применяются при исследованиях с двойным контрастированием.

Ирригоскопия
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя и/или задняя
- Правая передняя косая укладка
- Левая передняя косая укладка
- Левая задняя косая и/или правая задняя косая укладки
- Боковая укладка прямой кишки
- Правая и левая боковая латерографическая укладка (передняя или задняя проекции)



Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Кассета с растром или вертикальная стойка снимков.
- 80 - 90 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием).
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	90	6	760	170	М 10 Ж 200

мкГр

Радиационная защита гонад используется **только** в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент лежит на левом боку на рентгенопрозрачной подкладке, под голову кладется подушка. (Если пациент лежит на каталке, то **закрепите ее колеса** или иным способом обеспечьте безопасность каталки, чтобы избежать падения пациента.)

Укладка снимаемой области

- Расположите пациента и/или кассету так, чтобы уровень подвздошных гребней находился по центру кассеты и ЦЛ.
- Руки подняты вверх, колени согнуты.
- **Не должно быть ротации тела;** при этом изображения плечевых и тазобедренных суставов накладывается друг на друга.

Центральный луч

- Направьте ЦЛ горизонтально, **перпендикулярно** кассете.
- Направьте ЦЛ на **подвздошный гребень** по срединной сагиттальной плоскости.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть показана вся толстая кишка, с заполненными воздухом правым изгибом ободочной кишки, восходящей ободочной и слепой кишкой.

Укладка. • Не должно быть очевидной ротации тела, таз и грудная клетка расположенны симметрично.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого видны лишь минимальные поля диафрагмирования. Толстая кишка правильно центрирована на снимке.

Параметры экспозиции и маркеры. Соответствующие параметры экспозиции применяются для визуализации границ всей толстой кишки, включая наполненные барием отделы, но так, чтобы не переэкспонировать отделы толстой кишки, заполненные воздухом. Должна быть ясно показана структура слизистой кишки, заполненной воздухом. Если наполненные воздухом отделы толстой кишки переэкспонированы, то нужен компенсирующий фильтр. • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 15-75. Левая боковая латерографическая укладка — задняя проекция (на кассету с растром)



Рис. 15-76. Латерограмма в левой боковой проекции

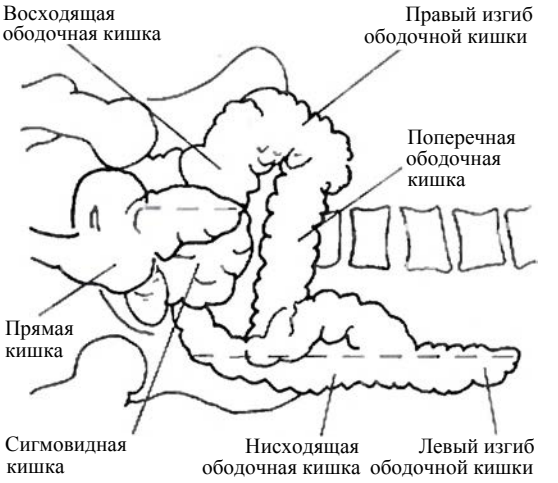


Рис. 15-77. Анатомическая схема толстой кишки в левой боковой проекции

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: так как большинство исследований с двойным контрастированием включают обе латерографические укладки — правую и левую, то обычно легче сделать одну проекцию, когда кассета приложена к спине пациента, а потом пациент переворачивается на другой бок, а тележку разворачивают кругом. Это может оказаться проще, чем сажать пациента и поворачивать его на другой конец каталки или стола.

Для пациентов-гиперстеников используйте 2 кассеты размером 35 х 43 см, помещенные поперечно для охвата всей толстой кишки.

ПЕРЕДНЯЯ (ЗАДНЯЯ) ПРОЕКЦИЯ - ПОСЛЕ ЭВАКУАЦИИ БАРИЯ: ИРРИГОСКОПИЯ

Выявляемая патология

Эта укладка демонстрирует структуру слизистой толстой кишки с остатками контрастного вещества и способствует выявлению небольших полипов и дефектов.

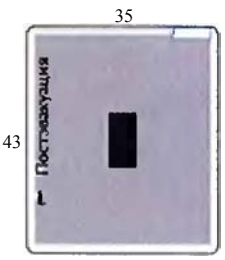
Чаще всего исследование выполняется при положении пациента лежа на животе (задняя или передняя проекция), но может быть выполнена и при положении лежа на спине.

Ирригоскопия

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

- Передняя и/или задняя
- Правая передняя косая укладка
- Левая передняя косая укладка
- Левая задняя косая и/или правая задняя косая укладки
- Боковая укладка прямой кишки
- Правая и левая боковая латерографическая укладки (передняя или задняя проекции)
- Передняя (задняя) проекция после эвакуации бария

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр
- 80 - 90 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием)
- Используйте маркер, обозначающий постэвакуацию.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
16	100	4	740	190	М 120 Ж 180

мкГр

Радиационная защита гонад используется только в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент лежит на животе и/или на спине, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по средней линии стола и/или ЦЛ.
- **Не должно быть ротации тела**.

Центральный луч

- Направьте ЦЛ перпендикулярно кассете.
- Направьте ЦЛ по уровню подвздошных гребней.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: снимок делают после того, как пациент полностью опорожнил кишечник. Если на снимке видно неполное опорожнение, то для ясной визуализации структуры слизистой делают второй снимок после дополнительного опорожнения.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть показана вся толстая кишка, лишь с остаточным количеством контрастного вещества.

Укладка. • Позвоночник параллелен краю снимка (при отсутствии сколиоза). • Отсутствие ротации тела; крыло подвздошной кости и поясничных позвонков симметричны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого видны лишь минимальные поля диафрагмирования. • ЦЛ направлен на подвздошный гребень.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры экспозиции применяются для визуализации контуров всей структуры слизистой толстой кишки без переэкспонирования каких-либо частей. • Четкие края структур говорят об отсутствии движения. • Должны быть видны маркеры: постэвакуации и сторон тела.

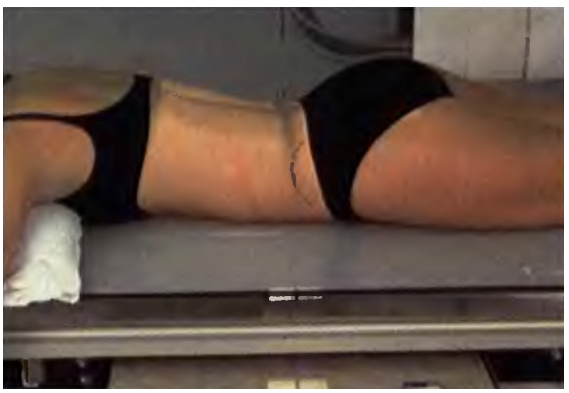


Рис. 15-78. Передняя проекция — после опорожнения



Рис. 15-79. Рентгенограмма в передней проекции — после опорожнения

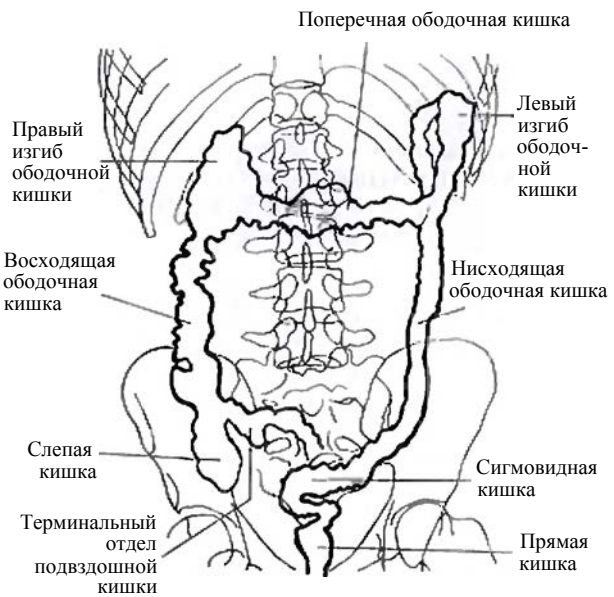


Рис. 15-80. Анатомическая схема в передней проекции — после опорожнения

В этих целях в качестве стимулятора пациенту можно предложить кофе или чай. Ампула прямой кишки должна быть включена в нижнее поле снимка.

Используйте низкое значение кВ для предотвращения переэкспонирования, при этом в толстой кишке должно находиться лишь небольшое количество контрастного вещества.

ЗАДНЯЯ ОСЕВАЯ ИЛИ ЗАДНЯЯ ОСЕВАЯ КОСАЯ (ЛЕВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА) ПРОЕКЦИИ: ИРРИГОСКОПИЯ

Укладка «бабочкой»

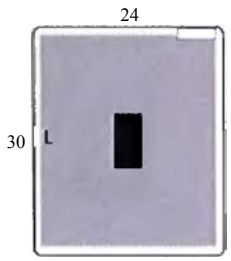
Выявляемая патология

Полипы или другие патологические процессы в ректосигмоидной области толстой кишки.

Ирригоскопия
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя осевая или задняя осевая косая (левая задняя косая проекция)

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 x 30 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 90 - 100 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием).
- 100 - 125 кВ (ирригоскопия с одинарным контрастированием).
- Используйте маркер постэвакуации.
- Уставки и дозы:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
16	125	6	1720	520	М 60 Ж 650

мкГр

Радиационная защита гонад используется только в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент лежит на спине или частично повернут в левую заднюю косую укладку, под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

Задняя осевая проекция
- Пациент лежит на спине, срединная сагиттальная плоскость выравнивается по средней линии стола.
- Ноги вытянуты; руки — книзу вдоль тела или сложены крест-накрест на груди; ротация тела отсутствует.

Левая задняя косая укладка
- Поверните пациента на **30-40°** в левую заднюю косую укладку (левая задняя часть тела пациента прилегает к деке стола).
- Правая рука пациента поднята, левая вытянута вниз, правое колено полусогнуто.

Центральный луч

- Угол ЦЛ **30-40° краниально**.

Задняя проекция:
- Направьте ЦЛ на **5 см ниже уровня верхних передних подвздошных остей** и по **срединной сагиттальной плоскости**.

Левая задняя косая укладка:
- Направьте ЦЛ на **5 см ниже** и на **5 см медиальнее от правой верхней передней подвздошной ости**.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Вытянутый ректосигмоидный отдел кишки должен быть виден с минимальным наложением сигмовидной кишки, чем при задней проекции под 90°.

Укладка. • **Задняя осевая проекция:** правильный угол наклона ЦЛ устанавливается по удлинению ректосигмоидного отдела толстой кишки. • **Левая задняя косая укладка:** правильный угол наклона ЦЛ и косая укладка пациента устанавливаются по удлинению и меньшей суперпозиции ректосигмоидного отдела толстой кишки.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого видны лишь минимальные поля диафрагмирования. Центр ректосигмоидного отдела ободочной кишки расположен недалеко от середины снимка; вся прямая кишка включена в нижнее поле.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры экспозиции применяются для визуализации контуров всех ректосигмовидных отделов толстой кишки (прямой и сигмовидной кишки). • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 15-81. Задняя осевая проекция — ЦЛ наклонен каудально на 30-40°
Вставка — 30-40° левая задняя косая укладка



Рис. 15-82. Рентгенограмма в задней осевой проекции

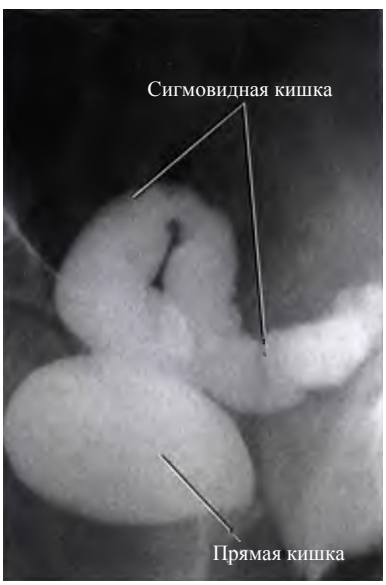


Рис. 15-83. Левая задняя косая осевая проекция

- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: действуйте как можно быстрее. Подобные изображения можно также получить при передней осевой проекции и правой передней косой укладке при наклоне ЦЛ 30-40° краниально (см. описание следующей проекции на следующей странице)

ПЕРЕДНЯЯ ОСЕВАЯ ИЛИ ПЕРЕДНЯЯ ОСЕВАЯ КОСАЯ (ПРАВАЯ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА) ПРОЕКЦИИ: ИРРИГОСКОПИЯ

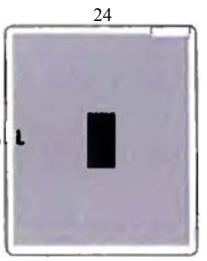
Укладка «бабочкой»

Выявляемая патология

В этой проекции хорошо видны полипы или другие патологические процессы в ректосигмоидном отделе толстой кишки, контрастирование воздухом наилучшим образом позволяет выявить эти патологические изменения.

Ирригоскопия
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя осевая или задняя осевая косая (левая задняя косая проекция)
- Передняя осевая или передняя осевая косая (правая передняя косая проекция)

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 100 - 125 кВ (ирригоскопия с одинарным контрастированием).
- 90 - 100 кВ (ирригоскопия с двойным контрастированием).
- Используйте маркер, постэвакуации.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
16	125	6	1720	520	М 60 Ж 650

мкГр

Радиационная защита. Использование радиационной защиты гонад, как правило, невозможно, так как при этом будут закрыты органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент лежит на животе или частично повернут в правую переднюю косую укладку; под голову кладется подушка.

Укладка снимаемой области

Передняя проекция
- Пациент лежит на животе, срединная сагиттальная плоскость выравнивается по средней линии стола.
- Руки кладутся на голову или опущены вниз и немного отведены от туловища.
- **Ротация** таза или туловища **отсутствует**.

Правая передняя косая укладка
- Поверните пациента на **35-45°** в правую переднюю косую укладку (правая передняя сторона пациента прилежит к деке стола).
- Левая рука пациента поднята, правая вытянута вниз, левое колено полусогнуто.

Центральный луч

- Угол ЦЛ **35-40° каудально**.

Передняя проекция:
- Направьте ЦЛ так, чтобы он выходил на уровне **верхней передней подвздошной ости** и по срединной сагиттальной плоскости.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Вытянутый ректосигмовидный отдел должен быть получен с минимальной суперпозицией. Наилучшим образом эту область накладывающихся петель кишки визуализирует двойное контрастирование.

Укладка. • Правильный наклон ЦЛ и косая укладка пациента устанавливаются по удлинению и меньшей суперпозиции ректосигмоидного отдела толстой кишки.

Диафрагмирование и ЦЛ. • По всем четырем сторонам снимка для взрослого видны лишь минимальные поля диафрагмирования. • Ректосигмоидный отдел кишки центрирован на середину снимка; вся прямая кишка включена в нижнее поле.

Параметры экспозиции и маркеры. • Соответствующие параметры экспозиции применяются для визуализации контуров ректосигмовидного отдела толстой кишки (прямой и сигмовидной оболочной кишки). • Четкие края структур говорят об отсутствии движения.



Рис. 15-84. Передняя осевая проекция — ЦЛ наклонен краниально на 30-40°. Вставка — осевая правая передняя косая проекция



Рис. 15-85. Передняя осевая проекция (исследование с одинарным контрастированием)



Рис. 15-86. Передняя осевая проекция (исследование с двойным контрастированием)

Правая передняя косая укладка:
- Направьте ЦЛ так чтобы он выходил на уровне верхней передней подвздошной ости и на 5 см влево от поясничных остистых отростков.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание на вдохе, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: действуйте как можно быстрее.

Описание подобных снимков ректосигмовидной области кишки в задней и левой задней косой проекции с углом ЦЛ 30-40°, наклоненным краниально, приведены на предыдущей странице.

ГЛАВА 16

Желчный пузырь и желчные протоки

СОАВТОРЫ: **John P. Lampignano,** M Ed, RT (R) (CT)

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Barry T. Anthony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Печень, 518

Желчный пузырь и желчные протоки, 519

Типы телосложения и варианты расположения желчного пузыря, 520

Анатомический обзор (рентгенограммы), 520

Рентгенологические исследования

Терминологическая таблица, 521

Пероральная холецистография, 521

Описание клинических симптомов, 522

Краткий перечень клинических показаний, 523

Пероральная холецистография, 524

Ультразвуковое сканирование (УЗИ), 525

Оперативная холангиография, 526

Интраоперационная холангиография, 526

Холангиография с Т-зондом, 527

Чрескожная чреспеченочная холангиография (ЧЧХ), 528

Эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография (ЭРХЛГ), 529

Сводная таблица методов исследования желчной системы, 530

Альтернативные методы исследований, 530

Укладки

Результаты опроса по США и Канаде, 531

Основные и специальные проекции и укладки, 531

Желчный пузырь — холецистография

- Передняя проекция. Обзорный снимок, 532
- Левая передняя косая укладка, 533
- Правая боковая латерографическая укладка (передняя проекция), 534
- Вертикальная укладка, передняя проекция, 535

Желчные протоки — интраоперационная холангиография

- Задняя проекция и/или правая задняя косая проекция, 536

Печень

Рентгенографическое исследование желчной системы включает изучение выработки, транспортировки и хранения желчи. Желчь вырабатывается печенью, транспортируется различными протоками, а хранится в желчном пузыре. Рентгенографическое исследование желчной системы требует знаний основ рентгеноанатомии и физиологии печени, желчного пузыря и соединяющих протокой.

Печень — самый большой паренхиматозный орган в организме человека, она весит 1,5 кг или 1/36 всей массы тела среднего взрослого и занимает большую часть **правого верхнего квадранта**, всё правое подреберье, большую часть эпигастрия и значительную часть левого подреберья.

На рис. 16-1, вид спереди, видно, что печень имеет форму треугольника. Верхняя граница печени — ее самая широкая часть (приблизительно 20-23 см), имеющая выпуклую форму, соответствующую нижней поверхности правой половины диафрагмы.

Правая граница печени — ее самый большой размер по вертикали, составляющий приблизительно 15-17,5 см. У человека среднего роста печень расположена чуть ниже бокового отдела десятого ребра, сразу над правой почкой. Печень довольно хорошо защищена правой нижней частью грудной клетки, а так как в печени содержится огромное количество кровеносных сосудов и она легко травмируется, то эта защита крайне необходима.

Дистальный конец желчного пузыря находится немного ниже переднего нижнего края печени. Остальная часть желчного пузыря лежит вдоль задней нижней поверхности печени (рис. 16-3).

ДОЛИ ПЕЧЕНИ

Печень частично разделена на две большие и две малые доли. Как показано на рис. 16-2 (вид спереди), видны только две большие доли. Правая доля намного больше, она отделена от меньшей **левой доли серповидной связкой**.

Позади две малые доли связаны с большой правой долей, что можно увидеть, если посмотреть на висцеральную, или нижнюю заднюю, поверхность печени (рис. 16-3). Первая — это **квадратная доля**, расположенная на нижней поверхности правой доли между желчным пузырем и серповидной связкой. Сразу позади квадратной доли находится вторая малая доля, **хвостатая**, которая прилегает к диафрагмальной поверхности. Крупная **нижняя полая вена** идет по поверхности хвостатой доли. Посредине нижней поверхности печени расположены желчные печеночные протоки, которые будут описаны далее.

Функция. Печень — сложный и жизненно необходимый орган. Печень выполняет более 100 разных функций, но одна из них, более других подвергается рентгенодиагностическому исследованию — производство большого количества желчи. Печень выделяет от 800 до 1000 мл желчи ежедневно.

Основная функция желчи — помогать перевариванию и абсорбции жиров, эмульгируя или измельчая жировые шарики в процессе пищеварения. Желчь также содержит холестерол, который растворен в желчи в виде желчных солей.

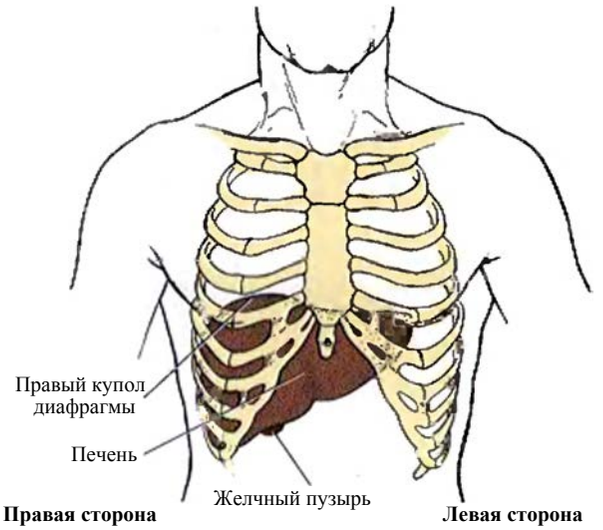


Рис. 16-1. Печень и желчный пузырь — вид спереди

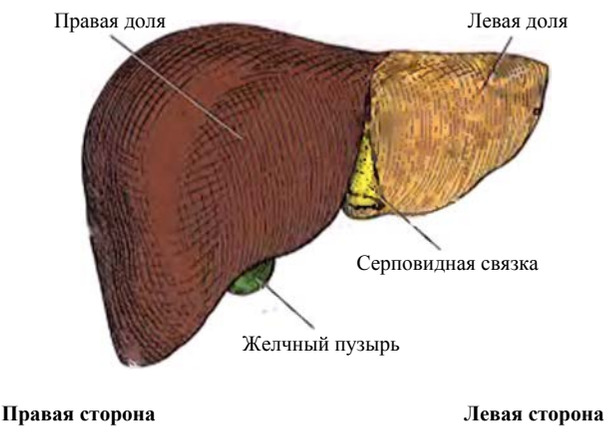


Рис. 16-2. Печень — вид спереди

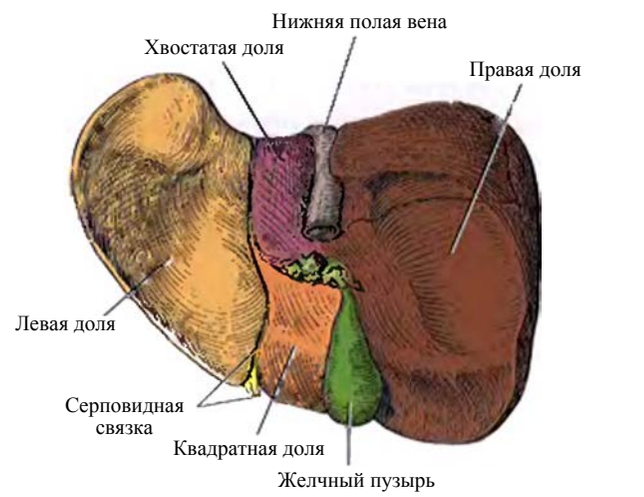


Рис. 16-3. Печень и желчный пузырь — вид снизу и сзади

Желчный пузырь и желчные протоки

Желчный пузырь и желчные протоки, расположенные вне желчного пузыря, показаны на рис. 16-4. Желчь образуется в маленьких дольках печени и направляется по маленьким протокам в **правый** и **левый печегочный протоки**. Правый и левый печеночные протоки соединяются **в общий печеночный проток**. Желчь поступает или в **желчный пузырь** через **пузырный проток** для временного хранения, или прямо **в двенадцатиперстную кишку** по **общему желчному протоку**, к которому присоединяется основной **проток поджелудочной железы**.

ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ И ПУЗЫРНЫЙ ПРОТОК

Желчный пузырь и пузырный проток изображены на рис. 16-5. Желчный пузырь представляет собой грушевидный мешок, состоящий из трех частей: **дна, тела** и **шейки**. Дно — дистальный конец и наиболее широкая часть желчного пузыря. Основной отдел желчного пузыря называется телом. Узкий проксимальный конец именуется шейкой, которая продолжается **пузырным протоком**. Пузырный проток, длиной 3-4 см, содержит несколько перепончатых складок, идущих вдоль протока. Эти складки называются **спиральными складками**, в их функцию входит защита пузырного протока от растяжения или сжатия (спадения).

В норме желчный пузырь имеет 7-10 см в длину, около 3 см в ширину и, как правило, вмещает 30-40 см^3 желчи.

ФУНКЦИИ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ

Три основные функции желчного пузыря — **хранить** и **концентрировать** желчь, а также **сокращаться и выделять желчь при стимулировании**.

Первая функция. Если желчь не нужна для пищеварения, она хранится в желчном пузыре для будущего использования.

Вторая функция. Желчь концентрируется внутри желчного пузыря в результате гидролиза (удаление воды). В аномальной ситуации, если желчь становится слишком концентрированной, то холестерин, выходя из раствора, образует камни (холелиты или конкременты) в желчном пузыре.

Третья функция. Обычно желчный пузырь сокращается, когда пища в виде жиров и жирных кислот находится в двенадцатиперстной кишке. Пищевые вещества стимулируют слизистую двенадцатиперстной кишки к выделению гормона холецистокинина (ХЦК). Повышенный уровень ХЦК в крови заставляет желчный пузырь сокращаться, а терминальное отверстие общего желчного протока — расслабиться. Кроме того, ХЦК вызывает увеличение экзокринной деятельности поджелудочной железы.

ОБЩИЙ ЖЕЛЧНЫЙ ПРОТОК

Общий печеночный проток, выходя из печени, соединяется с пузырным протоком желчного пузыря, образуя **общий желчный проток**. Общий желчный проток составляет в среднем 7,5 см в длину, а его внутренний диаметр примерно равен диаметру соломинки. Общий желчный проток ниспадает позади верхней части двенадцатиперстной кишки и головки поджелудочной железы, и впадает в **нисходящий отдел двенадцатиперстной кишки**.

Конец общего желчного протока **тесно связан с протоком поджелудочной железы (протоком Вирсунга)**, как показано на рис. 16-6.

Примерно у 40% людей эти два протока разделены и входят в двенадцатиперстную кишку как два отдельных протока, имеющие два отдельные отверстия. У остальных 60% людей общий желчный проток соединяется с протоком поджелудочной железы, образуя один общий проток, который впадает через общий

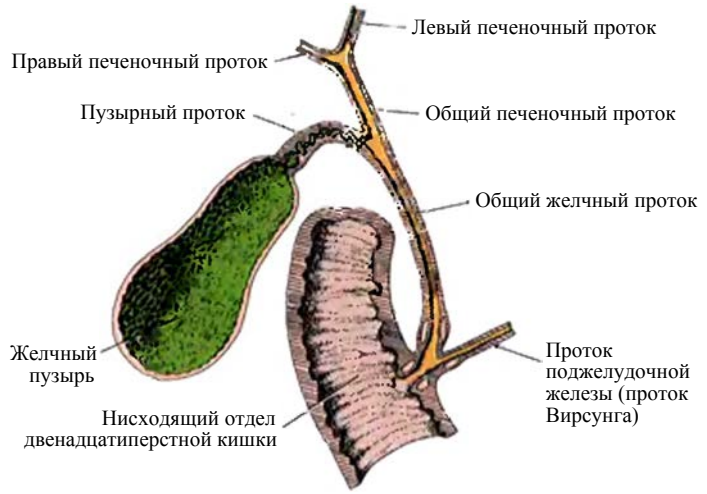




Рис. 16-5. Желчный пузырь и пузырный проток

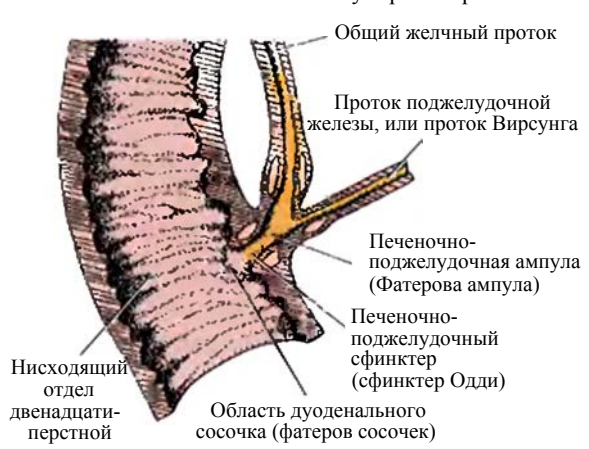


Рис. 16-6. Общий желчный проток

сосочек в двенадцатиперстную кишку. У большинства людей этот общий короткий канал, сужающийся при входе в двенадцатиперстную кишку, является самой узкой частью протоков и, поэтому, становится привычным местом фиксации желчных камней. В некоторых справочниках этот общий проход именуется ампулой, **печеночно-поджелудочной ампулой** или используется ее старое название — **фатерова ампула**.

Около терминального отверстия прохода в двенадцатиперстную кишку в стенках протока имеется утолщение циркулярного мышечного слоя, которое называется **печеночно-поджелудочным сфинктером**, или **сфинктером Одди**. При повышенном содержании ХЦК в крови сфинктер расслаблен. Наличие мышечных колец вызывает образование в просвете двенадцатиперстной кишки **дуоденального сосочка**, или **фатерова сосочка**.

ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ И ЖЕЛЧНЫЕ ПРОТОКИ

На упрощенной схеме сбоку (рис. 16-7) показано расположение **печени, желчного пузыря** и **желчных протоков**. Желчный пузырь находится **спереди** средней корональной плоскости, тогда как система протоков — посредине между передней и задней плоскостями. Такое пространственное расположение влияет на оптимальную укладку желчного пузыря и желчных протоков. Если необходимо расположить желчный пузырь как можно ближе к кассете, то укладка пациента лежа на животе будет более приемлемой, чем укладка лежа на спине. Если первоначальной целью является исследование **опорожнения желчного пузыря** в систему протоков, то пациента лучше расположить лежа на спине, что способствует оттоку желчи.

ВАРИАНТЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ

Положение желчного пузыря зависит от телосложения пациента.

Гиперстеник. При **гиперстеническом типе** телосложения желчный пузырь обычно расположен выше и чуть сбоку, чем у среднего пациента. Наиболее распространенная основная укладка для желчного пузыря — левая передняя косая, с небольшим поворотом на **15-20°**, которая у пациентов-гиперстеников отведет изображение желчного пузыря от позвоночника.

Нормостеник/Гипостеник. При типе телосложения, близком к среднему, который включает **нормостенический** и **гипостенический** типы, желчный пузырь обычно расположен посредине между концом мечевидного отростка и краем левой реберной дуги. Требуется левая передняя косая укладка с углом поворота 20-25°, чтобы отвести на снимке желчный пузырь от позвоночника.

Астеник. При **астеническом** типе телосложения желчный пузырь находится намного ниже, близко к уровню подвздошного гребня и около средней линии. Чтобы сместить желчный пузырь от позвоночника, необходима левая передняя косая укладка с поворотом на **35-40°**.

Анатомический обзор

РЕНТГЕНОГРАММА ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ

Рентгенограмма желчного пузыря, выполненная в левой передней косой укладке, представлена на рис. 16-9 и демонстрирует пузырный проток и три главных отдела желчного пузыря.

А. Пузырный проток.
Б. Шейка.
В. Тело.
Г. Дно.

Обратите внимание, что судя по низко расположенному около уровня подвздошного гребня желчному пузырю, — представлен тип телосложения, близкий к астеническому; укладка — левая передняя косая с углом поворота 35-40°.

РЕНТГЕНОГРАММА ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ

Рис. 16-10 демонстрирует два изображения разных отделов и частей желчного тракта. Снимки выполнены во время интраоперационной холангиографии, когда контрастное вещество вводится через катетер прямо в желчные протоки. Снимки не отражают обычного положения протоков, а главным образом демонстрируют некоторые компоненты протоков и сложность желчной системы.

А. Правый печеночный проток.
Б. Левый печеночный проток.
В. Общий желчный проток.
Г. Область дуоденального сосочка (фатерова сосочка).
Д. Двенадцатиперстная кишка (ниспадающий отдел).

Примечание: только но одному этому снимку нельзя точно определить общий желчный проток и дуоденальный сосочек.

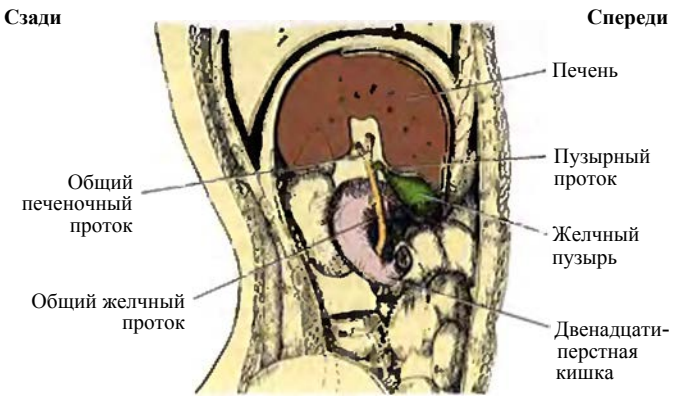


Рис. 16-7. Желчный пузырь и желчные протоки - вид сбоку

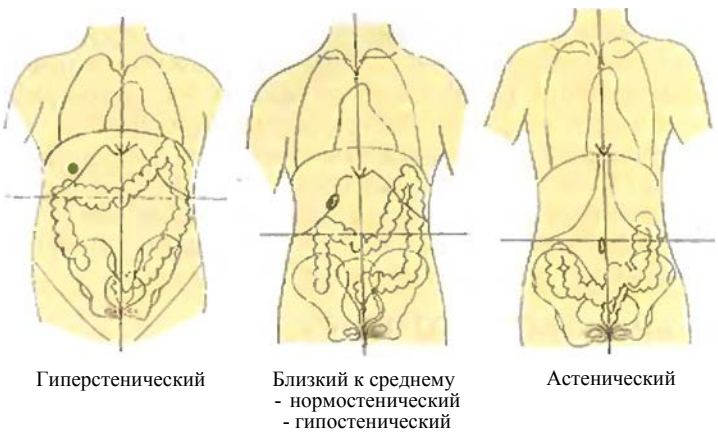


Рис. 16-8. Типы телосложения и варианты расположения желчного пузыря



Рис. 16-9. Холецистография (желчный пузырь); левая передняя косая укладка, 35-40°

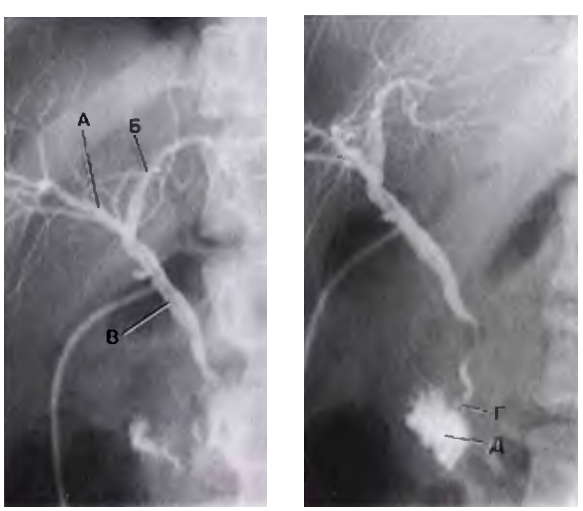


Рис. 16-10. Желчные протоки

Рентгенография желчного пузыря и желчных протоков

Поскольку печень — это большой и плотный орган, то место ее расположения можно легко определить в верхнем правом квадранте на снимках органов брюшной полости. Однако желчный пузырь и желчные протоки сливаются с другими брюшными мягкими тканями, и в большинстве случаев их невозможно увидеть без введения контрастного вещества. Только около 15% всех желчных камней содержат достаточно кальция, чтобы их можно было увидеть на обзорном снимке брюшной полости. На рис. 16-11 представлен обзорный снимок (холецистография), на котором видны камни внутри желчного пузыря.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

При рентгенографическом исследовании желчного пузыря и желчных протоков прибегают к разным терминам. Важно правильно назвать вид исследования, используя правильный термин. В приведенной ниже таблице перечислены наиболее широко используемые термины.

ТЕРМИНОЛОГИЯ ЖЕЛЧНОЙ СИСТЕМЫ

ТЕРМИН	ЗНАЧЕНИЕ
Холе-	Приставка, обозначающая отношение к желчи
Цисто-	Приставка, обозначающая пузырь
Холецистография	Рентгенография желчного пузыря
Холангиография	Рентгенография желчных протоков
Холецистохолангиография	Исследование, как желчного пузыря, так и желчных протоков
Холелиты	Желчные камни
Холелитиаз	Желчно-каменная болезнь
Холецистит	Воспаление желчного пузыря
Холецистэктомия	Хирургическое удаление желчного пузыря

Пероральная холецистография

При **холецистографии** контрастное вещество вводится перорально (через рот), поэтому эта процедура называется **П**ероральная **Х**олецисто**Г**рафия, или сокращенно ПХГ (рис. 16-11).

Обычный способ введения контрастного вещества в желчные пути — через рот. Накануне вечером перед холецистографией пациент принимает 4-6 таблеток или капсул. Контрастные вещества, используемые для визуализации желчного пузыря, называются **холецистоконтрастными веществами**.

Примечание: число холецистографий значительно снизилось из-за распространенного использования ультразвуковых



Рис. 16-11. Пероральная холецистография (ПХГ) (камни желчного пузыря — холелитиаз, стрелки)

сканеров (с. 525). Однако их все еще выполняют достаточно часто, поэтому рентгенологи должны быть знакомы с этой процедурой. (См. обзорную информация на с. 531.)

ЦЕЛЬ

Целью холецистографии является изучение рентгеноанатомии и функций желчной системы, а именно:

(1) **функциональная способность** печени удалять контрастное вещество из кровотока и выделять его вместе с желчью;

(2) **состояние желчных протоков**;

(3) **способность желчного пузыря концентрировать желчь и сокращаться**.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Противопоказаний для проведения холецистографии немного:

1. Тяжелые поражения печени и почек (в частности, тяжелые случаи желтухи, острая или хроническая печеночная недостаточность, почечная недостаточность и гепатоцеллюлярные заболевания).
2. Желудочно-кишечные заболевания в активной форме — рвота, тяжелая диарея или синдром мальабсорбции, которые препятствуют всасыванию перорально введенного контрастного вещества.
3. Гиперчувствительность к йодосодержащим препаратам.
4. Беременность, при которой рекомендовано ультразвуковое исследование.

Клинические показания

РЕНТГЕНОГРАФИЯ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ И ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ

Клиническими показаниями к пероральной холецистографии являются **тошнота, изжога** и **рвота**. Используя различные способы получения изображений, можно выявить ряд патологических состояний:

Желчные камни

Холедохолитиаз — наличие камней в **желчных протоках**. Желчные камни могут образовываться в желчных протоках или переместиться в них из **желчного пузыря**. Часто камни закупоривают протоки. Симптомы включают боль, болезненность в правом подреберье, появление желтушности, иногда панкреатит.

Холелитиаз — наличие патологических обызвествлений или камней в желчном пузыре. Холелитиаз наиболее часто диагностируется во время ПХГ. Повышение уровня билирубина, кальция или холестерина может привести к образованию камней в желчном пузыре. Высокой степени риска развития желчно-каменной болезни подвержены женщины и тучные люди. Девяносто процентов всех расстройств желчного пузыря и желчных протоков вызвано холелитиазом. Симптомы холелитиаза: боль в правом подреберье (обычно после приема пищи), тошнота, возможна рвота. У больных с полной закупоркой желчных протоков может развиться желтуха.

Для обнаружения желчных камней предпочтение отдается **пероральной холецистографии (ПХГ)** и **ультразвуковому сканированию**. В настоящее время для обнаружения небольших камней в желчном пузыре или желчных протоках намного чаще используют ультразвуковые методы. Исследование с использованием радионуклидов может также обнаруживать стеноз желчных протоков.

Хотя существуют лекарства, способные растворять эти камни, у большинства пациентов приходится удалять желчный пузырь. Использование лапароскопии для удаления желчного пузыря (холецистэктомия) значительно снизило уровень заболеваемости (с. 527). Приблизительно 85% желчных камней (холестерин) рентгенопрозрачны и вызывают дефект наполнения внутри желчного пузыря во время ПХГ. При ультразвуковом сканировании любые камни внутри желчного пузыря или желчных протоков вызывают эффект тени. Теневой эффект создается частичной блокадой звуковой волны, проходящей через камень (с. 525).

Желчь в виде «известкового молока» — это известковая эмульсия в желчном пузыре. Подобное отложение извести внутри желчного пузыря может затруднять постановку диагноза при ПХГ. «Известковое молоко» в желчном пузыре лучше всего выявляется на обзорном снимке в передней проекции. Оно выглядит как диффузное обызвествление в виде песка или осадка.

Отсутствие визуализации желчного пузыря — это серьезный показатель того, что желчный пузырь и/или его функция не в норме. Часто причиной становятся желчные камни, которые препятствуют прохождению контрастного вещества в желчный пузырь или количества контрастного вещества, которое может попасть в желчный пузырь из-за камней недостаточно. Другие причины отсутствия визуализации: нарушение функции печени, закупорка протоков выше желчного пузыря, нарушение всасывания контрастного вещества из-за тяжелой диареи или рвоты или нарушение порядка приема контрастного вещества.

Холецистит (острый или хронический) — воспаление желчного пузыря. Часто при **остром холецистите** блокирование пузырного протока нарушает отток желчи из желчного пузыря в общий желчный проток. Блокирование протока вызвано наличием камня, застрявшего в шейке желчного пузыря. Спустя некоторое время желчь начинает раздражать внутренний слой желчного пузыря, и он воспаляется. Симптомы острого холецистита: боль в животе, напряжение в правом подреберье и температура. Кроме того, острый холецистит может быть вызван бактерийной инфекцией и ишемией желчного пузыря. Бактерии, выделяющие газ, могут привести к гангрене желчного пузыря. При остром холецистите желчный пузырь редко контрастируется при ПХГ. Стеноз пузырного протока препятствует прохождению контрастного вещества в желчный пузырь.

Хронический холецистит почти всегда связан с наличием желчных камней, но может также возникать и в результате панкреатита или карциномы желчного пузыря. Симптомы — боль в правом подреберье, изжога и тошнота после приема пищи. С хроническим холециститом может быть связано образование обызвествленных бляшек, утолщение или обызвествление стенки желчного пузыря. Хронический холецистит может вызывать повторные приступы после приема пищи, которые проходят через 1-4 часа. Камни в желчном пузыре можно увидеть при ультразвуковом или радионуклидном исследовании желчного пузыря.

Опухоли — доброкачественные или злокачественные новообразования. Злокачественные, или раковые, опухоли желчного пузыря могут вести себя агрессивно, распространяясь на печень, поджелудочную железу или ЖКТ. К счастью, неоплазмы желчного пузыря встречаются относительно редко.

Приблизительно у 80% больных карциномой желчного пузыря имеются камни. По мере роста опухоль может закупорить желчные протоки. Больные могут испытывать боль, может случиться рвота и появиться желтуха. Наилучшими способами демонстрации опухолей желчного пузыря являются ультразвуковое сканирование и компьютерная томография. Чтобы обеспечить прохождение скопившейся вследствие закупорки желчи, иногда требуется дренирование или стентирование общего желчного прохода.

Стеноз желчных протоков — сужение одного из желчных протоков, препятствующее прохождению желчи. В том случае, если имеются желчные камни, стеноз может препятствовать прохождению небольших камней в двенадцатиперстную кишку, что приводит к закупорке протока. В результате стеноза может развиться холецистит и желтуха. Холангиография может обнаружить вытянутый, суженный общий желчный проток. Желчный камень, застрявший в дистальном отделе общего желчного протока, часто дает дефект наполнения с небольшим каналом контрастного вещества вокруг него.

Врожденные аномалии. Врожденные аномалии желчного пузыря — это состояния, которые пациент наследует при рождении. Хотя большая их часть доброкачественные, некоторые все же могут влиять на выработку, хранение или отток желчи.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ ДЛЯ РЕНТГЕНОГРАФИИ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ И ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ*
Холедохолитиаз (камни в **желчных протоках**)	Пероральная холецистография (ПХГ) УЗИ	Отсутствие визуализации желчного пузыря на ПХГ	Нет
Холелитиаз (камни в **желчном пузыре**)	Пероральная холецистография (ПХГ) УЗИ Радионуклидное исследование	В области желчного пузыря видны как рентгенопрозрачные, так и рентгеноконтрастные структуры; при ультразвуковом сканировании наблюдается эффект тени	Нет
Острый холецистит	Пероральная холецистография (ПХГ) УЗИ Радионуклидное исследование	На ПХГ желчный пузырь не виден. При сонографии - утолщение стенки желчного пузыря	Нет
Хронический холецистит	Пероральная холецистография (ПХГ) УЗИ	Обызвествленные бляшки или кальцификация стенки желчного пузыря	Нет
Неоплазмы	УЗИ Компьютерная томография	Масса внутри желчного пузыря, печени и/или желчных протоков	Невозможно
Стеноз желчных протоков	Операционная холангиография	Общий желчный проток вытянут и сужен	Нет
Врожденные аномалии	Пероральная холецистография (ПХГ) УЗИ	На ПХГ могут быть не видны	Нет

* Зависит от стадии и степени тяжести состояния.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ И ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

Интраоперационная холангиография (ИОХГ)
ИОХГ выполняется, чтобы:
1. Выявить любые, не обнаруженные ранее холелиты (первоначальная цель).
2. Исследовать состоятельность желчного тракта.
3. Определить функциональное состояние фатерова сосочка.
4. Продемонстрировать любые небольшие очаги, поражения, стриктуры или расширения желчных протоков.

Операционная холангиография через Т-зонд
Холангиографии через Т-зонд выполняются для достижения следующих целей.
1. Увидеть любые остаточные или прежде не обнаруженные холелиты.
2. Определить проходимость желчных протоков.
3. Выявить небольшие очаги поражения, стриктуры или расширения желчных протоков.
4. Извлечь небольшие камни из желчного протока во время процедуры через Т-зонд, используя специальный катетер-корзинку.

Чрескожная чреспеченочная холангиография (ЧЧХ)
ЧЧХ выполняют в следующих случаях.
1. **Обтурационная желтуха.** Если у пациента желтуха и есть подозрение на расширение желчных протоков, то причина может заключаться в закупорке желчных протоков. Закупорка может быть вызвана камнями или стенозом желчных протоков.
2. **Извлечение камня и дренаж желчных протоков.** ЧЧХ позволяет рентгенологу поставить диагноз и, используя специальное оборудование, удалить камень или расширить суженный отдел желчного тракта. Во время ЧЧХ избыток желчи можно дренировать, чтобы разгрузить желчные протоки.

Эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография (ЭРХПГ)
Диагностическая ЭРХПГ выполняется в следующих целях.
1. Определить проходимость желчных/панкреатических протоков.
2. Выявить ранее не обнаруженные холелиты.
3. Выявить небольшие очаги поражения, стриктуры или расширения желчных/панкреатических протоков.

Пероральная холецистография

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Подготовка пациента для холецистографии напоминает подготовку для исследования верхнего отдела ЖКТ, поэтому эти процедуры обычно планируют на одно и то же утро. Пациентам, придерживавшимся безжировой диеты, за 1-2 дня до исследования желчного пузыря необходимо свести в рацион продукты, содержащие жир, это заставит желчный пузырь сократиться Опорожнение желчного пузыря еще до введения контрастного вещества улучшит его визуализацию.

За сутки до исследования пациент не должен принимать слабительные средства. Ужин накануне исследования должен быть легким, без жира и жареных продуктов. Если холецистографию сочетают с исследованием верхнего отдела ЖКТ, то **пациент должен воздержаться от приема пищи и жидкости** в течение по меньшей мере 8 часов, а также **не должен жевать жевательную резинку и курить** до окончания исследования.

В зависимости от используемого контрастного вещества пациент принимает после ужина, но не позднее 9 часов вечера 4, или 6 таблеток. Обычно холецистоконтрастные вещества наиболее эффективны, если **принять** их **за 10-12 часов до исследования**. Завтракать пациенту нельзя. Более точные инструкции, касающиеся подготовки пациента и количества контрастного вещества, могут меняться в зависимости от больницы.

Перед процедурой пациента просят снять одежду, обнажив область грудной клетки и живот, и надеть больничный халат.

ОПРОС ПАЦИЕНТА

До того как сделать обзорный снимок, пациенту задают вопрос о принятом контрастном веществе. **Во-первых**, спросите пациента, сколько таблеток он принял и когда. Возможно, придется попросить пациента описать принятые капсулы или таблетки, чтобы убедиться в том, что пациент принял именно те таблетки, какие нужно.

Во-вторых, спросите пациента о реакции на принятые таблетки. Тошнота с последующей рвотой, а также сильная диарея препятствуют всасыванию контрастного вещества. Отметьте наличие любых анафилактических реакций и гиперчувствительности.

В-третьих, спросите пациента, не завтракал ли он.

В-четвертых, спросите у пациенток детородного возраста о возможной беременности. Примите те же меры предосторожности, что и при выполнении других ренгенодиагностических исследований органов брюшной полости.

ОБЗОРНАЯ ХОЛЕЦИСТОГРАФИЯ

По окончании разговора с пациентом делают обзорный снимок на кассете размером 24 х 30 см или 35 х 43 см, (размер кассеты зависит от отделения). При выполнении обзорного снимка пациент находится в положении лежа на животе, как показано на рис. 16-13. Так как йод является главным рентгенопозитивным компонентом контрастного вещества, то напряжение должно быть 70-80 кВ. Проверьте обзорный снимок на предает наличия или отсутствия изображения контрастированного желчного пузыря.

Если тень пузыря видна, то рентгенолог должен определить (1) ее точное местонахождение, (2) наличие любых наложений на нее изображений кишечника или костей, (3) достаточную концентрацию контрастного вещества для выполнения дополнительных снимков и (4) правильность параметров экспозиции. Если желчный пузырь плохо контрастирован, подробно расспросите пациента о его подготовке к исследованию, а особенно о диете, которой тот придерживался в течение последних суток.

Отсутствие визуализации желчного пузыря и первый день может потребовать продолжения исследования на второй день с принятием второй дозы контрастного вещества или выполнения холецистосонографии.

Инструкция для пациента

В/В Холангиография И/ИЛИ ВНУТРИВЕННАЯ ПИЕЛОГРАФИЯ

1. Набор для подготовки IFleet's Prep Kill — подготовка в течение суток. Перечень инструкций находятся в наборе.

ИРРИГОСКОПИЯ

1. Набор для подготовки IFleet's Prep Kill — подготовка в течении суток. Перечень инструкций находится в наборе. Можно съесть легкий жидкий завтрак.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ (ПЕРОРАЛЬНАЯ ХОЛЕЦИСТОГРАФИЯ)

1. Обезжиренная пища на ужин вечером накануне исследования.
2. Начиная с 14 часов дня накануне перед исследованием принимайте одну таблетку холебрина каждые полчаса.
3. После полуночи принимать пищу нельзя.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ И/ИЛИ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ КИШКИ

1. После полуночи воспрещается есть, пить, курить и жевать жевательную резинку. Прием любых атиспазматических препаратов должен быть превращен по меньшей мере за сутки до начала исследования. Набор для подготовки IFleet's Prep Kill можно приобрести в большинстве аптек. Если у вас имеются вопросы, обратитесь в вашу аптеку заблаговременно.

ПОДГОТОВКА К УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ

УЗИ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ: с 18 часов вечера накануне исследования **обезжиренная** жидкая диета.
УЗИ ТАЗА: мочевой пузырь должен бытъ полным. За час до процедуры выпейте 38-42 унции жидкости. Не опорожняйте пузырь до конца исследования.

ПОДГОТОВКА К КТ

Живот — Только чистая вода после полуночи (4 раза).
Грудная клетка — Только чистая вода не позднее четырех часов до исследования (2 раза).
Голова — Только чистая вода не позднее четырех часов до исследования (2 раза).
Таз — Только чистая вода после полуночи.
Позвоночник — подготовка не требуется.

Дата назначения _____ Время исследования_____

Образец инструкции для пациента



Рис. 16-12. Опрос пациента



Рис. 16-13. Укладка для обзорной холецистограммы

СТАНДАРТНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

Для обзорных снимков желчного пузыря можно выполнить одну или две проекции. Важна по крайней мере одна проекция при вертикальном положении пациента или латеропроекция в положении лежа. Холецистография индивидуальна, так же как и расположение желчного пузыря, и виды его патологий.

Для расслоения изображения камней в пузыре используется правая боковая латеропозиция, как показано на рис. 16-14, или вертикальная укладка. В этих двух положениях в зависимости от плотности камней, и в зависимости от плотности желчи камни могут опускаться, подниматься или наслаиваться друг на друга. Кроме того, эти положения позволяют желчному пузырю принимать разные положения в брюшной полости и, возможно, способствуют его лучшей визуализации.

МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Кроме ряда традиционных снимков многие рентгенологи выполняют флюороскопию желчного пузыря и его прицельные снимки на ЭСУ в вертикальном положении пациента. Рентгенограммы, выполненные на ЭСУ, позволяют использовать компрессию и немного менять угол проекции для оптимальной визуализации желчного пузыря. На рис. 16-15 пациент находится в горизонтальной правой задней косой укладке для флюороскопии желчного пузыря на дистанционно управляемом столе-штативе. Если с пероральной холецистограммой проводят исследование верхнего отдела ЖКТ, то пациент должен находится в положении для приема бария.

ПРИЕМ ЖИРНОЙ ПИЩИ ИЛИ ХОЛЕЦИСТОКИНИНА (ХЦК)

Иногда после получения хорошего изображения желчного пузыря рентгенолог может изучить его способность к сокращению и исследовать внепеченочные желчные протоки.

Назначение жирной пищи стимулирует слизистую двенадцатиперстной кишки к выработке ХЦК (холецистокинина), который, в свою очередь, заставит желчный пузырь сокращаться. В этих целях назначаются имеющиеся и продаже готовые заменители жирной пищи. После приема жирной пищи пациента располагают в правую заднюю косую укладку, так, чтобы желчный пузырь мог максимально опорожниться (рис. 16-15). Снимки делают в этой же укладке через каждые 15 минут, пока не будет получено удовлетворительное изображение желчных протоков.

Второй способ стимуляции и сокращения желчного пузыря намного быстрее и носит непосредственный характер. В вену пациента вводят или холецистокинин, или его синтетический заменитель. Как правило, через 5-10 минут начинается сокращение желчного пузыря. Однако этот способ визуализации желчного пузыря теперь используется редко из-за преимуществ ультразвукового сканирования.

Ультразвуковое сканирование (УЗИ)

Количество пероральных холецистографий (ПХГ) сократилось из-за использования неинвазивных ультразвуковых методов (рис. 16-16).

УЗИ имеет следующие преимуществ перед традиционной ПХГ.

1. **Нет облучения пациента.**
2. **Обнаружение небольших камней:** УЗИ может обнаружить небольшие камни в желчном пузыре и желчных протоках, которые, как правило, не видны во время ПХГ.
3. **Отсутствие контрастного вещества:** для проведения УЗИ контрастное вещество не требуется. Следовательно, это идеальная альтернатива для пациентов, чувствительных к йодированным контрастным веществам.
4. **Процедура занимает меньше времени:** для УЗИ не требуется такой подготовки, как для ПХГ. Для проведения УЗИ пациенту необходимо воздержаться от приема пищи за 4 часа до начала исследования, тогда как подготовка пациента и назначение контрастного вещества для ПХГ требует 2 или более дней. Таким образом, УЗИ обеспечивает быструю диагностику заболеваний желчного пузыря, и врач может принять решение о необходимости хирургического вмешательства в течение нескольких часов, а не дней.



Рис. 16-14. Рентгенография — правая боковая латерографическая укладка



Рис. 16-15. Правая задняя косая укладка



Рис. 16-16. Ультразвуковое исследование желчного пузыря

Интраоперационная холангиография

Интраоперационная холангиография, впервые выполненная в 1932 году, проводится во время хирургической операции, обычно во время холецистэктомии. Хирург может заподозрить наличие в одном из желчных протоков оставшихся в нем камней. После того как желчный пузырь удален, в оставшуюся часть пузырного протока вводится небольшой катетер, через который вводят йодированное контрастное вещество и делают снимки. Для выполнения большинства таких холангиограмм требуется использование мобильного рентгеновского аппарата (большой мощности), а также кассеты с отсеивающим растром.

Некоторые хирурги предпочитают использовать цифровую флюороскопию (на аппаратах со штативом типа С-дуга) для визуализации протоков в процессе введения в них контрастного вещества в режиме реального времени. По требованию хирурга изображения (снимки) могут быть сохранены в цифровом виде на жестком диске. Для получения более полной информации о передвижной установке для цифровой флюороскопии (С-дуге) и ее использовании в операционной смотрите Главу 19.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ХОЛАНГИОГРАФИИ

1. Рентгенолаборант одевается для операции, проверяет, чтобы мобильный аппарат или С-дуга были исправны.
2. До того как пациента подготовят к операции, сделайте обзорный снимок. Обратите внимание на то, что расстояние кассеты от изголовья операционного стола увеличено.
3. Сделайте обзорный снимок, по его результатам установите подходящие параметры экспозиции и правильное положение кассеты.
4. Установив катетер, хирург вводит 6-8 $см^3$ контрастного вещества.
5. Снимки выполняют при одновременной совместной работе хирурга, анестезиолога и рентгенолаборанта. Анестезиолог следит за дыханием пациента и обеспечивает его задержку во время экспозиции.
6. После обработки снимков (или получения изображений), их просматривает рентгенолог.

Выполняют по меньшей мере два, а предпочтительнее три снимка в немного разных укладках. Каждой экспозиции предшествует дозированное введение контрастного вещества. Могут использоваться: задняя проекция, правая задняя косая и левая задняя косая укладка с небольшим углом поворота. Правая задняя косая укладка помогает проецировать желчные протоки в стороне от позвоночника, что важно у пациентов гипостеников.

ЗАМЕЧАНИЯ

а. Находящиеся в операционной должны быть одеты в рентгенозащитные фартуки.

б. Некоторые хирурги разбавляют контрастные вещества физиологическим раствором для снижения риска спазма желчных протоков. Спазм желчного протока может имитировать стеноз или закупорку желчных протоков. Кроме того, слишком концентрированное контрастное вещество может скрыть маленькие камни.

в. Если операционный стол наклонен для косых укладок, то расположите кассету с отсеивающим растром поперек во избежание нежелательного отсечения краев изображения растром.

г. Объявляйте об экспозиции четким голосом и чуть задержитесь, это даст возможность всем находящимся в операционной отойти от рентгеновской трубки и пациента.

д. Использование передвижной флюороскопической установки или С-дуги позволяет в реальном времени оценить, как контрастное вещество продвигается по желчным протокам. Хирург поможет точно установить место, изображение которого нужно получить. Среди хирургов и рентгенологов растет популярность использования С-дуги для выполнения холангиографии.



Рис. 16-17. Выполнение обзорного снимка при интраоперационной холангиографии



Рис. 16-18. Хирург, показывающий точку входа ЦЛ

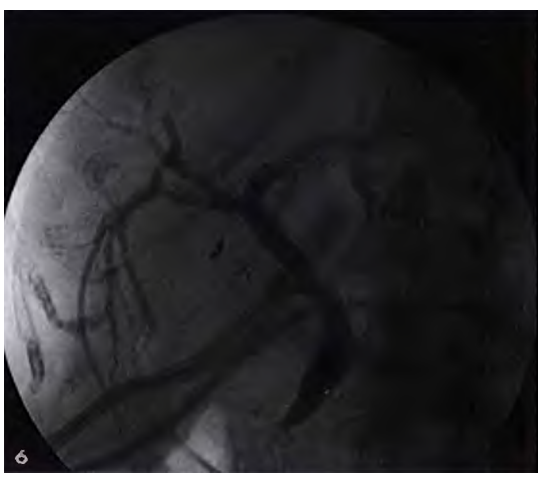


Рис. 16-19. Интраоперационная холангиограмма — цифровое позитивное и изображение

ТОЧКА ВХОДА ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛУЧА (ЦЛ)

Хирург должен показать точное место входа ЦЛ на стерильной простыне, покрывающей разрез, или по крайней мере показать соответствующие ориентиры, например конец мечевидного отростка (рис. 16-18).

Каждая дозированная инъекция содержит 6-8 $см^3$ контрастного вещества. Экспозиция выполняется после инъекции, после того, как хирург отступил от стола, и после того, как анестезиолог задержал дыхание пациента.

Лапароскопическая холецистэктомия

Лапароскопической холецистэктомия — это менее инвазивный, более современный подход к удалению больного желчного пузыря. Хирург делает небольшое отверстие в районе пупка и вводит эндоскоп в брюшную полость. Такой вид процедуры, используемый в течение многих лет для визуальной оценки состояния брюшной полости и обнаружения патологии, называется лапароскопическим. Способ видоизменялся, и теперь можно проводить холецистэктомию и холангиографию с минимальным для пациента хирургическим травматизмом.

ХОЛЕЦИСТЭКТОМИЯ

Хирург вводит эндоскоп (описание приводится на стр. 529) в районе пупка и продвигает его в область желчного пузыря. Как только будет виден желчный пузырь, хирург, используя специальные эндоскопические инструменты, отрезает желчный пузырь, и излекает его и оставшуюся часть пузырного протока прижигает (удаляет ткань горячим инструментом). Могут также использоваться дополнительные отверстия для извлечения пузыря и для того, чтобы обеспечить прохождение другим инструментам в брюшную полость.

ХОЛАНГИОГРАФИЯ

Если есть подозрение на наличие камней в желчных протоках, хирург может затем вставить катетер и ввести контрастное вещество в один из протоков. Затем рентгенолаборант выполняет те же самые действия, как и при проведении интраоперационной холангиографии.

Преимущества лапароскопии. Можно отметить три преимущества лапароскопии.

1. Лапароскопия — амбулаторная процедура.
2. Она менее инвазивна. При ранее использовавшихся способах, чтобы удалить желчный пузырь, нужно было делать большой разрез. При этом пациенту приходится лежать в больнице по меньшей мере 2 дня.
3. Третье преимущество можно сформулировать как **уменьшение времени**, **проведенного в больнице** (снижение затрат). Многие пациенты, перенесшие лапароскопию, могут покинуть больницу в тот же день и в некоторых случаях могут вернуться к работе через 2-3 дня.

Однако лапароскопическая холецистэктомия подходит не для каждого пациента.

Более сложное протекание болезни или необходимость других процедур может потребовать традиционной хирургической операции.

Послеоперационная холангиография с Т-зондом

Послеоперационная холангиография, ее также называют холангиографией Т-зондом, обычно выполняется в отделении лучевой диагностики после холецистэктомии. Хирург может быть обеспокоен оставшимися в желчных протоках камнями, которые не удалось обнаружить во время операции. Если такое опасение существует, хирург помещает специальную Т-образный катетер в общий желчный проток. Катетер выводят наружу и пережимают.



Рис. 16-20. Холангиография с Т-зондом

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ХОЛАНГИОГРАФИИ С Т-ЗОНДОМ

Выполнение послеоперационной холангиографии предполагает следующие этапы.

1. Подготовьте аппарат к флюороскопии (просвечиванию).
2. Подготовьте все необходимые приспособления на операционном столике.
3. Выберите и подготовьте контрастное вещество, выясните, нет ли у пациента повышенной чувствительности к йодированным контрастным веществам.
4. Сделайте соответствующие обзорные снимки, чтобы выбрать укладку и параметры экспозиции.
5. Те, кто остается в кабинете во время проведения процедуры, должны надеть рентгенозащитные фартуки.
6. Во время процедуры наблюдайте за состоянием пациента.
7. Меняйте по мере необходимости кассеты в ЭСУ.
8. Выполните стандартные рентгенограммы при необходимости.

Так как Т-образный катетер открыт, в начале процедуры происходит отток избыточной желчи. Для этих целей приводится лоток. **При обращении с желчью соблюдайте стандартные меры предосторожности**.

После дренирования под контролем флюороскопии дозированно вводят контрастное вещество и делают рентгенограммы на ЭСУ.

При обнаружении оставшихся камней рентгенолог может принять решение об их удалении. Как и при чрескожной холангиографии, по проводнику вводят катетер-корзинку и извлекают камни.

Чрескожная чреспеченочная холангиография

Чрескожная **Ч**респеченочная **Х**олангиография (ЧЧХ) — другой способ холангиографии, демонстрирующий желчные протоки. Как правило, она тоже выполняется в отделении лучевой диагностики и является более инвазивным методом, нежели другие виды холангиографии. Однако ЧЧХ предоставляет рентгенологу больше возможностей в диагностике и лечении заболеваний желчных путей.

ЧЧХ заключается в **непосредственной пункции желчных протоков** иглой, вводимой через печень. Достигнув протока под контролем флюороскопии, вводят йодированное контрастное вещество. Во время процедуры делают как традиционные снимки на кассету, так и на ЭСУ.

ПРОЦЕДУРА

Из-за пункции почечной ткани, ЧЧХ сопряжена с определенным риском. Причинами для риска служат следующие.

1. **Печеночное кровоизлияние.** Может произойти внутреннее кровоизлияние в печени, или желчь может выйти в брюшинную полость.
2. **Пневмоторакс.** Поскольку печень расположена вблизи правой половины диафрагмы, пункция может привести к пневмотораксу. Следовательно, после процедуры нужно сделать снимок грудной клетки.
3. **Утечка желчи.** Желчь может попасть в брюшинную полость и вызвать воспаление окружающих тканей. Кроме исследования желчных протоков, ЧЧХ может служить лечебным целям — извлечению камней или декомпрессии расширенных протоков.

Как во время, так и после процедуры необходимо наблюдение за состоянием пациента, так как существует вероятность ухудшения его состояния.

Место пункции подготавливают к операции. После местной анестезии, рентгенолог вводит иглу в печень в область приблизительного местонахождения желчных протоков. Может потребоваться больше одной пункции, чтобы обнаружить месторасположение протока. Под флюороскопическим наблюдением вводят контрастное вещество. После наполнения протоков делают традиционные снимки на кассету и на ЭСУ.

Если в протоке находится камень, вводится игла большего размера. По проводнику вводят специальный катетер-корзинку или петлю и размещают его около камня. Под контролем флюороскопии камень извлекают из протока.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧРЕСКОЖНОЙ ЧРЕСПЕЧЕНОЧНОЙ ХОЛАНГИОГРАФИИ

Хотя ЧЧХ выполняется рентгенологом, у рентгенолаборанта тоже есть свои обязанности. Они состоят в следующем.

1. Подготовить аппарат к флюороскопии.
2. Установить стерильный лоток и подготовить длинную тонкостенную иглу для пункции. (Игла типа Chiba или Skinny — у них гибкий стержень, который позволяет легко манипулировать иглой во время процедуры.)
3. Выберите и подготовьте контрастное вещество. Выясните, нет ли у пациента повышенной чувствительности к йодированным контрастным веществам.
4. Те, кто остается и кабинете во время экспозиции, должны надеть рентгенозащитные фартуки.
5. Сделайте соответствующие обзорные снимки, чтобы выбрать укладку и параметры экспозиции.
6. Во время процедуры наблюдайте за состоянием пациента.
7. Меняйте по мере необходимости кассеты в ЭСУ.
8. После процедуры сделайте снимок грудной клетки, если потребуется.

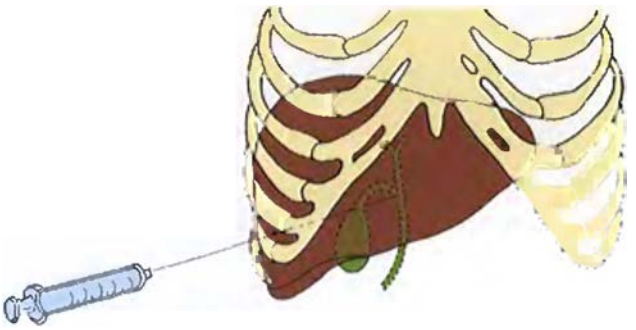


Рис. 16-21. Пункция желчных протоков через печень



Рис. 16-22. Чрескожная чреспеченочная холангиография (ЧЧХ)

Эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография (ЭРХПГ)

Другая процедура исследования желчных протоков и главных протоков поджелудочной железы, выполняемая чаще, — **э**ндоскопическая **р**етроградная **х**олангио**п**анкреато**г**рафия, или просто **ЭРХПГ**.

ЭНДОСКОПИЯ

Эндоскопия — исследование любой полости тела посредством эндоскопа, инструмента, позволяющего осветить внутреннюю поверхность полого органа. Существуют различные волоконно-оптичекие эндоскопы для осмотра внутренней поверхности желудка, двенадцатиперстной кишки и ободочной кишки. Эндоскопы старшего поколения позволяют наблюдать только через окуляр, а более современные **видеэндоскопы** передают изображение на видеомонитор. Также для ЭРХПГ обычно используют **дуоденоскоп,** специальный тип волоконно-оптического эндоскопа. Этот инструмент, вводимый в двенадцатиперстную кишку через рот, пищевод и желудок, обеспечивает широкий угол бокового обзора, что особенно необходимо для введения и размещения катетера или канюли в маленькое отверстие сфинктера Одди, ведущее из двенадцатиперстной кишки в общий желчный проток и основные протоки поджелудочной железы.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ИЛИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭРХПГ

ЭРХПГ может быть процедурой как диагностической, так и лечебной. Лечебную ЭРХПГ можно проводить для облегчения некоторых патологических состояний. Это может быть либо удаление холелитов или небольших очагов поражения, либо для устранения стеноза (сужения или блокады протока или канала печеночно-поджелудочного сфинктера или протоков.

ЭРХПГ, проводимая в диагностических целях, включает в себя эндоскопическое введение катетера или инъекционной канюли в общий желчный проток или основной проток поджелудочной железы под контролем флюороскопии, после чего делают ретроградную инъекцию (в обратном направлении) контрастного вещества в желчные протоки. Процедуру обычно выполняет гастроэнтеролог, которому ассистируют рентгенолаборант, одна или более медсестер и, возможно, рентгенолог.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ЭРХПГ

ЭРХПГ обычно включает следующие этапы.

1. Подготовка аппарата к флюороскопии.
2. Установка инструментального столика.
3. Подготовка контрастного вещества с выяснением, нет ли у пациента повышенной чувствительности к йодированным контрастным веществам.
4. Выполнение соответствующих обзорных снимков, чтобы выбрать дальнейшую укладку и параметры экспозиции.
5. Ассистирование гастроэнтерологу при флюороскопии для расмещения катетера или инъекционной канюли.
6. Наблюдение во время процедуры за пациентом на мониторе.
7. Замену по мере необходимости кассеты в ЭСУ.
8. Выполнение стандартных снимков по необходимости.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

1. Так как глотка пациента во время процедуры находится под анестезией, пациент должен воздержаться от приема пищи и жидкости по меньшей мере на протяжении часа (или более) после процедуры. Это предотвратит попадание пищи или жидкости в легкие.
2. Просмотрите историю болезни пациента, чтобы выяснить, не было ли у пациента панкреатита или ложной кисты поджелудочной железы. Введение контрастного вещества в ложную кисту может привести к ее разрыву.
3. Все находящиеся в кабинете флюороскопии должны надеть рентгенозащитные фартуки.

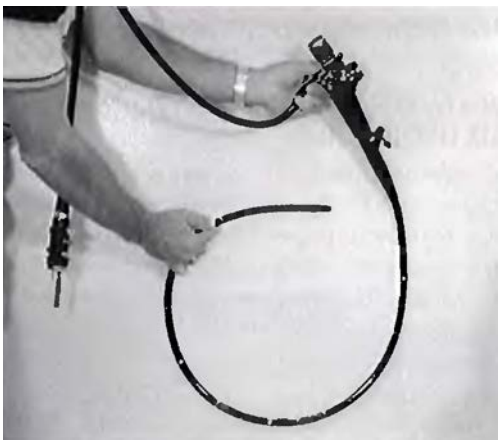


Рис. 16-23. Дуоденоскоп (может быть соединен с видеомонитором)

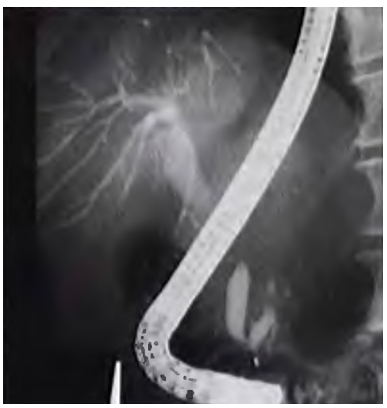


Рис. 16-24. ЭРХПГ — снимок, демонстрирующий желчное дерево



Рис. 16-25. ЭРХПГ — цифровое позитивное изображение желчного дерева и желчного пузыря, содержащего желчные камни (стрелки)

Краткий перечень рентгенографических процедур

РЕНТГЕНОГРАФИЯ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ И СИСТЕМЫ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ

Обобщая, холецистографию и холангиографию можно классифицировать по способу назначения контрастного вещества. Обычно для холецистографии (исследование желчного пузыря) контрастное вещество назначается перорально. Холангиография предполагает, что желчные протоки обычно исследуются после внутривенного введения или других способов прямого введения контрастного вещества.

ПРИМЕНЕНИЕ В ПЕДИАТРИИ

Редко, но у детей могут образоваться желчные камни. Наличие камней обычно сопутствует таким детским заболеваниям или состояниям, как гемолитическая анемия и серповидно-клеточная анемия. В связи с увеличением использования УЗИ пероральную холецистографию (ПХГ) детям делают редко.

ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕРИАТРИИ

Контрастные вещества, для пероральной холецистографии, у некоторых пациентов, особенно пожилых, могут вызывать раздражение ЖКТ. Перед процедурой побеседуйте с пациентом. Обратите внимание на любые случаи сильной рвоты и диарреи после приема перорального контрастного вещества.

Альтернативные методы исследования

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Генатобилиарное, или **HIDA сканирование**, — это сканирование желчного пузыря и желчных протоков. Кандидатами для этой процедуры являются пациенты с болями в животе, тошнотой и рвотой или боли в груди, вызванными заболеваниями желчного пузыря. Пациентам делают инъекцию радиоактивного изотопа, а спустя приблизительно 1-2 часа выполняют сканирование. По завершении исследования можно выполнить и другую процедуру, чтобы выяснить, как отвечает желчный пузырь на гормональную стимуляцию. Для этого требуется вторая инъекция.

Радионуклидное сканирование печени и селезенки позволяет оценить функциональные нарушения печени, при циррозе, гепатите и нарушениях обмена веществ.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография желчных протоков — отличный способ обнаружения целого ряда состоянии и заболевании. КТ особенно эффективна в диагностике опухолей печени, желчного пузыря и поджелудочной железы. Камни также можно увидеть с помощью КТ, но по причине дороговизны и облучения, лучшим выбором является УЗИ.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

Если для выявления опухолей в системе желчных протоков предпочтение отдается КТ и УЗИ, то МРТ также служит превосходным способом для выявления целого ряда состояний. В особенности МРТ эффективна при диагностике печеночно клеточной карциномы, холангиокарциномы, метастазов в печень, внутрипеченочной лимфомы и аденокарциномы желчного пузыря.

МРТ может выявлять и желчные камни. Но из-за высокой стоимости исследования и его длительности, у пациентов с холелитиазом УЗИ предпочтительнее МРТ.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЧНОЙ СИСТЕМЫ

ПРОЦЕДУРА	АНАТОМИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ	ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА
Холецистография — желчный пузырь		
1. Пероральная холецистография (ПХГ)	Желчный пузырь	Перорально
Холангиография — желчные протоки		
1. УЗИ	Желчный пузырь и желчные протоки	Не требуется
2 Интраоперационная холангиография или лапароскопическая холангиография	Желчные протоки	Прямое введение через катетер во время операции
3. Холангиография с Т-зондом	Желчные протоки	Прямое введение через дренажную трубку
4. Чрескожная чреспеченочная холангиография (ЧЧХ)	Желчные протоки	Прямая пункция желчных протоков через печень
5. Эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография (ЭРХПГ)	Желчные протоки/протоки поджелудочной железы	Прямое введение через катетер, проведенный во время эндоскопии

Результаты опроса по США и Канаде

В 1999 году в США и Канаде было проведено исследование частоты выполняемых процедур. Подученная информация, представленная в приведенных ниже таблицах, показывает норму для основных процедур для пероральной холецистографии и интраоперационной холангиографии. Результаты исследования были в некоторой степени постоянны во всех районах США, не существенные различия между США и Канадой были обнаружены.

ПЕРОРАЛЬНАЯ ХОЛЕЦИСТОГРАФИЯ

	Средние показатели по США			Канада
	Основные проекции			Основные
	1999	1995	1989	1999
Желчный пузырь				
Передняя обзорная проекция	54%	70%	78%	14%
Левая передня косая укладка	39%	74%	63%	8%
Правая латеральная проекция в положении лежа	32%	34%	31%	2%
Передняя вертикальная проекция	23%	30%	19%	7%
Жирная пища или инъекция CCK-PZ	29%	23%	20%	7%
УЗИ в сочетании с пероральной холецистографией	25%	19%	–	6%
Только УЗИ	47%	–	–	59%

ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ХОЛАНГИОГРАФИЯ

	Средние показатели по США			Канада
	Основные проекции			Основные
	1999	1995	1989	1999
Интраоперационная холангиография				
Задняя проекция	74%	81%	87%	55%
Правая задняя косая укладка	32%	27%	28%	13%

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННАЯ ХОЛАНГИОГРАФИЯ

	Средние показатели по США			Канада
	Основные проекции			Основные
	1999	1995	1989	1999
Т-зонд				
Флюороскопия и обзорные снимки	76%	86%	_	64%
Задняя проекция	51%	67%	_	17%
Правая задняя косая укладка	39%	49%	_	12%

ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ РЕТРОГРАДНАЯ ХОЛАНГИОПАНКРЕАТОГРАФИЯ (ЭРХПГ)

	Средние показатели по США			Канада
	Основные проекции			Основные
	1999	1995	1989	1999
ЭРХПГ				
Послеинъекционная задняя флюороскопия и флюорография	74%	75%	_	2%
Задняя проекция	37%	42%	_	4%
Правая задняя косая	21%	19%	_	5%

Основные и специальные проекции

Далее в главе приведены некоторые основные проекции или укладки желчного пузыря и желчных протоков. Действия и усилия рентгенолога и рентгенолаборанта должны быть скоординированы во время проведения процедур. Перечисленные процедуры или основные положения могут меняться в зависимости от ЛПУ.

Желчный пузырь (пероральная холецистография — ПХГ)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Обзорный снимок в передней проекции, 532
- Левая передняя косая укладка, 533
- Правая боковая латерографическая укладка (передняя проекция), 534
- Передняя проекция, вертикальная укладка, 535

Желчные протоки (холангиография)
ОСНОВНАЯ ПРОЕКЦИЯ
- Задняя и/или правая задняя косая укладка, 536

Специальные исследования для исследования желчных протоков

Описания чрескожной чреспеченочной холангиографии (ЧЧХ), эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии (ЭРХПГ) и холангиографии с Т-зондом приводятся на предыдущих страницах настоящей главы. Эти процедуры выполняет главным образом рентгенолог, которому ассистирует рентгенолаборант, следовательно, их описание не приводится в разделе данной главы, посвященном укладке. Некоторые из этих процедур, которые можно выполнять в операционной с использованием передвижной цифровой флюороскопической установки (С-дуги), описываются в главе 19.

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ (ПЕРОРАЛЬНАЯ ХОЛЕЦИСТОГРАФИЯ)

Обзорный снимок

Желчный пузырь (холецистография)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя обзорная
- Левая передняя косая укладка
- Правая боковая латерографическая укладка (передняя проекция)
- Передняя вертикальная

Выявляемая патология

Обзорный снимок в передней проекции выполняется для определения наличия и местоположения желчного пузыря, присутствия холелитов, уровня концентрации контрастного вещества и правильности выбранных параметров экспозиции.

Технические условия исследования

Размер кассеты — 24 х 30 см или — 35 х 43 см, расположение продольное.

- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
16	70	22	1790	470	М <1 Ж 60

мкГр



Исключение: в отделениях некоторых ЛПУ процедура включает обзорный снимок всей брюшной полости на кассете размером 35 х 43 см с такой же укладкой, как и для передней проекции живота, центрированной по уровню подвздошных гребней или чуть выше.

Радиационная защита для гонад используется **только** в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент находится в положении лежа на животе, под головой — подушка, руки вверху около головы, ноги вытянуты, под щиколотками — опора.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по длинной оси стола, при этом правая половина живота пациента расположена вдоль по средней линии стола и по ЦЛ — для пациентов стенического типа телосложения (см. примечание).
- Убедитесь, что нет ротации тела или таза пациента.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- Для среднего пациента нормостеника ЦЛ направлен на **уровень 2 поясничного позвонка** (который находится примерно 1,25-2,5 см выше самого нижнего края грудной клетки) **примерно на 5 см вправо от срединной сагиттальной плоскости** (см. примечание, касающееся типа телосложения).
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • В центре кассеты должен быть виден контрастированный желчный пузырь и пузырный проток.

Укладка пациента. • Позвоночник параллелен краю снимка. • Признаки **отсутствия поворота:** позвоночные позвонки, включая поперечные отростки, симметричны.

Диафрагмирование и ЦЛ. По четырем сторонам кассеты видны лишь минимальные края диафрагмирования. • ЦЛ направлен на уровень желчного пузыря.

Параметры экспозиции. • Не должно быть признаков движения желчного пузыря или органов, находящихся в брюшной полости. • Используются соответствующие параметры экспозиции, чтобы обеспечить снимок с короткой контрастной шкалой для ясной визуализации желчного пузыря, даже через тень ребра. • Могут быть видны холелиты (желчные камни), как показано на рис. 16-27.



Рис. 16-26. Укладка для обзорного снимка в передней проекции для нормостенического типа телосложения — центрирование по желчному пузырю



Рис. 16-27. Обзорная рентгенограмма — передняя проекция

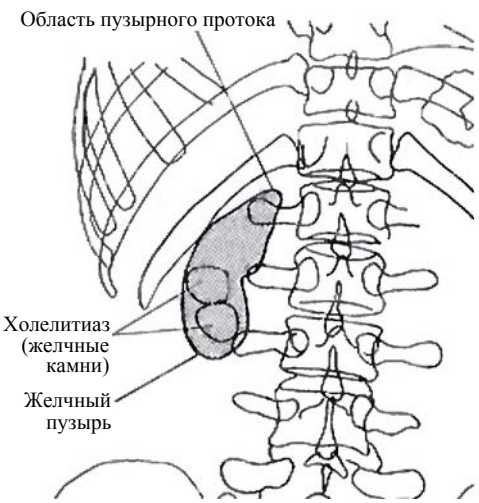


Рис. 16-28. Анатомическая схема обзорного снимка передней проекции

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: типы, телосложения: гиперстенический (широкоплечий) — желчный пузырь имеет более горизонтальное положение и расположен на 5 см выше и более латерально астенический (худой) — имеет более вертикальное положение желчного пузыря, который и расположен на 5 см ниже, около средней линии.

ЛЕВАЯ ПЕРЕДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА: ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ (ПЕРОРАЛЬНАЯ ХОЛЕЦИСТОГРАФИЯ)

Желчный пузырь (холецистография)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя обзорная
- Левая передняя косая укладка
- Правая боковая латерографическая укладка (передняя проекция)
- Передняя вертикальная

Выявляемая патология

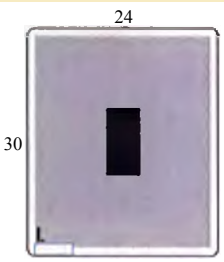
Контрастированный желчный пузырь расположен на некотором расстоянии от позвоночного столба; это идеальная проекция, чтобы отличить газовые пузыри в кишке от рентгенопрозрачных камней в желчном пузыре.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
19	70	30	2620	540	М 90 Ж <1

мкГр



Радиационная защита для гонад используется **только** в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент находится и положении полуповорота на животе, на левой передней стороне; под головой — подушка, правая рука вверху, левая — внизу, правое колено полусогнуто для поддержания положения.

Укладка снимаемой области

- Пациент повернут на **15-40°** в левую переднюю косую укладку (для гиперстеников — меньший угол вращения, а для астеников — больший).
- Срединная сагиттальная плоскость располагается подлинной оси стола, а правая половина живота выровнена по ЦЛ и по средней линии стола (определите по обзорному снимку и отметьте на коже).

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- ЦЛ направлен на желчный пузырь, в соответствии с его положением на обзорном снимке.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: точное центрирование и диафрагмирование станет возможным, если сделать отметки на коже исходя из обзорного снимка.

Можно выполнять правую заднюю проекцию, если пациент не может лежать на животе или находится в положении полулежа.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • В центре кассеты должны быть расположены изображения всего контрастированного желчного пузыря и области пузырного протока.

Укладка пациента. • Позвоночник должен быть параллелен краю снимка. • Желчный пузырь должен быть отведен от позвоночника. Если изображение желчного пузыря накладывается на изображение позвоночника, то пациент недостаточно повернут.

Диафрагмирование и ЦЛ. • У взрослых пациентов по всем четырем сторонам кассеты должны быть видны лишь минимальные края диафрагмирования. • Желчный пузырь должен быть в центре поля диафрагмирования.

Параметры экспозиции. Не должно быть признаков движения. Параметры экспозиции должны обеспечить снимок с короткой шкалой контраста для ясной визуализации желчного пузыря.



Рис. 16-29. Левая передняя косая укладка



Рис. 16-30. Рентгенограмма в левой передней косой проекции



Рис. 16-31. Анатомическая схема левой передней косой проекции

ПРАВАЯ БОКОВАЯ ЛАТЕРОГРАФИЧЕСКАЯ УКЛАДКА (ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ): ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ (ПЕРОРАЛЬНАЯ ХОЛЕЦИСТОГРАФИЯ)

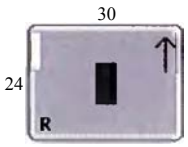
Желчный пузырь (холецистография)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя обзорная
- Левая передняя косая укладка
- Правая боковая латерографическая укладка (передняя проекция)
- Передняя вертикальная

Выявляемая патология

Изображение контрастированного желчного пузыря располагается на некотором расстоянии от изображения позвоночника. Правая боковая латерографическая укладка расслоит холелиты желчного пузыря.

Данную укладку используют, если пациент не может находиться в вертикальном положении.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Используется маркер латеропроекции
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон. мкГр
17	70	26	1760	450	М <1 Ж 70

Радиационная защита для гонад используется только в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования.

Укладка пациента

Пациент лежит на правом боку на рентгенопрозрачной подкладке, лицом к стойке снимков и/или кассете. (Используйте отдельные рентгенопрозрачные подкладки для тела и плечей, что позволит получить изображение желчного пузыря без наложения тени от позвоночника.) Под головой пациента — подушка, руки расположены над головой, колени согнуты и лежат одно на другом. Зафиксируйте колеса каталки так, чтобы пациент не упал.

Укладка снимаемой области



- Каталка и/или кассета выравниваются так, чтобы желчный пузырь был расположен центрально относительно кассеты и по ходу ЦЛ. (Местонахождение желчного пузыря определяется по обзорному снимку.)
- **Ротация тела отсутствует** — таз и плечи должны находиться в истинно боковой укладке.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- Горизонтальный ЦЛ направлен к правой половине живота, к желчному пузырю, местонахождение которого определяется по обзорному снимку.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • В центре изображения должны быть контрастированный желчный пузырь и пузырный проток. • Желчный пузырь должен располагаться ниже позвоночного столба. Должны быть видны линии расслоения холелитов, если они есть.

Укладка пациента. • Позвоночник должен быть параллелен краю снимка. • Ротация тела отсутствует. Позвоночные структуры тел поясничных позвонков симметричны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • У взрослых пациентов по всем четырем сторонам кассеты видны лишь минимальные края диафрагмирования. • Желчный пузырь — в центре поля диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Не должно быть признаков движения. Параметры экспозиции должны обеспечить снимок с короткой шкалой контраста для ясной визуализации желчного пузыря без переэкспонирования возможно имеющихся камней в нем.



Рис. 16-32. Правая боковая латерографическая укладка (передняя проекция)



Рис. 16-33. Рентгенограмма правой боковой латерографической укладке (передняя проекция)

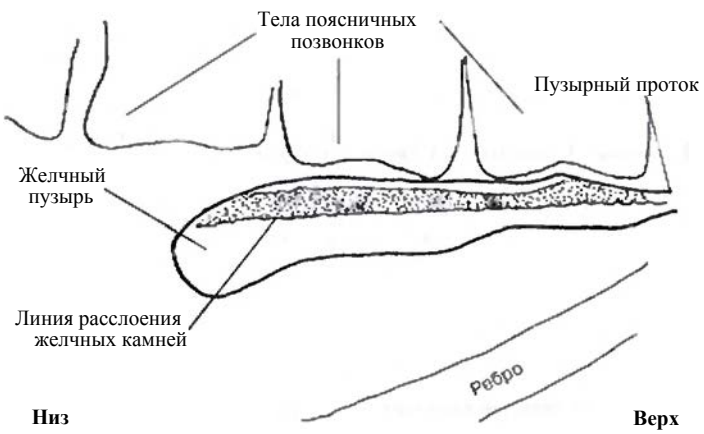


Рис. 16-34. Анатомическая схема правой боковой латерографической укладки (передняя проекция)

Диафрагмирование по внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: если необходимо можно выполнить заднюю проекцию, но передняя предпочтительнее из-за более близкого расположения желчного пузыря к кассете.

Укладка лежа на боку отводит желчный пузырь от позвоночника и приводит к расслоению желчных камней если они тяжелее желчи и всплыванию тех, которые легче желчи (рис. 16-33). На других проекциях эти камни могут быть не видны.

ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ - ВЕРТИКАЛЬНАЯ УКЛАДКА: ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ (ХОЛЕЦИСТОГРАФИЯ)

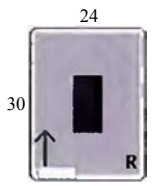
Желчный пузырь (холецистография)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Передняя обзорная
- Левая передняя косая укладка
- Правая боковая латерографическая укладка (передняя проекция)
- Передняя вертикальная

Выявляемая патология

Визуализирует контрастированный желчный пузырь и возможное расслоение или наложение холелитов (желчных камней) внутри желчного пузыря.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ.
- Используется маркер вертикального положения.
- Уставки и дозы:



см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
17	70	10	2550	610	М <1 Ж 80

мкГр

Радиационная защита для гонад используется **только** в том случае, если она не закрывает органы, являющиеся предметом исследования (можно использовать передвижную рентгенозащитную ширму, как показано на рис. 16-35).

Укладка пациента

Пациент стоит лицом к стойке снимков и/или кассете, руки по бокам.

Укладка снимаемой области

- На животе место выхождения ЦЛ расположено на 5 см **правее от срединной сагиттальной плоскости и средней линии вертикально расположенной стойки снимков**.
- Пациент должен расставить ноги и распределить вес тела равномерно на обе ноги для устойчивости.
- Пациента астенического типа поверните на 10-15° в левую переднюю косую укладку, чтобы сместить изображение желчного пузыря в сторону от позвоночника.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- Горизонтальный ЦЛ направлен на желчный пузырь, который находится на 2,5-5 см ниже, чем на обзорном снимке пациента, который был выполнен в горизонтальной укладке.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по четырем сторонам по области исследования (на рентгенограмме большего размера будут видны большие неэкспонированные края).

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, снимок следует выполнить на выдохе.

Примечание: если необходимо, можно выполнить заднюю проекцию, но передняя предпочтительнее из-за более близкого расположения желчного пузыря к кассете.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • В центре изображения должен быть виден весь контрастированный желчный пузырь и пузырный проток. • Желчный пузырь расположен на 2,5-5 см ниже, чем при горизонтальной укладке. • Должны быть видны линии расслоения холелитов, если они есть.

Укладка пациента. • Нет наклона; позвоночник параллелен краю снимка.

Диафрагмирование и ЦЛ. • На желчный пузырь не должны накладываться позвонки. • У взрослых пациентов по всем четырем сторонам кассеты видны лишь минимальные края диафрагмирования.

Параметры экспозиции. • Используются соответствующие параметры экспозиции, чтобы обеспечить хорошую визуализацию желчного пузыря без переэкспонирования возможных холелитов; движение отсутствует.



Рис. 16-35. Передняя вертикальная укладка



Рис. 16-36. Рентгенограмма желчного пузыря в передней вертикальной проекции



Рис. 16-37. Рентгенограмма желчного пузыря в передней вертикальной проекции, выполненная на УРИ

При необходимости измените направление ЦЛ в соответствие с типом телосложения.

Вертикальная укладка с горизонтальным направлением ЦЛ обеспечит расслоение желчных камней (если они есть) как в положении лежа на боку. (Если пациент не может стоять, то выполняют исследование в правой боковой латерографической укладке.)

Рентгенограмму в этой укладке можно выполнить на ЭСУ в процессе флюороскопии (рис. 16-37).

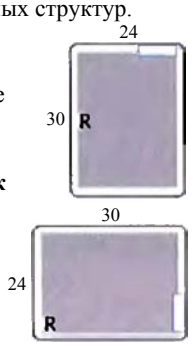
ЗАДНЯЯ И/ИЛИ ПРАВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЖЕЛЧНЫЕ ПРОТОКИ (ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ХОЛАНГИОГРАФИЯ)

Желчные протоки (интраоперационная холангиография)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ И УКЛАДКИ
• Задняя проекция и/или правая задняя косая укладка

Выявляемая патология

Демонстрирует систему желчных протоков, дренирование в двенадцатиперстную кишку и остаточные желчные камни. Правая задняя косая укладка отводит желчные протоки от позвоночника, и позволяет отличить холелиты от других нормальных структур.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 24 х 30 см, расположение продольное (задняя проекция).
- Подвижный или неподвижный растр.
- Растр расположен **поперек для косых укладок** во избежание дефекта экранирования растром, если стол наклонен.
- 70 - 80 кВ.

Радиационная защита. По причине стерильного операционного поля гонадная радиационная защита, как правило, не используется.

Укладка пациента и укладка снимаемой области

- Пациент находится на операционном столе в положении лежа на спине.
- Для косой укладки стол слегка наклонен.
- Согласуйте с операционной бригадой положение, в котором будет находиться пациент, расположение кассеты и направление ЦЛ.

Центральный луч

- ЦЛ следует направить между правым нижним краем грудной клетки и концом мечевидного отростка или туда, куда укажет хирург.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование по краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Выполняйте снимок после того, как хирург введет контрастное вещество, а анестезиолог засвидетельствует отсутствие движения пациента.

Дополнительная правая задняя косая укладка. Специально не показана, но направление ЦЛ такое же, как для задней проекции. Пациент находится в наклонном положении — правая задняя косая укладка с углом поворота 15-25°. **Стол наклонен** так, чтобы изображение желчных протоков было смещено в сторону от позвоночника. Растр нужно расположить поперек во избежание отсечения краев изображения самим растром. Хирург должен сказать, когда нужно выполнить снимок, и перенести стол с пациентом в наклонное положение, как это необходимо для данной косой укладки.

Примечание: если есть возможность, то, перед тем как начать операцию, выполните обзорный снимок.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть видна вся система желчных протоков наполненных контрастным веществом.

Укладка пациента. • Позвоночник должен быть параллелен краю снимка. • Правая задняя косая укладка: • Изображение желчных протоков не накладывается на изображение позвоночника. Если наложение имеет место, значит, угол наклона пациента не достаточно велик.

Диафрагмирование и ЦЛ. • У взрослых пациентов по всем четырем сторонам кассеты видны лишь минимальные края диафрагмирования. • Желчные протоки — в центре изображения.

Параметры экспозиции. • На снимке очевидно отсутствие движения; используются соответствующие параметры экспозиции для визуализации системы желчных протоков.



Рис. 16-38. Задняя проекция. Обзорный снимок



Рис. 16-39. Задняя проекция (положение ЦЛ указано хирургом)



Рис. 16-40. Рентгенограмма в задней проекции

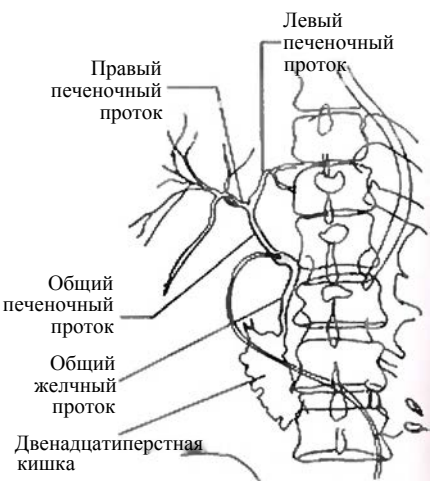


Рис. 16-41. Анатомическая схема желчных протоков в задней проекции

Мочевыделительная система

СОАВТОРЫ: **John P. Lampignano**, M Ed, RT (R) (CT), **Jenny Kellstrom**, M Ed, RT (R)
СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Barry T. Anthony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Мочевыделительная система, 538
Почки, 539
Процесс мочеобразования, 540
Мочеточники и мочевой пузырь, 542
Мужские и женские половые органы, 543
Анатомический обзор (рентгенограммы), 544

Рентгенографические процедуры

Урография, 545
Контрастные средства, 545
Побочные эффекты, 546
Реакция на контрастные вещества, 547
Слабые, средние и тяжелые реакции, 548
Внутривенное введение контрастного вещества, 549
Экскреторная внутривенная урография (ВВУ)
- Цель исследования, противопоказания и словарь терминов, 553

Клинические показания, 554
Краткий перечень клинических показаний, 557
Подготовка пациента, подготовка оборудования и материалов, 558
Компрессия мочеточников, 558
Процедура внутривенной урографии (ВВУ)
- Основные положения процедуры ВВУ, 559
- Альтернативные методы исследования, 560

ВВУ при гипертензии, 560
Ретроградная урография и ретроградная цистография, 561
Микционная цистоуретрография и ретроградная уретрография, 562
Краткое описание методов исследования мочевыделительной системы, 563
Применение в педиатрии и гериатрии, 563
Альтернативные методы исследования, 563

Укладки

Результаты опроса по США и Канаде, 564
Основные и специальные проекции и укладки, 564
Внутривенная урография
- Задняя проекция (обзорный снимок и серия), 565
- Нефротомография, 566
- Правая задняя косая и левая задняя косая укладки, 567
- Задняя проекция после опорожнения, 568
- Задняя проекция с компрессией мочеточников, 569

Ретроградная урография
- Задняя проекция (обзорный снимок, пиелография и уретерография), 570

Цистография
- Задняя проекция (10-15° каудально), 571
- Правая и левая задние косые укладки, 571
- Боковая укладка, 571

Цистоуретрография:
- Правая задняя косая укладка (30°) — мужская, 572
- Задняя проекция — женская, 572

Мочевыделительная система

Рентгенологические исследования мочевыделительной системы относятся к самым распространенным процедурам с использованием контрастных веществ. Мочевыделительная система состоит из **двух почек, двух мочеточников, одного мочевого пузыря и одной уретры**.

Две почки и мочеточники — органы, расположенные в забрюшинном пространстве. Почки, по форме напоминающие бобы, лежат по обе стороны позвоночного столба в самой задней части брюшной полости. Так как печень также находится с правой стороны, то правая почка, как правило, расположена чуть ниже левой. Медиально от верхнего полюса каждой почки расположен **надпочечник**. Надпочечники — важные железы эндокринной системы, расположенные в жировой капсуле, окружающей каждую почку.

Каждая почка соединена с мочевым пузырем мочеточником. Жидкие продукты жизнедеятельности организма в виде мочи поступают из почек в мочевой пузырь по мочеточникам. Мешкообразный мочевой пузырь служит резервуаром для хранения мочи, пока она не будет выведена из организма через **уретру**.

Латинское обозначение почки — ren, а renal — прилагательное, обозначающее принадлежность к почке.

ПОЧКИ

На рис. 17-1 (вид сзади) и рис. 17-2 (вид спереди) и изображены различные органы мочевыделительной системы и их расположение относительно костного скелета. **Почки**, расположенные позади, лежат по обе стороны от позвоночного столба в верхней задней части живота. Правая почка находится позади нижнего отдела печени, а левая — позади нижней части селезенки (рис. 17-2). Нижний отдел грудной клетки, таким образом, образует для почек защитное ограждение.

МОЧЕТОЧНИКИ

В большинстве случаев мочеточники располагаются кпереди от соответствующей почки. Мочеточники повторяют естественный изгиб позвоночного столба. Каждый мочеточник сначала изгибается вперед, следуя поясничной лордотической кривизне, а затем назад, входя в тазовую полость, где он, перед тем как войти в заднебоковую стенку мочевого пузыря, повторяет крестцово-копчиковый изгиб.

УРЕТРА

Уретра представляет собой канал, выводящий мочу из мочевого пузыря наружу. Терминальная часть уретры находится ниже симфиза лобковой кости.

Вся мочевыделительная система находится или позади, или ниже брюшины. **Почки и мочеточники — это забрюшинные структуры, тогда как мочевой пузырь и уретра — подбрюшинные органы**.

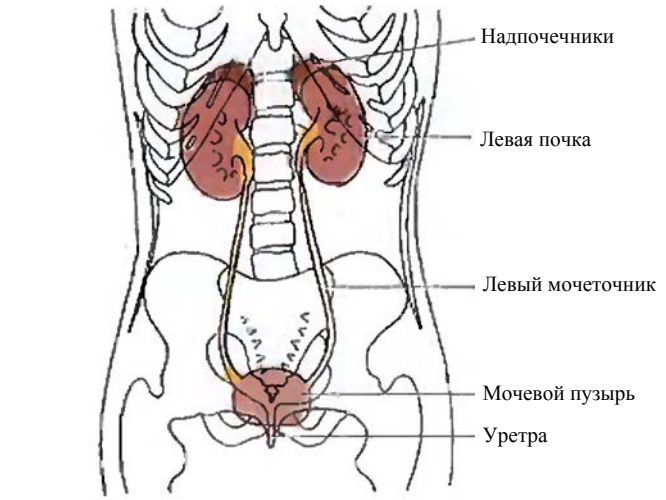


Рис. 17-1. Мочевыделительная система - вид спереди

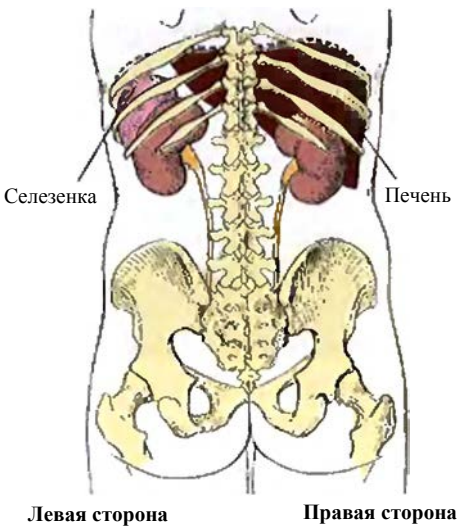


Рис. 17-2. Мочевыделительная система — вид сзади

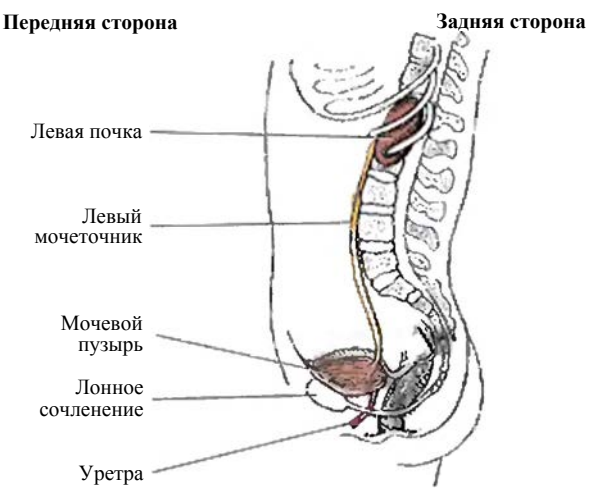


Рис. 17-3. Мочевыделительная система — вид сбоку

Почки

Почка среднего взрослого довольно небольшая и весит 150 г. Ее размеры составляют: 10-12 см в длину, 5-7,5 см в ширину, толщина почки — 2,5 см. Левая почка немного длиннее, но уже, чем правая. Несмотря на свой небольшой размер, для нормального существования организма совершенно необходима, по крайней мере, одна функционирующая почка. Недостаточная работа обеих почек, если ее не наладить, означает неминуемую смерть.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ПОЧЕК

На рис. 17-4 показано обычное расположение почек, когда человек находится в положении лежа на спине. Большие мышцы с каждой стороны позвоночного столба задают продольную плоскость расположения почек, составляя со средней сагиттальной плоскостью вертикальный угол в 20°. К этим мышцам относятся **две большие поясничные мышцы**. Начиная с верхних поясничных позвонков масса этих мышц книзу возрастает. Такое постепенное увеличение и задает угол наклона почек в 20°, таким образом, к средней линии ближе расположен верхний полюс каждой почки, чем ее нижний полюс (рис. 17-4).

Из-за этих больших мышц почки в забрюшинном пространстве повернуты внутрь, в сторону ретроперитонеального пространства. В результате медиальная граница каждой почки больше выступает вперед, чем ее латеральная граница (рис. 17-5).

На схеме также обозначены **аорта** и **нижняя полая вена**, чтобы показать расположение почек по отношению к ним.

ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ

Вид поперечного сечения на уровне 2 поясничного позвонка (L2) показывает, на какой угол обычно почки повернуты внутрь (рис. 17-5 и рис. 17-6). Поворот нормальной почки составляет 30° относительно корональной плоскости из-за срединного расположения позвоночного столба и **больших поясничных мышц** с каждой его стороны. На рис. 17-5 также изображены **квадратные поясничные мышцы** с каждой стороны сразу позади почек. Глубокие мышцы, расположенные сзади по обе стороны позвоночника, включают группу **мышц, выпрямляющих позвоночник**.

Когда для рентгенографии мочевыделительной системы используют задние косые укладки, каждая почка по очереди располагается параллельно плоскости кассеты. Пациента поворачивают примерно на 30° в каждом направлении, чтобы расположить сначала одну, а затем другую почку параллельно плоскости кассеты. При левой задней косой укладке в 30° правая почка параллельна кассете, а при 30° правой задней косой укладке — кассете параллельна левая почка.

Каждая почка окружена жировой тканью, называемой **жировой капсулой**. Наличие жировых капсул позволяет видеть контуры почек на качественных обзорных рентгенограммах брюшной полости вследствие существенной разницы плотностей околопочечного жира и мышц.

Поперечные компьютерные томограммы. На рис. 17-6 представлена поперечная компьютерная томограмма на уровне середины почек (уровень 2 поясничного позвонка, L2). Это сечение показывает анатомическое положение почек по отношению к прилегающим органам и структурам, представленным на рис. 17-6.

А. Поджелудочная железа.
Б. Желчный пузырь.
В. Нижний отдел правой доли печени.
Г. Правая почка.
Д. Большая поясничная мышца.
Е. Мышцы, выпрямляющие позвоночник.
Ж. 2 поясничный позвонок.
З. Квадратная поясничная мышца.
И. Почечная лоханка левой почки.
К. Нисходящая ободочная кишка.
Л. Брюшная аорта.
М. Тонкая кишка (тощая кишка).

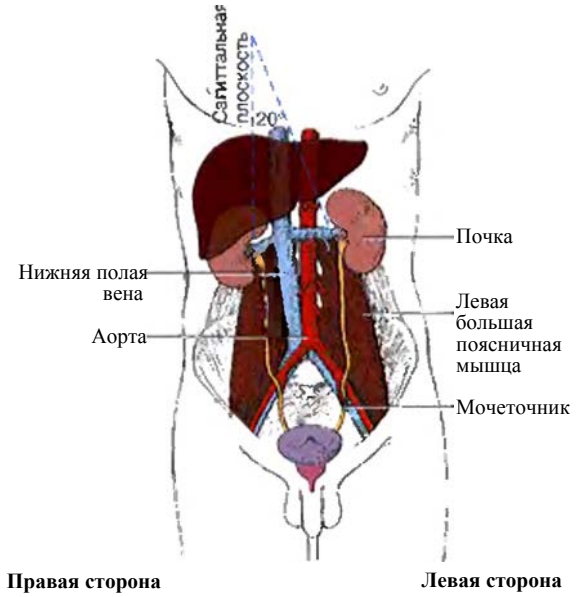


Рис. 17-4. Расположение почек — вид спереди



Рис. 17-5. Расположение почек — поперечное сечение



Рис. 17-6. Поперечная компьютерная томограмма на уровне 2-го поясничного позвонка, L2

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ НОРМАЛЬНОЙ ПОЧКИ

Большинство снимков брюшной полости, включая урографию, выполняются на выдохе, при этом пациент находится в положении лежа на спине. Сочетание эффекта выдоха и укладка лежа на спине позволяет почкам расположиться довольно высоко в брюшной полости. В таком состоянии в норме почки расположены примерно **посредине между мечевидным отростком и подвздошным гребнем**. Левая почка в нормальном состоянии лежит примерно на 1 см выше правой. Верх левой почки, как правило, находится на уровне **межпозвонкового пространсгва 11 и 12 грудных позвонков (Th 11 и Th 12)**. Нижняя часть правой почки в большинстве случаев расположена на уровне верхней части **3-го поясничного позвонка (L3)**.

Движение почек. Так как почки достаточно свободно лежат в жировой капсуле, они могут смещаться вверх и вниз вместе с движениями диафрагмы и при смене положения тела. Когда человек делает глубокий вдох или стоит прямо, почки, как правило, опускаются ниже примерно на 1 поясничный позвонок, что составляет 5 см. Если почки опущены ниже чем на 5 см, говорят, что у человека **нефроптоз** (опущение почки). У некоторых очень худых людей и особенно у пожилых почки могут быть сильно опущены, и достигать полости таза, что может вызвать проблемы, связанные с перегибом или скручиванием мочеточников.

ФУНКЦИИ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Первоначальной функцией мочевыделительной системы является **производство мочи и выведение ее** из организма. В ходе выработки мочи происходят следующие процессы.

(1) Удаление азотосодержащих продуктов распада.

(2) Регулирование уровня воды в организме.

(3) Регулирование кислотно-щелочного баланса и уровня электролитов в крови.

Азотосодержащие продукты распада, такие как мочевина и креатинин, образуются во время нормального белкового обмена веществ. Скопление азотосодержащих продуктов распада ведет к клиническому состоянию, называемому **уремией**.

ПОЧЕЧНЫЕ КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ

Большие кровеносные сосуды переносят огромные количества крови, следующей ежедневно через почки. В состоянии покоя через почки проходит примерно 25% крови, выталкиваемой из сердца при каждом его сокращении. Артериальную кровь почки получают прямо из **брюшной аорты** через левую и правую почечные артерии. Каждая **почечная артерия** многократно разветвляется, образуя в почке обширную капиллярную сеть.

Поскольку большая часть крови, поступающей в почки, вновь возвращается в кровеносную систему, **почечные вены** тоже являются крупными сосудами. Почечные вены напрямую соединены с большой **нижней полой веной**, через которую кровь возвращается в правое предсердие. Почечные вены лежат кпереди от почечных артерий.

Вдоль внутреннего края в центре каждой почки находятся **ворота**, в которых располагаются: почечная артерия, почечная вена, лимфатические сосуды, нервы и мочеточник.

Каждую почку произвольно делят на верхнюю часть и нижнюю часть, называемую, соответственно, **верхним полюсом и нижним полюсом**.

ПРОЦЕСС МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

Среднее потребление воды человеком в сутки составляет примерно 2,5 л. Эта вода поступает как из выпитой жидкости, так и из пищи а также из конечных продуктов обмена веществ. Эти



Рис. 17-7. Обычное местонахождение почки

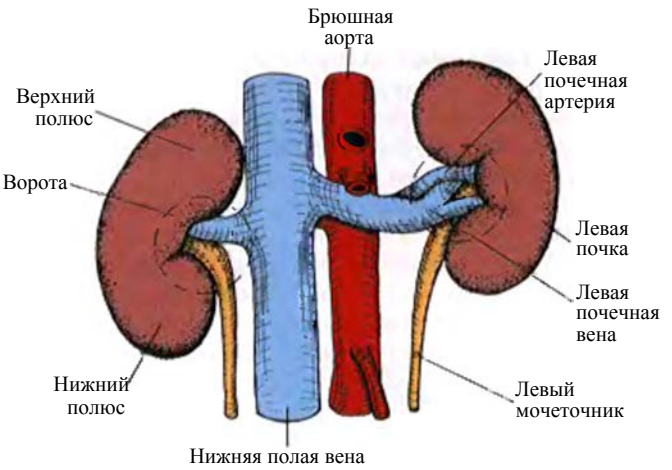


Рис. 17-8. Кровеносные сосуды почки

КРАТКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА МОЧИ



2,5 л постепенно поступают в кровоток. Ежесуточно фильтруется огромное количество крови. В состоянии покоя каждую минуту через почки протекает более 1 литра крови, в результате в сутки из организма выводится около 180 л фильтрата. Более 99% объема фильтрата повторно всасывается почками и возвращается в кровь. Во время процесса повторного всасывания регулируются уровень кислотности и количество различных электролитов, таких как натрий, калий и хлориды.

Из большого количества крови, протекающей ежедневно через почки, образуется около **1,5 л, или 1500 мл ($см^3$)**, мочи. Это средний показатель, он меняется в зависимости от потребленной жидкости, потоотделения и других факторов.

МАКРОСКОПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОЧКИ

Макроскопическая внутренняя структура почки представлена ка рис. 17-9. Прямо за **фиброзной капсулой**, окружающей почку, находится **корковое вещество почки**, образуя периферическую, или внешнюю, составляющую почки. Под корковым веществом расположена внутренняя структура, называемая **мозговым веществом почки**, состоящим из **8-18 почечных пирамид** (структур конической формы). Корковое вещество почки периодически заполняет пространство между пирамидами, образуя **почечные столбы**, идущие к **почечной пазухе**.

Почечные пирамиды в основном представляют собой скопление канальцев, которые сходятся в отверстии и почечном сосочке (верхушке) и дренируются в **малую почечную чашку**. Чашки представляют собой плоские полые трубки. Блок из 4-13 малых чашек образуют 2-3 **большие почечные чашки**. Большие чашки объединяются в почечную лоханку, напоминающую по форме плоскую воронку. Каждая почечная лоханка переходит в мочеточник. Таким образом, моча, образовавшаяся в микроскопическом отделе или отделе нефрона почки, в конечном итоге достигает мочеточника, проходя через различные соединительные канальцы в малую чашку, затем в большую почечную чашку и, наконец, в почечную лоханку.

Паренхима почки — общий термин, используемый для описания всех функциональных отделов почек, которые, например, можно видеть во время начальной фазы внутривенной урограммы.



Рис. 17-9. Структура почки

МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОЧКИ

Структурно-функциональной единицей почки является микроскопический **нефрон**. В каждой почке содержится один миллион нефронов. На рис. 17-10 изображен сильно увеличенный нефрон. Более подробный вид одного нефрона и его собирательных протоков дан на рис. 17-11. Маленькие артерии в **корковом веществе** почки образуют крошечные капиллярные пучки, называемые **клубочками**. Изначально кровь фильтруется через множество клубочков.

Приносящие (афферентные) клубочковые артериолы поставляют кровь к клубочкам, а **выносящие (эфферентные)** артериолы подают отфильтрованную кровь в прямые сосуды. Каждый клубочек окружен **капсулой** (боуменова капсула) — начальным отделом каждого нефрона, собирающего фильтрат. (Клубочек тоже является частью **нефрона**, который состоит из клубочка и длинного почечного канальца). Клубочковый фильтрат поступает из **капсулы клубочка к проксимальному извитому канальцу**, к **нисходящим и восходящим сегментам петли Генле**, к **дистальному извитому канальцу**, к **собирательному канальцу** и, наконец, в **малую почечную чашку**. Фильтрат, достигший малой почечной чашки, называется мочой. На пути между боуменовой капсулой и малой почечной чашкой более чем 99% фильтрата реабсорбируется венозной системой почек.

Почечные клубочки, капсулы клубочков, проксимальные и дистальные извитые канальцы нефронов расположены в **корковом веществе** почки. Петля Генле и собирательные канальцы в основном находятся внутри **мозгового вещества**. Почечные пирамиды внутри мозгового вещества — это, в основном, скопление канальцев.

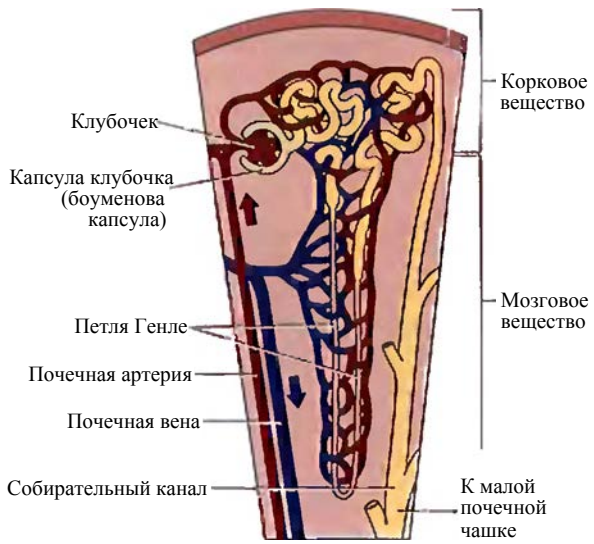


Рис. 17-10. Микроскопическая структура (нефрон)

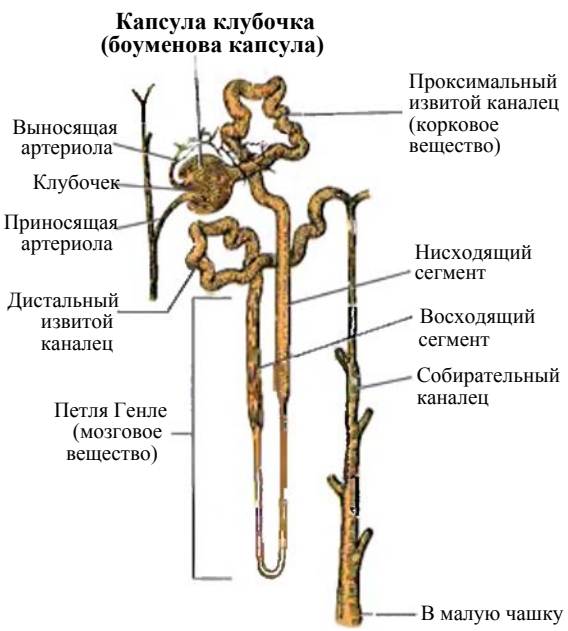


Рис. 17-11. Нефрон и собирательный проток

Мочеточники

Мочеточники переносят мочу из почек в мочеой пузырь. Медленные перистальтические волны и сила притяжения заставляют мочу продвигаться вниз по мочеточникам в мочевой пузырь, как показано на рис. 17-12. Это изображение, выполненное через 10 минут после введения в кровь контрастного вещества как часть процедуры ВВУ (внутривенной урографии).

Почечная лоханка каждой почки, выходя из ворот, продолжается мочеточником. Мочеточники имеют в длину от 28 до 34 см, при этом правый немного короче левого.

Далее мочеточники **располагаются на передней поверхности обеих больших поясничных мышц** (рис. 17-13). Потом, следуя изгибу позвоночного столба, мочеточники постепенно входят в заднелатеральный отдел **мочевого пузыря** с обеих сторон.

РАЗМЕР МОЧЕТОЧНИКА И УЧАСТКИ СУЖЕНИЯ

Диаметр мочеточника меняется от 1 мм до почти 1 см. Обычно на протяжении каждого мочеточника существуют **три участка сужения**. Если почечный камень попытается пройти из почки в мочевой пузырь, прохождение его в этих местах будет затруднено (рис. 17-13).

Первый участок — лоханочно-мочеточниковое соединение, место, где воронка почечной лоханки переходит в мочеточник, и на снимке (рис. 17-12) этот участок виден лучше других.

Второй участок находится около **границы входа в таз**, там, где подвздошные кровеносные сосуды пересекают мочеточник (см. рис. 17-13).

Третий участок находится в месте соединения мочеточника с мочевым пузырем и называется **пузырно-мочеточниковым соединением**. Большинство почечных камней, двигаясь вниз по мочеточнику, задерживаются в этом месте, и, если камень, пройдя это соединение, попадает в мочевой пузырь, для него, как правило, не доставляет труда пройти из мочевого пузыря через уретру наружу.

Мочевой пузырь

Мочевой пузырь представляет собой мышечный орган, служащий резервуаром для мочи. Когда пузырь пуст, он плоский и принимает более овальную форму, как на рис. 17-13 и рис. 17-14, если частично или полностью наполнен.

Треугольный отдел пузыря вдоль внутренней задней поверхности называется **мочепузырным треугольником** мочевого пузыря. Треугольник представляет собой мышечную область между входными отверстиями двух мочеточников сзади и выходным отверстием уретры у основания мочевого пузыря (рис. 17-14). Треугольник крепко прикреплен к дну тазовой полости. Слизистая треугольника гладкая, тогда как на остальной поверхности слизистой мочевого пузыря имеется множество складок. Когда пузырь наполнен, его верхняя часть направлена вверх к брюшной полости.

Железа, окружающая проксимальный отдел уретры, — **предстательная железа**. Она расположена ниже мочевого пузыря и составляет 3,8 см в диаметре и 2,5 см в высоту. Предстательная железа — мужской орган, и на рис. 17-14 изображен мочевой пузырь мужчины, хотя внутренняя структура пузыря у обоих полов одинакова. Предстательная железа вырабатывает жидкость, которая помогает продвижению сперматозоидов во время процесса репродукции.

ФУНКЦИИ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

Моченой пузырь служит резервуаром для мочи и через уретру выводит мочу из организма. В нормальном состоянии в мочевом пузыре всегда есть некоторое количество мочи, но когда ее объем достигает 250 мл, у человека появляется позыв к опорожнению мочевого пузыря. Акт опорожнения (мочеиспускания) при нормальном состоянии контролируется сознанием, и

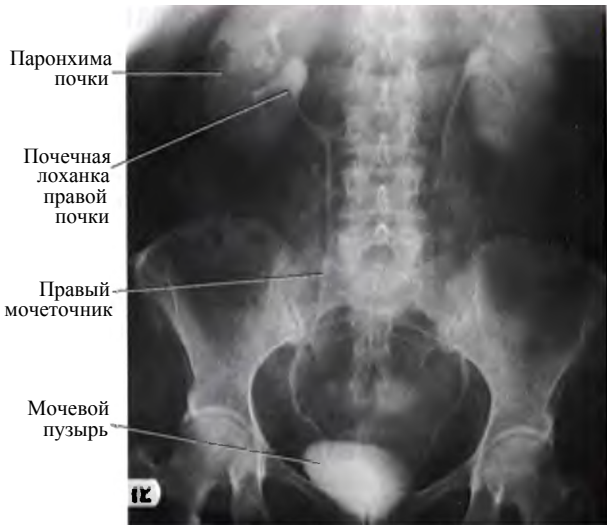


Рис. 17-12. Внутривенная урография на которой видны почки, мочеточники и моченой пузырь

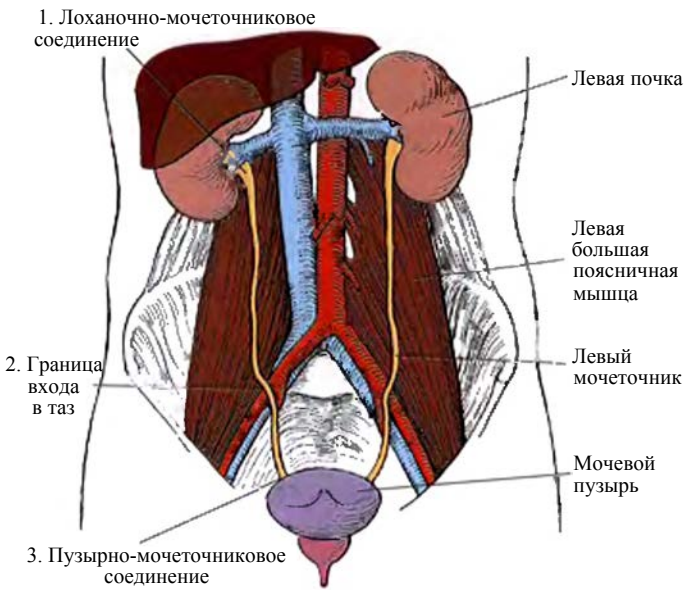


Рис. 17-13. Мочеточники; три возможные точки сужения (места, где могут застрять почечные камни)

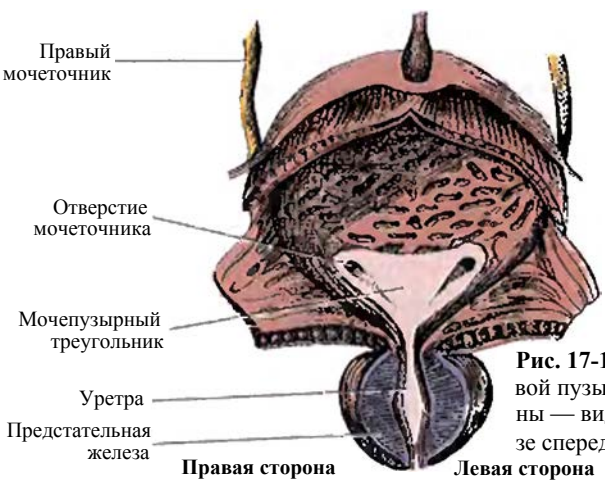


Рис. 17-14. Мочевой пузырь мужчины — вид в разрезе спереди

позыв к опорожнению может пройти, если сразу не опорожнить пузырь. Общая вместимость пузыря — от 350 до 500 мл По мере наполнения пузыря позыв к опорожнению становится все более и более настойчивым. Если давление внутри моченого пузыря станет слишком высоким, может произойти непроизвольное мочеиспускание.

РАЗМЕР И ПОЛОЖЕНИЕ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

Размер, положение и функциональный статус мочевого пузыря зависят от окружающих его органов и от того, насколько он полон. Если в прямой кишке содержатся фекальные массы, мочевой пузырь выдается вверх и вперед. Беременность на позднем сроке, как показано на рис. 17-15, оказывает сильное давление на мочевой пузырь.

Замечание: данная схема приведена с единственной целью: показать рентгеноанатомию и местонахождение мочевого пузыря по отношению к лонному сочленению и плоду. Помните, что рентгенологическое исследование мочевыделительной системы во время беременности **не** проводятся, за исключением тех случаев, когда польза перевешивает риск, что определяется врачом.

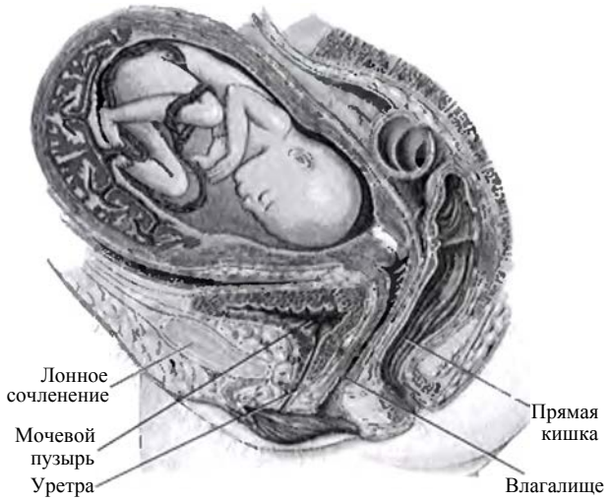


Рис. 17-15. Беременность на последнем сроке и ее воздействие на состояние мочевого пузыря

ЖЕНСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

На рис. 17-16 изображены женские половые органы в срединном сагиттальном разрезе. **Мочевой пузырь** лежит позади и сразу над верхним краем **лонного сочленения**, в зависимости от степени растяжения пузыря. Женская **уретра** представляет собой узкий канал около 4 см длиной, который идет из внутреннего отверстия уретры к ее наружному отверстию. Единственной функцией женской уретры является выведение мочи наружу.

Женские репродуктивные органы. Женские органы воспроизводства включают: парные **яичники** (женские половые железы), **маточные** (фаллопиевы) **трубы** и **влагалище** (рис. 17-16).

Существует тесная взаимосвязь между уретрой и мочевым пузырем, маткой и влагалищем. Уретра входит в переднюю стенку влагалища. Пространственные отношения этих трех наружных отверстий приобретают значимость во время рентгенографических процедур. Анальное отверстие располагается кзади, а отверстие уретры — кпереди, влагалищное отверстие находится посредине между ними.

Забрюшинные и подбрюшинные органы. **Почки** и **мочеточники** — это **забрюшинные органы**, расположенные позади брюшинной полости и у мужчин, и у женщин. **Мочевой пузырь**, **уретра** и **мужские репродуктивные органы — подбрюшинные** (ниже брюшинной полости).

Как описано в главе 3 (стр. 106), у женщин **матка**, **маточные трубы** и **яичники** переходят в брюшинную полость. Мужские репродуктивные органы, однако, все расположены под брюшиной, которая полностью отделяет их от органов, расположенных в брюшинной полости. Таким образом, нижняя часть брюшины представляет собой **закрытый мешок у мужчин, но не у женщин**.

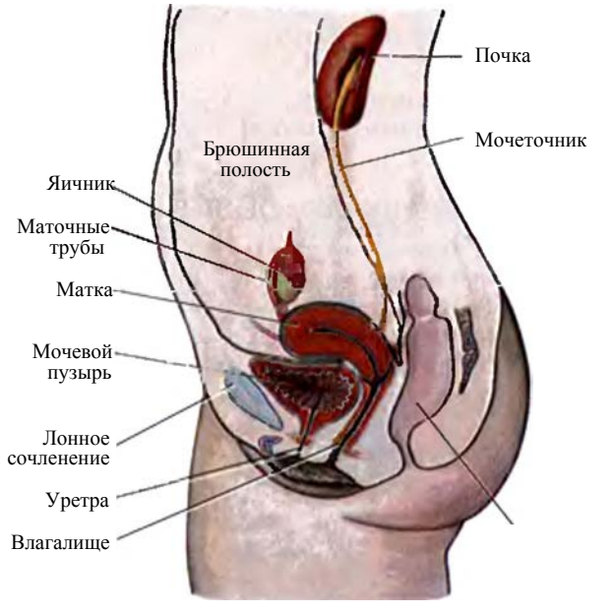


Рис. 17-16. Женские половые органы

МУЖСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

На рис. 17-17 в среднем сагиттальном разрезе показаны мужские половые органы. Когда **мочевой пузырь** пуст, большая его часть лежит непосредственно под верхним краем **лонного сочленения**. Когда пузырь заполнен, как со время цистографии или при рентгенографии мочевого пузыря, он все больше и больше поднимается над уровнем лонного сочленения.

Мужские репродуктивные органы. Мужские репродуктивные органы включают **яички** (мужские половые железы), **семенные пузырьки** и **семенные протоки, семявыбрасывающие протоки** и **семявыносящий проток, половой член** и **мошонку** (содержит яички). На рис. 17-17 изображено относительное месторасположение этих органов.

Мужская уретра идет от внутреннего отверстия уретры к ее наружному отверстию, расположенному на конце полового члена. Уретра проходит через **предстательную железу** и по всей длине полового члена. В среднем мужская уретра имеет 17,5-20,0 см в длину и выполняет две функции: помогает выведению из организма мочи, хранящейся в мочевом пузыре, и служит в качестве транспортного канала для спермы.

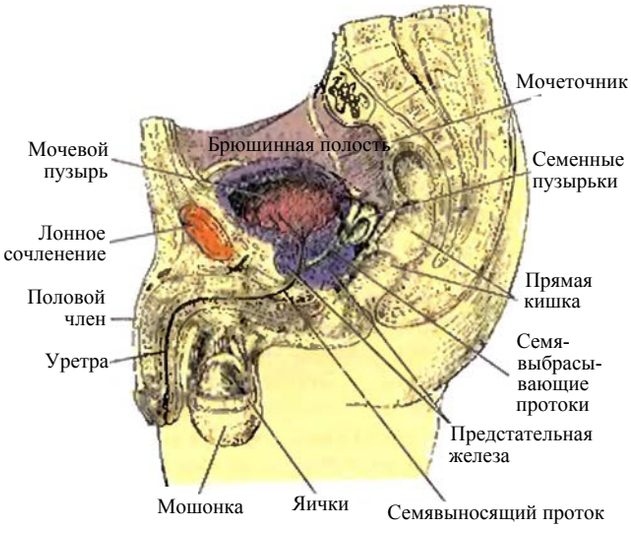


Рис. 17-17. Мужские половые органы

Анатомический обзор (рентгенограммы)

РЕТРОГРАДНАЯ ПИЕЛОГРАММА

Определите следующие анатомические структуры, отмеченные на ретроградной пиелограмме (рис. 17-18), в которые контрастное вещество введено через катетер (ретроградный), вставленный через уретру, мочевой пузырь и мочеточник до уровня почечной лоханки.

А. Малая почечная чашка.
Б. Большая почечная чашка.
В. Почечная лоханка.
Г. Лоханочно-мочеточниковое соединение.
Д. Проксимальная часть мочеточника.
Е. Дистальная часть мочеточника.
Ж. Мочевой пузырь

МИКЦИОННАЯ (ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ) ЦИСТОУРЕТРОГРАММА

На снимке (рис. 17-19) мочевого пузыря и уретры, сделанном молодому человеку в момент опорожнения введенного ему контрастного вещества, отмечены следующие анатомические структуры.

А. Дистальная часть мочеточника.
Б. Мочевой пузырь.
В. Мочепузырный треугольник.
Г. Область предстательной железы.
Д. Уретра.

ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ (КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАММА)

На изображении осевой КТ (рис. 17-20) представлены анатомические структуры брюшной полости в поперечном сечении. Определение следующих органов и структур брюшной полости позволит повторить анатомические структуры брюшной полости и запомнить их относительное положение.

А. Печень (нижний отдел правой доли).
Б. Ободочная кишка (восходящая).
В. Тонкая кишка.
Г. Ободочная кишка (нисходящая).
Д. Левая почка (нижняя доля).
Е. Левый мочеточник.
Ж. Аорта.
З. Большая поясничная мышца.
И. Правый мочеточник.
К. Правая почка.



Рис. 17-18. Ретроградная пиелограмма (катетер в правом мочеточнике)

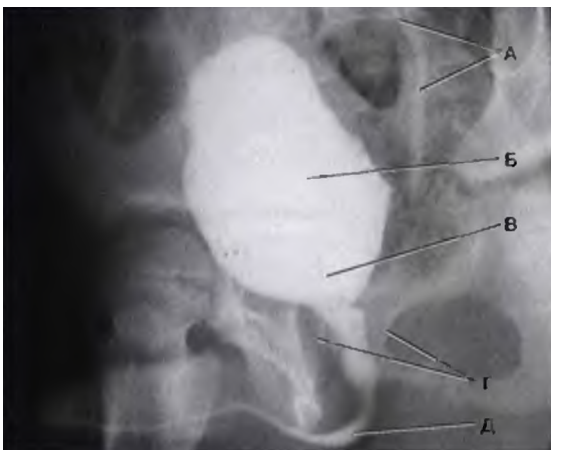


Рис. 17-19. Микционная цистоуретрограмма — правая задняя косая проекция (мужчина)



Рис. 17-20. Поперечная компьютерная томограмма

Урография

На обзорном снимке живота мочевыделительная система почти не видна, можно лишь увидеть общие контуры почек из-за жировой капсулы, которой они окружены. Но в общем мочевыделительная система слипается с мягкими тканями других структур брюшной полости. Поэтому для рентгенографии наполненных жидкостью полостей мочевыделительной системы требуется введение контрастного вещества.

Рентгенологическое исследование мочевыделительной системы обычно называют **урографией**. Приставка уро- обозначает отношение к моче или мочевыделительному тракту. Контрастные вещества, используемые для визуализации мочевыделительного тракта, вводятся в организм двумя способами. **В первом** случае контрастное вещество вводится в кровь путем **внутривенной инъекции** (рис. 17-21), отсюда термин — внутривенная урография (ВВУ).

Второй, более специализированный метод требует катетеризации, чтобы доставить контрастное вещество прямо в структуру, снимок который нужно сделать (см. рис. 17-65 и рис. 17-66 в следующем разделе). Рентгенологические исследования мочевыделительной системы с использованием этих двух способов введения контрастного вещества будут обсуждаться далее в этой главе.



Рис. 17-21. Внутривенная урография (ВВУ); инъекция контрастного вещества

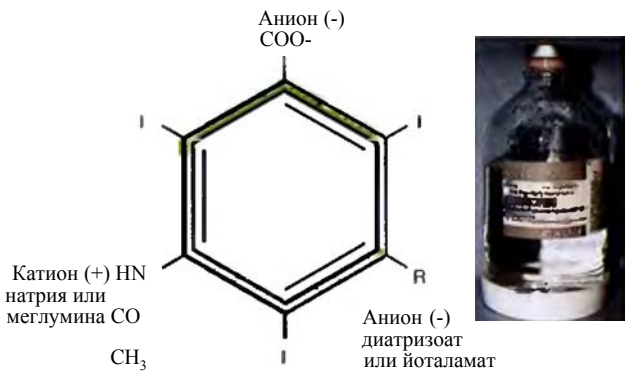
Контрастные средства

В урологии используются два основных вида контрастных йодосодержащих средств — **ионные** и **неионные**. Химические структуры этих двух видов несколько различны и в организме ведут себя по-разному.

ИОННЫЕ РЕНТГЕНОКОНТРАСТНЫЕ СРЕДСТВА

Долгие годы пациентам вводили разновидности органических, йодированных контрастных средств, называемых ионными. Эти контрастные средства содержат йод как рентгенопоглощающее вещество и другие химические вещества, образующие сложную молекулу. Основой молекулы является бензольное кольцо (рис. 17-22), к которому крепятся **три атома йода** (I), карбоксильная группа (COO-) и другие химические компоненты (боковые цепочки). Ионные, йодированные контрастные вещества содержат в качестве положительно заряженного элемента боковой цепочки (катиона) соли натрия или метилглюкамина или сочетание их обоих. Эти соли повышают растворимость контрастного вещества.

Диатризоат и йоталамат — распространенные **анионы**, помогающие стабилизировать молекулу контрастного вещества. Рентгеноконтрастное средство, молекула которого содержит **три атома йода**, называют иногда трийодированным контрастным веществом, или тримером.



Бензольное кольцо с тремя атомами йода

Рис. 17-22. Ионные трийодированные контрастные вещества

Более высокая осмолярность и непредсказуемая реакция пациента. После введения в кровь молекула рентгеноконтрастного вещества распадается на ионы. При этом происходит увеличение **осмолярности** плазмы крови (гипертонический эффект. Это может вызвать спазм вены, боль в месте инъекции и увеличение вязкости крови. Важно понимать также, что результатом введения контрастного вещества может быть непредсказуемая реакция пациента[1]. Любое вмешательство в тонкий баланс физиологических функции организма — гомеостаз, каким, например, является увеличение количества ионов в плазме крови может вызвать негативное последствие. Эта концепция является основой химиотоксической теории.

НЕИОННЫЕ РЕНТГЕНОКОНТРАСТНЫЕ СРЕДСТВА

В 1984 году в США было представлено новое поколение контрастных средств, также содержащих йод, необходимый для поглощения рентгеновских лучей, но не содержащих **катионов** солей. Карбоксильная группа замещается амидной или глюкозной группой[2]. Растворение в воде подобного соединения не



Рис. 17-23. Два образца контрастных водорастворимых неионных средств

увеличивает осмолярность крови, так как происходит не за счет диссоциации молекулы на ионы, а за счет полярных гидроксильных групп. При этом каждая молекула такого **неионного** вещества также содержит три атома йода.

Низкая осмолярность и меньшая вероятность непредсказуемой реакции пациента. Осмолярность таких контрастных средств очень низкая. Таким образом, неионные контрастные средства близки к изотоническим и лучше переносятся организмом. Исследования показывают, что при использовании неионных контрастных средств, вероятность возникновения у пациентов реакции и побочных эферектов невелика. Однако стоимость этих препаратов намного больше стоимости ионных. Поэтому сегодня применяются оба этих вида рентгеноконтрастных средств.

[1] Вплоть до летального исхода в редких случаях. — *Ред.*

[2] Устранение карбоксильной группы уменьшает нейротоксичность. — *Ред.*

ПОБОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ

Побочные эффекты возникают у многих пациентов как ожидаемое последствие введения йодированною контрастного вещества. Они имеют обычно краткосрочный характер.

Временный жар и металлический привкус во рту — два распространенных побочных эффекта, возникающих после внутривенной инъекции йодированного контрастного вещества. Оба побочных эффекта — чувство жара, особенно на лице, и металлический привкус во рту — обычно быстро проходят. Обсуждение этих возможных эффектов и объяснение предстоящей процедуры помогают снизить волнение пациента и подготовить его психологически.

Анамнез пациента. Внимательное изучение анамнеза пациента может послужить сигналом для врача о возможной реакции, Пациенты, имеющие в анамнезе аллергию, в большей степени подвержены неблагоприятной реакции на контрастное вещество, чем те, у кого аллергии нет. Перед назначением процедуры необходимо задать пациенту следующие вопросы.

1. Есть ли у вас аллергия на что-либо?
2. Была ли у вас когда-либо сенная лихорадка, астма или крапивница?
3. Есть ли у вас аллергия на какие-либо лекарства и медицинские препараты?
4. Есть ли у вас **аллергия на йод**?
5. Есть ли у вас аллергия на пищевые продукты?
6. Принимаете ли вы в настоящее время **Глюкофаг (Glucophage)**?
7. Делали ли вы когда-нибудь рентгенологические исследования с введением контрастного вещества?

Ответы на эти вопросы помогут рентгенологу предвидеть реакцию на введение контрастного средства.

БИОХИМИЯ КРОВИ И ГЛЮКОФАГ[1]

Рентгенолог должен просмотреть карту больного, чтобы выяснить **уровни креатинина и мочевины в крови**. Перед урографией эти лабораторные анализы должны быть сделаны и отмечены в карте больного. Уровни содержания креатинина и мочевины являются диагностическими индикаторами функции почек. Повышенное их содержание может означать острую или хроническую почечную недостаточность, опухоль или другую патологию мочевыделительной системы. У пациентов с повышенным уровнем мочевины крови высока вероятность возникновения неблагоприятной реакции на контрастное вещество. **Уровень креатинина в норме** для взрослого составляет **0,6-1,5 мл/дл. Уровень мочевины** должен быть в пределах **от 8 до 25 мл/100 мл**.

ГЛЮКОФАГ (CLUCOPHAGE)

Глюкофаг (метформин) — лекарственный препарат, назначаемый для лечения неинсулин-зависимого сахарного диабета. Пациентам, принимающим глюкофаг, **нельзя** давать йодированные контрастные средства. Сочетание йодированного контрастного вещества и глюкофага может увеличить риск возникновения острой почечной недостаточности. Американская коллегия рентгенологов рекомендует перед процедурой с использованием контрастного средства воздержаться от принятия глюкофага в течение по меньшей мере двух суток. Прием глюкофага можно возобновить спустя 2 суток после процедуры, убедившись, что функция почек в норме.

Рентгенолаборант должен просмотреть карту пациента и спросить у пациента, не принимает ли тот глюкофаг. Если пациент ответит утвердительно, то, перед тем как делать инъекцию, поставьте в известность рентгенолога.



Рис. 17-24. Ознакомление с анамнезом пациента



Рис. 17-25. Выбор и подготовка контрастного средства; проверка этикетки

ВЫБОР И ПОДГОТОВКА КОНТРАСТНОГО СРЕДСТВА

Перед тем как сделать инъекцию, необходимо выбрать и приготовить контрастное средство. Поскольку этикетки разных контрастных веществ схожи, всегда нужно внимательно прочесть этикетку. Кроме того, пустая коробка из-под лекарства должна быть предъявлена рентгенологу или тому, кто будет делать инъекцию.

Всякий раз, набирая контрастное вещество в шприц, не забывайте о поддержании стерильность шприца и иглы.

---

[1] ACR Bulletin, American College of Radiology, August 1995.

Реакция на контрастные вещества

ПОДГОТОВКА К ВОЗМОЖНОЙ РЕАКЦИИ

Поскольку реакция на контрастное вещество возможна и не предсказуема, всякий раз, когда делаете внутривенную инъекцию, имейте наготове **тележку с полным набором для оказания неотложной помощи**. Кроме лекарств для реанимации на тележке должны находиться; прибор для кардиопульмональной реанимации, переносной кислородный аппарат (концентратор), аппарат для отсасывания жидкости, тонометр и, возможно, дефибриллятор и монитор физиологических функций.

За тележку с реанимационным набором, ее комплектацию и доступность отвечает рентгенолаборант. Кислородные маски и канюли, наконечники для отсасывания, иглы и шприцы должны находиться в кабинете в доступном месте. Перед процедурой набор оборудования и составляющих реанимационного набора могут меняться.

Распространенный реанимационный препарат эпинефрин (адреналин), также должен быть готов к использованию вместе со шприцем и иглой.

ТИПЫ РЕАКЦИИ

Если вообще реакция возникает, то она наступает быстро, но иногда реакция может быть и отсроченной. Реакции на контрастные вещества можно классифицировать как **слабые**, **средние** или **тяжелые**. Слабые реакции обычно проходят самостоятельно и не требуют вмешательства. Средняя реакция требует медикаментозного вмешательства. Любая реакция, представляющая угрозу для жизни, требующая решительного, активного лечения, классифицируется как сильная или тяжелая. Однако любая реакция, независимо от того, насколько бы мала она не казалась, заслуживает внимательного наблюдения. Средние реакции иногда являются сигналом к тому, что может последовать более сильная реакция.

После внутривенной инъекции **никогда не оставляйте пациента одного**. После того как будут сделаны снимки, понаблюдайте за пациентом и спросите, не чувствует ли он каких-либо изменений. В течение часа после инъекции рентгенолог или терапевт должны быть готовы оказать немедленную помощь. **В случае средней или сильной реакции нужно немедленно вызвать врача**.



Рис. 17-26. Тележка с реанимационным набором



Рис. 17-27. Лекарство для реанимации (адреналин)

СЛАБЫЕ РЕАКЦИИ

Большинство реакций на контрастные вещества слабо выражены и обычно не требуют лечения, кроме поддержки и словесного утешения. Слабые реакции, такие как **тошнота** и **рвота**, довольно часты. Однако не следует заранее предупреждать пациента об их возможном появлении. Иногда силы внушения достаточно, для того чтобы вызвать этот тип реакции. В случае рвоты имейте под рукой судно/тазик для рвоты и холодное полотенце на лоб, если пациент почувствует тошноту. Пациент не должен во время рвоты находиться в положении лежа на спине. Он или должен сесть, или повернуться на бок, как показано на рис. 17-28.

К другим слабым реакциям относятся **сыпь**, или **крапивница**, **зуд** и **чихание**. Эти реакции вызывают некоторое беспокойство, поскольку могут свидетельствовать о возможности более сильной реакции.

Слабо выраженные реакции могут появиться в месте инъекции, особенно в том случае, если немного контрастного вещества из вены попадет в окружающие ткани. Такая **экстравазация** может приводить к возникновению боли, жжения или онемения. Скорейшему всасыванию контрастного вещества поможет теплое полотенце, положенное на место укола.

Другой тип слабо выраженной реакции — **ответ на страх**, называемый **вазовагальным ответом**. Иногда вид иглы или ощущение иглы может спровоцировать вазовагальную реакцию; ее симптомы — слабость или головокружение, потливость и ощущение наступающего обморока. Избежать этой реакции помогут объяснение пациенту предстоящей процедуры и уверенное поведение того, кто делает инъекцию. Во время вазовагальной реакции необходимо измерить у пациента кровяное давление, так как выраженное падение давления будет означать появление более сильной реакции.

СРЕДНИЕ РЕАКЦИИ

Средние реакции включают: **выраженную крапивницу** (сыпь), **тахикардию** (учащенное сердцебиение) и **сильную рвоту**. При наличии любого из этих признаков необходимо прибегнуть к медицинской помощи, так как подобные реакции обычно требуют лечения уже в рентгеновском отделение. Эти симптомы, как правило, быстро исчезают при соответствующем лечении.

Кто-то из персонала всегда должен находиться с пациентом, наблюдая за ним; а появившиеся реакции и все назначения во время лечения, касающиеся лекарств, должны регистрироваться документально.

СИЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

К сильным относятся реакции, **представляющие угрозу для жизни** и требующие **немедленного, интенсивного лечения**. К ним относятся: **низкое кровяное давление, нарушение сердечной деятельности и дыхания, потеря сознания, судороги, отек гортани, цианоз, затрудненность дыхания** и **сильный шок**. Позднее или несоответствующее лечение любого из этих проявлений может привести к смерти пациента. Если есть подозрение на сильную реакцию, нужно немедленно вызвать врача.



Рис. 17-28. Слабая реакция — тошнота

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ СЛАБЫХ РЕАКЦИЙ

ПРИМЕРЫ РЕАКЦИИ	ОБЯЗАННОСТИ РЕНТГЕНОЛАБОРАНТА
Тошнота и рвота	Приготовьте тазик для рвоты Успокойте пациента, наблюдайте за ним.
Сыпь (крапивница)	Успокойте пациента, наблюдайте за ним. Попросите медсестру или врача осмотреть пациента.
Зуд	Успокойте пациента, наблюдайте за ним.
Чихание	Успокойте пациента, наблюдайте за ним.
Экстравазация (жжение или онемение в месте инъекции)	Положите теплое полотенце на место инъекции.
Вазовагальный ответ (обморок)	Успокойте пациента, наблюдайте за ним.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДНИХ РЕАКЦИЙ, ТРЕБУЮЩИХ ЛЕЧЕНИЯ

ПРИМЕРЫ РЕАКЦИИ	ОБЯЗАННОСТИ РЕНТГЕНОЛАБОРАНТА
Сильная крапивница (сыпь)	Вызовите медицинскую помощь. Наблюдайте за пациентом, успокойте его.
Тахикардия	Вызовите медицинскую помощь. наблюдайте за пациентом, успокойте его.
Выраженная крапивница	Вызовите медицинскую помощь. Наблюдайте за пациентом, успокойте его.
Сильная рвота	Дайте пациенту тазик для рвоты. Вызовите медицинскую помощь. Наблюдайте за пациентом, успокойте его.

СИЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ, ОПАСНЫЕ ДЛЯ ЖИЗНИ ТРЕБУЮТ НЕМЕДЛЕННОГО ЛЕЧЕНИЯ !

ПРИМЕРЫ РЕАКЦИИ	ОБЯЗАННОСТИ РЕНТГЕНОЛАБОРАНТА[1]
Очень низкое кровяное давление	Вызовите неотложную реанимацию. Следите за давлением.
Нарушение сердечной деятельности и дыхания	Вызовите неотложную реанимацию.
Потеря сознания	Вызовите неотложную реанимацию.
Судороги	Вызовите неотложную реанимацию. Проследите, чтобы пациент не травмировался.
Отек гортани	Вызовите неотложную реанимацию.
Цианоз (синюшность кожи)	Вызовите неотложную реанимацию.
Затрудненное дыхание	Вызовите неотложную реанимацию. Наблюдайте за пациентом.
Сильный шок	Вызовите неотложную реанимацию. Наблюдайте за пациентом.

[1] Оставайтесь с пациентом. Записывайте все появившиеся реакции и те лекарственные средства, которые пациент получал во время лечения.

Внутривенное введение контрастного вещества

ВВЕДЕНИЕ

Раньше введение контрастного средства выполнял лечащий врач или медсестра. Однако в последнее время эта процедура стала частью сферы деятельности персонала отделения лучевой диагностики. Американское общество рентгенолаборантов включает процедуру введения контрастного вещества в свои учебные программы по рентгенологии.

В Канаде рентгенолаборанты и рентгенологи являются сторонниками подобных дополнительных обязанностей. Поскольку введение контрастного средства считается медицинским действием, то рентгенолаборант должен получить сертификат на эту операцию, выдаваемый после прохождения специальных учебных программ. Требуется и ежегодная повторная аттестация. Рентгенологи обучаются процедуре во время курсов по специально разработанной учебной программе.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ КОНТРАСТНЫХ СРЕДСТВ

Перед тем как набрать содержимое из пузырька или бутылочки, **убедитесь в том что это именно то контрастное средство, которое вам необходимо, и проверьте срок годности** препарата. Перед тем как набрать вещество в шприц из пузырька или бутылочки, удалите из шприца весь воздух.

Йодированные контрастные средства могут назначаться как в виде **болюсной (быстрой) внутривенной инъекции**, так и в виде **капельного вливания.**

Быстрая, или болюсная, внутривенная инъекция обеспечивает быстрое введение контрастного средства в сосудистую систему.

Скорость такой инъекции определяется следующими параметрами.

- Размер иглы или соединительной трубки.
- Количество вводимого контрастного средства.
- Вязкость контрастного средства.
- Стабильность вены.
- Сила, прилагаемая при инъекции.

Капельное, или инфузионное, вливание позволяет вводить большое количество контрастного средства в течение более продолжительного периода времени. Используется наиболее часто в тех случаях, когда уже стоит катетер для многократных вливаний. При таком способе контрастное средство попадает в сосудистую систему из капельницы самотеком (рис. 17-31). Скорость вливания может регулироваться по необходимости с помощью зажима, расположенного на капельнице.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Перед началом процедуры должны быть приготовлены все необходимые материалы, включая тележку с оборудованием для оказания неотложной помощи. Приготовьте тазик для рвоты, а также адреналин для неотложной инъекции в случае возникновения у пациента патологической реакции.

Для введения контрастного вещества необходимы следующие материалы и оборудование.

- Жгут.
- 70% изопропиловый спирт, 1-2% йод или салфетки с бетадином (Betadine).
- Катетеры различных размеров: игла-бабочка и катетер, надеваемый поверх иглы.
- Одноразовые шприцы.
- Капельница для внутривенного вливания.
- Стойка для капельницы.
- Ватные шарики или марлевые, размером 5 х 5 см.
- Гипоаллергенная клейкая лента.
- Перчатки (рекомендуются без латекса).
- Контрастное средство.

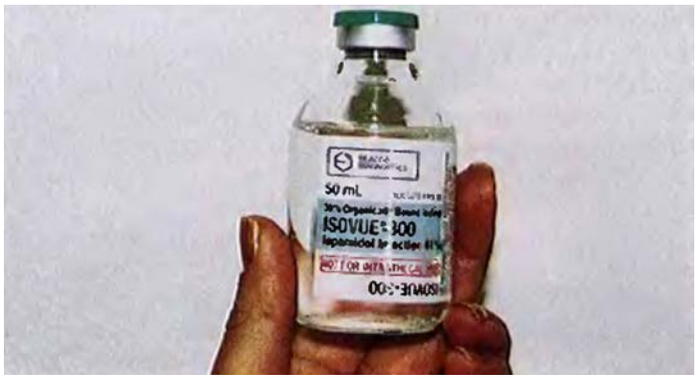


Рис. 17-29. Убедитесь в содержимом пузырька и сроке годности средства



Рис. 17-30. Введение в шприц вещества для быстрой внутривенной инъекции



Рис. 17-31. Перевернутый мешок капельницы с раствором или бутылочка для капельного вливания



Рис. 17-32. Материалы, необходимые для инъекции

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Многие люди боятся иглы и испытывают дискомфорт во время введения препаратов. После **представления и знакомства с пациентом** (как и при других рентгенографических процедурах) оцените психический и эмоциональный статус пациента. Пациент будет чувствовать себя более удобно, если приляжет, особенно если возможно обморочное состояние.

Если пациент — ребенок, то рентгенолаборант должен определить степень взаимодействия с ним. Если рентгенолаборант видит, что ребенок может сопротивляться или начать двигаться во время введения иглы, он должен попросить кого-то из персонала помочь ему успокоить ребенка и фиксировать руку. Однако всегда предпочтительнее попытки наладить контакт с ребенком посредством общения. Не обманывайте ребенка, что инъекция безболезненна, ведите себя дружелюбно и будьте готовы ответить на любые вопросы ребенка.

ПОДПИСАНИЕ СОГЛАСИЯ НА ИССЛЕДОВАНИЕ

Введение контрастного вещества является инвазивной процедурой и предполагает риск возникновения осложнений. Рентгенолаборант должен быть убежден в том, что пациент полностью осознает потенциальный риск, подписывая **соглашение на исследование**. Если пациент — ребенок, то необходимо объяснить процедуру как самому ребенку, так и сопровождающему его взрослому, последний подписывает соглашение на исследование.

ВЫБОР ВЕНЫ

Большинство внутривенных инъекций делают в вены, проходящие в локтевой ямке. Вены, расположенные в этой области, как правило, большие, легкодоступные и достаточно надежные, чтобы вынести быстрое введение контрастного вещества без экстравазации (проникновения вводимого контрастного вещества из кровеносного сосуда и окружающую ткань).

Контрастное вещество обычно вводят в следующие вены: **срединную локтевую, срединную латеральную, подкожную и срединную медиальную подкожную**. Рентгенолаборант должен быть готов к тому, что могут возникнуть проблемы с любым видом инъекции. Вследствие гибкости локтя игла может смещаться, если ее на время проведения процедуры оставить в вене. В других случаях вены, расположенные в локтевой ямке, могут быть непригодны для инъекции, так как их уже использовали для выполнения других лабораторных анализов и инъекций, поэтому необходимо выбрать другие вены, например лучевую вену передней стороны запястья. Вены, расположенные на задней стороне кисти или нижнего предплечья, такие как **срединная локтевая вена, латеральная подкожная вена руки или медиальная подкожная вена руки**, также смогут обеспечить более надежное прохождение контрастного вещества.

Рентгенолаборант должен избегать использования склеротических (затвердевших), извитых (скрученных), слишком подвижных вен и тех, которые уже были использованы ранее. Не следует делать инъекции в области бифуркации (развилки) вен или в вены, которые проходят прямо над артерией. **Нельзя** вводить иглу прямо в шунт или сосудистый катетер, если это не предписано врачом.



Рис. 17-33. Вены, которые можно использовать для венепункции

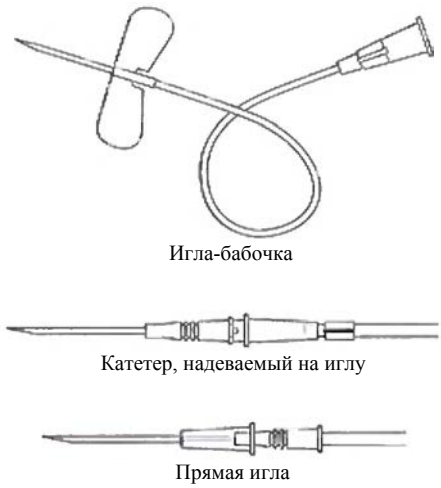


Рис. 17-34. Три типа игл

Инъекцию делают в вену, а не в артерию. При выборе места для инъекции удостоверьтесь, что делаете инъекцию в вену, а не в артерию, что можно установить прощупыванием пульсации сосуда.

ТИП И РАЗМЕР ИГЛЫ

Для быстрой внутривенной инъекции от 50 до 100 мл ($см^3$) раствора контрастного вещества для взрослого чаще всего используют **иглу-бабочку 18-20 размера.** Игла-бабочка позволяет врачу или рентгенолаборанту лучше чувствовать выполнение инъекции благодаря двум крыльям по бокам иглы. Размер иглы определяется размером вены. Для детей чаще используют небольшие иглы 23-25 размеров. Вместе иглы-бабочки рентгенолаборант может выбрать катетер, надеваемый поверх иглы или прямую иглу.

Примечание: рекомендуется использовать иглу-бабочку или катетер поверх иглы, так, чтобы в случае возникновения реакции подключить инъекционную систему к вене.

ПРОЦЕДУРА ВВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА

Этап 1. Вымойте руки и наденьте перчатки. После знакомства с пациентом и его данными, объяснения процедуры и подписания соглашения о проведении процедуры рентгенолаборант выполняет следующее

А. Тщательно моет руки.

Б. Надевает перчатки (по возможности не используйте перчатки из латекса, так как они могут вызвать аллергию).

Этап 2. Выберите место для инъекции и наложите жгут

А. Пациент должен удобно сесть, положив руку на стол. Выберите место для инъекции и наложите жгут на 8-10 см выше этого места. Стяните жгут так, чтобы вены расширились.

Этап 3. Протрите место для инъекции

А. После наложения жгута пропальпируйте вену, выбирая место для инъекции.

Б. Круговыми движениями от центра кнаружи протрите место для инъекции спиртом, йодом или салфеткой с бетадином.

Этап 4. Начало пункции

А. Свободной рукой придержите вену, натянув кожу непосредственно ниже места предполагаемого укола.

Б. Игла, обращенная скосом вверх, достигает вены под углом примерно 25-45°. Вводите иглу до тех пор, пока не почувствуете как бы легкий хлопок. (Не втыкайте иглу слишком сильно — вы можете проткнуть вену насквозь.)

Уменьшите угол, продвигая иглу чуть дальше в вену. **Другое место — латеральная подкожная или медиальная подкожная вена тыльной стороны кисти**. Найдите вену, пальпируя кончиками пальцев, и осторожно введите иглу в вену (рис. 17-42 и рис. 17-43).

Примечание: если произошла экстраназация (инфильтрация) или по каким то другим причинам инъекцию необходимо прекратить, выньте иглу или катетер и слегка придавите место укола марлевым тампоном или ватным шариком. Для всех последующих пункций пользуйтесь только одноразовыми иглами.



Рис. 17-35. Этап 1А — вымойте руки



Рис. 17-36. Этап 1Б — наденьте перчатки



Рис. 17-37. Этап 2А — наложите жгут



Рис. 17-38. Этап 3А — пальпируя вену, определите место пункции



Рис. 17-39. Этап 3Б — протрите место пункции



Рис. 17-40. Этап 4А — другой рукой придержите вену



Рис. 17-41. Этап 4Б — введите иглу под углом 20-25°, направляя ее вверх, и продвиньте чуть дальше



Рис. 17-42. Этап 4А с иглой-бабочкой (тыльная сторона кисти) — придержите вену свободной рукой



Рис. 17-43. Этап 4Б с иглой-бабочкой (тыльная сторона кисти) — введите иглу под углом 20-25°, направляя ее вверх, и продвиньте чуть дальше

Этап 5. Убедитесь, что игла вставлена и закрепите ее

А. Игла-бабочка (рис. 17-44): убедитесь, что по трубке, прикрепленной к игле, идет ретроградный поток крови. Если кровь не видна, слегка скорректируйте положение иглы, пока в трубке не покажется обратный ток крови. Закрепите иглу на месте клейкой лентой.

Б. Катетер, надеваемый поверх иглы (рис. 17-45): когда игла введена в вену, большим и указательным пальцами крепко прижмите катетер. Удалите иглу (или стилет) катетера.

Этап 6. Подготовка к введению контрастного средства

А. Игла-бабочка: когда игла введена, ослабьте жгут, откройте катетер, присоедините шприц, чтобы продолжить инъекцию.

Б. Катетер, надеваемый поверх иглы: прикрепите трубку капельницы. Убедитесь, что по трубке, прикрепленной к игле или наружной канюле, идет ретроградный кровоток. Ослабьте жгут, закрепите катетер пластырем, откройте его и присоедините шприц или систему для внутривенного вливания.

Продолжение инъекции

Убедитесь что назначенное контрастное вещество поступает с установленной скоростью. Осмотрите место инъекции на предмет возможных признаков экстравазации (см. примечание к этапу 4).

Тот, кто выполняет инъекцию, должен сделать соответствующую запись в карте больного о времени начала инъекции, виде и количестве вводимого контрастного вещества, месте инъекции, расписаться и поставить свое полное имя (инициалов недостаточно).

Этап 7. Удаление иглы или катетера

В целях безопасности пациента оставьте иглу или катетер на месте в течение всей процедуры или пока врач не скажет, что нужно убрать иглу.

Чтобы вынуть иглу или катетер, сначала наденьте перчатки, а затем осторожно удалите ленту. Слегка нажмите на место инъекции ватным шариком или марлевым тампоном размером 5 х 5 см и быстро, но осторожно выньте иглу из вены. Сразу после этого нажмите на место пункции и подержите некоторое время, пока не остановится кровотечение. Закрепите марлевый или ватный шарик на месте пункции.

Краткий перечень мер предосторожности

1. Все этапы процедуры выполняйте в перчатках.
2. Выполняйте стандартные меры предосторожности, установленные OSHA (Occupational Safety and Health Administration), и соответствующим образом уничтожьте все материалы, содержащие кровь.
3. Не пытайтесь снять иглу со шприца. Положите иглу и шприц в контейнер для острых предметов. Контейнер не должен быть переполнен. Замените контейнер, когда он наполнится наполовину.
4. Если попытка сделать пункцию с первого раза оказалась неудачной, во второй раз используйте иглу-бабочку или катетер, надеваемый поверх иглы. (Во время введения игла или катетер могли быть повреждены.) Кроме того, выберите другое место для пункции.
5. Если произошла экстравазация, положите теплый компресс на место инъекции.
6. Занесите в карту пациента всю информацию, касающуюся процедуры, включая все осложнения, месте инъекции, количество и вид введенного контрастного вещества.



Рис. 17-44. Этап 5А — игла бабочка. Убедитесь, что есть обратный ток крови и закрепите иглу на месте



Рис. 17-45. Этап 5Б — катетер, надеваемый поверх иглы. Выньте иглу (или стилет)



Рис. 17-46. Этап 5В (продолжение) — закрепите катетер на месте



Рис. 17-47. Этап 6А — закрепите иглу-бабочку на месте. Ослабьте жгут для продолжения инъекции

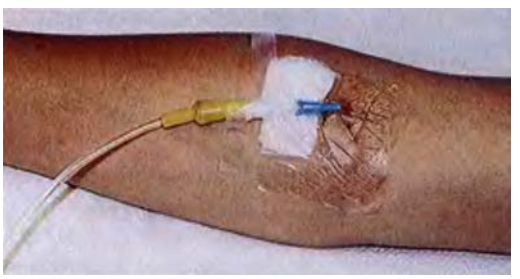


Рис. 17-48. Этап 6Б — ослабьте жгут. Закрепите иглу или катетер на месте для продолжения инъекции



Рис. 17-49. Этап 7 — удаление иглы или катетера



Рис. 17-50. Этап 7 (продолжение) — немедленно надавите на место инъекции

Экскреторная внутривенная урография (ВВУ)

Экскреторная, или внутривенная, урография (ВВУ) является самым распространенным рентгенографическим исследованием мочевыделительной системы. Раньше эту процедуру чаще называли внутривенной пиелограммой. Однако «пиело» означает принадлежность только к почечным лоханкам. А поскольку экскреторная пиелограмма обычно показывает не только почечные лоханки, то **не следует пользоваться этим термином**. Внутривенная урография, или **ВВУ**, как она обычно обозначается в нашем тексте, визуализирует после введения контрастного вещества **малые** и **большие чашки**, **почечные лоханки**, **мочеточники** и **мочевой пузырь**.

ВВУ — **действительно функциональный тест**, так как молекулы контрастного вещества быстро выводятся из крови и полностью выделяются нормально функционирующей почкой.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экскреторная урография преследует двойную цель.

1. Показать собирающий отдел мочевыделительной системы.
2. Оценить функциональную способность почек.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Несмотря на то что современные контрастные средства считаются относительно безопасными, рентгенолаборант должен быть особо внимателен, знакомясь с анамнезом пациента. Из анамнеза больного рентгенолаборант может узнать о тех состояниях, которые могут служить противопоказанием к проведению ВВУ. Основные противопоказания следующие.

1. Повышенная чувствительность к йодированным контрастным веществам.
2. Анурия, или отсутствие мочевыделения.
3. Множественная миелома.
4. Диабет, особенно сахарный диабет.
5. Тяжелые заболевания печени или почек.
6. Врожденный порок сердца.
7. Феохромоцитома.
8. Серповидно-клеточная анемия
9. Прием Глюкофага.
10. Острая или хроническая почечная недостаточность (см. словарь терминов, приведенный ниже).

Данный список включает такие заболевания, как (3) **множественная миелома** и (7) **феохромоцитома**. Множественная миелома — злокачественная опухоль клеток плазмы костного мозга, а феохромоцитома — почечная опухоль. Исследования показывают, что пациенты с подобными заболеваниями подвергаются огромному риску во время ВВУ. Поскольку (8) **серповидно-клеточная анемия** нарушает функцию почек, то такие пациенты тоже входят в группу риска.

Пациенту, имеющему одно из вышеуказанных противопоказаний, может потребоваться какой-то другой способ исследования.

Гидратационная терапия внутривенным вливанием физиологического раствора и мочегонным, проведенная перед процедурой, может снизить риск для пациентов с множественной миеломой, сахарным диабетом и другими заболеваниями.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СИМПТОМОВ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Ниже приведены принятые патологические термины, часто встречающиеся в картах пациентов и направлениях на исследование.

Анурия: полное отсутствие мочеобразования (почки не выделяют мочу); ее также называют **анурезом**.

Бактериурия: наличие бактерий в моче.

Фекалурия: наличие фекалий в моче.

Глюкозурия: наличие глюкозы (сахара) в моче.

Гематурия: кровь в моче.

Мочеиспускание: опорожнение или выделение мочи.

Нефроптоз: опущение почки.

Олигурия: выделение уменьшенного количества мочи по отношению к потребленной жидкости, обычно считается менее 400 мл в сутки; другие названия **гипоурез** и **олитоурез**.

Полиурия: излишнее выделение мочи; обычный симптом при диабете.

Пневмоурия: наличие газа в моче, обычно как результат свища между мочевым пузырем и кишечником.

Протеинурия: наличие в моче избыточного количества белков сыворотки; другое название **альбуминурия**.

Почечная агенезия: отсутствие функционирующей почки.

Почечная недостаточность (острая или хроническая): неспособность почки выделять метаболиты при нормальном уровне плазмы или неспособность удерживать электролиты в условиях нормального потребления жидкости.

Острая почечная недостаточность: выраженная уремия обычно с олигурией или анурией, с гиперкалиемией и легочным отеком; ВВУ показывает, что почки достигло небольшое количество контрастного вещества или не достигло совсем; при использовании йодированных контрастных веществ возможно дальнейшее осложнение состояния пациента; более безопасным альтернативным способом исследования на предмет наличия признаков почечной недостаточности является ультразвук.

Хроническая почечная недостаточность: является результатом целого ряда состояний, может потребоваться гемодиализ или трансплантации почки.

Задержка: неспособность к мочеиспусканию, которая может быть вызвана непроходимостью уретры или отсутствием позыва к мочеиспусканию.

Уремия: избыток в крови мочевины, креатинина и других азотистых конечных продуктов белка и метаболизма аминокислот; часто присутствует при хронической почечной недостаточности.

Недержание мочи: постоянное или частое непроизвольное опорожнение; обычно вызвано нарушением произвольного контроля пузырного и уретрального сфинктеров.

Мочевой рефлюкс: обратный ток мочи из мочевого пузыря в мочеточник и почку другое название **везикоуретеральный рефлюкс**; распространенная причина **пиелонефрита**, при котором обратный ток мочи может приносить бактерии, вызывающие инфекцию в почке.

Инфекция мочевыделительного тракта: инфекции, часто возникающие как у взрослых, так и у детей, вызваны бактериями, вирусами, грибками или некоторыми паразитами часто вызваны везикоуретеральным рефлюксом.

Клинические показания

Наиболее частые клинические показания для рентгенологического исследования мочевыделительного тракта.

Доброкачественная гиперплазия предстательной железы — связанное с возрастом увеличение предстательной железы, как правило, начинающееся на пятом десятке лет жизни. Хотя это и доброкачественное новообразование, оно может вызвать компрессию уретры или ее закупорку. Последняя часто является причиной болезненных и частых мочеиспусканий и может привести к везикоуретериальному рефлюксу.

Вертикальная проекция, выполненная после опорожнения во время ВВУ или цистографии, показывает дефект у основания мочевого пузыря — доброкачественную гиперплазию предстательной железы. Дно мочевого пузыря приподнято, имеет зазубрины.

Камни в мочевом пузыре встречаются не так часто, как камни в почках, но могут вырастать достаточно большими (рис. 17-51) и могут быть рентгенопрозрачными или рентгенопоглощающими. Рентгенопрозрачные камни — это чаще всего камни мочевой кислоты. Наличие камней в мочевом пузыре может затруднять мочевыделение.

Рак мочевою пузыря — опухоль, встречающаяся в три раза чаще у мужчин, чем у женщин. Опухоль часто диагностируется после 50 лет. Симптомы рака мочевого пузыря: гематурия и частое мочеиспускание. Зачастую опухоль представляет собой твердую или сосочковую массу и инфильтрирует слизистую. Цистография, и особенно КТ и МРТ, позволяет определить стадию опухоли и количество пораженной ткани.

Врожденные аномалии — врожденные поражения анатомических структур.

- **Удвоение мочеточника и почечной лоханки** состоит в наличии двух мочеточников и/или почечных лоханок. Это наиболее часто встречающийся вид врожденной аномалии мочевыделительной системы. Как правило, подобная аномалия не представляет угрозы для здоровья пациента. Подтверждает это состояние ВВУ.
- **Эктопическая почка** — врожденное смещение почки: нормально функционирующая почка располагается не на обычном месте, а в тазу. Такая почка имеет более короткий, чем обычно, мочеточник. Хотя подобное состояние не представляет угрозы для здоровья, оно может мешать процессу родов у женщин.
- Подковообразная почка представляет собой слияние обеих почек во время развития плода. Примерно в 95% случаев соединяются нижние полюса почек. Подобное слияние обычно не влияет на функцию почки. Из-за слияния нижних полюсов почки не поднимаются до своего нормального положения в брюшной полости и обычно расположены в нижней части брюшной полости или верхней части тазовой полости.
- **Мальротация** — это аномальный поворот почки, о чем свидетельствует повернутая кпереди или кзади почечная лоханка. Можно увидеть, что уретеро-лоханочное соединение находится латерально от почки. Как правило, мальротация не вызывает у пациента больших проблем.

Цистит — воспаление мочевого пузыря, вызванное бактериальной или грибковой инфекцией. Чаще всего наблюдается у женщин вследствие более короткой уретры, облегчающей обратное прохождение бактерий в мочевой пузырь.

Наличие инфекции подтверждают лабораторные анализы.

Цистография может продемонстрировать признаки цистита в виде отека слизистой.



Рис. 17-51. Большой камень в мочевом пузыре

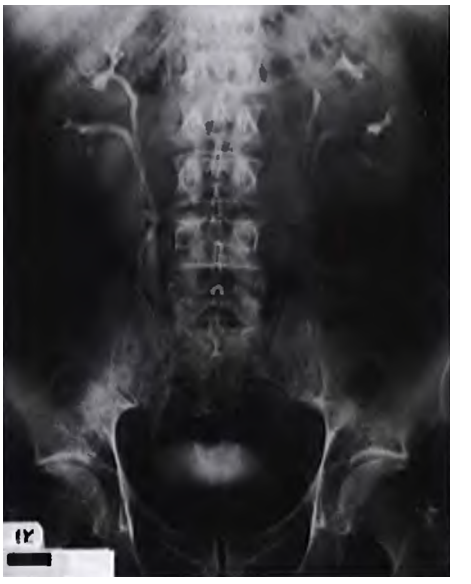


Рис. 17-52. Двухстороннее удвоение почечные лоханки и мочеточники

Гломерулонефрит (известен также как брайтова болезнь) — воспаление клубочково-капиллярных петель почек. (Нефрит обозначает воспаление нефрона.)

Проходит в острой, подострой и хронической формах. При **остром гломерулонефрите** ВВУ показывает **увеличенную** почку с уменьшенной концентрацией контрастного вещества в собирательной системе. В качестве метода исследования можно выбрать ультразвук, который в остром состоянии выявляет увеличенную эхопрозрачную почку.

При **хроническом состоянии** ультразвук демонстрирует **уменьшенную почку**, что вызвано фиброзом и разрушением коркового вещества почки из-за длительного воспалительного процесса. Таким образом, хронические формы заболевания приводят к тому, что **почка уменьшается в размерах, а почечные чашки становятся округлой формы**. Подобное состояние является наиболее частой причиной недоразвития почек в молодом возрасте. Для этого состояния свойственна гипертензия с увеличенным количеством альбумина и уровня креатина в моче.

Можно использовать радионуклидные методы для демонстрации функциональных изменений внутри нефрона вследствие инфекции или ограничения кровотока по капиллярам.

Поликистозная болезнь почек — характеризуется наличием множественных кист, диффузно расположенных в обеих почках. Это заболевание — **самая частая причина увеличения почек**. Болезнь может быть или врожденной, или обусловленной генетическими причинами, в зависимости от типа поликистозной болезни. Подобные кисты могут изменять внешний вид почки, а также сказаться на почечной функции. В некоторых случаях кисты могут быть также и в печени.

Внешне поликистозная почка похожа на гроздь винограда. Существуют три основных типа поликистозной болезни: у младенцев, детей и взрослых. (Описание разновидности болезни, встречающейся у младенцев и детей, дано в Главе 20.)

- **Поликистозная болезнь почек у взрослых.** Этот вид врожденного заболевания; и хотя оно уже присутствует при рождении, симптомы его проявляются только во взрослом состоянии.

  Симптомы: почечная гипертензия, протеинурия и признаки хронической почечной недостаточности. Если происходит разрыв кисты в почечную чашку, может возникнуть гематурия. Непрямые признаки кист может обнаружить нефрография или нефротомография, выполненная во время ВВУ, КТ с высоким разрешением, а также ультразвук прекрасно показывают рентгенопрозрачные кисты в почках.

Почечные камни представляют собой отложение солей кальция, возникающее в просветах мочевыделительного тракта. Почечные камни часто ведут к почечной закупорке. Отложение солей может происходить и в паренхиме почки.

Причины образования камней остаются неясными. Исследования показывают, что камни чаще образуются у пациентов с очень низкой кислотностью мочи (pH 5-6) и повышенным содержанием кальция в моче. Состояния, ведущие к повышению содержания кальция в моче: гиперпаратиреоидизм, костное метастазирование и множественная миелома. Риск образования почечных камней увеличивается при аномальном потреблении кальция.

Хотя почечную закупорку можно обнаружить с помощью ВВУ, золотым стандартом для обнаружения камней становится КТ мочевыделительного тракта.

- **Коралловидный камень** — большой камень, который, вырастая, полностью заполняет почечную лоханку, блокируя отток мочи.



Рис. 17-53. Небольшой камень треугольной формы в дистальном отделе левого мочеточника, блокирующий ток мочи и контрастного вещества (стрелка)



Рис. 17-54. Необычно большой камень в правом мочеточнике (стрелка)



Рис. 17-55. Коралловидным камень в левой почке (стрелка)

Почечноклеточный рак (гипернефрома) — наиболее часто встречающийся вид злокачественной опухоли почки. В три раза чаще встречается у мужчин, чем у женщин. Симптомы: боль в боку и гематурия. Сама опухоль обычно представляет собой большую неровную массу с некрозом и кровоизлияниями во внутренних областях.

ВВУ демонстрирует пониженное выделение контрастного вещества вследствие наличия опухоли, но ультразвук и КТ показывают степень поражения опухолью и ее влияние на окружающие ткани.

Гидронефроз — расширение почечных лоханок и чашек в результате закупорки мочеточников или почечной лоханки. Может наблюдаться в обеих почках беременной женщины, если плод давит на мочеточники. Другие более частые причины заболевания: камни в почечной лоханке или мочеточнике, опухоли, врожденные аномалии (рис. 17-57).

Пиелонефрит представляет собой воспаление почки и почечной лоханки, вызванное пиогенными (гной образующими) бактериями. Воспалительный процесс в первую очередь поражает интерстициальную ткань между канальцами, тогда как гломерулонефрит, о котором говорилось ранее, поражает клубочки и сами канальцы.

При остром пиелонефрите ВВУ ничем не отличается от нормы, а при хроническом пиелонефрите отличительным признаком на урограмме являются неровные, закругленные чашки с атрофированной и истонченной почечной паренхимой.

Почечная гипертензия. Повышенное кровяное давление в почечной артерии вызвано атеросклерозом. Гипертензия при этом вызвана повышенным выделением ренина, что приводит к избыточному сокращению кровеносных сосудов.

Тяжелая форма гипертензии приводит к очаговому некрозу почечной паренхимы и **уменьшению почки, к отсроченному выделению** и избыточном концентрации контрастного вещества. Диабет в сочетании с почечной гипертензией усиливает вред, наносимый почке.

Часто почечная гипертензия требует изменения обычной процедуры ВВУ. Снимки необходимо выполнять через более короткие промежутки времени, (ВВУ-исследование при гипертензии, часто заменяемое альтернативными способами исследования, будет подробно описано в одном из последующих разделов настоящей главы.)

Почечная обструкция (закупорка) может быть вызвана некротическими массами, почечным камнем, тромбом или травмой. Почечная закупорка, независимо от причины возникновения, может привести к повреждению почки. Чем дольше длится закупорка, тем больше вероятность возникновения функциональных нарушений.

- **Острая закупорка.** При ВВУ на нефрограмме отмечается пониженная перфузия контрастного вещества через почку. Задержка контрастирования собирающей системы — другой признак острой закупорки. Могут пройти часы, прежде чем контрастное вещество можно будет увидеть в собирающей системе. При подобной отсрочке может потребоваться выполнение дополнительных снимков через несколько часов после инъекции.
- Хроническая или частичная закупорка. Во время ВВУ собирающая система может контрастировать, но чашки могут быть увеличены с признаками гидронефроза.

Пузырно-прямокишечный (пузырно-ободочный) свищ — патологическое отверстие между мочевым пузырем и прямой кишкой или ободочной кишкой. Подобное состояние может быть вызвано травмой или опухолью, а может быть и врожденным дефектом.



Рис. 17-56. Рак предстательной железы с метастазами в таз и позвоночник

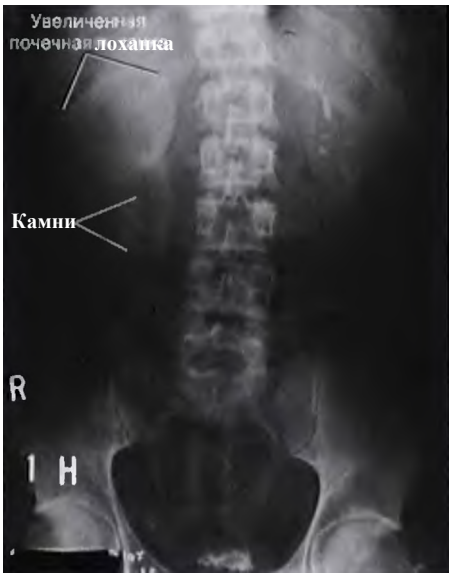


Рис. 17-57. ВВУ через час после введения контрастного вещества свидетельствует о выраженном гидронефрозе, вызванном камнями в правой почке

Причиной примерно 60% свищей является дивертикулез. Другие 20% возникают как осложнение карциномы, колита и травмы. Симптомами свища являются пневматурия и фекалурия.

Хотя для определения наличия свища выполняют бариевую клизму и цистограмму, они визуализируют свищ примерно лишь в половине случаев. Для демонстрации признаков воспаления или воздуха в мочевом пузыре, который свидетельствует о наличии свища, рекомендуется КТ.

МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА - КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ
Доброкачественная гиперплазия предстательной железы	Вертикальная ВВУ после мочевыделения или наклонная цистография	Дно мочевого пузыря приподнято или зазубрено	Нет
Камни в мочевом пузыре	Цистография, УЗИ/КТ (предпочтительнее)	Обызвествления в мочевом пузыре	Нет
Рак мочевого пузыря	Цистография, КТ и МРТ (предпочтительнее)	Изменения слизистой внутри мочевого пузыря	Нет
Врожденные аномалии • Удвоение мочеточника и почечной лоханки • Эктопия почки • Подковообразная почка • Мальротация	ВВУ, УЗИ/КТ	Внешний вид зависит от происхождения аномалии	Нет
Цистит	Цистография	Изменение слизистой мочевого пузыря	Нет
Гломерулонефрит (брайтова болезнь)	ВВУ, УЗИ/радионуклидные исследования	Острая форма — нормальные или увеличенные почки с нормальными чашками; хроническая форма — маленькие почки с двух сторон, чашки округлой формы	Нет
Гидронефроз	ВВУ (нефрограмма), УЗИ, ретроградная урография	Расширенные почечные лоханки, чашки и мочеточник проксимальнее обструкции; на нефрограмме ненормально плотная почка	Нет
Поликистозная болезнь почек (у младенцев, детей или взрослых)	ВВУ (нефрограмма), КТ	Увеличенные почки, удлиненные почечные лоханки, рентгенопрозрачные кисты в корковом веществе	Нет
Пиелонефрит	ВВУ (нефрограмма), УЗИ	Хроническая форма — неровные закругленные чашки, атрофированная и истонченная паренхима	Нет
Почечноклеточный рак	ВВУ, УЗИ /КТ (предпочтительнее)	Неровная паренхима или собирающая система	Нет
Почечные камни	ВВУ, КТ (предпочтительнее), радионуклидные исследования	Признаки закупорки мочевыделительной системы	Нет
Почечная гипертензия	ВВУ, УЗИ (предпочтительнее)	Маленького размера почки с отсроченным выделением и погашенной концентрацией контрастного вещества	Нет
Почечная закупорка	ВВУ, КТ (опухоль, камни)	Признаки закупорки мочевыделительной системы	Нет
Пузырно-прямокишечный (пузырно-оболочный) свищ	Цистография/ирригоскопия, КТ (предпочтительнее)	Признаки воспаления или скопления жидкости	Нет

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Подготовка пациента к ВВУ, аналогична подготовке к ирригоскопии. Для того и другого исследования кишечный тракт должен быть свободным от газа и фекалий. Если пациенту нужно пройти обе процедуры, их можно выполнить в один и тот же день. Сначала делают ВВУ, а затем — ирригоскопию.

Общие замечания, касающиеся подготовки к ВВУ.

1. Легкий ужин накануне процедуры.
2. Слабительное для очистки кишечника.
3. Воздержаться от приема пищи и жидкости после полуночи (минимум 8 часов).
4. Клизма на утро.

Перед тем как начать экскреторную урографию, пациент снимает с себя всю одежду за исключением обуви и носков и надевает больничный халат с короткими рукавами, завязывающийся сзади.

Пациент должен опорожнить мочевой пузырь сразу перед процедурой, делают это по двум причинам.

1. Слишком полный мочевой пузырь может лопнуть, особенно если используют компрессию в начале процедуры.
2. Моча, что уже имеется в мочевом пузыре, разбавляет контрастное вещество, растворяясь в нем.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ

Если пациент — женщина, нужно определить сроки менструального цикла. Облучение на ранних сроках беременности — одна из самых опасных ситуаций в диагностической рентгенографии.

Рентгеновскому обследованию, такому как ВВУ, которое включает таз и матку в первичном луче, подлежат **только** те беременные, кому это крайне необходимо, и если польза превышает риск. Если женщина знает о беременности, снимки органов брюшной полости следует отложить до третьего триместра, если их все-таки необходимо сделать.

В определенных случаях беременной может потребоваться ВВУ. Часто ее проводят для выявления закупорки мочевыделительной системы. В подобных ситуациях необходимо посоветоваться с врачом, чтобы выяснить, можно ли сократить количество снимков, выполняемых во время ВВУ. Сокращение количества проекций — наилучший способ снижения дозы для плода. Использование более высокого значения кВ с низкими мАс параметрами экспозиции также уменьшают экспозицию пациента.

ПОДГОТОВКА РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ

Кроме рентгенографического кабинета, необходимы следующее оборудование и материалы.

1. Верно выбранные вид и количество контрастного вещества, набранного в соответствующий шприц.
2. Пустой контейнер из-под контрастного вещества, чтобы показать врачу или ассистенту, выполняющему инъекцию.
3. Выбор стерильных игл, включая иглу-бабочку № 19 и соединительную трубку.
4. Губки или салфетки, смоченные спиртом.
5. Жгут.
6. Полотенце для поддержки локтя.
7. Рентгенозащиту для мужских гонад.
8. Тазик на случай рвоты.
9. Номера, маркер времени, маркеры «П» и «Л».
10. Тележка с набором для оказания неотложной помощи.
11. Адреналин для инъекций при оказании неотложной помощи.
12. Компрессия на мочеточники (если ее используют в данном отделении).
13. Холодное полотенце на лоб или теплое полотенце на место инъекции, если понадобится.

Все это должно быть собрано и готово до того, как прибудет пациент.

КОМПРЕССИЯ МОЧЕТОЧНИКОВ

Компрессия мочеточников — это метод, используемый для увеличения наполняемости системы почечных лоханок и чашек и проксимальных мочеточников. Более того, компрессия мочеточников позволяет собирающей системе почек дольше удерживать контрастное вещество для осуществлена более полного исследования. Одно из таких компрессионных устройств показано на рис. 17-59. Компрессионное устройство в виде пояса с креплением типа ВЕЛКРО обертывается вокруг двух наполненных воздухом пневматических подушек, которые удерживаются на месте с помощью пластины из оргстекла и куска поролона.



Рис. 17-58. Материалы, необходимые для экскреторной урографии



Наполненные воздухом подушки поверх внешней границы таза

Рис. 17-59. Компрессия мочеточников. Вставка — наполненные воздухом подушки поверх внешней границы таза

На пациента надевают компрессионное устройство перед тем, как ввести контрастное вещество, при этом в подушки не накачан воздух. Две подушки должны быть **размещены поверх внешней границы таза** с обеих сторон для компрессии мочеточников. Их следует расположить медиально по отношению к передней верхней подвздошной ости. Если компрессионные подушки положить неправильно, то контрастное вещество будет выделяться со своей обычной скоростью (см. рис. 17-59 вставка).

Как только контрастное вещество введено в подушки накачивают воздух и оставляют до тех пор, пока не будут готовы изображения с компрессией.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К МОЧЕТОЧНИКОВОЙ КОМПРЕССИИ

При определенных состояниях применение мочеточниковой компрессии противопоказано. К ним относятся следующие.

1. **Возможное наличие камней в мочеточниках** (трудно определить: влияет компрессия или присутствие камня).
2. **Абдоминальная масса** (может представлять тот же внешний вид на снимке, что и мочеточниковая компрессия).
3. **Аневризма брюшной аорты** (компрессия может привести к утечке или разрыву аневризмы).
4. **Недавно перенесенная операция на брюшной полости**.
5. **Сильная боль в брюшной полости**.
6. **Острая травма живота**.

Альтернативное положение по Тренделенбургу. Укладка по Тренделенбургу (при которой конец стола, на котором находится голова пациента, ниже уровня ног примерно на 15°) обеспечивает почти такие же результаты, что и процедура компрессии, но без больного риска для тех пациентов, кому мочеточниковая компрессия противопоказана.

Процедура внутривенной урографии (ВВУ)

Процедура внутривенной урографии в разных отделениях может исполняться по-разному. Настоящий раздел представляет общее описание процедуры ВВУ. При внесении в процедуру отделения изменений предварительно проконсультируйтесь с заведующим отделением.

ОБЗОРНЫЙ СНИМОК И ИНЪЕКЦИЯ

История болезни пациента и другая имеющая отношение к делу информация обсуждается с врачом-рентгенологом еще до инъекции. Обзорный снимок выполняют, чтобы (1) проверить степень подготовки пациента, (2) определиться в параметрах экспозиции, (3) решить, какие проекции использовать, и (4) обнаружить рентгеноконтрастные камни. Обзорные снимки следует до инъекции показать рентгенологу. Если у пациента стоит катетер, перед тем как начать инъекцию, необходимо его перекрыть.

Как только инъекция сделана, нужно отметить **точное время начала инъекции и ее длительность**. Отсчет времени для всей серии ведется от начала инъекции, а не от ее завершения. Обычно, чтобы закончить инъекцию, требуется от 30 секунд до 1 минуты. Во время исследования наблюдайте за пациентом на предмет признаков, указывающих на реакцию на контрастное средство. В карте должно быть отмечено количество и тип контрастного средства, введенное пациенту.

После того как контрастное вещество введено полностью, снимки делают через определенные промежутки времени. На каждом снимке должен быть поставлен маркер, указывающий тот временной промежуток, когда был сделан снимок.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ (ОБРАЗЕЦ ПРОТОКОЛА ВНУТРИВЕННОЙ УРОГРАФИИ)

1. **Нефрограмма**, или **нефротомограмма**, выполняется сразу после завершения инъекции (или спустя 1 минуту после начала инъекции) для того, чтобы снять контрастирование в собирающей системе на ранних стадиях. (Дополнительное описание приводится далее в этом разделе.)
2. Для получения изображения мочевыделительной системы с включением всех ее структур требуется выполнить снимок через **5 минут**. Предпочтительная укладка для этого — супинационная (лежа на спине, задняя проекция).
3. Следующий снимок мочевыделительной системы выполняют через **15 минут** после инъекции, так же лежа на спине, в задней проекции.
4. Для **косых проекций через 20 минут** используйте лево- и право-переднюю косую укладку для отображения почек под разными углами, а также для того, чтобы мочеточники не накладывались на позвоночник.
5. После того как пациент **опорожнит мочевой пузырь**, делается следующий снимок. Можно выбрать укладку лежа на животе (передняя проекция) или вертикальную укладку (задняя проекция). На этом последнем снимке должен быть включен моченой пузырь.



Рис. 17-60. ВВУ — положение по Тренделенбургу



Рис. 17-61. Инъекция контрастирующего вещества

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦА ПРОТОКОЛА ВВУ

1. **Заполнение истории болезни пациента.**
2. **Выполнение обзорного снимка.**
3. **Введение контрастного вещества.**
   (Отметьте время начала инъекции, тип и количество введенного контрастного вещества.)
4. **Выполнение основных этапов процедуры.**
   1 -минутая нефрограмма или нефротомограмма.
   5-минутный снимок в положении лежа на спине, задняя проекция.
   15-минутный снимок в положении лежа на спине, задняя проекция.
   20-минутные снимки в задней косой укладке.
   Снимки после опорожнения (укладка, лежа на животе или вертикальная).

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Существует много разновидностей или альтернатив стандартной ВВУ, и рентгенолог может потребовать выполнить специфические проекции в любое время в течение процедуры. Существует три основные разновидности стандартной процедуры.

1. **Снимок после снятия компрессии мочеточников.** Полноформатный снимок делают после снятия компрессии. Пациенту объясняют предстоящую процедуру, выпуская воздух, как показано на рис. 17-62. Подобный снимок, как и любые другие отсроченные изображения, выполняют в положении лежа на спине.

Для оценки ассиметричной почечной функции компрессию можно наложить сразу после 5-минутной экспозиции (если нет противопоказаний), затем сразу убрать, чтобы сделать 15-минутный снимок.

2. **Вертикальный снимок мочевого пузыря.** Если у пациента в анамнезе был пролапс мочевого пузыря или увеличена предстательная железа, то снимок мочевого пузыря в вертикальном положении до опорожнения может подтвердить наличие этих состояний.

3. **Отсроченные снимки.** Если имеются камни, то очень часто наполнение пораженного мочеточника происходит медленно. Пациент может быть снова доставлен в отделение через 1-2 часа. Персонал отделения должен передать по дежурству, когда делать следующий снимок, прежде чем покинуть отделение.

После выполнения обычной серии ВВУ часто делают снимок после опорожнения в положении или лежа на животе, или в вертикальном положении. При опорожнении мочевого пузыря можно обнаружить даже его небольшие аномалии. Вертикальное положение также демонстрирует любую необычную подвижность почек.

Прежде чем пациент покинет отделение рентгенологии, рентгенолаборант должен быть уверен, что никаких дополнительных исследований и снимков не потребуется.



Рис. 17-62. Снимок после компрессии

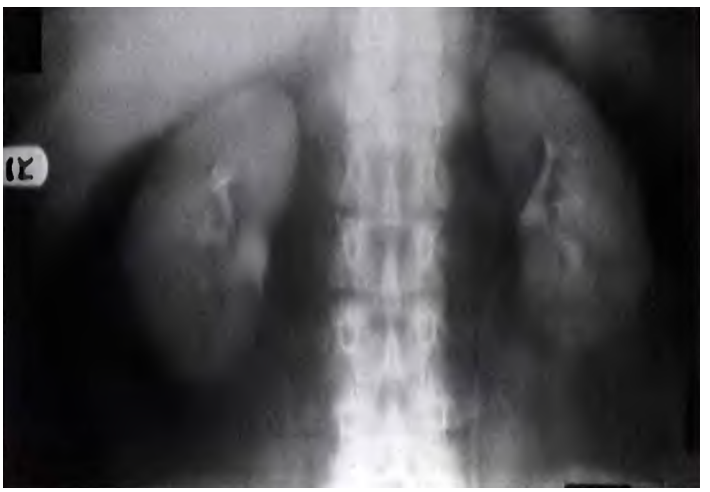


Рис. 17-63. Нефротомограмма — снимок через 1 мин

НЕФРОГРАММА, ИЛИ НЕФРОТОМОГРАММА

Рентгенографические снимки, выполненные в начале серии, называются **нефрограммами**. Почечная паренхима или функциональный отдел почки состоит из многих тысяч нефронов. Поскольку сами нефроны микроскопически малы, то фаза прохождение контраста через нефроны представляет собой контрастирование всего почечного вещества. Оно происходит от контрастного вещества, поступившего в нефроны, а не в собирательные канальцы. Обычно нефрограмму выполняют спустя 1 мин после начала инъекции. Мочеточниковая компрессия, если она используется, продляет нефронную фазу до 5 мин при нормально функционирующей почке.

При выполнении нефротомограммы (рис. 17-63) во время этой фазы часто делают снимки с тремя различными уровнями слоев среза.

Поскольку основным предметом изучения по нефрограмме являются почки, то направление ЦЛ и размер кассеты определяются положением почек. Пока не будет выполнен обзорный снимок, который позволит определить лучшую точку положения ЦЛ, центр кассеты должен располагаться посредине между подвздошным гребнем и мечевидным отростком.

При определении начальной высоты плоскости томографии используют линейку, которой определяют уровень средней области живота. Полученное значение делят на 3. Поэтому при толщине живота в 24 см, высоту плоскости среза устанавливают в 8 см. Если пациент лежит на толстом подкладочном материале или матрасе, к расчетам прибавляют 1 см, поэтому начальная высота составит 9 см.

Время для данного снимка является решающим параметром, поэтому экспозицию делают точно спустя 60 с после начала инъекции. Стол снимков, кассета и рентгеновский генератор должны быть готовы к снимку еще до того, как начнется инъекция, так как иногда, чтобы закончить инъекцию, требуется около 60 с.

ВВУ при гипертензии

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из специфических видов внутривенной урограммы является **урограмма при гипертензии**. Она выполняется пациентам с повышенным кровяным давлением (гипертензией), чтобы установить, являются ли причиной гипертензии почки. По сравнению со стандартной ВВУ в этом случае временные интервалы между снимками намного меньше.

ПРОЦЕДУРА

В ходе урографии при гипертензии делают несколько ранних снимков. Все кассеты должны быть пронумерованы цифрами, показывающими время исполнения каждого снимка. Как только процедура началась, снимки делают через определенные промежутки времени.

Исследование включает по меньшей мере **1-, 2- и 3-минутные снимки**, но возможны и дополнительные снимки каждые 30 с. В большинстве случаев отсчет времени ведется с начала инъекции.

После самых первых снимков последовательность изображений может быть схожа со стандартной ВВУ с изображением мочеточников и мочевого пузыря

Примечание: эту процедуру в настоящее время выполняют не часто, хотя ее можно применить в случае, если другие альтернативные способы недоступны.

Ретроградная урография

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ретроградная урография — **нефункциональное исследование мочевыделительной системы**, когда уролог во время небольшой хирургической процедуры вводит контрастное вещество ретроградно (в обратном направлении, против потока мочи) прямо в лоханочно-чашечную систему **через катетер**. Ретроградная урография является нефункциональной, так как нормальные физиологические процессы этот метод не отражает. Часто эту процедуру выполняют, чтобы определить местонахождение камней или выявить другие причины закупорки.

ПРОЦЕДУРА

Пациента укладывают на специальный рентгенографический стол, оснащенный цистоскопической приставкой. Пациент занимает положение для литотомии, требующее, чтобы ноги лежали на специальных подставках, как показано на рис. 17-64. Перед исследованием пациенту обычно дают успокоительное или делают анестезию. Уролог вводит цистоскоп через уретру в мочевой пузырь. После осмотра мочевого пузыря изнутри уролог вводит мочеточниковые катетеры в один или оба мочеточника. Конец каждого мочеточникового катетера должен располагаться на уровне почечной лоханки.

После катетеризации делают **обзорный снимок**, который позволяет рентгенологу проверить параметры экспозиции и укладку, а урологу — проверить расположение катетера.

Вторым снимком в обычной ретроградной урографической серии является **пиелограмма**. Уролог вводит 3-5 $см^3$ контрастного вещества прямо через катетер в почечную лоханку одной или обеих почек. Во время экспозиции сразу после инъекции пациент задерживает дыхание.

Третий и заключительный снимок в обычной серии — **уретерограмма**. Для заключительного снимка изголовье стола можно поднять. Уролог извлекает катетеры, но при этом одновременно вводит контрастное вещество в один или оба мочеточника. Момент экспозиции определяет уролог. Подобное исследование применяют, чтобы напрямую увидеть внутренние структуры одной или обеих почек и мочеточников.

На рис. 17-65 показан правый катетер с контрастным веществом, введенным в правую почку. В левой почке и проксимальном мочеточнике также видны остатки контрастного вещества.

Ретроградная цистография

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ретроградная цистография — это **нефункциональное** рентгенографическое исследование **мочевого пузыря** после вливания йодированного контрастного вещества через уретральный катетер. Цистография является стандартной процедурой для выявления травм, камней, опухолей и воспалительных заболеваний мочевого пузыря.

ПРОЦЕДУРА

Для цистографии не требуется специальной подготовки пациента, хотя перед введением катетера мочевой пузырь пациента должен быть опорожнен. После введения катетера в асептических условиях из мочевого пузыря удаляют все остатки мочи. Затем мочевой пузырь наполняют раствором контрастного вещества, как показано на рис. 17-66. Контрастное вещество вводится только **посредством силы тяжести**. Не следует торопиться и пытаться вводить контрастное вещество, применяя силу, это может привести к разрыву мочевого пузыря.

После того как мочевой пузырь наполнится, для чего может потребоваться 150-500 $см^3$ вещества, выполняются рентгенограммы или цифровые флюорограммы (на УРИ).

Стандартные снимки включают **заднюю проекцию с каудальным углом наклона ЦЛ в 15°** и **билатеральные задние косые проекции.**



Рис. 17-64. Ретроградная урография (укладка для обзорного снимка)



Рис. 17-65. Ретроградная урография — катетер в правом мочеточнике, (Левый катетер уже извлечен.)



Рис. 17-66. Цистография — рентгенолог вливает контрастное вещество

Микционная цистоуретрография (МЦУ)

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Снимки в ходе мочеиспускания можно выполнять после цистографии. В этом случае метод называется **цистоуретрографией, или микционной цистоуретрографией (МЦУ)**. Метод позволяет обследовать уретру и оценить способность пациента к мочеиспусканию; следовательно, это **функциональное исследование** мочевого пузыря и уретры.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

Наиболее частыми клиническими показаниями для МЦУ являются **травма** и **недержание мочи**.

ПРОЦЕДУРА

Фаза опорожнения наилучшим образом регистрируется с помощью флюороскопии с системой запоминания изображений. Иногда процедуру выполняют, когда пациент находится в положении лежа на спине, хотя при вертикальном положении процесс опорожнения идет легче. Перед тем как извлечь катетер из мочевого пузыря и уретры, сначала удаляют всю жидкость из баллона катетера, если используется этот тип катетера. Затем **очень осторожно** катетер извлекается. Если не соблюдать осторожности можно травмировать уретру.

При исследовании женщин обычно используют заднюю проекцию или немного наклонную, как показано на снимке (рис. 17-67). Мужчин лучше исследовать в правой задней косой укладке с углом 30°. Под пациента подкладывают абсорбирующую простыню. Для визуализации специфических фаз опорожнения применяют аналоговую или цифровую флюороскопию.

После того как опорожнение завершено и получены соответствующие изображения, может потребоваться снимок в задней проекции после опорожнения.

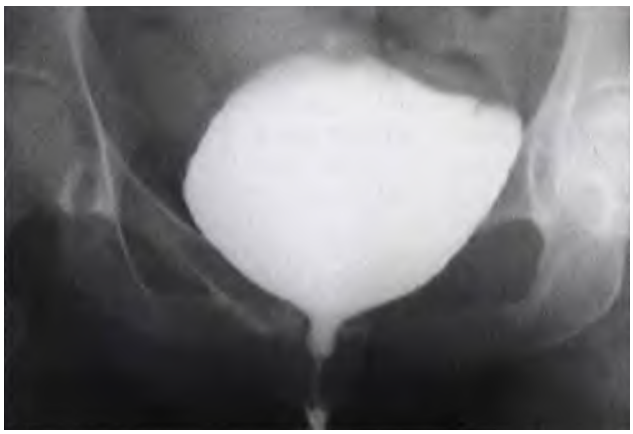


Рис. 17-67. Микционная цистоуретрограмма женщины

Ретроградная уретрография

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ретроградную уретрографию иногда выполняют мужчинам для демонстрации уретры на всей ее протяженности. Контрастное вещество вводят ретроградно в дистальный отдел уретры, пока уретра не заполнится полностью (рис. 17-68).



Рис. 17-68. Ретроградная уретрограмма мужчины

ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

Патологическими показаниями: для этой процедуры являются **травма** и **закупорка уретры**.

ПРОЦЕДУРА

Чтобы облегчить введение контрастного вещества, иногда используют специальное устройство, называемое **зажимом Бродни** (Brodney) (рис. 17-69), который крепится к дистальному отделу полового члена.

Можно выбрать **правую заднюю косую укладку с углом 30°**, с направлением ЦЛ на симфиз лобковой кости. Инъекцию делают через специальный катетер, который вводится в дистальный отдел уретры. Чтобы полностью заполнить уретру, используют достаточное количество контрастного вещества, после чего выполняют снимок. На рис. 17-68 изображена ретроградная уретрограмма мужчины, выполненная в правой задней косой укладке.

В идеале изображение уретры должно наложиться на мягкие ткани правого бедра. Такое положение препятствует наложению любых костных структур, в особенности нижней части таза и проксимального отдела бедра.

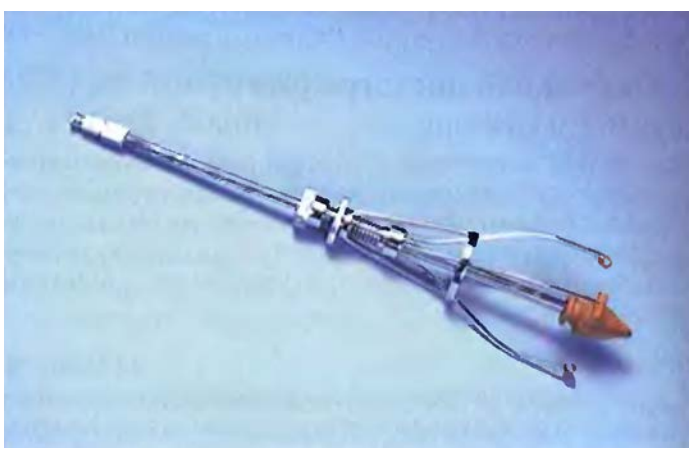


Рис. 17-69. Зажим Бродни

Краткое описание методов исследования мочевыделительной системы

Урографические процедуры можно классифицировать по способу введения контрастного вещества, которое вводится или (1) в сосудистую систему, или (2) напрямую в структуру, которую нужно исследовать.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ УРОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

ПРОЦЕДУРА	ВВЕДЕНИЕ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА
ВВУ	Внутривенная инъекция: антеградное введение контрастного вещества через поверхностную вену руки
Ретроградная урография	Ретроградная инъекция через мочеточниковый катетер. Выполняется урологом как хирургическая процедура
Ретроградная цистография	Ретроградное введение в мочевой пузырь через уретральный катетер, поступающий под силой тяжести
Микционная цистоуретрография	Ретроградное введение в мочевой пузырь через уретральный катетер, после чего катетер извлекают для выполнения изображений во время мочеиспускания
Ретроградная урегрография (мужчины)	Ретроградная инъекция с помощью зажима Бродни или специального катетера

ПРИМЕНЕНИЕ В ПЕДИАТРИИ

Физиология маленьких пациентов чувствительна к изменениям диеты, количеству принятой жидкости и к йодированному контрастному веществу. Поэтому подготовка к ВВУ у младенцев и маленьких детей должна проходить под строгим наблюдением. Ограничение в потреблении жидкости в течение длительного периода времени перед процедурой может привести к сильному обезвоживанию, что повысит риск возникновения реакции на контрастное вещество. Процедуры для детей планируют на раннее утро, с тем чтобы после процедуры они могли вернуться к привычной для них диете. Более того, в течение исследования необходимо наблюдать за ребенком.

Учащение использования УЗИ в диагностике различных состояний мочевыделительной системы у детей связано с его большей безопасностью (отсутствие ионизирующего излучения).

ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕРИАТРИИ

Так же, как и у детей, на пожилых пациентов может отрицательно повлиять изменения в диете и потреблении жидкости перед ВВУ. В течение процедуры за пожилыми пациентами также необходимо наблюдать.

Так как у многих пожилых пациентов может быть диабет, нужно узнать, принимают ли они глюкофаг. Как уже говорилось ранее, использование йодированных контрастных веществ противопоказано пациентам, принимающим это лекарство.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Растет роль КТ в диагностике почечнокаменной болезни. КТ позволяет выявить камни в мочевыделительной системе без использования йодированных контрастных веществ. Высокоскоростные КТ сканеры могут быстро и эффективно исследовать всю мочевыделительную систему. Смежные, тонкие поперечные срезы от почек до мочевого пузыря позволяют оценить наличие и размер камней без использования йодированных контрастных веществ.

КТ остается идеальным способом обнаружения опухолей и обструкции мочевыводящих путей.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ СКАНИРОВАНИЕ (ЭХОГРАФИЯ)

УЗИ — неинвазивный метод исследования. Наполненный мочевой пузырь создает акустическое окно для демонстрации камней в мочевом пузыре или объемных образований внутри моченого пузыря или в окружающих его органах, например в матке. УЗИ также позволяет исследовать почку на предмет наличия в ней кист или образований. УЗИ вместе с радиосцинтиграфией можно использовать для оценки перфузии паренхимы. Уменьшение кровотока или перфузии может указывать на отмирание ткани.

Эндоректальное УЗИ очень эффективно для получения изображений предстательной железы. Оно позволяет различить твердые, кистозные и смешанные типы образований в предстательной железе.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

МРТ используется для демонстрации минимальных изменений в тканях мочевого пузыря и почек, а также для оценки опухолей, почечных трансплантантов и состояния почечных артерий и вен. Почка при МРТ хорошо видна благодаря жировой капсуле. Корональные, сагиттальные и поперечные срезы позволяют определить, насколько опухоль почки распространилась на прилегающие к почке структуры.

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Радионуклидные методы позволяют изучить функцию почки, в том числе экскреторную. Эти методы менее опасны при наличии признаков хронической или острой почечной недостаточности, так как не используют йодированные контрастные вещества, что особенно важно при оценке состояния трансплантированной почки. Едва различимые признаки отторжения органа можно измерить по степени перфузии радионуклида в нефронах.

Радионуклиды используются также для определения возможности органической блокады мочеточника и для оценки везикоуретерального (пузырно-мочеточникового) рефлюкса. В случае пузырно-мочеточникового рефлюкса мочевой пузырь пациента наполняют физиологическим раствором, а затем вводят небольшое количество радиофармпрепарата. Во время акта мочеиспускания можно обнаружить следы рефлюкса и сделать снимки.

Роль радионуклидных исследований в оценке почечной рентгеноанатомии повсеместно снижается, но она до сих пор применяется для анализа функции почек.

УКЛАДКИ

Результаты опроса по США и Канаде

В 1999 году в США и Канаде было проведено исследование частоты выполняемых процедур. Результаты совпадали по всем регионам США и Канады, но были некоторые существенные отличия по косым укладкам для ВВУ между США и Канадой. В США 82% определили эти укладки как обычные. В Канаде для 18% они обычные, а для 42% — специальные.

Нефротомография также была, названа обычным исследованием намного меньшим числом опрошенных в Канаде, чем в США, как с компрессией мочеточников, так и без нее. Это касалось и цистографии.

ВНУТРЕННЯЯ УРОГРАФИЯ

	США — средние показатели			Канада	
	Основные			Основные	Специальные
	1999	1995	1989	1999	
ВВУ					
Задняя проекция (обзорный снимок)	99%	94%	99%	86%	
Нефротомография (без компрессии мочеточников)	58%	-	77%	39%	12%
Нефротомография (с компрессией мочеточников)	46%	-	-	29%	18%
Правая задняя косая и левая задняя косая проекции (30°)	82%	71%	70%	18%	42%
Томограммы	82%	77%	-	49%	
Задняя после мочеиспускания (вертикальная)	64%	49%	51%	51%	

ЦИСТОГРАФИЯ

	США - средние показатели			Канада
	Основные			Основные
	1999	1995	1989	1999
Цистография				
Задняя 10-15° каудально	79%	64%	-	34%
Левая задняя косая и правая задняя косая проекции (60°)	76%	69%	70%	28%
Боковая	49%	45%	51%	22%

МИКЦИОННАЯ ЦИСТОУРЕТРОГРАФИЯ

	США - средние показатели			Канада
	Основные			Основные
	1999	1995	1989	1999
Микционная цистоуретрография				
Мужчины — правая задняя косая проекция 30°	78%	75%	-	40%
Женщины — задняя	80%	79%	-	44%

РЕТРОГРАДНАЯ УРОГРАФИЯ

	США - средние показатели			Канада
	Основные			Основные
	1999	1995	1989	1999
Ретроградная урография				
Задняя проекция (обзорный снимок)	84%	87%	-	46%
Задняя пиелография	77%	71%	-	45%
Задняя уретерография	63%	57%	-	32%

ВВЕДЕНИЕ КОНТРАСТНОГО СРЕДСТВА, ВЫПОЛНЕННОЕ РЕНТГЕНОЛОГАМИ

	США — средние показатели	Канада
	1999	1999
Ответы		
Выполнено более 24 инъекций ежегодно	75%	46%
Ответ «да», должны быть включены в руководство по рентгенографии	92%	59%
Ответ «нет», не нужно включать	6%	29%

Основные и специальные проекции и укладки

Далее в разделе будут описаны некоторые основные или специальные проекции и укладки мочевыделительной системы. Врач рентгенолог и рентгенолаборант должны координировать свои действия во время проведения процедур.

Внутривенная (экскреторная) урография — ВВУ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (обзорный снимок и серия), 565
- Нефротомограмма, 566
- Правая задняя косая и левая задняя косая проекции (30°), 567
- Задняя - после мочеиспускания, 568

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
- Задняя с компрессией мочеточников, 569

Ретроградная урография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (обзорный снимок), 570
- Задняя (пиелография), 570
- Задняя (уретерография), 570

Цистография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (10-15° каудально), 571
- Обе косые укладки (45-60°), 571

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
- Боковая, 571

Микционная цистоуретрография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Мужчины правая задняя косая укладка (30°), 572
- Женщины - задняя, 572

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ (ОБЗОРНЫЙ СНИМОК И СЕРИЯ): ВНУТРИВЕННАЯ (ЭКСКРЕТОРНАЯ) УРОГРАФИЯ

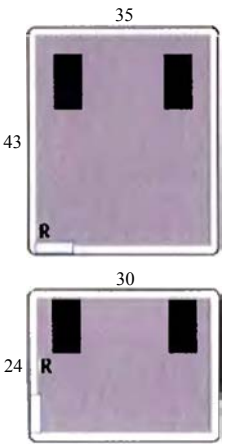
Внутривенная (экскреторная) урография — ВВУ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (обзорный снимок и серия)
- Нефротомография
- Правая задняя косая и левая задняя косая проекция (30°)
- Задняя — после опорожнения

Выявляемая патология

Обзорный снимок в задней проекции демонстрирует аномальное обызвествление (это могут быть камни). После инъекции на задней проекции могут быть видны признаки закупорки, гидронефроза, опухоли или инфекции.

См. с. 559 — описание процедуры ВВУ.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное для нефрограммы; или 24 х 30 см;
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 75 кВ.
- Маркеры минут, там, где необходимо.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
19	75	15	1520	360	М 30 Ж 340

мкГр

Радиационная защита используется для мужчин. При нефрографии гонадная защита применяется для мужчин и женщин.

Укладка пациента

Пациент находится и положении лежа на спине, под голову кладется подушка, руки — вдоль тела и отведены, под коленями — опора, чтобы не напрягать спину.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по центральной оси стола и по ЦЛ.
- Убедитесь, что нет ротации тела или газа пациента.
- лобковый симфиз должен быть расположен в нижней части кассеты, но без отсечения изображения верхних частей почек. (Может понадобиться вторая кассета меньшего размера для пациентов-гиперстеников.)

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- ЦЛ и центр кассеты расположены на **уровне подвздошных гребней** и лежат в срединной сагиттальной плоскости.
- Минимальное РИП — 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть охвачены все мочевые пути от верхних полюсов почек до дистального отдела мочевого пузыря. Лобковый симфиз должен быть виден на нижнем крае снимка. • После инъекции на отдельных снимках серии контрастированной может оказаться только часть мочевыделительной системы.

Укладка. • Отсутствие ротации; о чем свидетельствует симметрия подвздошных крыльев и грудной клетки.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования расположены по верхнему и нижнему краям кассеты, так, чтобы не срезать важные анатомические детали. • Вся дуга лобкового симфиза должна быть полностью видна на нижнем поле снимка, при этом центр изображения находится на уровне подвздошных гребней.

Параметры экспозиции и маркеры. • Отсутствие движения при экспозиции. Используются соответствующие параметры экспозиции для того, чтобы обеспечить визуализацию с короткой шкалой контраста и охватить всю мочевыделительную систему. • Маркеры минут и маркеры «П» и «Л» должны быть видны на всей серии снимков.



Рис. 17-70. Обзорный снимок и серия при ВВУ



Рис. 17-71. ВВУ (через 10 мин)

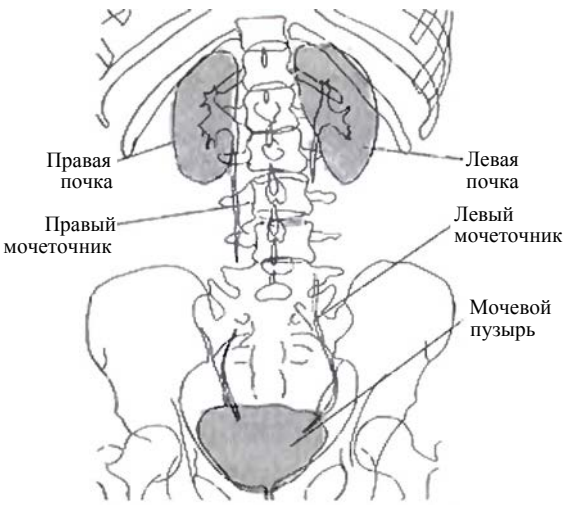


Рис. 17-72. Анатомическая схема для экскреторной урограммы

Диафрагмирование выполняется по всем внешним краям кассеты или по области исследования, если она меньше.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, а выполнить снимок следует на выдохе.

Примечание: пациент должен опорожнить мочевой пузырь непосредственно перед началом обследования, так, чтобы не происходило разведения контрастного вещества в мочевом пузыре. Перед введением контрастного вещества объясните пациенту процедуру и заполните историю болезни. Будьте готовы к возможной реакции на контрастное вещество.

НЕФРОТОМОГРАФИЯ, ИЛИ НЕФРОГРАФИЯ: ВНУТРИВЕННАЯ (ЭКСКРЕТОРНАЯ) УРОГРАФИЯ

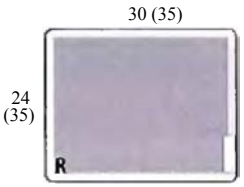
Внутривенная (экскреторная) урография — ВВУ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (обзорный снимок и серия)
- Нефротомография
- Правая задняя косая и левая задняя косая проекции (30°)
- Задняя — после опорожнения

Выявляемая патология

Нефрография, или нефротомография, демонстрируют заболевания и травму почечной паренхимы. Во время этой фазы ВВУ могут быть выявляться почечные кисты.

Нефрография состоит только из одного снимка в задней проекции, выполненного в первые 60 секунд после инъекции.

Технические условия исследования



- Линейная томография.
- Размер кассеты — 24 x 30 см или 35 x 35 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 75 кВ.
- Следует выбрать правильный угол томографии:
  - 10° или меньший угол дает большую толщину слоя;
  - 40° дает более тонкие слои;
  - если выполняют три томограммы, то рекомендуем использовать угол 10° или меньше (метод известен как **зонография**).

Радиационная защита гонад мужчин и женщин.

Укладка пациента

Пациент находится в положении лежа на спине, под голову кладется подушка, руки — по бокам, отведены от тела, под коленями опора, чтобы не напрягать спину.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по центральной оси стола и по ЦЛ.
- Убедитесь, что нет ротации тела или таза пациента.

Центральный луч

- ЦЛ направлен на область посередине между концом мечевидного отростка и подвздошным гребнем.
- Минимальное РИП — 100 см (или расстояние, которое требуется для специального томографического оборудования).

Диафрагмирование выполняется по внешним краям кассеты с четырех сторон или по области обследования, если она меньше.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, а выполнить снимок следует на выдохе.

Примечание: чтобы успокоить пациента, объясните ему цель процедуры. Перед введением контрастного вещества заполните историю болезни пациента. Напомните пациенту, что между экспозициями он должен оставаться неподвижен. По обзорному снимку определите уровни срезов, выберите оптимальные параметры экспозиции и укладку почек. Процедура томографии, включая устройство оборудования и принципы метода, описывается в главе 23.



Рис. 17-73. Нефротомография (рентгеновская трубка в стартовой позиции)

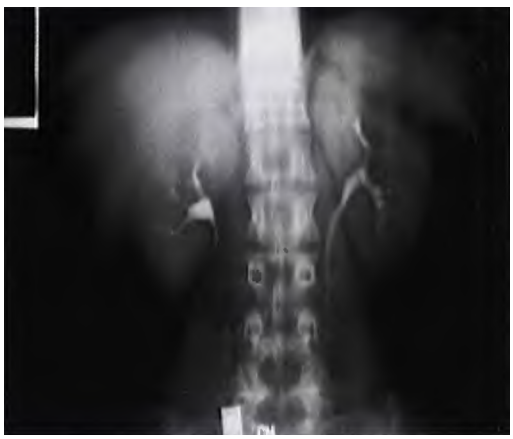


Рис. 17-74. Нефротомограмма (линейная томограмма)

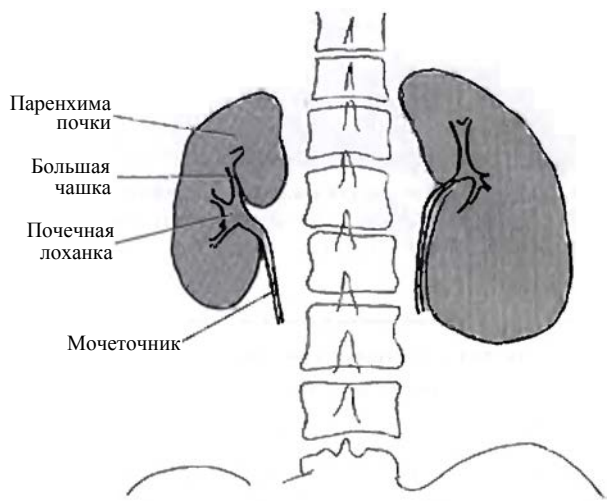


Рис. 17-75. Анатомическая схема нефротомограммы

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна визуализироваться вся паренхима почки, при этом собирающая система намного заполнена контрастным веществом.

Укладка. • Отсутствие ротации из-за дыхания или движения пациента.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования расположены по верхнему и нижнему краям кассеты, так, чтобы не срезать важные анатомические детали. • ЦЛ направлен посредине между концом мечевидного отростка и подвздошными гребнями, при этом видны обе почки.

Параметры экспозиции и маркеры. • Для демонстрации почечной паренхимы используют соответствующие параметры экспозиции. • На каждом снимке должны быть видны маркеры уровня среза, наряду с маркерами анатомических сторон «П» или «Л» и маркерами времени.

ПРАВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ И ЛЕВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИИ: ВНУТРИВЕННАЯ (ЭКСКРЕТОРНАЯ) УРОГРАФИЯ

Внутривенная (экскреторная) урография — ВВУ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (обзорный снимок и серия)
- Нефротомография
- Правая задняя косая и левая задняя косая проекции (30°)
- Задняя — после опорожнения

Выявляемая патология

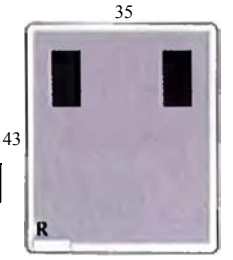
Признаки инфекции, травма и закупорка высоко расположенной почки; травма или закупорка дистальной части мочеточника.

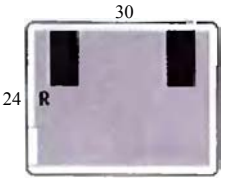
Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное или 24 х 30 см;
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 75 кВ.
- Маркер времени.
- Уставки и дозы. (для кассеты 35 х 43 см):

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
19	75	25	2660	530	М 50 Ж 600

мкГр





Радиационная защита гонад мужчин (см. примечание).

Укладка пациента

Пациент находится в положении лежа на спине и частично повернут направо или налево.

Укладка снимаемой области

- Поверните тело пациента на 30° в заднюю косую укладку (направо или налево).
- Согните поднятое колено пациента для поддержания тела.
- Поднимите руку пациента со стороны приподнятой части тела и положите ее поверх груди.
- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по центральной оси стола и по ЦЛ.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на позвоночник на уровне подвздошных гребней.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по внешним краям кассеты с четырех сторон или по области обследования, если она меньше.
Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, а выполнить снимок следует на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Почка на приподнятой стороне тела должна быть видна в профиль, то есть быть расположена параллельно кассете и хорошо видна при обеих косых укладках. Дистальный отдел мочеточника проецируется в стороне от позвоночника, что обеспечивает его хорошую видимость.
Укладка. • Нет сильной ротации. Приподнятая точка параллельна плоскости кассеты и не проецируется на позвонки поясничного отдела. • На нижнем поле снимка полностью видна дуга лобкового симфиза, а почки целиком видны на верхнем поле.
Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования расположены по верхнему и нижнему краям кассеты, так чтобы не срезать важные анатомические детали. • Центр изображения и ЦЛ находится на уровне подвздошного гребня.
Параметры экспозиции: • Отсутствие движения из-за дыхания пациента. • Используются соответствующие параметры экспозиции для того, чтобы обеспечить визуализацию с короткой шкалой контраста и охватить всю мочевыделительную систему. • Должны быть видны маркеры времени и анатомических сторон «П» или «Л».

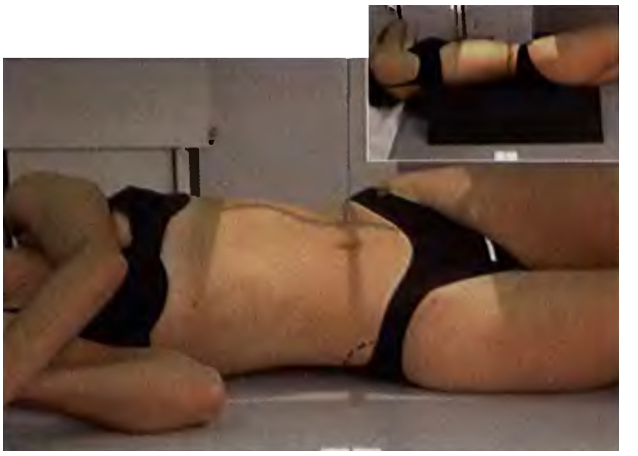


Рис. 17-76. Правая задняя косая проекция — 30°. Вставка — 30° левая задняя проекция



Рис. 17-77. Рентгенограмма в правой задней косой проекции

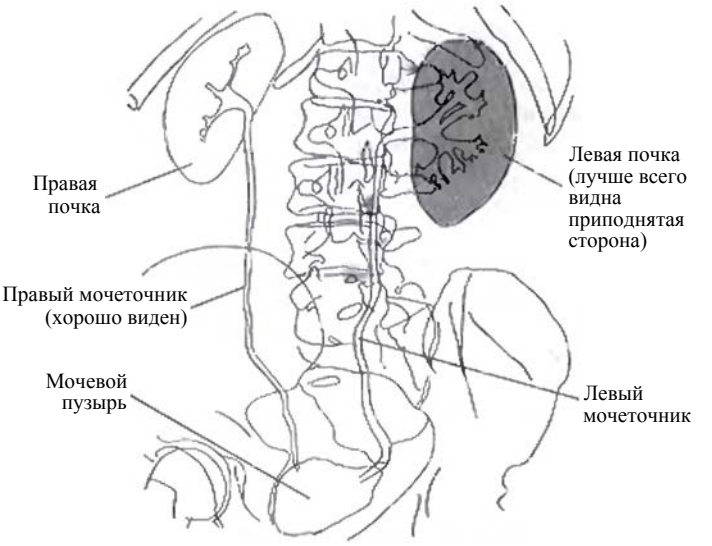


Рис. 17-78. Анатомическая схема правой задней косой проекции

Примечание: в некоторых рентгенологических отделениях для процедуры используют кассету меньшего размера, размещенную поперечно для охвата почек и проксимальных отделов мочеточников, поэтому нужна гонадная защита как мужчинам, так и женщинам. Центр снимка будет располагаться посредине между мечевидным отростком и подвздошным гребнем.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ВНУТРИВЕННАЯ (ЭКСКРЕТОРНАЯ) УРОГРАФИЯ

После опорожнения

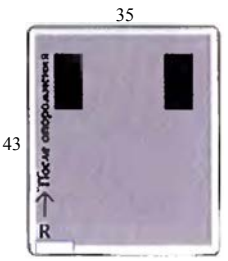
Внутривенная (экскреторная) урография — ВВУ
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (обзорный снимок и серия)
- Нефротомография
- Правая задняя косая и левая задняя косая проекции (30°)
- Задняя — после опорожнения

Выявляемая патология

Позиция идеальна для демонстрации увеличенной предстательной железы или пролапса мочевого пузыря.

Вертикальная укладка оптимальна для выявления нефроптоза (изменение положения почек).

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 х 43 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 75 кВ.
- Маркер вертикального положения и/или маркер «после опорожнения».
- Уставки и дозы

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
19	75	25	2660	530	М 50 Ж 600

мкГр

Радиационная защита на гонады для мужчин (если она не закрывает исследуемые рентгеноанатомические структуры).

Укладка пациента

Пациент в вертикальном положении, спиной к столу или в положении лежа на животе.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по центральной оси стола и по ЦЛ.
- Ротация тела отсутствует, руки пациента отведены в стороны.
- Лобковый симфиз должен быть включен в нижнее поле снимка.
- Центр кассеты должен находиться достаточно низко, чтобы включить область предстательной железы, особенно у пожилых мужчин.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете.
- ЦЛ направлен на уровень подвздошных гребней и по срединной сагиттальной плоскости.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по размеру кассеты или по области обследования, если она меньше.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, а выполнить снимок следует на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть охвачена вся мочевыделительная система с остатками контрастного вещества. • Лобковый симфиз на снимке включен полностью (чтобы охватить область предстательной железы у мужчин).

Укладка. • Об отсутствии ротации свидетельствует симметрия подвздошных крыльев.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования расположены по верхнему и нижнему краям кассеты так, чтобы не срезать важные анатомические детали. • Центр изображения (ЦЛ) находится на уровне подвздошных гребней.

Параметры экспозиции и маркеры. • Отсутствие движения из-за дыхания пациента. • Используются соответствующие параметры экспозиции для того, чтобы показать остатки контрастного вещества в мочевыделительной системе. Должен быть виден маркер вертикальной укладки и/или маркер «после опорожнения», а также маркеры «П» или «Л».



Рис. 17-79. Задняя проекция в вертикальном положении (после опорожнения) — центр кассеты на уровне подвздошных гребней, чтобы включить лобковый симфиз



Рис. 17-80. Альтернатива: передняя проекция в положении лежа на животе (после опорожнения)



Рис. 17-81. Рентгенограмма в задней проекции и вертикальном положении (после опорожнения)

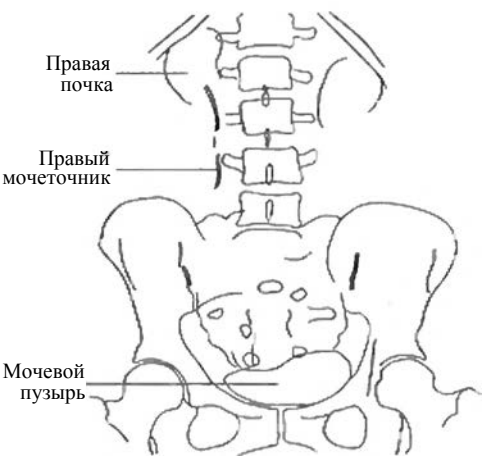


Рис. 17-82. Анатомическая схема задней проекции при вертикальном положении

Альтернативные передняя и задняя проекции в положении лежа: снимок в передней или задней проекции можно выполнить в положении лежа с теми же инструкциями по расположение кассеты и направлению ЦЛ.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ВНУТРИВЕННАЯ (ЭКСКРЕТОРНАЯ) УРОГРАФИЯ

С компрессией мочеточников

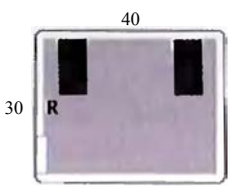
Внутривенная (экскреторная) урография — ВВУ
СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
• Задняя с компрессией мочеточников

Предостережение. Компрессию **НЕ** используют у пациентов с опухолями брюшной полости, закупорками (например, камнями), аневризмами брюшной аорты или при недавно перенесенной операции. (см. противопоказания к мочеточниковой компрессии, с. 559; у таких пациентов можно использовать положение по Тренделенбургу с наклоном в 15°, при котором достигается необходимый эффект.)

Выявляемая патология

Пиелонефрит или другие заболевания, поражающие собирающую систему почки.

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 30 x 40 см.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 75 кВ.
- Уставки и дозы (для кассеты 35 x 43 см):

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
18	75	22	2290	490	М 40 Ж 510

мкГр

Радиационная защита гонад мужчин (если она не закрывает исследуемые рентгеноанатомические структуры).

Укладка пациента

Пациент в положении лежа на спине с компрессионным устройством.

Укладка снимаемой области

- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по центральной оси стола и по ЦЛ.
- Колени согнуты, под ними опора.
- Ротация тела отсутствует, руки пациента отведены в стороны.
- Компрессионные подушки располагают непосредственно **кнутри от передних верхних подвздошных остей** для компрессии на уровне границы входа в малый таз.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- ЦЛ направлен на область **посредине между мечевидным отростком и уровнем подвздошных гребней.**
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по размеру кассеты или по области обследования, если она меньше.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, а выполнить снимок следует на выдохе.

Критерии оценки рентгенограммы

Анатомические структуры: • Видна вся мочевыделительная система, с увеличенным наполнением чашек.

Укладка. • Об отсутствии ротации тела свидетельствует симметрия подвздошных крыльев и/или поясничных позвонков.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования расположены по верхнему и нижнему краям кассеты, так, чтобы не срезать важные анатомические детали. • Центр изображения ЦЛ находится посредине между концом мечевидного отростка и подвздошным гребнем, при этом демонстрируются обе почки.

Параметры экспозиции и маркеры. • Отсутствие движения из-за дыхания пациента • Используются соответствующие параметры экспозиции для того, чтобы обеспечить визуализацию с короткой шкалой контраста и охватить всю мочевыделительную систему.



Рис. 17-83. Задняя проекция — наложена мочеточниковая компрессия

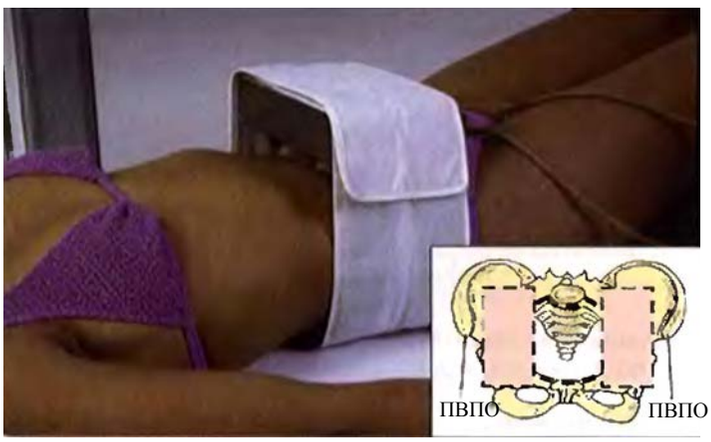


Рис. 17-84. Компрессия мочеточников, наполненных воздухом, подушки расположены правильно. ПВПО — передняя верхняя подвздошная ость



Рис. 17-85. Рентгенограмма в задней проекции — с компрессией мочеточников

Примечание: сразу после введения контрастного вещества в компрессионные подушки подают воздух и оставляют их на месте до тех пор, пока рентгенолог не попросит снято компрессию. Последовательность выполнения снимков определяется протоколом отделения или рентгенологом.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: РЕТРОГРАДНАЯ УРОГРАФИЯ

(Обзорный снимок, пиелография, уретерография)

Ретроградная урография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (обзорный снимок)
- Задняя (пиелография)
- Задняя (уретерография)

Выявляемая патология

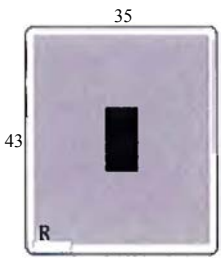
Камни или другие виды обструкции мочевыделительной системы. Процедуру можно выполнять для исследования почечной лоханки и чашек на предмет признаков инфекции или дефектов наполнения.

Эта процедура считается операцией, и ее выполняет уролог в условиях асептики.

Процедура

- **Обзорный снимок** выполняется после того, как установлены катетеры, но до введения контрастного вещества.
- **Пиелограмма** демонстрирует почечную лоханку, большую и малую чашки (рис. 17-87).
- Уретерограмма демонстрирует мочеточник после извлечения катетера (рис. 17-88).

Технические условия исследования



- Размер кассеты — 35 x 43 см, расположении продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 75 кВ.
- Специальное рентгеновское оборудование для цистоскопии.
- Уставки и дозы:

см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
19	75	15	1520	360	М 30 Ж 340

мкГр

Радиационная защита. Из-за норм стерильности хирургического поля гонадную защиту, как правило, не используют.

Укладка пациента

Пациент находится в литотомической укладке, при этом колени его согнуты, под коленями — опора.

Укладка снимаемой области

- Лобковый симфиз должен быть расположен в нижней части снимка.
- **Ротация** таза и туловища отсутствует.
- Срединная сагиттальная плоскость выравнивается по центральной оси стола и по ЦЛ.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- ЦЛ и направлен на **уровень подвздошных гребней** и по срединной сагиттальной плоскости.
- Минимальное РИП — 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны наполненная контрастным веществом почечная лоханка, большая и малая чашки и мочеточники.

Укладка. • Об отсутствии ротации тела свидетельствует симметрия подвздошных крыльев и грудной клетки.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы области диафрагмирования расположены по верхнему и нижнему краям кассеты, так, чтобы не срезать важные анатомические детали. • Центр изображения (ЦЛ) находится на уровне подвздошных гребней.

Параметры экспозиции и маркеры. • Отсутствие движения из-за дыхания пациента (координация момента экспозиции с урологом и анестезиологом). • Используется соответствующие параметры. Экспозиции для того, чтобы обеспечить визуализацию с короткой шкалой контраста, для демонстрации всей мочевыделительной системы.



Рис. 17-86. Укладка для ретроградной урографии



Рис. 17-87. Пиелограмма правой почки (катетер в правом мочеточнике)



Рис. 17-88. Уретерограмма — только левосторонняя (после извлечения левого катетера)

Диафрагмирование выполняется по размеру кассеты или по области обследования, если она меньше.

Дыхание. Экспозицию выполняют после того, как анестезиолог задержит дыхание пациента, если последний находится под общей анестезией. Уролог обычно указывает, когда делать экспозицию.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ, ЛЕВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ И ПРАВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ УКЛАДКА БОКОВАЯ УКЛАДКА (ОПЦИОНАЛЬНАЯ): ЦИСТОГРАФИЯ

Цистография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя (10-15° каудально)
- Обе косые проекции (45-60°)

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИИ
- Боковая, 573

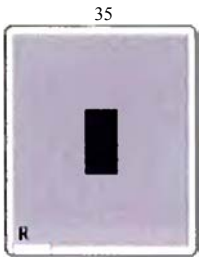
Выявляемая патология

Цистит, закупорка, пузырно-мочеточниковый рефлюкс и камни в мочевом пузыре. Боковая укладка позволяет обнаружить свищи между мочевым пузырем и мочеточником или прямой кишкой.

Более детальная информация о процедуре дана на стр. 561.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 35 х 35 см, расположение продольное (для демонстрации рефлюкса).
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 75 кВ (80 - 90 кВ для боковой укладки).
- Уставки и дозы:



	см	кВ	мАс	КД	СД	Гон.
Задняя проекция:	16	75	15	1430	410	М 560 Ж 270
Косая укладка:	20	75	20	2150	420	М 830 Ж 410
Боковая укладка:	31	90	48	10840	1010	М 1010 Ж 1010

мкГр

Укладка пациента и снимаемой области

Задняя проекция

- Пациент находится в положении лежа на спине, ноги вытянуты, срединная сагиттальная плоскость проходит по центру стола.

Задние косые укладки

- Ротация тела на 45-60°. (Проекции с сильным наклоном используют для визуализации задней латеральной стороны мочевого пузыря и особенно пузырно-мочеточникового соединения.)
- Для более устойчивого положении частично согните ногу пациента, лежащую внизу.

Примечание: пациент не должен сгибать ту ногу, которая находится выше, больше, чем это требуется во избежание наложения тени ноги на изображение мочевого пузыря.

Боковая укладка (опциональная из-за большой дозы облучения на гонады)

- Пациент лежит на боку в истинной боковой укладке (ротация тела отсутствует).

Центральный луч

Задняя укладка

- Центр снимка находится на **5 см выше лобкового симфиза**, с углом наклона ЦЛ **10-15° каудально** (для проецирования лобкового симфиза ниже мочевого пузыря).

Задние косые укладки

- ЦЛ перпендикулярен кассете — центр снимка на **5 см выше лобкового симфиза и на 5 см медиально от передней верхней подвздошной ости**.

Боковая укладка (опциональная)

- ЦЛ перпендикулярен кассете — центр на **5 см выше и позади лобкового симфиза**.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по размеру кассеты или по области обследования, если она меньше.

Краткое изложение критериев оценки рентгенограммы

Должны быть включены дистальные отделы мочеточников, мочевой пузырь и проксимальный отдел уретры у мужчин. • Для визуализации мочевого пузыря используется соответствующие параметры экспозиции.

Задняя проекция: • Отсутствует наложение изображения лобковой кости на мочевой пузырь.

Задние наклонные укладки: • Отсутствует наложение тени частично согнутой приподнятой ноги на мочевой пузырь.

Боковая (опциональная) проекция: • Изображения бедер/боков и бедренных костей должны совпадать.

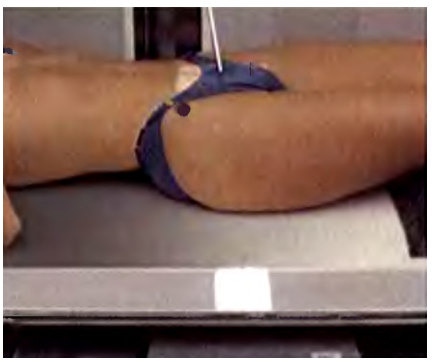


Рис. 17-89. Задняя укладка (ЦЛ 10-15° каудально)



Рис. 17-90. Правая задняя косая укладка (45-60°)

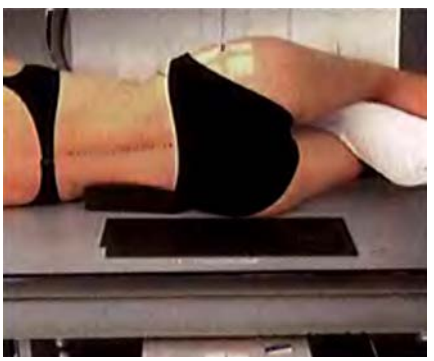


Рис. 17-91. Левая боковая укладка (факультативная)



Рис. 17-92. Рентгенограмма в задней проекции (ЦЛ 10-15° каудально)



Рис. 17-93. Задняя косая проекция 45°

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, а выполнить снимок следует на выдохе.

Примечание: откройте катетер и дренируйте (осушите) мочевой пузырь перед тем, как наполнить его контрастным веществом.

Никогда не вводите контрастное вещество под давлением, дайте ему наполнить мочевой пузырь постепенно, под, воздействием силы тяжести; за этим должен наблюдать кто-то из персонала.

У пожилых мужчин должна быть охвачена также область предстательной железы дистальнее лобкового симфиза.

ПРАВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ (30°) УКЛАДКА - МУЖЧИНЫ; ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ - ЖЕНЩИНЫ: МИКЦИОННАЯ ЦИСТОУРЕТРОГРАФИЯ

Микционная цистоуретрография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Мужчины — правая задняя косая укладка (30°)
- Женщины задняя проекция

Выявляемая патология

Камни или другие виды обструкции мочевыделительной системы. Процедуру можно выполнять для изучения почечной лоханки и чашек на предмет признаков инфекции или дефектов наполнения.

Эта процедура считается **операцией**, и ее выполняет уролог в условиях асептики.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 24 х 30 с,м.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 75 кВ.
- Уставки и дозы:



	см	кВ	мАс	КД	СД	Гон. мкГр
Косая укладка:	20	75	20	2150	420	М 830 Ж 410
Задняя проекция:	16	75	15	1430	410	М 560 Ж 270

Радиационная защита. Поскольку мочевой пузырь и уретра представляют основную область исследования, то использование гонадной защиты невозможно.

Укладка пациента

Пациент лежит или стоит.

Укладка снимаемой области

Мужчины
- Ротация тела на **30° вправо** (правая задняя косая укладка).
- На изображение уретры налагаются тени мягких тканей правого бедра.

Женщины
- Пациентка лежит или стоит.
- Срединная сагиттальная плоскость проходит по средней линии стола или кассеты.
- Ноги пациентки вытянуты и слегка разведены.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете.
- ЦЛ и направлен на **лобковый симфиз**.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется по размеру кассеты или по области обследования, если она меньше.

Дыхание. Пациенту следует задержать дыхание, а выполнить снимок следует на выдохе.

Примечание: для этой процедуры лучше всего подходят флюороскопия и снимки на ЭСУ или цифровые на УРИ. Перед процедурой опорожнения осторожно извлеките катетер. Используйте рентгенопрозрачный или абсорбирующий подкладочный материал для пациента. После завершения опорожнения может потребоваться задняя проекция.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть видны наполненные контрастным веществам мочевой пузырь и уретра. **Укладка. • Правая задняя косая укладка:** у мужчин на изображение уретры, содержащей контрастное вещество, налагаются тени мягких тканей правого бедра. **Задняя проекция:** • у женщин уретра, содержащая контрастное вещество, расположена ниже лобкового симфиза.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования расположены к боковым краям тканей живота. • Центр поля диафрагмирования (ЦЛ) находится посредине мочевого пузыря.

Параметры экспозиции и маркеры. • Используется соответствующие параметры экспозиции для визуализации мочевого пузыря без переэкспонирования области предстательной железы у мужчин и наполненной контрастным веществом уретры как у мужчин, так и у женщин.

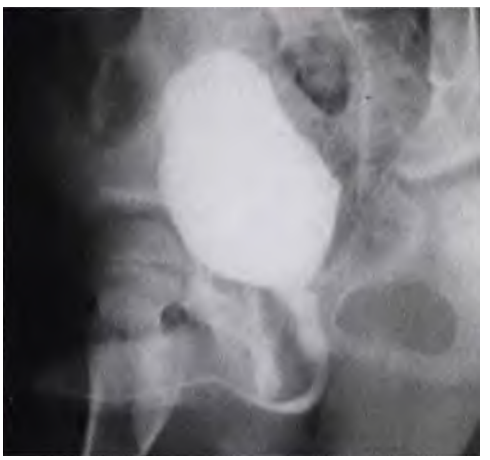


Рис. 17-94. Рентгенограмма в правой задней косой проекции — мужчина

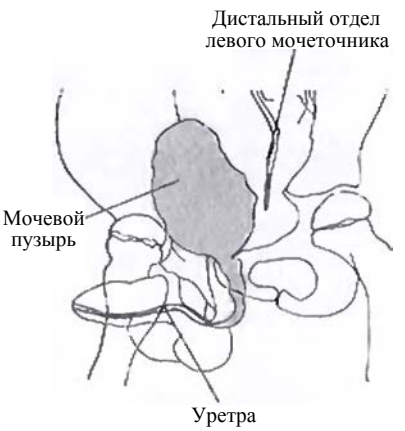


Рис. 17-95. Анатомическая схема правой задней косой проекции — мужчина

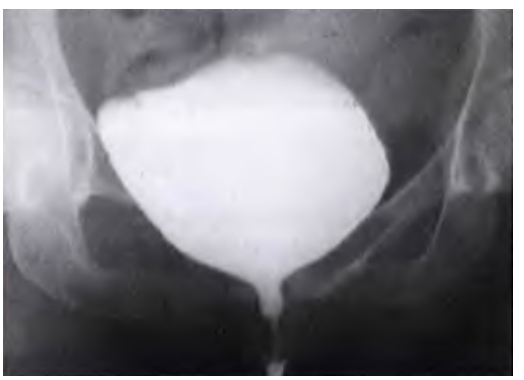


Рис. 17-96. Рентгенограмма в задней проекции — женщина



Рис. 17-97. Анатомическая схема в задней проекции — женщина

Маммография

СОАВТОРЫ: **Eugene D. Frank**, MA, RT (R), FASRT, Nancy L. Dickerson, RT (R) (M)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Стандарты качества маммографии, 574

Анатомия молочной железы

- Анатомия поверхности молочной железы, 574
- Методы локализации, 575
- Анатомия молочной железы в сагиттальном сечении, 575
- Анатомия молочной железы (фронтальный вид), 576
- Типы тканей молочной железы, 576
- Классификация молочных желез, 577

Укладки

Укладки и технические вопросы, 578

- Укладка молочной железы, 578
- Рентгеновская трубка, 578
- Компрессия, 579
- Увеличение изображения, 579
- Дозовая нагрузка, 579
- Пленочная маммография, 580
- Цифровая маммография, 580

Альтернативные методы исследования, 580

- Ультразвук (УЗИ), 580
- Магнитно-резонансная томография (МРТ), 581
- Радионуклидное исследование, 581

Клинические показания, 582

Терминология и сокращения (номенклатура АКР), 583

Результаты опроса по США и Канаде, 583

Основные и специальные проекции, 583

Краниокаудальная (КК) проекция, 584

- Медиолатеральная косая (МЛК) проекция, 585
- Медиолатеральная (МЛ) проекция — боковая укладка, 586
- Краниокаудальная проекция подмышечной области, 587
- Метод сдвига имплантата — метод Экланда, 588

Упражнения по рентгенограммам, 589

Регулярное прохождение маммографии — ключ к выживаемости, так как заболевания молочной железы могут быть обнаружены прежде, чем появится внешняя симптоматика или метастазирование. На маммограмме можно обнаружить образования размером от 2 мм, до пальпаторного определения которых может пройти 2-4 года.

До настоящего времени рак молочной железы был основной причиной смерти от злокачественных новообразований среди женского населения. Сейчас его место занял рак легких. Рак молочной железы составляет 32% среди всех злокачественных образований у женщин и 18% всех смертей от рака. В настоящее время **каждая восьмая** жительница США заболевает раком молочной железы. Лучшим профилактическим мероприятием против этого заболевания является маммография, позволяющая обнаружить болезнь на ранней стадии.

У мужчин, так же как и у женщин, возможно развитие рака молочной железы. Однако шансы значительно меньше (не более 1%). Особенностью процесса в данном случае является большой процент больных, впервые диагностируемых в местно-распространенной стадии болезни, что чаще всего связано с двумя моментами: недостаточной осведомленностью как самих пациентов, так и врачей, а также зачастую с необычностью клинических проявлений.

Скрининг рака молочной железы — обычная процедура в США и Канаде. Общепринятые рекомендации для всех женщин старше 50 лет — ежегодное прохождение маммографии. Женщины 40-49 лет должны проходить обследование по меньшей мере каждые 2 года. Пациентки с высоким риском (носительницы генетических мутаций) должны проходить процедуру с более раннего возраста.

Маммография с 90-х годов стала одним из самых критических и требовательных рентгенологических исследований. Точное расположение молочной железы во время процедуры является необходимым условием для диагностики рака молочной железы. Каждый снимок должен содержать максимальный объем информации о ткани молочной железы. Они должны быть максимально контрастны, иметь хорошее разрешение и не иметь артефактов. Рентгенолог, выполняющий маммографическое исследование, должен постоянно повышать свой профессиональный уровень.

Стандарты качества маммографии

В 1992 году федеральным правительством США был утвержден «Акт стандартов качества в маммографии». Создание подобного документа явилось результатом деятельности Американского противоракового союза, продемонстрировавшего необходимость использования маммографии в скрининговых программах обследования женщин 40 и более лет. Необходимость написания Акта была вызвана установленным американской коллегией рентгенологов неудовлетворительным качеством проводившихся до этого времени маммографических исследований. Акт вступил в действие **1 октября 1994 г.** и с этого времени все медицинские учреждения, занимающиеся маммографическими исследованиями, должны быть сертифицированы, а качество исследования должно соответствовать признакам, изложенным в Акте. Окончательная редакция государственного закона 105-248 вступила в силу с 28 апреля 1999 г. Аналогичный документ разработан в Канаде под эгидой канадской ассоциации рентгенологов.

Жесткий контроль, осуществляемый за техническими аспектами исследования (рентгеновский аппарат, мониторы, процессор, пленка, программное обеспечение), предопределяет применение высококачественной специализированной аппаратуры.

Анатомия молочной железы.

Молочная железа взрослой женщины располагается спереди и сбоку на передней грудной стенке, чаще всего имея коническую или полусферическую форму. Анатомически размер молочной железы вариабелен и различается не только в разных возрастных группах, но зависит от влияния гормонального фона. Обычно размеры молочной железы следующие горизонтальный от края грудины до подмышечной впадины; вертикальный — **от II до VI — VII ребер.**

АНАТОМИЯ ПОВЕРХНОСТИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

На поверхности молочной железы расположен сосок — маленькое выбухание, куда сходятся выводные протоки, расположенные внутри ткани молочной железы. Пигментированная зона, окружающая сосок, называется ареола. Место соприкосновения нижней части молочной железы с передней грудной стенкой носит название **инфрамаммарной**, или переходной, **складки**. **Подмышечный хвост** — это полоска ткани, окружающая большую грудную мышцу с внешней стороны.

Ширина молочной железы, называемая **медиолатеральным диаметром**, у большинства пациентов больше вертикального измерения. Вертикальный размер, описываемый как **краниокаудальный диаметр**, составляет 12-15 см. Рентгенолог должен знать, что молочная железа состоит из гораздо большего количества ткани, чем это видно при визуальном осмотре. Ткани молочной железы покрывают реберные хрящи в районе грудины и простираются до подмышечной области. Часть молочной железы, расположенная в подмышечной области, часто обозначается как **хвост**, или **аксиллярное (подмышечное) удлинение**.

На с. 578, рис. 18-8, описано строение основания молочной железы.

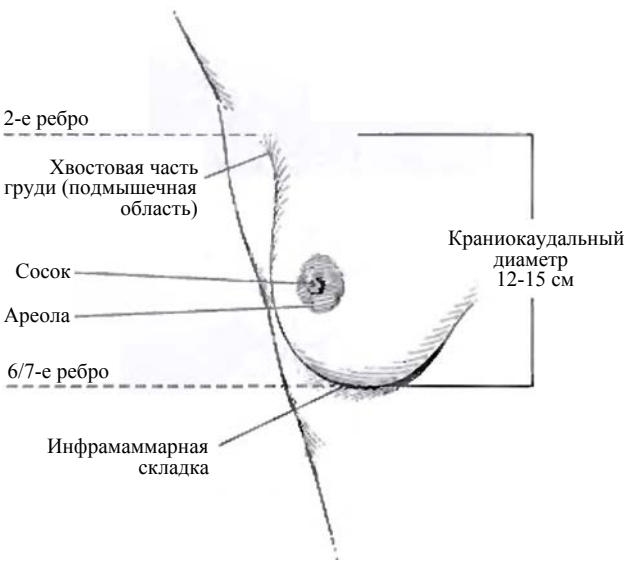
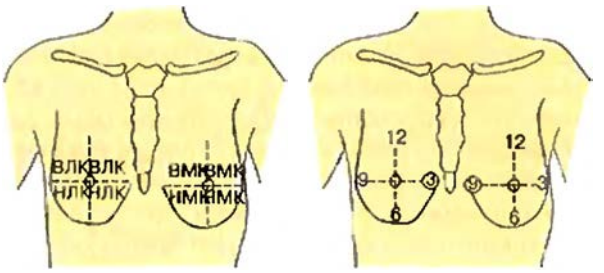


Рис. 18-1. Анатомия поверхности молочной железы

МЕТОДЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Обычно при исследовании используют два метода деления молочной железы на более маленькие области. **Система квадрантов**, показанная на рис. 18-2, наиболее проста в использовании. Если за центр принимается сосок, то выделяют 4 квадранта: верхний — латеральный (ВАК) и медиальный (ВМК) и нижние — латеральный (НЛК) и медиальный (НМК). Второй метод часов, показанный на рис. 18-2, сравнивает поверхность молочной железы с циферблатом часов. Недостатком данного метода являются описания медиальных отделов, например, то, что слева будет на 9 часах, справа — уже на 3.

Как лечащий врач, так и пациент должны использовать эти методы для локализации патологических изменений.



Правая сторона **Левая сторона**

Рис. 18-2. Методы локализации частей молочной железы: система квадрантов и метод часов

АНАТОМИЯ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В САГИТТАЛЬНОМ СЕЧЕНИИ

Сагиттальное сечение молочной железы, отражающее ее связь с грудной стенкой, представлено на рис. 18-3. На данном рисунке **инфрамаммарная складка** находится на уровне 6-го ребра, но ее положение зависит от индивидуальных особенностей.

Спереди грудная клетка покрыта **большой грудной мышцей**. Под кожей ткань молочной железы покрыта фиброзной тканью, так называемой поверхностной фасцией. Аналогичный слой тканей отделяет молочную железу от большой грудной мышцы, так называемой последней фасции. Эти два фасциальных листка соединяются в зоне, именуемой ретромаммарным пространством. Связки внутри этой области очень растяжимые, поэтому нормальная молочная железа достаточно подвижна. Ретромаммарная область при выполнении маммографии обязательно должна быть обследована хотя бы однократно.

Положение железистой ткани относительно жировой иллюстрирует рис. 18-4. Центральная часть железы состоит преимущественно из железистой ткани. Ее окружает жировая ткань, причем количество ее различно. Размер молочной железы варьирует в зависимости от количества жировой ткани. Количество железистой ткани в среднем одинаково у большинства женщин.

В связи с тем что лактация — основная функция молочной железы, количество железистой и жировой ткани, т.е. размер железы, не имеет отношения к ее функциональным возможностям.

Кожа над всей поверхностью молочной железы той же толщины, что и по всему телу, за исключением центральной зоны (сосок и ареола), где она немного толще,



Рис. 18-3. Сагиттальное сечение молочной железы



Рис. 18-4. Сагиттальное сечение молочной железы

АНАТОМИЯ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ФРОНТАЛЬНЫЙ ВИД).

Железистая ткань молочной железы разделена на 15-20 долей, расположенных как спицы колеса, вокруг соска (рис. 18-5).

Железистые доли, состоящие из нескольких малых долек, не имеют четкого разграничения, но радиально сгруппированы, как показано на рисунке. Дистально каждая малая долька состоит из шаровидных кластеров **альвеол**. При стимуляции периферийные клетки альвеол продуцируют внутри себя жировые глобулы, которые при поступлении в полость альвеолы образуют молочные глобулы. Кластеры альвеол, формирующих доли, связаны между собой и осушаются системой индивидуальных **протоков**. Каждый проток расширяется и превращается в **ампулу**, служащую резервуаром для молока, которое затем через крошечное отверстие на поверхности **соска** попадает наружу.

Различные подразделения этих протоков и ампул активизируются во время беременности, обеспечивая лактацию и кормление новорожденного.

Слои жировой ткани под кожей окружает и покрывает железистую ткань. Жировая ткань долей, подкожный жир распределена между железистыми долями. Вокруг долек и прослоек жировой ткани располагается соединительно-тканный аппарат молочной железы — **куперовы связки**. Их задача — поддержка молочной железы.

В ткани каждой молочной железы проходят кровеносные и лимфатические сосуды с соответствующими нервами. Вены молочной железы обычно больше артерий и располагаются ближе к периферии. Наиболее крупные из них можно увидеть на маммограмме. Термин **«трабекула»** используется рентгенологом для описания различных мельчайших структур, как, например, маленькие кровеносные сосуды, протоки, соединительно-тканные прослойки, которые трудно дифференцируются.

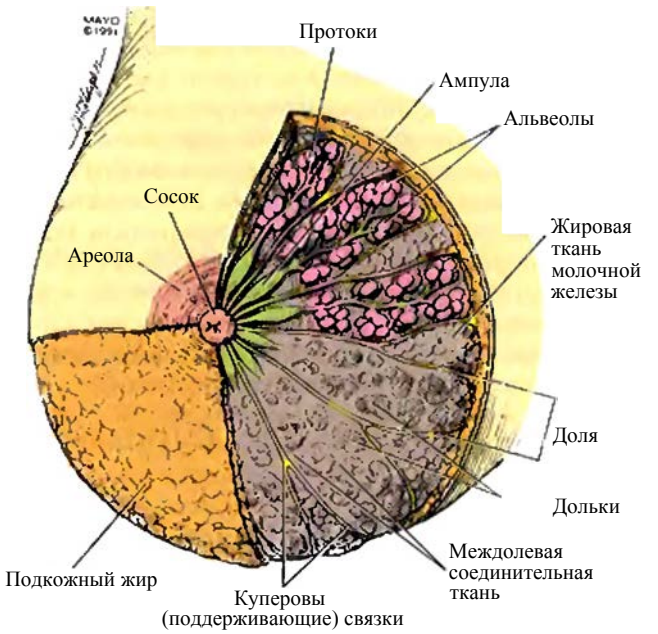


Рис. 18-5. Молочная железа — вид спереди (железистая ткань)

ТИПЫ ТКАНЕЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.

Одна из основных проблем, связанных с рентгенографией молочной железы, — низкая контрастность различных видов тканей. Ткани молочной железы можно разделить на три основные типа: **железистая**, **фиброзная** (или **соединительная**) и **жировая** (рис. 18-6). Фиброзная и железистая ткани обладают одинаковой плотностью и рентгенопрозрачностью. Меньшая плотность жировой ткани по сравнению с фиброзной и железистой позволяет отличить ее на рентгенограммах.

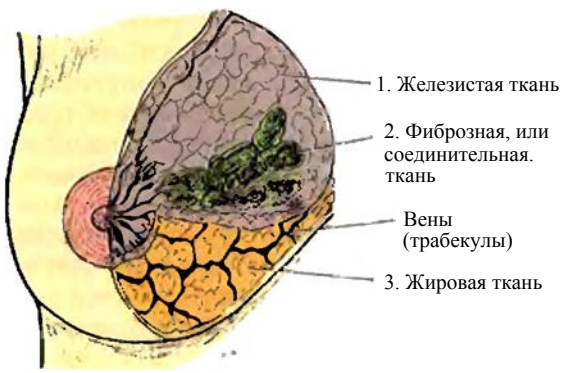


Рис. 18-6. Молочная железа — вид спереди (три типа тканей)

РЕЗЮМЕ

Существует три вида тканей молочной железы:

1. Железистая
2. Фиброзная или соединительная

} обладают одинаковой плотностью (светлее)

3. Жировая — обладает меньшей плотностью (темнее)

Снимок на рис. 18-7 демонстрирует различия в плотности тканей. Заметим, что более плотная железистая и фиброзная типы тканей представлены светлыми участками снимка, а менее плотная жировая — светло- или темно-серыми, в зависимости от толщины ткани.



Рис. 18-7. Рентгенограмма молочной железы (маммограмма)

Классификация молочных желез

Технические параметры экспозиции для любой части тела определяются главным образом толщиной исследуемого органа. Большой локоть, например, потребует большей экспозиции, чем маленький. В маммографии, однако, выбор технических параметров обусловлен как толщиной самой железы в состоянии компрессии, так и плотностью ткани. Размер и толщину легко определить, но плотность ткани менее очевидна и требует дополнительной информации.

Относительная плотность молочной железы определяется в основном наследственными характеристиками, гормональным статусом, возрастом и беременностями. С молочной железой происходят циклические изменения в связи с ростом и падением гормональных выбросов во время менструального цикла, при беременности и лактации, т.е. за весь жизненный период изменения значительны.

В общем, несмотря на это, молочные железы можно классифицировать на три широких категории, в зависимости от относительного количества фиброзно-железистой и жировой ткани.

1) ФИБРОЗНО-ЖЕЛЕЗИСТАЯ

Первая общая категория. Молодая молочная железа обычно довольно плотная, т.к. содержит сравнительно мало жировой ткани. Обычная возрастная группа этого типа — от послепубертатного возраста до 30 лет. Однако те женщины старше 30 лет, которые никогда не рожали, возможно, также относятся к данной группе. К этой же группе можно отнести беременных и кормящих, т.к. молочные железы у них также плотные.

2) ФИБРОЗНО-ЖИРОВАЯ

Вторая общая категория. По мере увеличения возраста женщины жировая ткань заменяет железистую. Это приводит к уменьшению плотности ткани железы в возрасте 30-50 лет. Сюда же включаются женщины, имевшие несколько беременностей в раннем репродуктивном возрасте. С рентгенологической точки зрения такая железа менее плотная, потому требует меньшей экспозиции.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛАССИФИКАЦИИ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ

1) Фибрзно-железистая:
- возрастная группа от 15 до 30 лет (и не рожавшие женщины старше 30);
- беременные или кормящие;
- плотная для рентгенографии;
- очень мало жира.

2) Фиброзно-жировая:
- возрастная группа от 30 до 50 лет;
- молодые женщины с тремя и более беременностями;
- средняя плотность для рентгенографии;
- 50/50 жировой и фиброзно-железистой ткани.

3) Жировая:
- 50 лет и старше;
- постменопауза;
- минимальная плотность для рентгенографии;
- железы детей и мужчин.

ЖИРОВАЯ

Третья и последняя группа — жировая железа, которая встречается у женщин в менопаузе, обычно после 50 лет. После периода репродукции большая часть железистой ткани атрофируется и превращается в жировую (возрастная инволюция). Этому типу молочной железы требуется еще меньшая экспозиция, чем предыдущим.

Дети и мужчины также относятся к данной категории, т.к. молочные железы у них представлены в основной жировой тканью.

Большинство пациентов для маммографии — женщины. Однако нельзя не учитывать того факта, что 1-2% случаев рака молочной железы приходится на мужчин. Поэтому целесообразность маммографического исследования при патологии молочной железы у данного контингента несомненна.

РЕЗЮМЕ

Технические условия экспозиции определяются средней плотностью тканей, а также размером и толщиной ткани молочной железы под компрессией. Самый плотный — **фиброзно-железистый** тип. Самый неплотный — **жировой**.

Укладки и технические вопросы

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Перед началом осмотра рентгенолог объясняет процедуру и просит надеть специальный халат, разработанный для маммографии, который позволяет обнажить только обследуемую железу необходимо, чтобы пациентка сняла украшения, смыла порошок талька или дезодорант с кожи, дабы не вызвать артефакты на рентгенограмме. Рентгенолог изучает историю болезни и оформляет документацию согласно ведомственному протоколу. Должна быть получена следующая информация:

- о текущем состоянии беременности и количестве предыдущих беременностей;
- история семейных заболеваний (рак молочной железы);
- о текущем медикаментозном лечении (например, гормонотерапии);
- о предыдущих операциях;
- описание предыдущих маммограмм;
- жалобы;

Рентгенолог также должен обратить внимание на местоположение шрамов, пальпируемых образований, родинок, бородавок, татуировок и т.п.

УКЛАДКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.

Для создания качественной маммограммы необходимо учитывать форму и контур молочной железы (которые широко вариабельны), а также соотношения жировой и фиброзно-железистой тканей. Это может представлять технические трудности.

Основание молочной железы — это часть около грудной стенки, тогда как сосково-ареолярная часть — это **вершина.**

Как в краниокаудальной, так и в медиолатеральной проекции основа железы толще и состоит из более плотных тканей, чем вершина.

Чтобы преодолеть это анатомическое различие используется компрессия, а также используется специальное расположение рентгеновской трубки, так, чтобы более интенсивная часть рентгеновского пучка проникала через наиболее плотную ткань.

РЕНТГЕНОВСКАЯ ТРУБКА

Отличительная черта рентгеновского маммографического аппарата — уникальная конструкция рентгеновской трубки с молибденовым анодом (мишенью) и маленькими рабочими фокусами 0,3 и 0,1 мм. Иногда в качестве материала анода используют родий. Эффективный размер фокусных пятен трубки должен быть меньше, чем размер искомых микрокальцинатов, которые обычно меньше 1 мм.

Для усиления пяточного эффекта (см. с. 42), который в данном случае работает как выравнивающий фильтр, используют мишени с малым углом наклона поверхности, короткие расстояния РИП. Анодная часть трубки расположена со стороны вершины груди, а катодная часть — со стороны основания молочной железы (рис. 18-8). Поскольку катодная часть рентгеновского пучка имеет значительно большую интенсивность по сравнению с анодной частью, то достигается хорошая однородность плотности рентгенограммы.

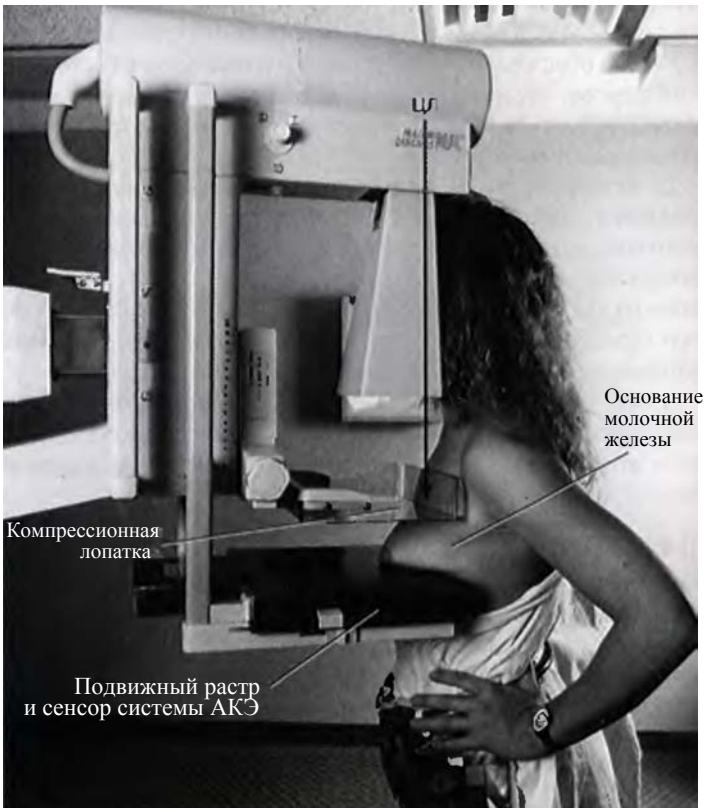


Рис. 18-8. Укладка молочной железы для получения маммограммы в краниокаудальной проекции. На снимке: комиссия выполнена не полностью.
Примечание: обратите внимание, что центральный луч направлен вдоль стенки грудной клетки

При выполнении маммографии используются отсеивающие растры, системы автоматического контроля экспозиции (АКЭ) и специальное компрессионное устройство.

Выбор рабочего поля ионизационной камеры системы АКЭ. Ионизационные камеры системы АКЭ имеют до 10 рабочих полей от основания груди до вершины.[1] Рекомендуем выбирать поля, наиболее близкие к грудной стенке, чтобы гарантировать адекватное проникновение рентгеновских лучей через более плотные ткани около грудной стенки.

Единственное исключение — это специальные проекции, такие как увеличение и прицельная компрессия исследуемой области.

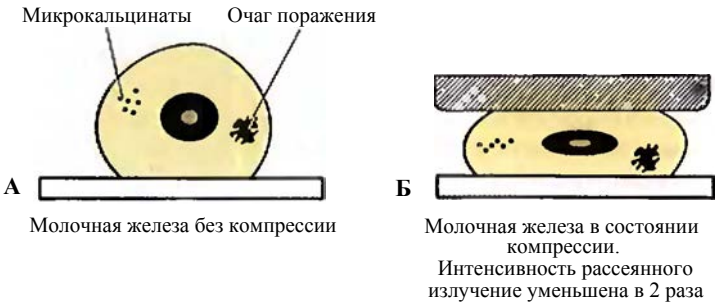
[1] Современные системы АКЭ используют принцип истинного ноля, при котором выполняется предэкспозиция, вычисляется плотность молочной железы, а потом только выполняется снимок. При этом ручной выбор рабочего поля для системы экспозиции неактуален. - *Ред.*

КОМПРЕССИЯ[1]

Все маммографы имеют специальное устройство для компрессии молочной железы. Улучшение технологии компрессии молочной железы в последние годы способствовало увеличению видимости деталей на маммограммах. Компрессионная лопатка выполнена из пластика, прозрачного для низкоэнергетических рентгеновских лучей. Лопатка должна иметь прямой край для грудной стенки, чтобы максимально захватить ткани молочной железы и данной области при компрессии. Сжатие управляется рентгенологом вручную и обычно соответствует усилию прижима в 10-20 кг.

Для компрессии ограниченной области может использоваться меньшее прицельное компрессионное устройство. Компрессионное устройство должно регулярно проверяться, чтобы усилие прижима было правильным.

Правильное выполнение компрессии — один из ключевых моментов в получении маммограммы высокого качества. Она проводится **в два этапа**: 1 этап — уменьшение толщины молочной железы, 2 этап — расположение кассеты максимально близко к молочной железе. В результате этого уменьшается влияние рассеянного излучения и геометрическое искажение (увеличение) тканевых структур. На рисунках представлено сравнение изображений молочной железы с компрессией и без. Обратите внимание на расположение микрокальцинатов и зоны поражения, которые окружены плотной тканью молочной железы (рис. 18-9А), и как сжатие приблизило их к кассете на рис. 18-9Б. Общая толщина ткани железы была уменьшена, что снизило интенсивность рассеянного излучения в два раза.



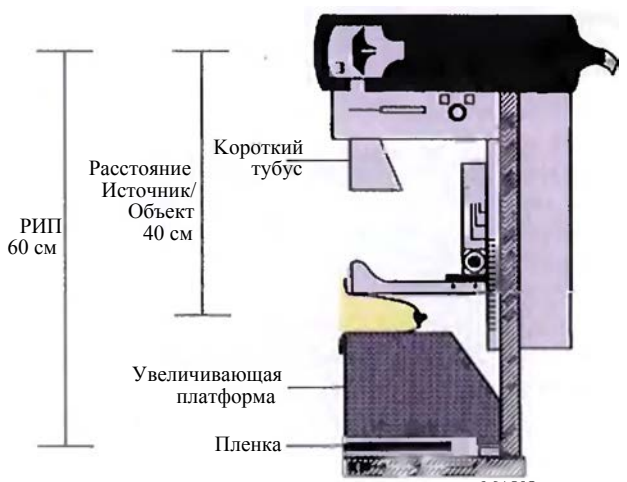
Молочная железа без компрессии

Молочная железа в состоянии компрессии. Интенсивность рассеянного излучение уменьшена в 2 раза

Рис. 18-9. Эффект компрессии

υɹʃʃ ʁʏɾʅ ʁɾ ʁʅʃ ɹʇфɾ ɾʅ ʁɕ (tœʃfŋ 18-10)

Метод увеличения применяется для увеличения определенных областей интереса с маленькими поражениями или микрокальцинатами. В этом случае используют рабочий **фокус рентгеновской трубки размером 0,1 мм**, чтобы обеспечить необходимое пространственное разрешение на снимке. Увеличение изображения в 1,5 и 2 раза достигается с помощью специальной платформы (рис. 18-10), **которая увеличивает расстояние между кассетой и объектом (РОП)**.



Коэффициент увеличения = РИП (60 см)/РИО (40 см) = 1,5 / SOD (40 см)

Рис. 18-10. Схема увеличения изображения зоны исследования в 1,5 раза

ДОЗОВАЯ НАГРУЗКА НА ПАЦИЕНТА

Доза, получаемая пациентом при маммографии, очень значительна. Кожная доза составляет 8000-9000 мкГр, средняя доза на молочную железу с компрессионной толщиной 4 см (с. 584) составляет 1300 - 1500 мкГр, что существенно превышает дозовую нагрузку на другие органы тела. Например, снимок намного более толстой (30 см) поясничной области в боковой проекции при 90 кВ и 50 мАс дает кожную дозу 10000 - 13000 мкГр при средней общей дозе 1300 - 1800 мкГр (с. 321). Причина относительно большой дозы для маммограмм — очень низкое значение кВ (25 - 28) и относительно высокое значение мАс (75 - 85).

Основным путем уменьшения дозы при маммографии является правильное выполнение укладки, уменьшающее необходимость повторения снимков. Американская коллегия радиологов рекомендует норму повторений снимков для маммографии **меньше 5%**. Единственным рентгенозащитным средствам является специальная юбка или передник, который защищает область мягкого таза.

Примечание: средняя доза на молочную железу при маммографии является самой большой дозовой нагрузкой среди всех рентгенографических исследований.

---

[1] Frank ED: Technical aspects of mammography. In Carlton RL, Adler AM, editors: *Principles of radiographic imaging*, ed 3, 2001, Albany, Delmar.

ПЛЕНОЧНАЯ МАММОГРАФИЯ

На сегодняшний день пленочная маммография — стандарт в рентгенографии молочной железы. Самое большое преимущество пленочной системы — **превосходное изображение с минимально возможной дозой облучения**, позволяющей женщинам проходить процедуру регулярно. Прекрасная **детализация, четкость краев** структур и отличная визуализация мягкой ткани — признак хорошей пленочной маммограммы.

Пленочная маммография и эхография (УЗИ) — в настоящее время ведущие методы диагностики молочной железы. Пленочная маммография, конечно, преобладает как метод, но в современных отделениях диагностики молочной железы эти два метода используют совместно, что позволяет дифференцировать Сложную патологию.

ЦИФРОВАЯ МАММОГРАФИЯ

Цифровая маммография находится в стадии развития (во время написания этого руководства) и еще не нашла широкого применения. Некоторые цифровые системы для маммографии используют методы **компьютерной рентгенографии** (КР), когда изображение запоминается на пластине из фотостимулированного люминофора, а затем считывается специальным сканером, как это было описано в Главе 1, стр. 53.

Другие многообещающие цифровые системы для маммографии используют методы прямого преобразования рентгеновского изображения в цифровую форму (рис. 18-11).

Методы обработки полученного цифрового изображения для всех систем практически одинаковы. Изображение может быть изменено в размере и по контрастности и яркости в зависимости от пожеланий рентгенолога без дополнительной экспозиции пациента. В этом важное преимущество цифровой маммографии.

Вторым преимуществом цифрового метода является возможность передачи изображения по линиям связи для консультации в удаленные исследовательские центры.

Цифровая маммография, как и прочие цифровые диагностические методы, скорее всего, в будущем вытеснят аналоговые методы обследования и станут золотым стандартом диагностики.

Альтернативные методы исследования

Используемая в 80-х годах прошлого века **ксеромаммография** в настоящее время не применяется из-за малой информативности по сравнению с пленочной маммографией и другими методиками обследования.

УЛЬТРАЗВУК

Начало активного применения эхографии (УЗИ) для обследование молочных желез относится к середине 70-х годов прошлого века. Данная методика предоставляет рентгенологу дополнительную информацию наряду с осмотром и маммографическим исследованием. Сегодня эхография — неотъемлемая часть процедуры исследования молочной железы и экспертизы маммограмм. Ее главная ценность — возможность отличить кисту от плотной опухоли. УЗИ используется для определения наличия жидкости, абсцесса, гематомы или силиконового геля.

Обычный УЗИ-сканер и переносной датчик (рис. 18-12). Пациент лежит на спине или боку, датчик помещен на пальпируемую массу или область, отмеченную на маммограмме. Рис. 18-13 демонстрирует изображение, полученное при использовании УЗИ-сканера.

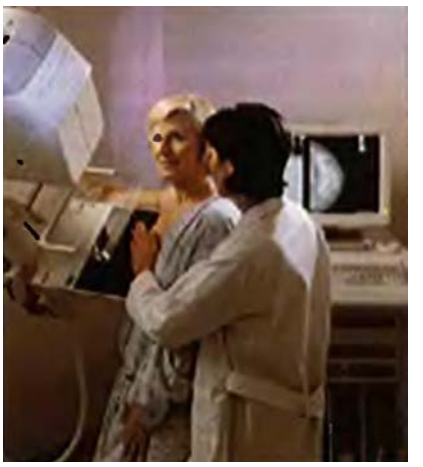


Рис. 18-11. Цифровой рентгеновский маммограф (с разрешения G.E. Medical Systems)



Рис. 18-12. Обычный УЗИ-сканер и ручной датчик



Рис. 18-13. Эхограмма молочной железы демонстрирует кисту (стрелка)

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

МРТ вообще не является распространенным методом диагностики рака молочной железы. Значительные препятствия для его массового использования создает стоимость исследования. Однако для некоторых клинических ситуации данная методика, несомненно, имеет преимущества при диагностике опухолей. МРТ является более комфортным методом по сравнению с маммографией и УЗИ, а также обеспечивает высокую чувствительность к плотности мягких тканей.

Плотная молочная железа. В частности, метод МРТ чрезвычайно эффективен при диагностике маленьких или очень плотных молочных желез (рис. 18-14, 18-15).

Грудные имплантаты. Более 1 млн женщин в США и Канаде пользуются грудными имплантатами, что создает некоторые трудности при их обследовании. Силиконовые и солевые имплантаты являются рентгенопоглощающими объектами и требуют снимка со сдвигом имплантата (метод Экланда). Компрессия в данном случае более трудна и требует чрезвычайной осторожности, чтобы не повредить имплантат. Система автоматического контроля экспозиции также не может быть использована. Все это делает крайне затруднительным исследование молочной железы с имплантатом методами УЗИ и обычной маммографии.

Поэтому в данных ситуациях применение МРТ оправдано, поскольку методика позволяет оценить состояние области ткани молочной железы, расположенной за имплантатом, а также выявить интракапсулярные и внекапсулярные разрывы, Рис. 18-16 и 18-17 наглядно демонстрируют наличие внекапсулярного разрыва силиконового имплантата.

Кроме диагностики повреждения (разрыва) имплантата важно определить состояние тканей за имплантатом и различить возможные опухоли.

Эволюция протезов, применяемых для коррекции формы молочных желез, в последнее время привела к появлению рентгенопрозрачных имплантатов, позволяющих более эффективно использовать пленочную маммографию. Однако более чем миллион женщин с рентгенопоглощающими имплантатами, большинство из которых находятся в конце своего жизненного цикла, создают серьезные предпосылки для усиления роли МРТ в диагностике молочной железы.

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Две процедуры связаны с визуализацией ткани молочной железы с помощью радиоизотопов.

Сцинтимаммография может быть полезной при подтверждении диагноза рак молочной железы. Через 10 минут после введения радиоизотопа в руку, противоположную исследуемой молочной железе, получают изображение с помощью гамма камеры. Однако в связи с большим количеством ложно-положительных заключений данная методика не может считаться оптимальной.

Исследование сигнального (сентинального) лимфатического узла, зарекомендовавшее себя как чрезвычайно полезный метод обследования в целях оценки местной распространенности процесса при меланоме, становится все более актуальным при так называемых малых, а также локализованных формах рака молочной железы. Смысл процедуры состоит в визуализации локо-регионарного поражения (метастазы в лимфатические узлы) при сочетанном введении контраста и радиофармпрепарата непосредственно в опухоль и окружающие ткани.

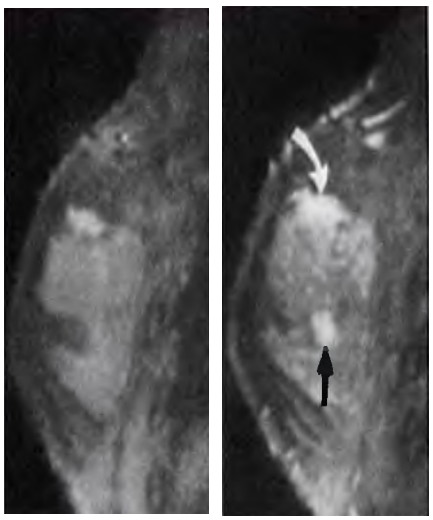


Рис. 18-14 и 18-15. МРТ — сагиттальные сечения. Пациентка с пальпируемыми массами в верхнем внешнем квадранте и плотной молочной железой. Карцинома (стрелки) была не видна на маммограмме



Рис. 18-16. МРТ молочной железы с силиконовым имплантатом



Рис. 18-17. МРТ молочной железы с силиконовым имплантатом

На рис. 18-16 и 18-17 показан экстракапсулярный разрыв силиконового имплантата. Стрелки показывают свободный силикон снаружи от имплантата.

[1] Рисунки от 18-15 до 18-18 предоставлены Coons TA; MRI's role in assessing and managing breast desease, Radiol Technol 67(4): 311-336, 1996. (Использовано с разрешения RSNA Publications, Oak Brook, IL.)

Клинические показания

В самых общих чертах для маммографии существуют следующие показания.

Рак молочной железы обычно разделяют на **инвазивную и неинвазивную** формы. Неинвазивная карцинома своеобразная форма процесса, обладающая потенциальными возможностями к инвазии. Она редко метастазирует в силу особенностей своей биологии.

Инвазивный рак, предположительно возникающий в конечном отделе дольково-протоковой единицы, прогностически несомненно хуже. Окончательная оценка процесса во всех случаях зависит от морфологического исследования.

Фиброаденома — наиболее часто встречающаяся доброкачественная опухоль, плотная, хорошо отграниченная от окружающих тканей, состоит из фиброзной и железистой тканей. Легко пальпируется. Имеет ту же плотность, что и окружающие ткани.

Фиброкистозное заболевание — часто встречающаяся доброкачественная опухоль, расположена обычно билатерально у женщин в предклимактерическом периоде. Обычно имеет вид фиброзного или кистозного расширения протоков. Множественные кисты могут быть расположены по всему объему молочной железы

Кисты молочных желез визуализируются как плотные, хорошо очерченные, округлые, содержащие жидкость образования. Могут быть единичными и тогда достигают значительных размеров либо множественными разного диаметра, разбросанными по всей ткани молочной железы. Для наиболее точной диагностики кист (а главное — внутрикистозных образований) помимо рентгенологического исследования применяется эхография и пункционная биопсия.

Болезнь Пэджета — тип рака молочной железы, затрагивающий область соска, начинается как образование корки и появление зуда. Примерно половина пациентов имеет одновременно опухоль внутри молочной железы. Болезнь Паджета может быть инвазивной и неинвазивной.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СИМПТОМОВ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	САМЫЕ ЧАСТЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	ВОЗМОЖНЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ*
Рак молочной железы	Двухсторонняя маммография	Масса с конгломератами кальцификатов с неровными краями	Нет
Фиброаденома	Двухсторонняя маммография и эхография для определения жидкого или твердого содержимого кисты	Опухоль с четкими границами	Нет
Фиброкистозное заболевание	Двухсторонняя маммография и эхография	Множественные объекты большой плотности по всему объему железы	Нет
Кисты молочных желез	Двухсторонняя маммография и эхография	Хорошо присматриваемая граница несколько более высокой плотности, чем окружающие ткани.	Нет
Болезнь Пэджета	Двухсторонняя маммография	Если имеет место опухоль, то она выглядит как карцинома	Нет

* Зависит от степени заболевания.

ТЕРМИНОЛОГИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Терминология укладок для маммографии имеет свою специфику. Американская коллегия радиологов (ACR) в октябре 1995 г. приняла соответствующую номенклатуру терминов и сокращений.

Результаты опроса по США и Канаде

Основные проекции и укладки. Как и ожидалось, **краниокаудальная проекция** (86% в США, 62% в Канаде) и **медиолатеральная косая укладка** (82% в США и 61 % в Канаде) являются наиболее распространенными видами исследований по всем областям вышеназванных стран по результатам обзоров в 1995 и 1999 гг. Также достаточно часто использовалась в 1999 г. (35% в США и 12% в Канаде) **медиолатеральная проекция (ML)**.

Дополнительные специальные проекции. На втором и третьем месте по популярности находятся усиленные краниокаудальные (боковые) проекции и смещенное изображение по методу Эклунда CC и MLO (38% к 40% в США и 33% в Канаде).

Оставшиеся специальные проекции, не описанные в этой главе: подмышечная (AT), раздельный снимок с компрессией (CV), подкрученная латеральная и медиальная CC проекции (36% в США и 32% в Канаде).

Основные проекции являются теми проекциями, которые обычно выполняются в большинстве отделений маммографии.

Специальные проекции применяются для визуализации определенных частей тела, а также той патологии, которая трудно определима при основных проекциях.

Мы не станем обсуждать в нашем руководстве некоторые специальные проекции, такие как снимок аксиллярного удлинения (хвоста) молочной железы или раздельный снимок с компрессией, несмотря на то, что более 30% опрошенных активно ими пользуется.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Основные, или **рутинные**, **проекции**, которые выполняются чаще всего при маммографии.

Маммография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Краниокаудальная (КК), 584
• Медиолатеральная косая (МЛК), 585

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Специальные проекции выполняются в особых наиболее трудно диагностируемых случаях.

Маммография
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Медиолатеральная (МЛ), 586
• Краниокаудальная проекция (подмышечной области), 587
• Метод вытеснения имплантата (метод Эклунда), 588

СПИСОК МАММОГРАФИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

СОКРАЩЕНИЕ ПО НОМЕНКЛАТУРЕ АКР ОРИГИНАЛ	ПЕРЕВОД	ОПИСАНИЕ
CC	КК	Краниокаудальная: основная прямая проекция.
MLO	МЛК	Медиолатеральная косая: основная косая проекция
XCCL	КК (подмышечной области)	Специальная краниокаудальная проекция для изучения тканей подмышечной области
ML	МЛ	Медиолатеральная проекция
LM	ЛМ	Латеромедиальная проекция
ID	ВИ	Снимок с вытеснением имплантата (метод Эклунда)
AX	АП	Аксиальная проекция (для исследования лимфатических узлов)
CV	СКК	Раздельный снимок с компрессией (одновременная компрессия двух молочных желез для изучения тканей, прилегающих к грудине, и медиальных областей молочный желез)
AT	САУ	Снимок аксиллярного удлинения (хвоста) молочной железы — медиолатеральная косая проекция под углом 20-30º
LMO	ЛМК	Латеромедиальная косая проекция (для пациенток с устройством контроля сердечного ритма)
SIO	ОКЛМ	Обратная косая латеромедиальная проекция
TAN	ТАН	Тангенциальная проекция
FB	ВС	Каудокраниальный вид снизу

КРАНИОКАУДАЛЬНАЯ (КК) ПРОЕКЦИЯ: МАММОГРАФИЯ

Маммография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Краниокаудальная (КК)
• Медиолатеральная косая укладка (МЛК)

Выявляемая патология

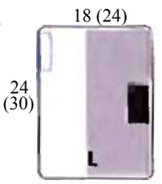
Позволяет обнаружить и/или оценить кальцинаты, кисты, карциному и другую патологию молочных желез. Обе железы отображаются отдельно для сравнения.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 х 24 см или 24 х 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный растр.
- 25 - 28 кВ
- Уставки и доза:

кВ	мАс	КД	СД
25	75	8670	1330

мкГр



Радиационная защита

Используйте гонадную защиту области таза.

Укладка пациента

Пациент находится в положении стоя (или сидя).

Укладка снимаемой области

- Высота расположения кассетодержателя определяется высотой расположения молочной железы, которая **должна быть поднята** и лежать на кассетодержателе, образуя с грудной клеткой **угол 90°**. Кассета будет находиться **на верхней границе инфрамаммарной складки**.
- Молочная железа оттягивается в сторону центра кассеты.
- Рука со стороны обследуемой молочной железы расслаблена, плечо отведено назад.
- Голова отведена в сторону от объекта съемки.
- Морщины и складки кожи молочной железы должны быть разглажены и произведена тугая компрессия.
- Маркер и идентификатор пациента всегда помещаются со стороны **подмышечной впадины**.

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно к **кассете**.
- ЦЛ направлен вдоль стенки грудной клетки и основания молочной железы, по центральной линии молочной железы.
- РИП фиксировано и зависит от марки маммографа, в среднем составляет 60 см.

Диафрагмирование. Используйте соответствующий тубус (конус).

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна быть полностью визуализирована ткань молочной железы, включая центральную, околососковую и среднюю части (иногда включается грудная мышца).

Укладка пациента и компрессия. • Сосок должен быть виден в профиль. • Оптическая плотность ткани на снимке должна быть равномерной по всей молочной железе, что свидетельствует об оптимальной компрессии.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и диафрагмирующий тубус расположены правильно, если изображение молочной железы расположенно центрально на снимке без отсечения краев.

Параметры экспозиции. • Плотные области молочной железы должны быть просвечены рентгеновским пучком с адекватной жесткостью (проникающей способностью), что даст хороший контраст конечного изображения. Четкие границы анатомических структур говорят об отсутствии движения молочной железы во время снимка. • Маркеры анатомических сторон («П» и «Л») должны быть размещены в подмышечной области снимка. Артефакты должны отсутствовать.



Рис. 18-18. Укладка для КК-проекции

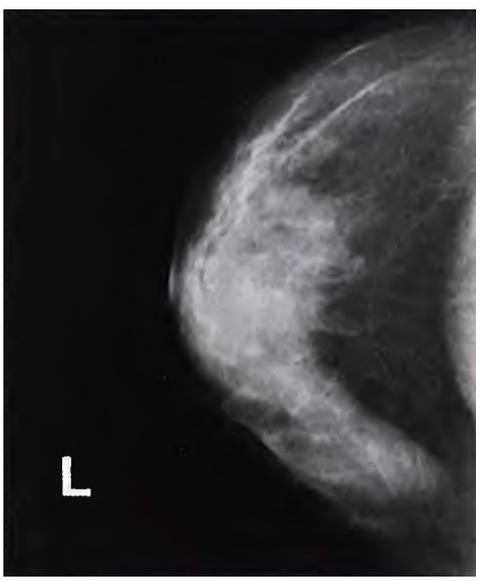


Рис. 18-19. Маммограмма в КК-проекции

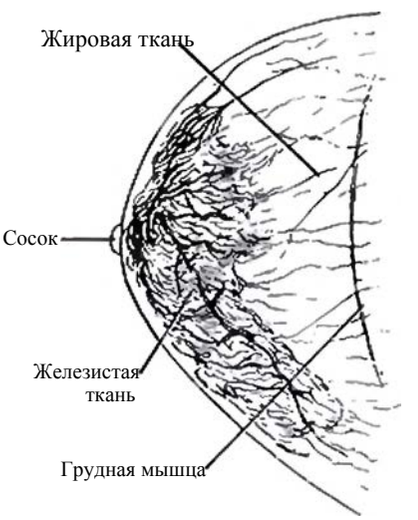


Рис. 18-20. Анатомическая схема для КК-проекции

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время выполнения снимка.

Примечание: следует выбрать рабочее поле ионизационной камеры системы АКЭ максимально близко к грудной клетке.

МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИЯ (МЛК): МАММОГРАФИЯ

Медиолатеральная косая проекция

Выявляемая патология

Позволяет обнаружить и/или оценить кальцинаты, кисты, карциному и другую патологию молочных желез. Обе железы отображаются отдельно для сравнения.

Маммография
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Краниокаудальная (КК)
- Медиолатеральная косая укладка (МЛК)

Технические условия исследования

- Размер кассеты 18 х 24 см или 24 х 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный растр.
- 25 - 28 кВ.
- Уставки и доза:

кВ	мАс	КД	СД
25	85	9830	1510

мкГр

Радиационная защита

Используйте гонадную защиту области таза.

Укладка пациента

Пациент находится в положении стоя (или сидя).

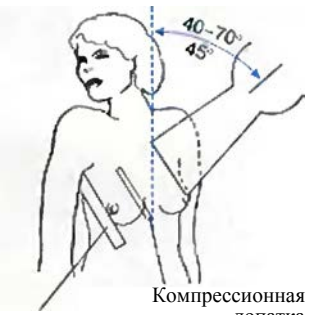
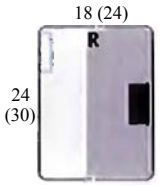


Рис. 18-21. Медиолатеральная косая проекция

Укладка снимаемой области



- ЦЛ перпендикулярен кассете, но **наклонен на 45°** относительно вертикальной оси. ЦЛ входит в среднюю часть молочной железы перпендикулярно грудной мышце.
  - Для тучных женщин с большими молочными железами угол наклона должен лежать в диапазоне от 40° до 60° к вертикали.
  - Для субтильных и маленьких женщин угол наклона должен лежать в диапазоне от 60° до 70° к вертикали.
- Высота расположения кассетодержателя должна соответствовать подмышечной впадине.
- Пациент стоит так же, как и при вертикальной КК-проекции, голова отведена в сторону от объекта съемки. Рука со стороны обследуемой молочной железы вытянута вперед (можно держаться за специальную ручку).
- Молочная железа оттягивается в сторону центра кассеты, **вперед и медиально от грудной клетки**. Наклоните пациентку слегка вперед в сторону наклоненной кассеты, пока нижнелатеральная часть железы не коснется кассетодержателя. Сосок должен проецироваться в профиль.
- Компрессия осуществляется медленно при отведении молочной железы в направлении от грудной стенки и вверх, чтобы избежать провисания труди.
- Верхний край компрессионной лопатки остановится под ключицей, а более низкий край — на уровне инфрамаммарной складки. При проведении компрессии морщины и складки кожи молочной железы должны быть разглажены.
- Маркер помещается высоко в подмышечной впадине.

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно к кассете.
- ЦЛ направлен вдоль стенки трудной клетки и основания молочной железы, по центральной линии молочной железы.
- РИП фиксировано и зависит от марки маммографа, в среднем составляет 60 см.

Диафрагмирование. Используйте соответствующий тубус (конус).

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время выполнения снимка.

Примечание: для визуализации всей молочной железы большого размера могут потребоваться две кассеты — одна расположенная выше, чтобы получить снимок подмышечной области, вторая — расположенная ниже, чтобы получить снимок нижней половины железы. Обратите внимание, чтобы было выбрано рабочее поле ионизационной камеры системы АКЭ, прилегающее к стенке грудной клетки.



Рис. 18-22. Укладка для МАК-проекции (обратите внимание, что С-дуга маммографа повернута примерно на 45º, см. рис. 18-21)



Рис. 18-23. Маммограмма в МЛК-проекции



Рис. 18-24. Анатомическая схема молочной железы в МЛК-проекции

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должна полностью визуализироваться ткань молочной железы от грудной мышцы до соска. • Должна быть видна инфрамаммарная складка, грудь не должна провисать.

Укладка пациента и компрессия: • Сосок должен быть виден в профиль. Грудь должна быть видна в растянутом от грудной клетки положении, оптическая плотность ткани на снимке должна быть равномерной по всей молочной железе, что свидетельствует об оптимальной компрессии.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и диафрагмирующий тубус расположены правильно, если изображение молочной железы расположенно центрально на снимке без отсечения краев.

Параметры экспозиции. Плотные области молочной железы должны быть просвечены рентгеновским пучком с адекватной жесткостью (проникающей способностью), что даст хороший контраст конечного изображения. Четкие границы анатомических структур говорят об отсутствии движения молочной железы во время снимка. • Маркеры анатомических сторон («П» и «Л») должны быть размещены в подмышечной области снимка. Артефакты должны отсутствовать.

МЕДИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ (МЛ) - ИСТИННАЯ БОКОВАЯ УКЛАДКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

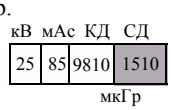
Маммография
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
• Медиолатеральная (МЛ)

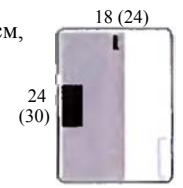
Выявляемая патология

Воспаление или другая патология и латеральных отделах молочной железы. Эта проекция может быть использована как дополнительная в подтверждение патологических изменений, отмеченных только на МАК.

Технические условия исследования

- Размер кассеты — 18 х 24 см или 24 х 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный растр.
- 25 - 28 кВ.
- Уставки и доза:





Радиационная защита

Используйте гонадную защиту области таза.

Укладка пациента

Пациент находится в положении стоя (или сидя).

Укладка снимаемой области

- ЦЛ перпендикулярен кассете, но наклонен на 90° относительно вертикальной оси.
- Центр кассеты расположен напротив центра молочной железы.
- Пациент стоит так же, как и при вертикальной КК-проекции, голова отведена в сторону от объекта съемки. Рука со стороны обследуемой молочной железы вытянута вперед (можно держаться за специальную ручку).
- Молочная железа оттягивается в сторону центра кассеты, вперед и медиально от грудной клетки. Наклоните пациентку слегка вперед в сторону наклоненной кассеты, пока нижнелатеральная часть железы не коснется кассетодержателя. Сосок должен проецироваться в профиль.
- Компрессия осуществляется медленно при отведении молочной железы в направлении от грудной стенки и вверх, чтобы избежать провисания груди. После того как компрессионная лопатка пройдет район грудины, разверните пациентку так, чтобы молочная железа находилась в истинно боковой укладке.
- При проведении компрессии морщины и складки кожи молочной железы должны быть разглажены.
- Откройте инфрамаммарную складку нажатием на живот пациентки.
- При необходимости попросите пациентку придерживать вторую грудь рукой, так чтобы она не мешала выполнению снимка.
- Маркер помещается высоко в подмышечной впадине.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должен быть получен снимок всей молочной железы, в боковой проекции включая подмышечный регион.

Укладка пациента и компрессия. • Сосок должен быть виден в профиль. Грудь должна быть видна в растянутом от грудной клетки положении, оптическая плотность ткани на снимке должна быть равномерной по всей молочной железе, что свидетельствует об оптимальной компрессии. • Должна быть показана подмышечная область молочной железы (обычно включая грудную мышцу).

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и диафрагмирующий тубус расположены правильно, если изображение молочной железы расположено центрально на снимке без отсечения краев.

Параметры экспозиции. • Плотные области молочной железы должны быть просвечены рентгеновским пучком с адекватной жесткостью (проникающей способностью), что даст хороший контраст конечного изображения. Четкие границы анатомических структур говорят об отсутствии движения молочной железы по время снимка. • Маркеры анатомических сторон («П» и «Л») должны быть размещены в подмышечной области снимка. Артефакты должны отсутствовать.



Рис. 18-25. Укладка для медиолатеральной проекции

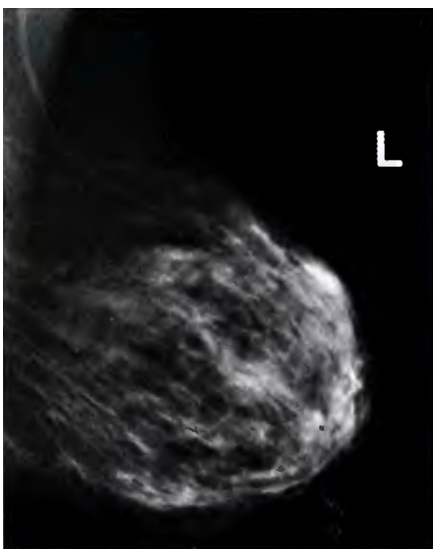


Рис. 18-26. Ретгенограмма в медиолатеральной проекции



Рис. 18-27. Анатомическая схема молочной железы в медиолатеральной проекции

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно **к кассете**.
- ЦЛ направлен вдоль стенки грудной клетки и основания молочной железы, по центральной линии молочной железы.
- РИП фиксировано и зависит от марки маммографа, в среднем составляет 60 см.

Диафрагмирование. Используйте соответствующий тубус (конус).

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время выполнения снимка.

Примечание: следует выбрать рабочее поле ионизационной камеры системы АКЭ максимально близко к грудной клетке.

КРАНИОКАУДАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ДЛЯ ПОДМЫШЕЧНОЙ ОБЛАСТИ: МАММОГРАФИЯ

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует возможную патологию или изменения в ткани молочной железы и в основном подмышечной области.

Данная проекция необходима, когда КК-проекция не позволяет визуализировать всю ткань и подмышечной области или когда патология замечена на МАК, но не на КК-проекции.

Технические условия исследования



- Размер кассеты - 18 х 24 см или 24 х 30 см, расположение поперечное.
- Подвижный растр.
- 25 - 28 кВ.
- Уставки и доза:

кВ	мАс	КД	СД
25	75	8670	1330

мкГр

Радиационная защита

Используйте гонадную защиту области таза.

Укладка пациента

Пациент находится в положении стоя (или сидя).

Укладка снимаемой области

- Начинайте так же, как и в случае КК-проекции, затем поверните пациентку так, чтобы захватить максимально большую часть подмышечной области (рис. 18-28).
- Рука расслаблена и плечо отведено назад.
- Голова пациентки отведена в сторону от объекта съемки.
- При проведении компрессии морщины и складки кожи молочной железы должны быть разглажены.
- Сосок должен проецироваться в профиль.
- Маркер помещается в подмышечной впадине.

Центральный луч

- ЦЛ направлен перпендикулярно к кассете.
- ЦЛ направлен вдоль стенки грудной клетки и основания молочной железы, по центральной линии молочной железы.

РИП фиксировано и зависит от марки маммографа, в среднем составляет 60 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должно быть получено изображение тканей молочной железы в подмышечной области, грудной мышцы, и центральных субареолярных тканей.

Укладка пациента и компрессия. • Сосок должен быть виден в профиль. Грудь должна быть видна в растянутом от грудной метки положении, оптическая плотность ткани на снимке должна быть равномерной по всей молочной железе, что свидетельствует об оптимальной компрессии. • Должна быть показана подмышечная область молочной железы (обычно включая грудную мышцу), что говорит о правильной укладке.

Диафрагмирование и ЦЛ. • ЦЛ и диафрагмирующий тубус расположены правильно, если изображение молочной железы расположено центрально на снимке без отсечения краев.

Параметры экспозиции. • Плотные области молочной железы должны быть просвечены рентгеновским пучком с адекватной жесткостью (проникающей способностью), что даст хороший контраст конечного изображения. Четкие границы анатомических структур говорят об отсутствии движения молочной железы во время снимка. • Маркеры анатомических сторон («П» и «Л») должны быть размещены в подмышечной области снимка. Артефакты должны отсутствовать.

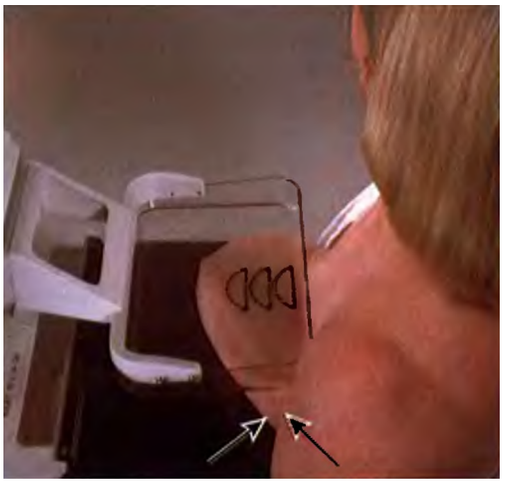


Рис. 18-28. Укладка для краниокаудальной проекции подмышечной области. Примечание пациентка повернута так, чтобы ткани подмышечной области (стрелки) попали на снимок

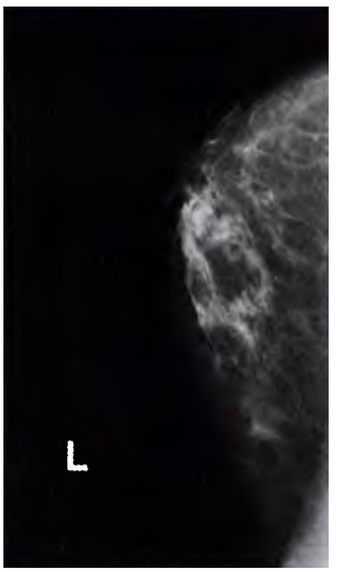


Рис. 18-29. Рентгенограмма в краниокаудальной проекции подмышечной области



Рис. 18-30. Анатомическая схема молочной железы в краниокаудальной проекции подмышечной области

Диафрагмирование. Используйте соответствующий тубус (конус).

Дыхание. Пациент должен задержать дыхание во время выполнения снимка.

Примечание: если опухоль расположена глубоко, то следует выполнить МЛК-проекцию области хвоста молочной железы. Следует выбрать рабочее поле ионизационной камеры системы АКЭ максимально близко к грудной клетке.

МЕТОД СДВИГА ИМПЛАНТАТА

Метод Эклунда[1]

Предупреждение! При выполнении процедуры сдвига имплантата из области снимка должна соблюдаться максимальная осторожность, чтобы не порвать имплантат.

Маммография
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Медиолатеральная (МЛ)
- Краниокаудальная проекция (подмышечной области)
- Метод сдвига имплантата (метод Эклунда)

Выявляемая патология

Проекция демонстрирует изменения в ткани молочной железы на границе с имплантатом, а также возможные разрывы иплантата.

Пациентки с имплантатами обследуются методами маммографии с некоторыми предосторожностями.

Стандартные КК- и МЛК-проекции

Стандартные проекции выполняются, как и в обычных случаях (рис. 18-31). При компрессии следует избегать сильного сжатия.

Метод Эклунда

Исследование по методу Эклунда, сжимание молочной железы (рис. 18-33 и 18-34) выполняется после КК и МЛК-проекций. Во время этой процедуры протез прижимается к грудной клетке так, чтобы ткань молочной железы могла быть визуализирована обычным способом.

Исключение: этот метод может быть применим к большинству пациенток с имплантатами, однако если протез инкапсулирован, то можно выполнить только обычное исследование (без сдвига).

Ручной выбор параметров экспозиции: для снимков молочной железы с имплантатом приходится задавать параметры экспозиции вручную, так как имплантат не позволяет использовать систему АКЭ. В данном случае переэкспозиция молочной железы неизбежна.

[1] Eklund GW et al: Improved imaging of the augmented breast, A/R 151: 469-473, 1988.

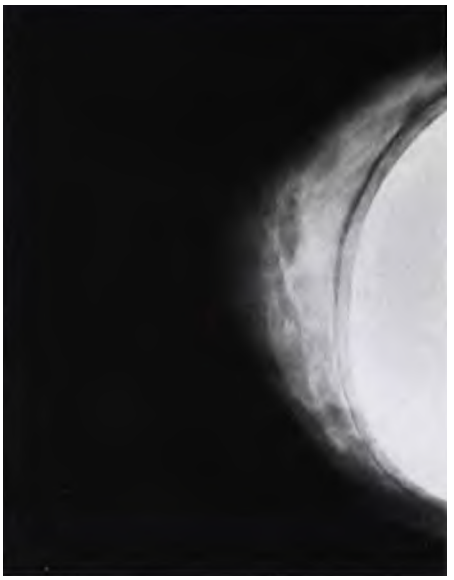


Рис. 18-31. Стандартная КК-проекция — имплантат на своем месте

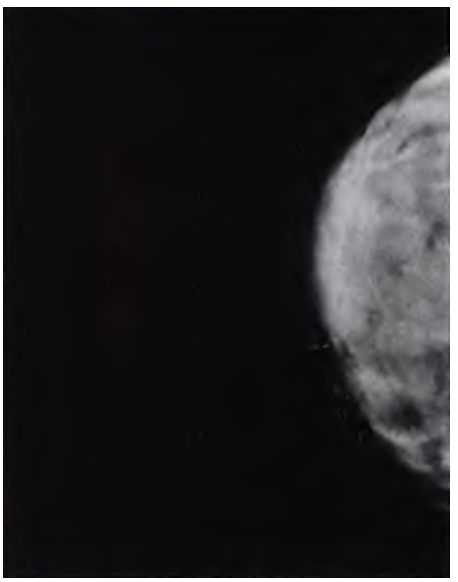


Рис. 18-32. Стандартная КК-проекция — имплантат сдвинут (пациент тот же, что и на рис 18-31)

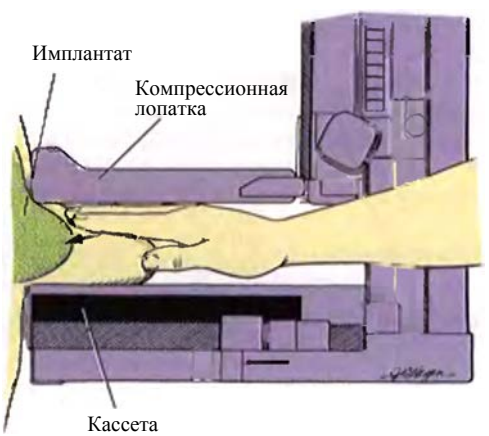


Рис. 18-33. Укладка по методу Эклунда со сдвигом имплантата

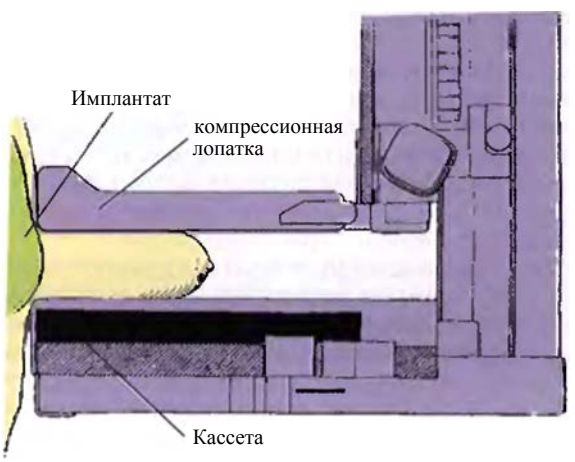


Рис. 18-34. Молочная железа уложена для КК-проекции, имплантат сдвинут за область снимка

Упражнения по рентгенограммам

Каждый из представленных снимков демонстрирует одну или более ошибок, что привело к повторению исследования. В рабочей тетради отведено больше места для комментариев и полного описания для каждой из рентгенограмм. Ответы приведены в конце этого руководства в Приложении Б.

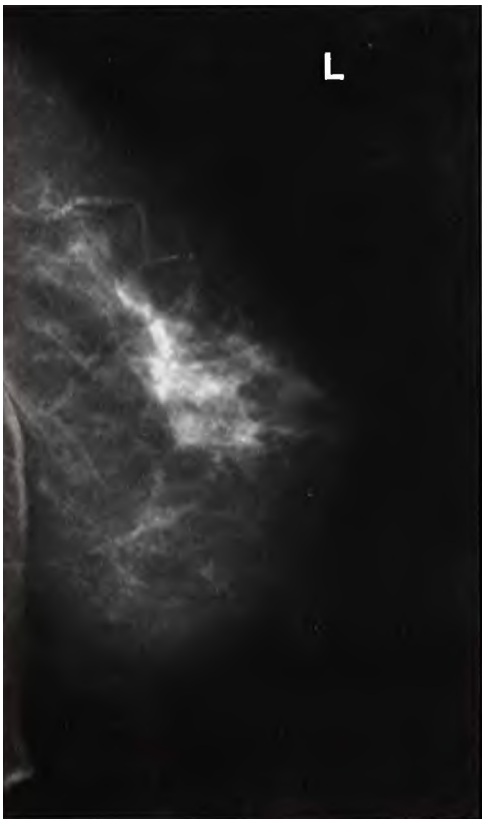


Рис. С18-35. КК-проекция **А**

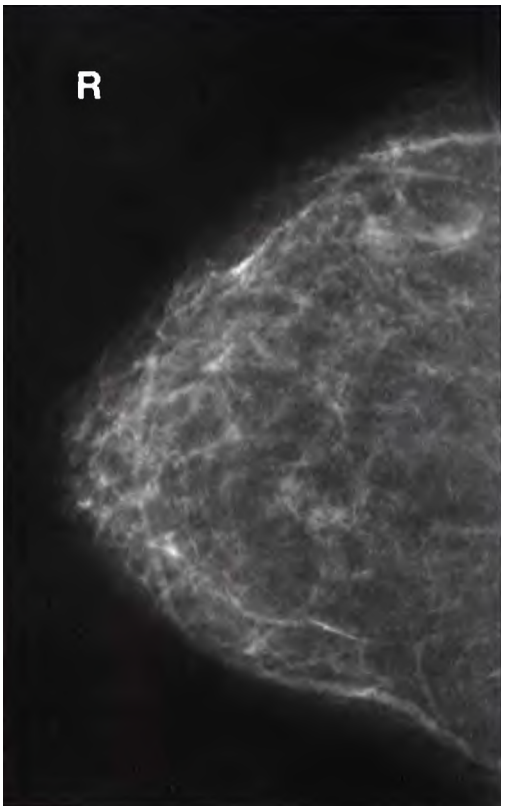


Рис. С18-36. МЛК-проекция **Б**



Рис. С18-37. КК-проекция **В**

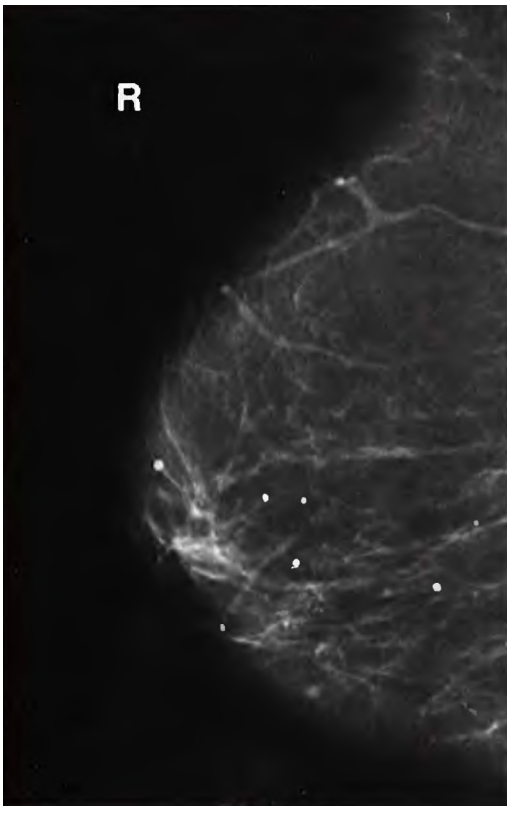


Рис. С18-38. МЛК-проекция **Г**

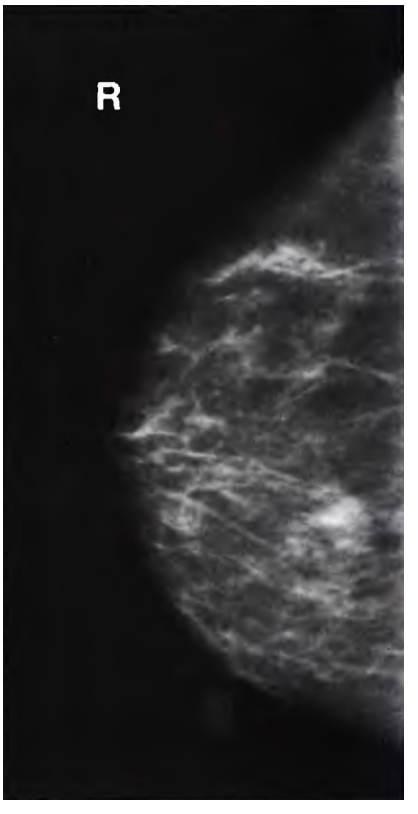


Рис. С18-39. КК-проекция **Д**

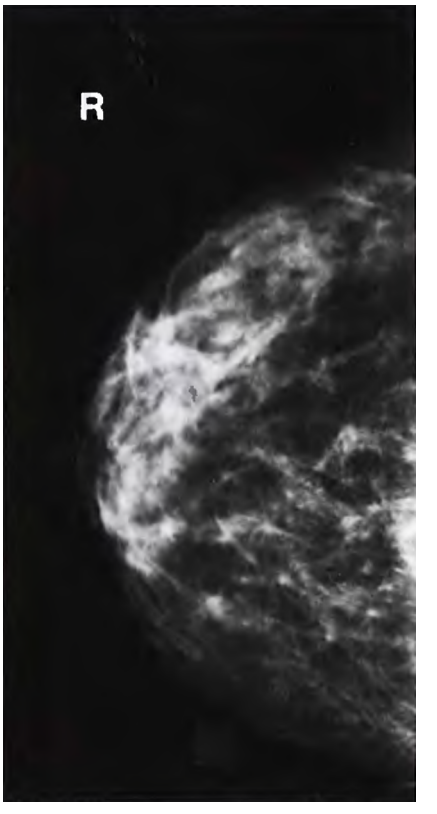


Рис. С18-40. КК-проекция **Е**

Рентгенография травмы с помощью мобильных аппаратов

СОАВТОРЫ: **Cindy Murphy, ACR**

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: James A. Sanderson, BS, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Терминология, принципы и оборудование

Альтернативные методы исследования, 591

Терминология травмы костной системы

- Вывих, растяжение и перелом, 592
- Терминология положения отломков при переломах, 593
- Типы переломов, 593
- «Именные» переломы, 595
- Дополнительные типы переломов, 596
- Репозиция кости после перелома, 597

Принципы выполнения укладок и использования растров

Два принципа укладок

(1) Выполнение двух проекций под углом 90° при истинных (не косых) укладках частей тела относительно кассеты и ЦЛ, 597

(2) Включение всей области травмы в рентгенограмму, 598

Использование растров

- Правила использования растров, 599

Мобильные рентгеновские аппараты

Типы мобильных аппаратов

- Мобильные рентгеновские аппараты, работающие от батарей, 600
- Стандартные мобильные рентгеновские аппараты, 600
- Мобильные рентгеновские аппараты со штативом типа С-ДУГА для цифровой флюороскопии, 601
- Типы аппаратов и правила их использования, 601
- Принципы позиционирования С-ДУГИ и стерильные покрытия для аппарата, 602

Радиационная защита

- Три основных принципа радиационной защиты — расстояние, время и экранировка, 603
- Зоны дозовых нагрузок вокруг С-ДУГИ, 603

Укладки

Грудная клетка

- Задняя проекция (лежа на спине, полулежа и латеропроекция), 604

Кости грудной клетки

- Грудина — задняя косая и боковая проекции, 605
- Ребра — задняя и задняя косая проекции, 606

Живот

- Задняя проекция живота, укладка на спине и боковая латерограмма, 607

Верхняя конечность и плечевой пояс

- Пальцы, большой палец, кисть и запястье, 608
- Предплечье и запястье, 609
- Локтевой сустав — передняя и боковая проекции, 610
- Плечевая кость — задняя и боковая проекции, 611
- Плечевой сустав, лопатка и ключица — задняя и боковая проекции, 612

Нижняя конечность и таз

- Пальцы и стопа — задняя и боковая проекции, 613
- Голеностопный сустав и голень (малоберцовая и большеберцовая кости) — задняя и боковая проекции, 614
- Коленный сустав — задняя и боковая (косая) проекции, 615
- Задняя и боковая проекции средней и дистальной трети бедренной кости, задняя проекция таза и проксимальных третей бедренных костей, 616
- Боковая проекция проксимального отдела бедренной кости и тазобедренного сустава (метод по Данелиусу-Миллеру и Сандерсону), 617

Шейный отдел позвоночника

- Задняя проекция и боковая проекция горизонтальным пучком, 618
- Косая проекция с двойным наклоном ЦЛ, 619

Грудной и поясничный отдел позвоночника:

- Задняя проекция и боковая проекция горизонтальным пучком, 620

Череп

- Боковая проекция горизонтальным пучком, 621
- Задняя проекция 0°, 15°, задняя аксиальная проекция 30° (по Тауну), 622

Кости лицевого черепа

- Боковая проекция, задняя акантиопариетальная (обратный метод Уотерса) и модифицированная акантиопариетальная, 624
- Нижняя челюсть — задняя аксиальная, задняя и аксиолатеральная косая проекция горизонтальным пучком, 625

Часто встречается ситуация, когда надо выполнить рентгенографию больного в тяжелом состоянии, когда его не следует тревожить перемещением в рентгеновское отделение. Пациент может быть зафиксирован на кровати или каталке или носить шейный фиксатор или гипс, что мешает выполнению обычных снимков. В таких случаях возникает **проблема с размещением кассеты и направлением центрального луча** (ЦЛ). В подобной ситуации удобно использовать передвижной (мобильный) рентгеновский аппарат. Чаще всего выполняются снимки пациента в положении лежа на спине, при этом рекомендовано использовать кассеты со встроенным стационарным растром[1].

В этой главе рассматривается использование мобильных рентгеновских аппаратов, а также специальная **терминология, способы укладок и особенности адаптации стандартных проекций к нестандартному положению пациента**. Рассматриваются основные виды мобильных аппаратов, устройство отсеивающего растра и правила, специфичные для рентгенографии травмы.

Травме подвержены все области тела, но здесь рассматривается только травма костной системы.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Возросшая скорость сканирования при компьютерной томографии привела к большей частоте использования КТ в диагностике травмы. КТ позволяет точно распознавать травму различных частей тела, заменяя традиционные методы, например рентгенографию черепа. Трехмерная КТ-реконструкция позволяет изучить мелкие детали при травме костей (на рис. 19-3 показан мобильный компьютерный томограф, см. также главу 22).

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Методы радионуклидного сканирования эффективны в оценке ряда состояний: легочной эмболии, перекручивания яичек и кровотечений ЖКТ. Введение в кровь радионуклидов позволяет оценить кровоснабжение в пораженной области.

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

Ультразвуковое сканирование показано для оценки состояния пациента при проникающем ранении брюшной полости. Эхография позволяет быстро и неинвазивно определить район кровотечения. УЗИ — золотой стандарт для исследования женской репродуктивной системы (в частности, при внематочной беременности). УЗИ позволяет быстро оценить состояние большинства органов брюшной полости

АНГИОГРАФИЯ/ИНТЕРВЕНЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

Ангиография показана при диагностике травмы дуги аорты, хотя в последнее время для этого чаще применяется КТ. Интервенционные процедуры (как описано в главе 21) включают транскатетерную эмболизацию для окклюзии кровоточащих сосудов.

[1] К сожалению, такие кассеты в России практически не встречаются. - *Ред.*



Рис. 19-1. Рентгенография при травме



Рис. 19-2. Палатный рентгеновский аппарат





Рис. 19-3. Альтернативные методы исследования

Терминология травмы костной системы

Терминология травмы костной системы имеет свою специфику. Понимание терминологии облегчает поиск оптимальной укладки, не причиняющей пациенту боли и обеспечивающей хорошую визуализацию области интереса.

Вывих

Вывихам называют стойкое **смещение суставных концов сочленяющихся костей** за пределы их физиологической подвижности, вызывающее нарушение функции сустава.[1]

Наиболее часто вывихи случаются в плечевом суставе, суставах пальцев, коленной чашечке и тазобедренном суставе[2].

Проявлениями вывиха являются ненормальная форма или неестественное взаимное расположение частей тела, сопровождаемая болью в суставе и ограничением его подвижности. Как и переломы, вывихи должны быть сняты в двух проекциях под углом 90° друг к другу, чтобы определить величину смещения костей.

Если вывих был вправлен, все равно следует сделать снимки в двух проекциях, чтобы выяснить степень повреждения и возможные отрывные (авульсионные) переломы.

Подвывих: частичный вывих, как показано на рис. 19-5, на котором позвонок смещен в заднем направлении.

Другой пример — так называемый **вывернутый локоть, частичное смещение головки радиальной кости ребенка**, которое возникает, когда взрослым резко дергает ребенка за руку. Этот подвывих часто уменьшается при укладке ручки ребенка тыльной стороной на кассету для выполнения снимка локтевого сустава в задней проекции.

Растяжение

Растяжение возникает при сильном рывке или выкручивании костей сустава частичным разрывом или растяжении связок сустава без смещения костей.

В результате растяжения могут быть повреждены кровеносные сосуды, сухожилия, связки и нервы. Растяжение может быть болезненным и при укладке следует соблюдать осторожность, чтобы не причинить боль пациенту. Из-за кровоизлияния в мягкие ткани сустав может опухать, а кожа над ним менять окраску. Симптомы при растяжении сходны с переломом и для дифференциальной диагностики рекомендуется сделать снимки.

Перелом

Перелом — повреждение кости с нарушением ее целости.

При любом подозрении на перелом рентгенолаборанту нужно быть очень осторожным при укладке, чтобы своими действиями не увеличить степень травмы или смещения отломков. Поэтому рентгенолаборанту никогда не следует применять силу при укладке снимаемой части тела. Если же перелом очевиден или любое движение сопряжено с сильной болью, то укладку выполняют так, как это удобнее пациенту.

Ушиб (контузия)

Это локальное повреждение в виде синяка с возможным отрывным переломом (см. с. 596). Примером может быть типичная футбольная травма — контузионный ушиб в области подвздошного гребня таза.



Рис. 19-4. Вывих плеча (задняя проекция)

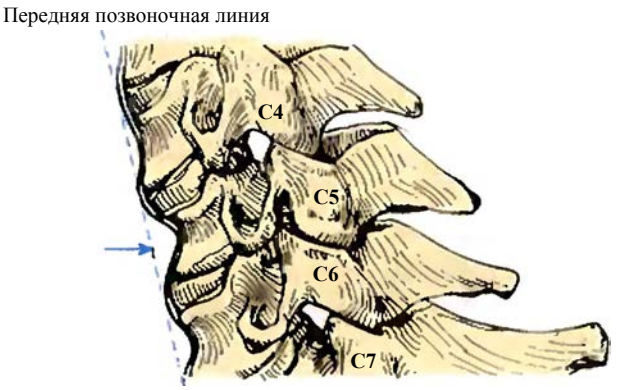


Рис. 19-5. Подвывих шейного позвонка (C5 сдвинут кзади)

[1] Энциклопедический словарь медицинских терминов. Том 1. — с. 228. М.: Советская энциклопедия, 1982 г.

[2] Вывихнутой считается периферическая кость, по названию которой обозначается вывих при вывихе в плечевом суставе говорят о вывихе плеча, в локтевом суставе — о вывихе предплечья и т.п., БМЭ, 1976, том. 4. — с. 487, Советская энциклопедия.

Терминология положения отломков при переломах

Аппозиция (смещение по длине или продольное смещение). Различают три вида такого смещения.

1. **Анатомическая аппозиция**, когда концы отломков соприкасаются и анатомически находятся в правильном положении.
2. **Недостаточная аппозиция (дистракция или перелом с расхождением отломков по длине)**, когда концы отломков разошлись и не соприкасаются друг с другом (рис. 19-6).
3. **Штыковидное смещение**, когда отломки смещены по ширине и заходят друг на друга, сохраняя боковой контакт (рис. 19-7).

Угловое смещение

Три термина описывают угловое смещение.

1. **Вершина угла:** описывается положение вершины угла перелома — в медиальную или латеральную сторону.
2. **Варусная деформация:** дистальная часть дистального отломка отклонена в сторону средней линии тела, а вершина угла направлена латерально.
3. **Вальгусная деформация** (противоположность варусной деформации): вершина угла направлена медиально, дистальный фрагмент отклоняется в строну от срединной линии тела. **Примечание:** варусным и вальгусным обозначают также отклонение части тела в сторону срединной плоскости тела или, соответственно, от нее (см. глава 1, с. 30)

Типы переломов

Для описания переломов существует обширная терминология, рентгенолаборанту необходимо знать как минимум несколько терминов.

Закрытый (простой) перелом

Перелом, при котором концы отломков **не выходят за пределы кожных покровов**.

Открытый (сложный) перелом

Перелом, при котором концы отломков через рану **выходят за пределы кожных покровов**.

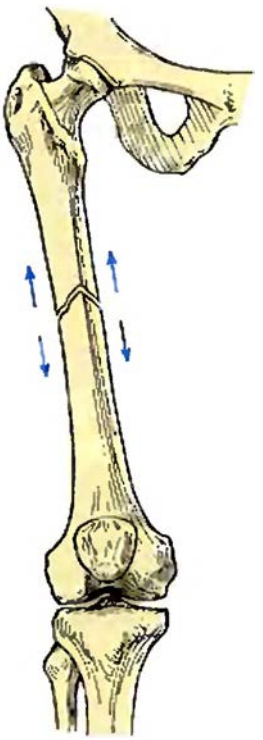


Рис. 19-6. Дистракция



Рис. 19-7. Штыковидное смещение

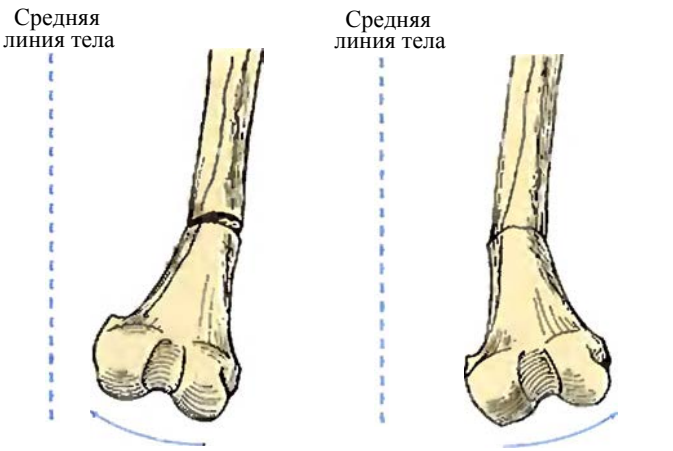


Рис. 19-8. Варусная и вальгусная деформация

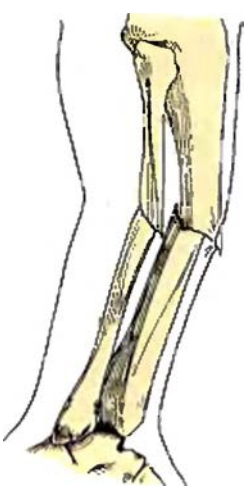


Рис. 19-9. Открытый перелом (большеберцовой и малоберцовой костей)

Неполный (частичный) перелом

В этом случае трещина не разделяет кость полностью на отломки. Наиболее часто такой перелом случается у детей.

Встречаются два основных вида неполного перелома.

1. **Торусный перелом** (компрессионного типа). Это повреждение коркового вещества кости похоже на его местное вздутие. Поскольку кость в этом случае сохраняет целостность, то смещения элементов кости практически нет. Корковое вещество кости **полностью не сломано**.
2. **Перелом по типу зеленой ветки[1] — перелом только одной стороны кости**. Корковое вещество на одной стороне кости сломано, а на другой просто изогнуто. Если кость выпрямлена, то слабый след перелома может быть виден только с одной стороны кости, в то время как с другой стороны видна складка или ямка (рис. 19-10)

Полный перелом

При полном переломе образуется как минимум два отломка кости. Имеется три основных вида переломов[2].

1. **Поперечный перелом.** Линия перелома проходит почти под **прямым углом** к продольной оси кости.
2. **Косой перелом.** Линия перелома идет наклонно к продольной оси кости.
3. **Спиральный (винтообразный) перелом**. Линия перелома идет по спирали, и отломки иногда повернуты относительно друг друга (рис. 19-11).

Раздробленный перелом

При таком переломе кость раздавлена или раскрошена в месте повреждения с образованием нескольких отломков (см. рис. 19-12). Три типа раздробленных переломов требуют различных методов лечения, так как отличаются характером нарушения кровоснабжения.

1. **Сегментный перелом. Две линии перелома образуют изолированный сегмент кости**.
2. **Перелом в виде бабочки**. **Два клиновидных отломка с двух сторон кости** напоминают крылья бабочки.
3. **Расщепление.** При этом переломе **отломки** кости **напоминают щепки**.

Вколоченный перелом

При таком переломе **один фрагмент кости внедряется в другой:** например, тело кости может быть вколочено в головку кости. Обычно это случается с дистальными концами бедренной, плечевой и радиальной костей (рис. 19-13).

---

[1] Перелом имеет внешнее сходство с переломом зеленой ветки дерева. — *Ред*.

[2] Различают также продольные. Т-образные, Y-образные, звездчатые и дырчатые переломы со смещением отломков и без. — *Ред*.



Рис. 19-10. Перелом типа зеленой ветки (локтевая кость)



Рис. 19-11. Спиральный (винтообразный) перелом (бедренная кость)



Рис. 19-12. Раздробленный перелом (большеберцовая кость)

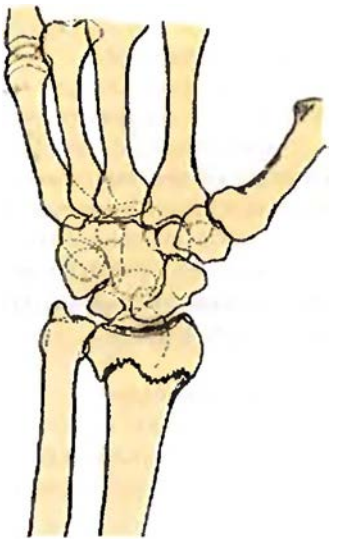


Рис. 19-13. Вколоченный перелом (радиальная кость)

«Именные» переломы

Приведем несколько примеров переломов, названных либо по имени ученых, впервые их описавших, либо по способу образования.

Бейсбольный (хоккейный) перелом
Перелом дистальной фаланги вследствие удара мячом (или шайбой) по кончику выпрямленного пальца руки. Дистальный межфаланговый сустав при этом умеренно согнут, а в задней части основания дистальной фаланги часто имеется оторванный осколок.

Перелом Бартона
Внутрисуставной перелом задней губы дистального конца лучевой кости.

Перелом Беннетта
Продольный перелом основания первой пястной кости, при этом линия перелома располагается внутри запястно-пястного сустава и, как правило, сопровождается подвывихом тела кости в тыльно-лучевую сторону.

Перелом боксеров
Этот вид перелома наиболее характерен для дистального отдела пятой пястной кости, при этом кости смещаются под углом, обращенным вершиной кзади. Лучше всего это видно на снимке в боковой проекции. Причиной перелома является сильный удар рукой пострадавшего по чему-либо.

Перелом Коллеса
Перелом запястья, при котором повреждается нижняя часть лучевой кости, так что дистальный отломок смещается под углом, обращенным вершиной кпереди. Перелом является результатом падения на вытянутую (выпрямленную) руку.

Перелом повешенных
Линия перелома проходит через ножки дуги второго шейного позвонка (С2) с возможным смещением С2 или С3.

Перелом Гетчинсона (*перелом шофера*)
Внутрисуставной перелом шиловидного отростка лучевой кости. (Свое название перелом получил в те времена, когда автомобили заводились рукояткой вручную. При неожиданном раскручивании рукоятка ударяла по боковой поверхности дистального отдела предплечья.)

Перелом Монтеджи
Перелом локтевой кости в проксимальной или средней трети, сопровождающийся вывихом головки лучевой кости. Возникает при защите от удара поднятыми руками.

Перелом Потта
Этот термин используется для описания перелома обеих лодыжек и заднего края дистального отдела большеберцовой кости, при котором нередко разрываются связки голеностопного сустава.

Перелом Смита (*противоположный Коллесу*)
Перелом дистальной части лучевой кости, при котором отломок смещается кпереди под углом, обращенным вершиной кзади.



Рис. 19-14. Перелом Коллеса (лучевая кость)

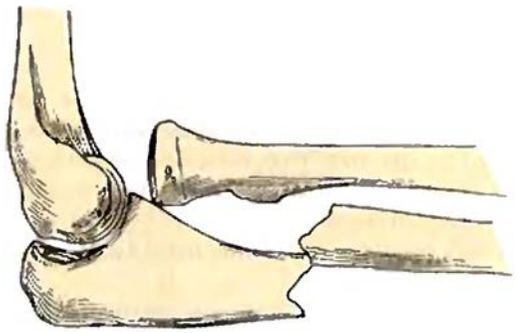


Рис. 19-15. Перелом Монтеджи (локтевая кость)



Рис. 19-16. Перелом Потта (дистальный отдел берцовых костей)

Дополнительные типы переломов

Отрывной (авульсионный) перелом

Такой перелом является результатом резкого внешнего воздействия на околосуставные связки или сухожилия. Образовавшийся при этом осколок кости может оттягиваться в сторону прикрепленной к нему связкой или сухожилием.

Оскольчатые и/или тройные переломы

Переломы, возникающие вследствие прямого удара в область орбиты и/или верхней челюсти и скуловой кости, описаны и проиллюстрированы в главе 11.

Перелом с отломком

Перелом заключается в отрыве от кости изолированного костного фрагмента. (Это не то же, что авульсионный перелом.)

Компрессионный перелом

Такие переломы позвоночника возникают вследствие сжатия или компрессии позвонка. Рентгенографически в данном случае чаще всего наблюдается уменьшение высоты переднего отдела тела позвонка.

Вдавленный перелом (*иногда называемый пинг-понг переломом*)

При этих видах переломов отломок кости черепа проникает в его полость. Внешне это похоже на мячик для пинг-понга, вдавленный пальцем, однако, если вдавление устранено, этот участок может приобрести свою первоначальную форму.

Внутрисуставные (эпифизарные) переломы

Переломы, проходящие через эпифизарную пластинку (хрящ), соединяющую эпифиз с телом кости, одно из мест наиболее частых переломов трубчатых костей у детей.

Рентгенологи чаще всего используют классификацию Солта-Харриса (Salter 1-5) для описания степени сложности и достоверного прогноза при данных переломах[1].

Патологические переломы

Эти переломы являются следствием патологических процессов внутри кости, таких как остеопороз, новообразование и другая костная патология.

Стрессовые переломы (*иногда называемые маршевыми*)

Этот тип переломов имеет нетравматическую этиологию. Они являются результатом продолжительных нагрузок на кость, возникающих, например, при длительной ходьбе или беге. Переломы вследствие ходьбы чаще происходят в средней части тел плюсневых костей, при беге повреждается дистальный конец тела большеберцовой кости.

Переломы, возникающие вследствие перегрузки, часто трудно диагностировать рентгенографически, они становятся видимыми только при последующем образовании костной мозоли или при радионуклидном сканировании кости.

Звездчатый перелом

В этом случае линии перелома расходятся лучами вокруг центральной точки повреждения, образуя форму звезды. Наиболее общим примером этого типа переломов является повреждение надколенника, часто образующееся при ударе колена о приборную доску автомобиля при ДТП.

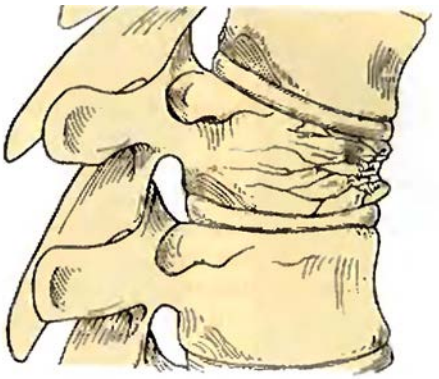


Рис. 19-17. Компрессионный перелом (тело позвонка)

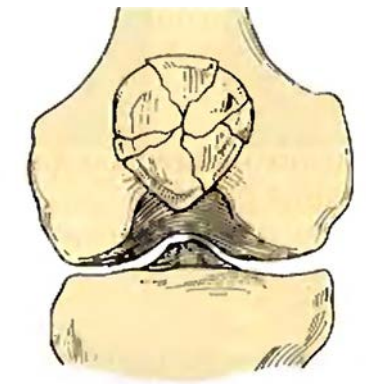


Рис. 19-18. Звездчатый перелом (надколенник)



Рис. 19-19. Перелом копчика пальца (дистальная фаланга)

Трехлодыжечный перелом

Это переломы в голеностопном суставе, включающие повреждения обеих, латеральной и медиальной, лодыжек, а также тонкой задней части дистального конца большеберцовой кости.

Перелом или раздробление кончика пальца

Эти оскольчатые переломы образуются вследствие размозжения дистальных фаланг пальцев кисти, включая большой палец.

---

[1] Manaster BJ: *Skeletail radiology, handbooks in radiology*, ed 2, St. Louis, 1997, Mosby.

Репозиция кости после перелома

Отломки кости приводят в нормальное положение с помощью различных манипуляций и закрепляют шиной или гипсом. **Закрытая репозиция — нехирургическая операция**.

Открытая репозиция. Для тяжелых переломов со значительным смещением отломков или сильным раздроблением кости требуется хирургическое вмешательство. Место перелома вскрывают и закрепляют отломки различными приспособлениями. Эта процедура называется **открытой репозицией с внутренней фиксацией**. Часто в процессе операции выполняют рентгенограммы.

Послеоперационные рентгенограммы выполняют как в случае закрытой, так и в случае открытой репозиции. Для получения полной картины снимки выполняют в двух проекциях под углом 90° друг к другу (рис. 19-20 и 19-21).

Флюороскопия на аппаратах со штативом типа С-ДУГА завоевывает все большую популярность для контроля репозиции переломов (с. 601)



Рис. 19-20. Передняя проекция предплечья после репозиции



Рис. 19-21. Боковая проекция предплечья и запястья после репозиции

Принципы выполнения укладок и использования растров

Принципы укладок при травме соответствуют общим принципам рентгенографии, но основной термин, характеризующий особенности рентгенографии при травме, — **адаптация**, то есть приспособление к обстоятельствам, поскольку каждая травма уникальна, и следует **найти оптимальный способ ее визуализации**.

ПРИНЦИП ДВУХ ПРОЕКЦИЙ ПОД УГЛОМ 90° ДРУГ К ДРУГУ

Основной принцип рентгенографии травмы — **выполнение двух проекций** под углом 90° друг к другу при правильном выборе соотношения центральный луч-обьект-кассета.

Выполняются преимущественно **прямые задняя или передняя проекция и боковая проекция** путем поворота объекта съемки в стандартную укладку **или путем наклона ЦЛ и соответствующим положением кассеты** (адаптация укладки при травме). В этом случае так размещают кассету и направляют ЦЛ, чтобы не менять положения пациента. Пример приведен на рис. 19-22 и 19-23, где прямая задняя и боковая проекции стопы получены без сгибания или перемещения нижней конечности. Задняя проекция получена путем наклона ЦЛ и плоскости кассеты относительно стопы так, чтобы получилось правильное соотношение ЦЛ, снимаемого объекта и кассеты.

Принцип адаптации можно применить к любой части тела.

Исключения из принципа выполнения прямой передней (задней) и боковой проекции. Иногда состояние пациента не позволяет так адаптировать положение кассеты и наклон ЦЛ, чтобы получить прямую заднюю (переднюю) или боковую проекцию. Этому может помешать массивная гипсовая повязка или другие фиксирующие приспособления. В таком случае следует выполнить две косые проекции, но под прямым углом друг к другу. **Одна проекция выполняется только в самом крайнем случае**. В таком случае в истории болезни следует сделать запись, объясняющую причину выполнения только одной проекции.

Исключения из принципа выравнивания ЦЛ относительно объекта и кассеты. Обычно ЦЛ направлен перпендикулярно плоскости кассеты для уменьшения геометрического



Рис. 19-22. Задняя проекция стопы (адаптация укладки при травме)



Рис. 19-23. Боковая проекция стопы



Рис. 19-24. Косая проекция шейного отдела (исключение из правила о перпендикулярности ЦЛ плоскости кассеты)

искажения изображения. Однако в случае изображенном на рис 19-24, невозможно расположить кассету согласно правилам. Снимок шейного отдела получится искаженным, но при рентгенографии травмы это приемлемо.

Некоторые специализированные аппараты для исследования травмы, в частности со штативом С-ДУГА, устроены так что в любом случае приемник рентгеновского изображения перпендикулярен ЦЛ.

ВТОРОЙ ПРИНЦИП — ВКЛЮЧИТЬ В РЕНТГЕНОГРАММУ ВСЮ АНАТОМИЧЕСКУЮ ОБЛАСТЬ ТРАВМЫ

Второй принцип рентгенографии при травме гласит: очень важно включить в рентгенограмму **всю изучаемую анатомическую структуру**, чтобы не пропустить патологических изменений. Этот принцип требует использования кассеты большого размера или нескольких кассет.

Верхняя и нижняя конечности. При исследовании длинных костей верхней и нижней конечностей следует **включать оба** сустава для исключения вторичного переломе вне области первичной травмы. Примером может быть исследование при подозрении на повреждение костей голени (большеберцовой и малоберцовой) в дистальном отделе. При этом может потребоваться вторая кассета меньшего размера для коленного сустава и проксимального отдела голени, если голень с двумя суставами не умещается на одну кассету. Перелом дистального отдела большеберцовой кости часто сопровождаются вторичным переломом проксимального отдела малоберцовой кости. Поэтому требуется получить изображения обоих суставов как в задней, так и в боковой проекции.

Примечание: задняя и боковая проекции дистального отдела голени и голеностопного сустава на рис. 19-25 и 19-26 должны быть сопровождены рентгенограммами проксимального отдела большеберцовой и малоберцовой костей для исключения вторичного перелома.

Правило включения сустава в снимок. Для всех повторных снимков верхней и нижней конечностей всегда следует включать в рентгенограмму минимум один сустав, лежащий в непосредственной близости от места травмы. У этого правила нет исключении, даже если перелом случился посередине тела кости. Ближайший к перелому сустав должен быть включен в поле снимка.

Скелет и внутренние органы грудной клетки, живот. Второй принцип о включении всей анатомической структуры в область снимка верен и при исследовании таких обширных областей, как живот и грудная клетка. Например, для получения снимка живота крупного пациента может потребоваться две кассеты, расположенные поперечно, чтобы охватить всю область живота. Это верно и для грудной клетки.

Латерограмма. Пациентов с травмой часто приносят на носилках или привозят на каталках в супинационном положении (на спине). В этом случае выполняется латерограмма горизонтальным рентгеновским пучком. Позаботьтесь о том, чтобы **из-за расхождения рентгеновского пучка исследуемая часть тела не оказалась бы за пределами кассеты**, в особенности если кассета располагается у края стола сбоку от пациента. Это случается при снимках шейного отдела позвоночника, черепа и прочих частей тела, которые располагаются непосредственно на столе снимков, а кассету устанавливают на его краю. Если есть подозрение на повреждение шейного отдела, голову и шею нельзя двигать или приподнимать, поэтому под голову нельзя ничего подкладывать. И тогда, если кассета стоит на краю стола, то расходящийся рентгеновский пучок спроецирует заднюю часть черепа за пределы кассеты. На рис. 19-27 и 19-28 приведены укладки, соответственно, при отсутствии и при наличии подозрения на повреждение шейного отдела позвоночника.

Чтобы избежать отсечения заднего отдела черепа, на рентгенограмме можно опустить кассету ниже уровня стола и придвинуть пациента ближе к кассете (рис. 19-28). При этом увеличится РОП и геометрическое искажение изображения. В данном случае это приемлемо. Следует изменить значение мАс в соответствии с увеличением РИП.



Рис. 19-25. Задняя проекция дистального отдела голени и голеностопного сустава



Рис. 19-26. Боковая проекция дистального отдела голени и голеностопного сустава



Рис. 19-27. Боковая проекция черепа горизонтальным рентгеновским пучком после исключения травмы шейного отдела с подставкой под голову



Рис. 19-28. Боковая проекция черепа горизонтальным рентгеновским пучком при подозрении на травму шейного отдела. Голова пациента лежит на деке стола (кассета опущена ниже уровня деки, чтобы избежать отсечения на снимке заднего отдела черепа)

Если рентгенограмма шейного отдела исключила перелом или подвывих позвоночника, то можно выполнить вторую рентгенограмму уже с поролоновой подкладкой под голову, чтобы избежать отсечения на изображении заднего отдела черепа (рис. 19-27).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТРОВ

Обычно использование растра обязательно при толщине исследуемой части тела более 10 см. Это означает, что, кроме случаев съемки дистальных отделов верхних и нижних конечностей и рентгенографии детей, применение растров обязательно как в общей рентгенографии, так и в рентгенографии травмы. Поврежденная часть тела иногда распухает, для фиксации переломов используются гипс и шины — все это приводит к увеличению вклада рассеянного излучения в формирование изображения. Шины и гипс требуют повысить кВ, чтобы увеличить проницающую способность рентгеновского пучка. Перечисленные факты объясняют необходимость использования отсеивающего растра при рентгенографии травмы.

Использование кассет со встроенным растром высокой плотности требует особого внимания из-за эффекта экранирования изображения растром при неправильном расположении центра кассеты относительно ЦЛ.

Правила использования растров

Для правильного использования растров необходимо понимать принцип их действия. Это поможет избежать эффекта экранирования растром, действие которого демонстрируется на рисунках 19-29 и 19-30. Легкое экранирование рентгеновского пучка демонстрируется на рис. 19-28 — видно уменьшение оптической плотности и возросшая нерезкость изображения. Сильное экранирование, как это показано на рис. 19-30, полностью размывает изображение.

Эффекта экранирования можно избежать, придерживаясь следующих правил: (1) **правильное направление ЦЛ**, (2) **правильный наклон ЦЛ**, (3) **правильный выбор РИП с учетом фокусного расстояния растра** и (4) **расположение растра правильной стороной к излучателю**.

(1) Правильное направление ЦЛ. ЦЛ должен быть всегда направлен вдоль средней линии растра. Чем дальше точка вхождения ЦЛ в кассету от ее средней линии, тем больше эффект экранирования (см. рис. 19-29 и 19 -30). На рис. 19-29 ЦЛ проходит в 7 см от центра кассеты, на рис. 19-30 ЦЛ проходит в 12 см от центра кассеты.

При некоторых клинических ситуациях невозможно заранее определить центр области интереса, в этом случае кассета должна быть повернута так, чтобы направление свинцовых полосок растра было перпендикулярно продольной оси пациента, например при исследовании позвоночного отдела в латеропроекции.

Исключение. Растры с поперечным расположением свинцовых полосок для латерограмм. В последнее время стали популярны (особенно для латерографии) кассеты с растрами с поперечным расположением полосок. То есть полоски параллельны короткой стороне кассеты. Такие кассеты при неопределенном центре области интереса должны располагаться вдоль пациента, а направление ЦЛ определяет центральная поперечная линия кассеты.

(2) Правильный наклон ЦЛ. Наклон ЦЛ выполняется вдоль свинцовых полосок растра. Следовательно, если ЦЛ падает не перпендикулярно на плоскость кассеты, то он должен быть выровнен вдоль плоскости, идущей параллельно свинцовым полоскам растра. Отклонение ЦЛ от этой плоскости на 3-4° могут вызвать эффект экранирования (см. рис. 19-32).

(3) Правильный выбор РИП с учетом фокусного расстояния растра. Каждый растр имеет фиксированное фокусное расстояние и некоторый диапазон, в котором изменение РИП не вызывает экранирования. Фокусное расстояние растра определяется углом наклона свинцовых полосок. В центре полоски перпендикулярны плоскости растра, по направлению к краю их угол наклона меняется так, чтобы прямые лучи, исходящие



Рис. 19-29. Несильное проявление эффекта экранирования — ЦЛ в 7 см от центра кассеты (общий вид, снимка — недоэкспонированный)



Рис. 19-30. Сильное проявление эффекта экранирования — ЦЛ в 12 см от центра кассеты (общий вид снимка — размытый)



Рис. 19-31. Кассета со встроенным растром: центральная ось расположена вдоль полосок продольно. Исключение - кассеты для латерографии, когда полоски расположены поперечно

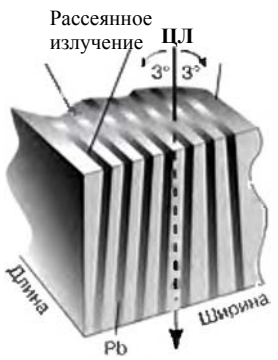


Рис. 19-32. Традиционный линейный сфокусированный растр: Ограниченный угол наклона ЦЛ в поперечном направлении от 3° до 4°. Неограниченный угол наклона ЦЛ в продольном направлении — вдоль свинцовых полосок. Ограниченный диапазон допустимых РИП ± 10 см относительно фокусного расстояния растра (с разрешения «КОДАК»)

из фокуса рентгеновской трубки, которая находится на расстоянии , попадали на пленку, а рассеянное излучение поглощалось свинцом полосок (см. рис. 19-32). Между полосками находится наполнитель — чаще всего, алюминий.

Помимо фокусного расстояния (F) есть еще два параметра характеризующих растр, — **частота (плотность) растра** (число полосок на см) и **отношение растра** (отношение высоты полоски к расстоянию между ними). Растры, встроенные в кассету обычно имеют небольшое отношение растра **6:1** или **8:1**, по сравнению с подвижными растрами кассетодержателей — **12:1**. Это дает больший диапазон изменения РИП, не приводит к меньшему поглощению рассеянного излучения.

(4) Расположение растра правильной стороной к излучателю. Поскольку свинцовые полоски растра сфокусированы, то есть наклонены в сторону предполагаемого расположения фокуса рентгеновской трубки, следует правильно размещать растр относительно излучателя. В противном случае большая часть рентгеновского пучка будет поглощена свинцовыми пластинками.

---

[1] В оригинале использован английский термин «cutoff», что можно перевести термином «срезание». Если рентгеновский пучок расположить неправильно относительно растра, то прямые рентгеновские лучи, образующие изображение будут срезаны, а на рентгенограмму попадут в основном вторичные лучи, не несущие информации. Мы предпочитаем пользоваться термином «экранирование». — *Ред.*

Мобильные рентгеновские аппараты[1]

При изучении методов рентгенографии травмы с помощью мобильных рентгеновских аппаратов полезно знать принципы устройства этой рентгеновской техники. Если состояние пациента позволяет, то его исследуют на снимочном столе стационарного рентгеновского аппарата, в противном случае с помощью **мобильного (передвижного) аппарата** можно сделать снимки в палате реанимации, в операционной или в любом месте размещения пациента в больнице.

Мобильные аппараты часто называют портативными, или переносимыми, что не совсем верно, так как вес некоторых аппаратов может достигать 400 кг.

ТИПЫ МОБИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В последние годы в области производства мобильных рентгенографических и рентгеноскопических (флюороскопических) аппаратов достигнуты хорошие результаты. Дадим краткое описание основных видов этой техники.

Мобильные рентгеновские аппараты, работающие от батарей

Подобные аппараты работают на аккумуляторах. Они могут быть оснащены собственным мотором, позволяющим им перемещаться со скоростью до 5-6 км/ч по полу, имеющему максимальный наклон не более 7%. Без подзарядки они способны проехать до 20 км.

Мобильные аппараты могут ехать назад, что позволяет им маневрировать в узких коридорах. При остановке движения автоматически включаются парковочные тормоза.

Для зарядки аппарат включается в обычную сеть, время зарядки составляет до 8 ч.

Стандартные мобильные рентгеновские аппараты

Аппараты без батарей значительно легче и не имеют моторного хода. Они подключаются к обычной электросети, не могут быть оснащены конденсаторной системой подачи высокого напряжения на рентгеновскую трубку, что позволяет им выполнить один или несколько снимков вдали от электрической сети.

Некоторые аппараты оснащены **системой анатомических программ**, которые позволяют выполнять ряд основных проекций, используя **параметры экспозиции** из памяти системы.

[1] В России сложилась традиция называть маленькие аппараты этого класса переносными, а большие — палатными, или передвижными. — *Ред.*



Рис. 19-33. ФИЛИПС ПРАКТИКС 2000: работает и движется с помощью батарей (с разрешения «ФИЛИПС»)



Рис. 19-34. ТЕХНИКС, Италия мобильный аппарат серии TMS работает от обычной сети

Мобильные рентгеновские аппараты со штативом типа С-ДУГА для цифровой флюороскопии

Термин «С-ДУГА» описывает основную идею дизайна аппарата этого типа с рентгеновской трубкой на одном конце дугообразного или С-образного штатива и усилителем рентгеновского изображении (УРИ) на другом.

Умение работать на аппарате со штативом типа С-ДУГА является важным навыком для рентгенолаборанта. Также полезно для него знание типов операционных столов, которые могут работать с таким аппаратом. Например, при выполнении холангиографии не все столы позволяют подвести рентгеновскую трубку С-ДУГИ в область живота, как это изображено на рис. 19-35, так как основание стола может этому помешать.

Маневренность. Аппараты со штативом С-ДУГА очень маневренны, С-образный штатив прикреплен обычно к L-образному держателю, относительно которого он совершает орбитальные повороты и с помощью которого может быть поднят вверх или наклонен так, как это требуется. С-образный штатив хорошо сбалансирован и позволяет без усилий совершать повороты в каудальном и краниальном направлении (при вертикальном расположении плоскости штатива) или совершать вращение в горизонтальной плоскости (рис. 19-36). Можно даже расположить трубку над столом, а УРИ - под столом, но мы не рекомендуем это делать, так как увеличенное РОП приведет к ухудшению пространственного разрешения и усилению вторичного рассеянного излучения. Рентгеновская трубка сверху от стола приведет **к увеличению облучения области шеи и плеч хирурга** и его ассистентов (см. рис. 19-44, с. 603).

В общем, рентгенолаборант должен быть знаком с разными возможностями позиционирования штатива типа С-ДУГА. Аппарат оснащен обычно тремя колесами, которые позволяют оператору легко маневрировать аппаратом даже на очень небольшом пространстве.

Телевизионные мониторы на тележке. Обычно используют два монитора — на одном выводится последний полученный кадр, а на втором предыдущий кадр (или кадры) для сравнения. Обычно монитор с последним снимком располагают слева, а сохраненные изображения выводят на мониторе справа. Изображения можно вращать или поворачивать относительно горизонтальной или вертикальной оси, так как удобно хирургу или врачу-рентгенологу.

Использование аппаратов типа С-ДУГА. Рентгенолаборант может использовать С-ДУГУ для различных исследований. На пример, для холангиографии или открытой репозиции перелома, или при протезировании шейки бедра. Также С-ДУГИ широко применяются при интервенционных вмешательствах и рентгенодиагностике.

Изображения могут быть сохранены на жестких дисках цифровых систем, которыми часто оснащены аппараты этого класса. Твердые копии могут быть получены с помощью специальных медицинских принтеров. Функция «кино-петля» позволяет многократно просматривать записанный эпизод исследования, например исследования пищевода с барием.

Как и в других методах цифровой рентгенодиагностики, изображение можно обрабатывать (улучшать) после его запоминания, можно менять его контраст и яркость, увеличивать, выполнять подчеркивание контуров, маскирование и цифровую субтракцию.

Мини С-ДУГИ. Миниатюрные С-ДУГИ получили широкое распространение в ортопедии и частной практике. Они позволяют выполнять те же функции, что и большие С-ДУГИ, но представляют собой более компактные устройства (см. рис. 19-37).



Рис. 19-35. Аппарат BV29 комкании «ФИЛИПС» с цифровым процессором обработки изображения в позиции для выполнения передней проекции во время хирургической операции

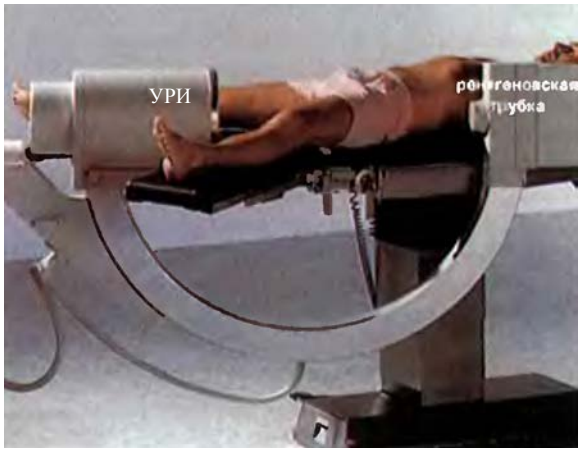


Рис. 19-36. Горизонтальная позиция С-ДУГИ для бокового снимка тазобедренного сустава



Рис. 19-37. Мини С-ДУГА OEC 6600 (с разрешения фирмы OEC Medical Systems, Солт-Лэйк Сити, штат Юта, США)

Меньшее рабочее поле УРИ предполагает использование меньших дозовых нагрузок, при этом меньше и интенсивность рассеянного излучения.

Пульт управления и рабочие режимы. Аппараты типа С-ДУГА имеют несколько рабочих режимов, с которыми рентгенолаборант должен быть знаком. Пульт управления может быть расположим как на тележке аппарата, так и на мониторной тележке или педали управления (рис . 19-38).

Режим увеличения изображения[1] позволяет увеличить зону интереса для лучшей визуализации структур, которые могут рассматриваться на мониторе с большого расстояния.

Режим пульс-флюоро[2] используют для уменьшения дозовой нагрузки на пациента, то есть вместо непрерывной экспозиции для получения изображений используется пульсирующий рентгеновский пучок.

Режим цифрового снимка[3] — в этом режиме качество одиночного снимка существенно выше, чем обычное флюороскопическое изображение.

Режим снимка на пленку — в этом режиме можно получить снимок на кассету, установленную в специальный кассетоприемник перед УРИ[4] (рис. 19-39). В этом режиме С-ДУГУ можно использовать как мобильный рентгенографический аппарат.

Режимы экспозиции авто/ручной — позволяет работать как с системой автоматического контроля экспозиции, так и выбирать технические условия исследования вручную.

Распространенными цифровыми режимами является цифровая субтракция и роудмэппинг (субтракционное маскирование). Роудмэппинг облегчает процесс катетеризации, сначала в кровеносный сосуд подается контрастное вещество, и изображение сосуда запоминается на экране (говорят, что получена «маска»). Режим цифровой субтракции позволяет при этом вычесть изображение неподвижных тканей, и на экране монитора Вы видите только изображение сосуда. Затем по этому изображению катетер подводится к необходимому месту.

Педаль управления. Педаль управления аппаратом освобождает руки врача для работы с пациентом. Бывают достаточно сложные педали управления (рис. 19-38), которые позволяют выполнять множество операций. На рисунке приведена педаль, управляющая четырьмя рабочими режимами: **обзорной флюороскопии, цифровой флюороскопии** (с функцией подавления шумов), сохранения изображения и цифрового снимка.



Рис. 19-38. Пульты управления и педаль управления аппарата OEC 9600



Рис. 19-39. Кассетоприемник на УРИ



Рис. 19-40. Стерильные одноразовые покрытия для аппарата С-ДУГА

Принципы позиционирования С-ДУГИ

С-ДУГА — очень удобный для позиционирования штатив, он позволяет получить изображение под нужным для оператора углом. Перед началом исследования следует правильно расположить аппарат относительно пациента, чтобы избежать повторения репозиции из-за неправильной укладки. Но поиск небольшой области интереса не всегда может быть успешен, как в случае снимка живота, где нет видимых топографических ориентиров.

Поэтому рентгенолаборант должен разработать свои методы поиска правильного положения штатива. Можно предварительно смоделировать позиционирование аппарата в кабинете перед выполнением процедуры. Можно положить маркер «П» на правую сторону диафрагмы аппарата и потренироваться в ориентировании. Не забудьте надеть защитный фартук при выполнении экспозиции.

Стерильные покрытия для аппарата

При использовании С-ДУГИ в операционной следует обеспечить стерильность аппарата. Иногда УРИ аппарата располагают над открытыми в процессе операции полостями.

Можно использовать **три метода** обеспечения стерильности аппарата. Самый распространенный метод — использование стерильных одноразовых покрытий **УРИ, рентгеновской трубки и самого штатива С-ДУГА** (см. рис. 19-40).

Второй, менее распространенный, метод заключается в том, что стерильным покрытием **накрывают самого пациента** или операционное поле. Каждый раз, перед тем как применить С-ДУГУ следует закрывать операционное поле стерильным покрытием. Обычно такой метод применяют, если хирург может отойти от пациента на время выполнения экспозиции.

Третий метод использования стерильных «занавесей» часто используют при фиксации шейки бедра или бедренной кости стержнями, так как в этом случае требуются латеральные проекции. В этом случае операционное поле можно оградить занавесями. Вдоль оперируемой ноги устанавливают два металлических держателя, на которых закрепляют стерильные занавеси. В области выполнения операции устраивают отверстие для работы врача. Занавеси отгораживают пациента от врача и аппарата.

---

[1] У нас часто используют терминологию «рабочих полей». То есть эффект увеличения изображения связан с уменьшением рабочего поля УРИ, не на всех аппаратах этот режим доступен. — *Ред.*

[2] Обычно при флюороскопии рентгеновская трубка работает в непрерывном режиме, а телекамера считывает изображение со скоростью 25 кадров в секунду. В режиме хирургической операции такая скорость не нужна, изображение может считываться раз в секунду, в две секунды и т.д. При этом и рентгеновская трубка включается раз в секунду, две секунды и т.д. — *Ред.*

[3] В цифровом снимочном режиме используются токи, сопоставимые с токами в режиме обычной пленочной рентгенографии. Соответственно, получается более качественное изображение, так как цифровой приемник собирает больше света, чем в обычном флюороскопическом режиме.

[4] Обычно формат кассеты при этом 24 x 30 см. — *Ред.*

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

Радиационная защита — особый вопрос при использовании аппарата С-ДУГА в операционной, особенно если это не рентгеноперационная со специальной защитой стен. Как всегда, следует придерживаться трех основных принципов радиационной зашиты: **расстояние, время и экранировка**.

Расстояние (самое эффективное средство для уменьшения дозы облучения). Как показано на рисунках (справа), доза от вторичного рассеянного излучения резко уменьшается с увеличением расстояния от источника (по обратно квадратичному закону).

Перед выполнением экспозиции рентгенолаборант должен попросить всех отступить назад, насколько это возможно. **Расстояние — ключевой фактор уменьшения дозы на персонал.**

Время. Ограничение времени экспозиции — немаловажный фактор радиационной защиты. Это особенно верно при флюороскопии, когда вклад рассеянного излучения в формирование дозовой нагрузки существенно выше, чем при обычной рентгенографии. Врачи, не имеющие отношение к рентгенологии, часто не имеют навыков уменьшения дозовой нагрузки при флюороскопии. По возможности следует использовать режим **пульс-флюоро**, который позволяет получать снимки раз в секунду или более секунд, в промежутках между снимками на мониторе воспроизводится последний сохраненный кадр. Рентгенолаборант должен документировать общее время флюороскопии после окончания исследования.

Экранировка. Очень важно уметь использовать защитные экраны и средства. Например, перед выполнением экспозиции рентгенолаборант должен обеспечить защитными фартуками весь персонал, который остался в комнате или предложить всем укрыться за защитной ширмой. Хирург, рентгенолаборант и анестезиолог, а также другой персонал, который не может отойти за ширму, должны надеть под стерильные халаты защитные фартуки.

Позиционирование С-ДУГИ

Вертикальная передняя проекция. Если пациент лежит на спине, то направление ЦЛ должно быть вертикальным, перпендикулярно полу снизу вверх (рис. 19-41) с минимальным облучением области шеи и головы. Если С-ДУГА наклонена более чем на 30°, как изображено на рис. 19-42, то конфигурация областей дозовой нагрузки существенно изменится с увеличением дозы на верхнюю часть тела рентгенолаборанта и его голову, которые не защищены фартуком. Исследования показали, что увеличение наклона С-ДУГИ на **30°** увеличивает дозу на верхнюю часть тела оператора **в 4 раза**[2].

Горизонтальные проекции. На рис. 19-43 показана конфигурация областей дозовых нагрузок при горизонтальном направлении ЦЛ. Обратите внимание, что **дозовая нагрузка со стороны рентгеновской трубки существенно выше, чем со стороны УРИ**. Это важно иметь в виду хирургу и рентгенолаборанту.

Вертикальная задняя проекция. Рентгенолаборанта могут попросить выполнить вертикальную заднюю проекцию. Это даст больший простор хирургу для работы, но мы не рекомендуем такое позиционирование аппарата, так как при этом существенно возрастает дозовая нагрузка на рентгенолаборанта (см. рис. 19-44).

Резюме. Разумная практика радиационной защиты очень важна при рентгенографии травмы на мобильных аппаратах, когда невозможно использование защитных ширм и экранов. Это верно как в случае выполнение снимков у кровати пациента, так и в случае флюороскопии на аппаратах С-ДУГА, когда вклад в образование дозовой нагрузки от рассеянного излучения достаточно велик. Рентгенолаборант должен всегда придерживаться трех основных принципов радиационной защиты: **расстояние, время и экранировка**.

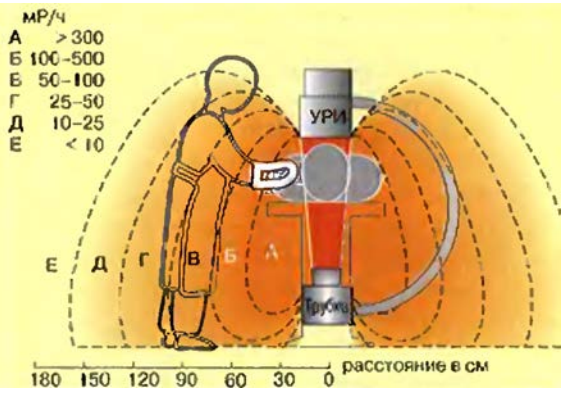


Рис. 19-41. Зоны интенсивности рассеянного излучения — вертикальное направление ЦЛ, **передняя проекция**[1,2]

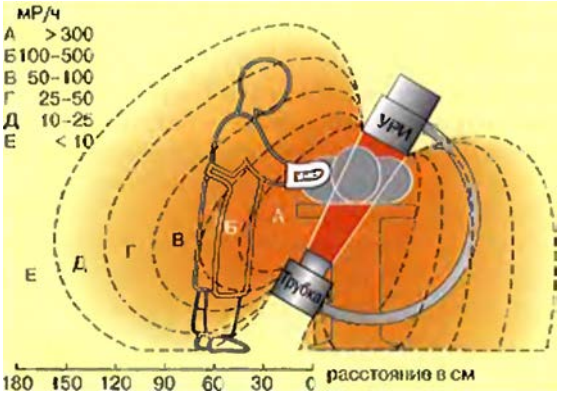


Рис. 19-42. Зоны интенсивности рассеянного излучения — направление ЦЛ — 30° от вертикали[1,2]

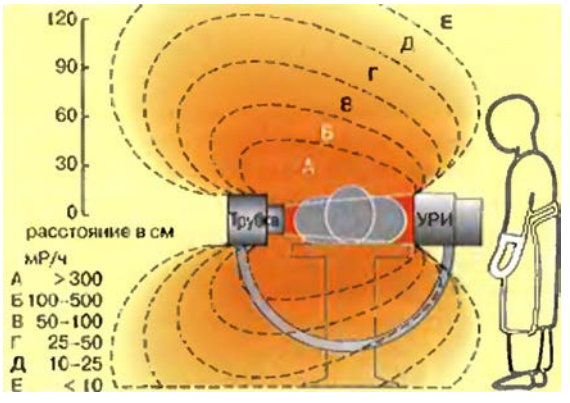


Рис. 19-43. Зоны интенсивности рассеянного излучения — горизонтальное направление ЦЛ[1,2]

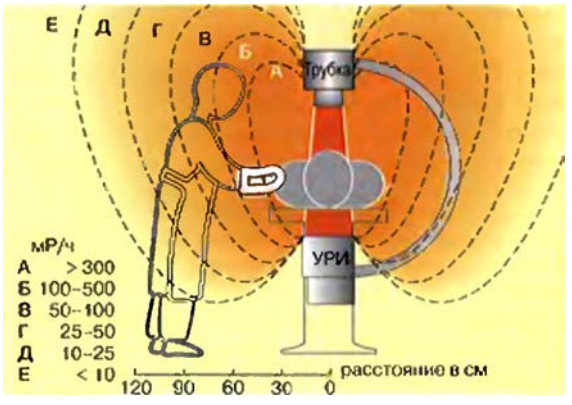


Рис. 19-44. Зоны интенсивности рассеянного излучения — вертикальное направление ЦЛ, **задняя проекция**[1,2]. **НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ**

---

[1] Technical reference, OEC Medical Systems, Salt Lake City, Utah, 1996

[2] Ceize RA, Hunter DW: Personnel exposure during fluoroscopy, *Postgraduate Radiology*, 8, 1988.

УКЛАДКИ

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ - ГРУДНАЯ КЛЕТКА

Предупреждение: при подозрении на повреждение или серьезную травму позвоночника не следует двигать пациента. В таких случаях пациент часто бывает уложен на твердую доску. Следует попросить кого-нибудь из медицинского персонала вам ассистировать при размещении кассеты под доской. Некоторые каталки и носилки оснащены кассетоприемниками.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 x 43 см, расположение поперечное для пациентов среднего и большого размера (см. примечание 1).
- 90 - 120 кВ.

Радиационная защита

Следует защитить область таза пациентов детородного возраста.

Укладка пациента (для пациентов, которых можно двигать)

- Поместите кассету в наволочку от подушки или что-то похожее для предотвращения контакта кассеты с кожей пациента (из гигиенических соображений, а также для удобства позиционирования кассеты).

Съемка пациента, лежащего на кровати

- Следует поднять головную часть кровати в вертикальное положение, если это возможно. (Если пациент не может сидеть вертикально, а только может полулежать, то следует наклонить ЦЛ так, чтобы он был перпендикулярен кассете, см. рис. 19-46).
- Верхний край кассеты должен быть примерно на 5 см выше уровня плеч, ЦЛ должен быть направлен на центр кассеты.
- Руки должны быть повернуты внутрь, если состояние пациента это позволяет, для того, чтобы лопатки не накладывались на легочные поля.
- **Не должно быть ротации** тела (корональная плоскость параллельна кассете). Для выравнивания тела можно подкладывать подставки под кассету).

Центральный луч

- ЦЛ направлен на точку в 7-10 см ниже яремной вырезки.
- Угол наклона ЦЛ — 5-7° каудально, или приподнимите головную часть кровати так, чтобы ЦЛ был перпендикулярен длинной оси грудины (если этому не препятствуют характеристики растра). При этом мы получаем проекцию, близкую к передней, и предотвращаем наложение ключиц на верхушки легких (рис. 19-45).
- РИП в диапазоне 120-180 см, рекомендуем РИП 180 см.

Дыхание. Экспозиция выполняется после второго полного вдоха.

Дополнительная боковая проекция (не показана на рисунках). Боковая проекция горизонтально направленным рентгеновским пучком может быть выполнена, если пациент способен поднять руки под углом 90° к телу. Кассета должна располагаться параллельно срединной сагиттальной плоскости, на 5 см выше уровня плеч. ЦЛ должен быть направлен горизонтально на уровень Th7, под пациента должна быть подложена рентгенопрозрачная подстилка так, чтобы середина грудной клетки располагалась напротив центра кассеты.

Боковая латерограмма в задней проекции. Для визуализации границы жидкости и воздуха в случае, если пациент не может быть приподнят в достаточной степени, можно выполнить латерограмму на кассету, расположенную позади пациента, лежащего на кровати или носилках, см. рис. 19-47. Под грудную клетку и плечи следует положить рентгенопрозрачную подстилку, руки пациента должны быть уложены над его головой. Выравнивание ЦЛ относительно кассеты выполняется так же, как и в случае задней проекции, с учетам того, что пациент лежит на боку.



Рис. 19-45. Задняя проекция, пациент лежит на спине, на кровати, кассета расположена поперечно, ЦЛ наклонен на 3-5° каудально перпендикулярно грудине



Рис. 19-46. Задняя проекция — пациент полулежит



Рис. 19-47. Боковая латерограмма (в задней проекции), горизонтальное направление рентгеновского пучка позволяет визуализировать границу жидкости и воздуха

Примечание 1: отсечение реберно-диафрагмального угла на снимке — типичная проблема для проекций грудной клетки, выполняемых в горизонтальной укладке с коротким РИП из-за расхождения рентгеновского пучка. То есть если пациент среднего и выше размера, то **рекомендуем располагать кассету поперечно**.

Примечание 2: фокусированные растры обычно сложно использовать с мобильными рентгеновскими аппаратами из-за эффекта экранировки.

ЗАДНЯЯ КОСАЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ ГРУДИНЫ

Грудину очень сложно показать на рентгенограммах грудной клетки, выполненных в прямой задней или передней проекции, из-за того, что эта тонкая и плоская кость не видна в тени позвоночника. Грудину проще визуализировать в однородной тени сердца. Это требует **левой задней косой укладки** или соответствующего наклона ЦЛ.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см или 35 x 35 см.
- Кассета (с растром) должна быть расположена поперечно при медиолатеральном угле наклона ЦЛ для предотвращения эффекта экранирования.
- 60 - 70 кВ с растром.
- Время экспозиции составляет 2-3 с, если применяется метод «дыхания во время экспозиции», для того, чтобы размазать изображение легочной структуры. При этом пациента просят дышать плавно, короткими вдохами, так, чтобы двигались ребра и легкие, а грудина оставалась неподвижной.
- РИП — 100 см.

Радиационная защита

У пациентов детородного возраста следует защитить область таза.

Укладка пациента и направление центрального луча

Задняя косая проекция (рис. 19-48)

- Если пациента нельзя повернуть в косую укладку, следует соответственно наклонить ЦЛ (на 15-20° медиолатерально), справа налево (см. примечание) или, если состояние пациента позволяет, следует повернуть тело пациента на 15-20° в левую заднюю косую укладку, а ЦЛ направить перпендикулярно кассете. При наклоне ЦЛ следует учесть направление полосок растра, чтобы избежать эффекта экранирования.
- ЦЛ направлен на центр кассеты и центр грудины, перпендикулярно грудине.
- Верхний край кассеты должен быть на 4 см выше яремной вырезки.

Дыхание. См. выше инструкции по дыханию во время экспозиции.

Примечание: для пациентов с крупной грудной клеткой требуется меньший поворот для косой проекции (=15°), чем для пациентов с небольшой грудной клеткой (=20°).

Боковая проекция горизонтальным рентгеновским пучком (рис. 19-49)

- Пациент лежит на спине, руки прижаты к бокам, плечи отведены назад.
- Поместите кассету (с растром) сбоку от пациента параллельно срединной медиальной плоскости, центр кассеты должен быть расположен напротив центра грудины (посередине между вырезкой рукоятки и мечевидным отростком),
- Направьте горизонтальный ЦЛ на середину грудины.
- Экспозицию следует выполнить после полного вдоха.



Рис. 19-48. Задняя (косая) проекция грудины, пациент лежит на спине. ЦЛ наклонен на 15-20° медиолатерально, кассета расположена поперечно



Рис. 19-49. Боковая проекция грудины — горизонтальный ЦЛ направлен на середину грудины

РЕБРА - НАД И ПОД ДИАФРАГМОЙ

Вертикальная укладка в этом случае гораздо комфортнее горизонтальной, кассету надо располагать возле пораженной области, при этом на область травмы действует вес пациента, что и создает дискомфорт (см. главу 10). Направление проекции — передняя или задняя косая определяется местом повреждения ребер. Серьезные повреждения ребер изучают с помощью косых проекций с наклоном ЦЛ (см. рис. 19-52). Помните о необходимости включения в область снимка грудной клетки для оценки степени повреждения легких ребрами. Область снимка — под или над диафрагмой, определяется местом травмы.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 x 43 см, расположение продольное для получения двухстороннего изображения ребер (см. примечание).
- 60 - 70 кВ с растром для ребер, расположенных над диафрагмой.
- 75 - 80 кВ с растром для ребер, расположенных под диафрагмой.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует защитить область таза пациентов.

Укладка пациента и направление центрального луча

Задняя проекция ребер, расположенных над или под диафрагмой

- Для снимка ребер, расположенных над диафрагмой, поместите кассету (с растром) под пациента, ЦЛ должен быть направлен на центр кассеты, кассета должна располагаться симметрично относительно грудной клетки пациента.
- ЦЛ направлен вдоль срединной сагиттальной плоскости на точку в 7-10 см ниже яремной вырезки как при прямой задней проекции грудной клетки.
- Для получения изображения ребер, расположенных под диафрагмой, следует поместить нижний край кассеты на уровне подвздошных гребней.
- ЦЛ должен идти перпендикулярно кассете в ее центр.

Косая проекция ребер, расположенных над или под диафрагмой :

- Если состояние пациента позволяет его поворачивать, то следует повернуть тело пациента на 30-45°, поврежденной стороной вниз.
- Кассета должна располагаться симметрично относительно грудной клетки пациента.
- Центр кассеты должен располагаться напротив места исследования, независимо от того, расположено это место над или под диафрагмой.
- ЦЛ должен быть направлен на центр кассеты.

Дыхание

Для ребер над диафрагмой — задержать дыхание на вдохе.
Для ребер под диафрагмой — задержать дыхание на выдохе.

Альтернативная проекция с медиолатеральным наклоном ЦЛ (неподвижный пациент, лежащий на спине)

- Если пациента нельзя вращать, следует наклонить ЦЛ медиолатерально на 30 - 40°, **полоски растра** должны быть ориентированы **в поперечном направлении**, центральная линия растра должна проходить через область травмы. Изображение должно получиться с геометрическими искажениями, если кассета или приемник изображения не повернуты соответственно.



Рис. 19-50. Задняя проекция ребер, расположенных над диафрагмой



Рис. 19-51. Задняя проекция ребер, расположенных под диафрагмой



Рис. 19-52. Альтернативная проекция с медиолатеральным наклоном ЦЛ на 30-40°, полоски растра расположены поперечно. (Изображение должно получиться с геометрическими искажениями если кассета или приемник изображения не наклонены соответственно)

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ЖИВОТА - УКЛАДКА НА СПИНЕ И ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ УКЛАДКА ДЛЯ ЛАТЕРОПРОЕКЦИИ

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 х 43 см, расположение продольное.
- 70 - 80 кВ с растром.
- Следует установить маркеры латерограммы и верхней стороны.
- РИП — 100 см.

Радиационная защита

У мужчин использовать гонадную защиту.

Укладка пациента и направление центрального луча

Задняя проекция — супинационная укладка (рис. 19-53)

- Поместите кассету в наволочку от подушки или что-то похожее, для предотвращения контакта кассеты с кожей пациента (из гигиенических соображений, а также для удобства позиционирования кассеты).
- Выровняйте кассету относительно срединной сагиттальной плоскости.
- ЦЛ должен быть направлен на центр кассеты, расположенный на уровне подвздошных гребней. Убедитесь, что обе стороны верхней и нижней части живота расположены на одинаковом расстоянии от боковых краев кассеты.
- Поскольку пациент лежит не на твердой деке стола, а на кровати или носилках, то под разные стороны кассеты можно подкидывать подставки, чтобы сделать ее плоскость перпендикулярной ЦЛ, а также предотвратить ротацию тела пациента и эффект экранирования растром.
- ЦЛ перпендикулярен плоскости кассеты.

Задняя латеропроекция (рис. 19-54)

- Эта проекция позволяет определить местонахождение уровня, разделяющего жидкость и воздух, а также наличие свободного интраабдоминального воздуха в случаях, когда вертикальная укладка невозможна. Проекцию можно выполнить, если пациент лежит на кровати или носилках в смотровой комнате или рентгеновском кабинете возле стойки снимков.
- Убедитесь, что диафрагма и верхняя часть живота включены в область снимка. Центр кассеты должен быть расположен на 3-5 см ниже уровня подвздошных гребней.
- Если пациент лежит на кровати, то следует подложить подушку под область живота или уложить пациента на доску так, чтобы центр живота приходился на центр кассеты для латеропроекций в боковой или дорсальной укладке.
- ЦЛ должен быть перпендикулярен плоскости кассеты ротация тела должна отсутствовать.
- ЦЛ направлен горизонтально на центр кассеты.

Дыхание. Следует задержать дыхание на выдохе.

Примечание: для латеропроекции в положении на боку следует дать пациенту полежать на боку перед выполнением экспозиции **минимум 5 минут**, чтобы жидкость и воздух заняли свои положения и образовали уровень.



Рис. 19-53. Задняя проекция, пациент лежит на кровати



Рис. 19-54. Латеропроекция, пациент лежит на боку на кровати



Рис. 19-55. Латеропроекция, пациент лежит в дорсальной укладке (на спине) на каталке возле вертикальной стойки снимков

ЗАДНЯЯ (ПЕРЕДНЯЯ) КОСЫЕ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ - ПАЛЬЦЫ, КИСТЬ И ЗАПЯСТЬЕ

Технические условия исследования

- Размер кассеты 18 x 24 см или 24 x 30 см.
- 50 - 60 кВ.
- Следует использовать кассеты с усиливающими экранами высокого разрешения.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует защитить область таза пациента.

Укладка пациента и направление центрального луча

Задняя проекция — кисть или запястье (рис. 19-56)

- Чаще всего кисть и/или запястье можно расположить так, как это необходимо, на кассете, расположенной рядом с пациентом на кровати или носилках.
- Сдвиньте пациента к одной стороне кровати (носилок), чтобы освободить место для кассеты. Если пациент может полностью разжать пальцы и распрямить руку, то передняя и задняя проекции выполняются легко. Укладка, направление ЦЛ и диафрагмирование выполняются так же, как и в обычном случае для проекции верхней конечности (см. главу 4).
- ЦЛ направлен перпендикулярно кассете, а также на:
  рука — на третий пястно-фаланговый сустав.
  пальцы (со 2 го по 4-й) — на проксимальный межфаланговый сустав.

Альтернативная задняя проекция пальцев (в случае если пальцы и рука частично согнуты) (рис. 19-57 и 19-58)

- Если пациент не может полностью разогнуть пальцы, можно выполнить специальную заднюю проекцию, как показано на рисунках, при этом **область интереса должна быть расположена параллельно кассете**.
- Направьте ЦЛ перпендикулярно области интереса и кассете. Следует наклонить как кассету, так и ЦЛ в случае необходимости, чтобы добиться их перпендикулярности.

Передняя и боковая проекции большого пальца

- Если поврежден большой палец, то его переднюю проекцию можно выполнить при помощи куска рентгенопрозрачного поролона, как показано на рис. 19-59.
- Теоретически боковая проекция большого пальца может быть выполнена с помощью наклоненного ЦЛ (рис. 19-60), но в этом случае изображение будет сильно геометрически искажено.
- Убедитесь, что весь большой палец, включая первую пястную кость и кость-трапецию, включены в область снимка.
- ЦЛ направлен на первый межфаланговый сустав, который располагается в центре кассеты.

Косая и боковая проекции — пальцев, кисти и/или запястья

- Косые и боковые проекции пальцев, кисти и/или запястья можно выполнить с ротацией кнаружи, как и при выполнении обычных проекции этих частей тела (см. главу 4) или путем подбора правильного расположения кассеты и направления ЦЛ (см. боковую проекцию кисти, рис. 19-62).
- Направление ЦЛ и область диафрагмирования зависят от области интереса.



Рис. 19-56. Укладка для задней проекции кисти и/или запястья



Рис. 19-57. Укладка для задней проекции кисти и **дистальных фаланг** пальцев



Рис. 19-58. Укладка для задней проекции кисти, **проксимальных фаланг** пальцев и пястных костей



Рис. 19-59. Укладка для передней проекции большого пальца



Рис. 19-60. Укладка для боковой проекции большого пальца



Рис. 19-61. Укладка для косой проекции — пальцев, кисти и/или запястья



Рис. 19-62. Укладка для боковой проекции запястья и кисти

ПЕРЕДНЯЯ (ЗАДНЯЯ) И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ ПРЕДПЛЕЧЬЯ И ЗАПЯСТЬЯ

При рентгенографии травмы предплечья необходимо включать в область снимка оба сустава (лучезапястный и локтевой). Рентгенограммы после репозиции могут включать только сустав, расположенный ближе к области перелома, но это зависит от протокола конкретного отделения лучевой диагностики.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 х 30 см или 35 х 43 см.
- 65 - 70 кВ.
- Следует использовать кассеты с усиливающими экранами высокого разрешения.
- Минимальное РИП — 100 см.

Учет гипса: тонкая (или средней толщины) гипсовая повязка — следует добавить + 5 - 7 кВ;
толстая гипсовая повязка, удвоение мАс или прибавление + 8 - 10 кВ;
пластиковый фиксатор — + 3 - 4 кВ

Радиационная защита

Следует защитить область таза и грудную клетку пациента.

Укладка пациента и направление центрального луча — пациент лежит на спине

Передняя проекция (рис. 19-63)

- Плоскость кассеты должна быть расположена перпендикулярно ЦЛ, так как это необходимо для прямой передней проекции. В зависимости от области интереса в центре кассеты должен быть или центр запястья, или центр предплечья. Оба сустава должны быть отображены на рентгенограмме.

Боковая проекция (рис. 19-64)

- Кисть уложена пронационно, насколько это возможно. Используйте подставки и поролон для того, чтобы уложить кисть правильно для боковой проекции относительно кассеты.

Рентгенография запястья и предплечья после репозиции перелома (рис. 19-65 и 19-66)

- Сдвиньте пациента к одному краю кровати или носилок, чтобы освободить место для кассеты.
- Переднюю проекцию можно выполнить так, как показано на рисунке. Следует включить ближайший к перелому сустав — запястье или локтевой или оба сустава, если это требуется.
- Для боковой проекции следует установить кассету, руку и ЦЛ под углом 90° к их положению в случае передней проекции.

Альтернативная вертикальная укладка (рис. 19-69 и 19-71)

- Если пациент способен стоять или сидеть в кресле-каталке, то рентгенографию можно выполнить на столе снимков.

Рентгенограммы после редукции перелома: рентгенограммы дистального отдела предплечья в передней и боковой проекциях приведены ниже.



Рис. 19-63. Укладка для передней проекции запястья и дистального отдела предплечья в фиксаторе



Рис. 19-64. Укладка для боковой проекции запястья и предплечья в фиксаторе



Рис. 19-65. Укладка для передней проекции запястья и предплечья



Рис. 19-66. Укладка для боковой (латеромедиальной) проекции запястья и предплечья в фиксаторе



Рис. 19-67. Рентгенограмма кисти в передней проекции



Рис. 19-68. Рентгенограмма кисти в боковой проекции



Рис. 19-69. Укладка кисти в передней проекции при вертикальном положении пациента

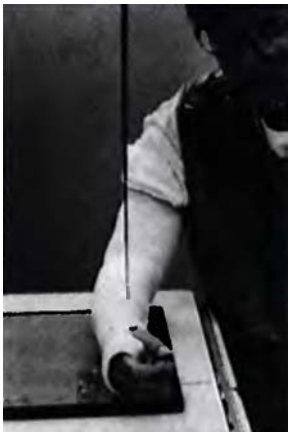


Рис. 19-70. Укладка кисти в боковой проекции при вертикальном положении пациента



Рис. 19-71. Укладка для рентгенограммы горизонтальным рентгеновским пучком

ПЕРЕДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

Как и в других случаях при рентгенографии травмы, следует выполнить как минимум две проекции локтевого сустава — **переднюю (или заднюю) и боковую**. Для пациентов с множественными повреждениями, в том числе грудной клетки или позвоночника, в состоянии, когда локтевой сустав частично согнут и рука лежит пронационно, следует использовать **горизонтально направленный рентгеновский пучок для переднем проекции и вертикально направленный ЦЛ для боковой проекции**, как показано на рисунках.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 18 x 24 см или 24 x 30 см.
- 60 - 70 кВ.
- Следует использовать кассеты с усиливающими экранами высокого разрешения.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует защитить область таза и грудную клетку пациента.

Укладка пациента и направление центрального луча (локтевой сустав частично согнут, рука лежит пронационно)

Передняя проекция (рис. 19-72)

- Установите кассету вертикально между исследуемой рукой и телом пациента. (Между кассетой и грудной клеткой пациента должен быть расположен защитный экран.) Под руку следует подложить подставки.
- Горизонтальный ЦЛ должен быть **перпендикулярен межнадмыщелковой плоскости** для получения прямой передней проекции

Боковая проекция (рис. 19-73 и 19-74)

- Рука лежит так же, как и для передней проекции, локоть частично согнут. Поместите кассету под локоть и предплечье и наклоните ЦЛ так, чтобы он был **параллелен межнадмыщелковой плоскости** (90° от прямой проекции). (Две возможные укладки показаны на рис. 19-73 и 19-74.)

Примечание: если область травмы захватывает проксимальный отдел плечевой кости или плечевой сустав, следует выполнить заднюю проекцию всей плечевой кости, включив как локтевой, так и плечевой сустав, как показано на следующей странице.



Рис. 19-72. Укладка для передней проекции локтевого сустава горизонтальным рентгеновским пучком, ЦЛ **перпендикулярен межнадмыщелковой плоскости**



Рис. 19-73. Укладка для боковой проекции частично согнутого локтевого сустава, ЦЛ **параллелен межнадмыщелквой плоскости**



Рис. 19-74. Укладка для боковой проекции локтевого сустава, рука лежит пронационно, ЦЛ параллелен межнадмыщелковой плоскости

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

Не следует пытаться поворачивать руку для выполнения первичного обзорного снимка как в задней, так и в боковой проекции, если есть подозрение на перелом или вывих. На задней проекции следует охватить на одном снимке оба сустава локтевой и плечевой, но при выполнении первичной боковой проекции придется использовать две кассеты для получения изображения как дистального, так и проксимального отделов плечевой кости.

В зависимости от протокола конкретного отделения лучевой диагностики повторные исследования могут потребовать охвата только одного сустава, ближайшего к травме.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 x 43 см или 24 x 30 см.
- 65 - 70 кВ.
- Для крупных пациентов с толщиной снимаемой области более 10 см требуется применение растров и соответственного увеличения кВ.
- 75 - 80 кВ для боковой трансторакальной проекции, с растром.
- Время экспозиции при трансторакальной проекции обычно составляет 2-3 с, так как применяется метод «дыхания во время экспозиции», чтобы размыть изображение легочных структур, которые в данном случае мешают диагностике.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует защитить область таза и грудную клетку пациента.

Укладка пациента и направление центрального луча — пациент лежит на спине

Задняя проекция (рис. 19-75)

- Поскольку пациент лежит на спине, следует аккуратно поместить кассету под плечо и руку (кассета должна быть достаточно большого размера, чтобы были охвачены оба сустава).
- Без усилий отведите руку пациента от его тела и уложите ее супинационно, если состояние пациента это позволяет.
- ЦЛ должен быть направлен на середину плечевой кости.

Боковая проекция — средний и дистальный отделы плечевой кости (рис. 19-76)

- Установите кассету вертикально между рукой пациента и его грудной клеткой, верхний край кассеты должен быть помещен в подмышечную область так глубоко, как это возможно. Между кассетой и грудной клеткой пациента следует поместить защитную пластину.
- Локоть должен быть согнут так близко к углу 90°, как это возможно.
- ЦЛ направлен горизонтально и перпендикулярно дистальной трети плечевой кости и кассете.

Боковая проекция — проксимальный отдел плечевой кости (трансторакальная проекция) (рис. 19-77)

- Установите кассету (с растром) близко к поврежденному плечу. Линии растра должны быть расположены вертикально, чтобы избежать эффекта экранирования растром. Рука, противоположная снимаемой, должна быть поднята кверху, так как это уведет из области снимка противоположное плечо.
- ЦЛ направлен горизонтально через грудную клетку на хирургическую шейку плечевой кости и центральную линию кассеты.
- Пациент должен опустить исследуемое плечо насколько это возможно.

Примечание: если исследуемое плечо нельзя опустить, то следует наклонить ЦЛ на 10-15° каудально (проверьте расположение полосок растра, чтобы избежать эффекта экранирования).



Рис. 19-75. Укладка для задней проекции плечевой кости — охвачены оба сустава



Рис. 19-76. Укладка для боковой проекции среднего и дистального отдела плечевой кости



Рис. 19-77. Укладка для боковой проекции проксимального отдела плечевой кости

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ - ПЛЕЧЕВОЙ СУСТАВ, ЛОПАТКА И КЛЮЧИЦА

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см.
- 75 - 80 кВ с растром.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует защитить область таза и грудную клетку пациента.

Укладка пациента и направление центрального луча (локтевой сустав частично согнут, рука лежит пронационно)

Задняя проекция плечевого сустава (рис. 19-78)

- Пациент лежит на спине, рука лежит в нейтральном положении без ротации. Расположите центр кассеты (кассеты с растром, если выполняется съемка пациента на носилках) в области центра плечевого сустава, куда направлен ЦЛ.
- ЦЛ должен быть направлен перпендикулярно плечевому суставу.

Задняя проекция лопатки (рис. 19-79)

- Пациент лежит на спине, аккуратно отодвиньте руку пациента в сторону от его тела на 90°, если это возможно. Центр кассеты должен быть в районе центра лопатки, ЦЛ должен быть направлен перпендикулярно лопатке.

Боковая проекция плечевого сустава

- Следует выполнять как трансторакальную проекцию (см. предыдущую страницу) или выполнить лопаточную Y-образную проекцию, как показано на рис. 19-81, но с ЦЛ, направленным на головку плечевой кости.

Боковая Y-образная — задняя косая (латеромедиальная) проекция лопатки (рис. 19-80 и 19-81)

- Пациент должен лежать в задней косой укладке, сторона исследования сверху, рука лежит поперек тела к противоположному плечу (см. рис.) Пальпируйте границы лопатки и поверните пациента так, чтобы лопатка получилась в профиль на боковой проекции (обычно требует поворота на 25 - 30° к горизонтали).
- ЦЛ должен быть направлен перпендикулярно кассете или, если пациента нельзя повернуть, соответственно наклоните ЦЛ так, чтобы он шел параллельно плоскости лопатки. (В этом случае следует правильно расположить растр так, чтобы не было экранирования.) **Примечание:** при наклоне ЦЛ изображение будет слегка геометрически искажено.
- ЦЛ направлен на середину латеральной границы лопатки (подмышечная область).

Задняя и/или задняя аксиальная проекция ключицы (рис. 19-82 и 19-83)

- Пациент лежит на спине, рука лежит в нейтральном положении без ротации. Расположите центр кассеты (при этом сама кассета расположена поперечно) в области центра ключицы.
- Направьте ЦЛ перпендикулярно к середине ключицы и в центр кассеты в случае прямой задней проекции, в случае аксиальной проекции ЦЛ должен быть наклонен на 15-20° краниально. Больший угол наклона ЦЛ (20°) требуется для худощавых пациентов, меньший угол наклона (15°), требуется для крупных пациентов.

Примечание: если толщина области съемки велика и требует использования растра для задней или задней аксиальной проекции ключицы, следует правильно расположить растр так, чтобы не было экранирования.



Рис. 19-78. Укладка для задней проекции плечевого сустава



Рис. 19-79. Укладка для задней проекции лопатки



Рис. 19-80. Пальпируйте границы лопатки для выполнения истинно боковой укладки



Рис. 19-81. Укладка для боковой Y-образной — латеромедиалиной проекция лопатки



Рис. 19-82. Укладка для задней проекции ключицы — ЦЛ направлен перпендикулярно



Рис. 19-83. Укладка для заднем-аксиальной проекции ключицы — ЦЛ наклонен на 15-20° краниально (линии растра расположены продольно)

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ ПАЛЬЦЕВ НОГ И СТОПЫ

Общие требования рентгенографии травмы также применимы при рентгенографии нижней конечности. То есть выполняют **минимум две проекции** под углом 90° друг к другу. Следовательно, косые проекции при первичном исследовании травмы обычно не выполняют.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 х 30 см.
- 60 - 65 кВ.
- Следует использовать кассеты с усиливающими экранами высокого разрешения.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует использовать гонадную защиту.

Укладка пациента и направление центрального луча (пациент лежит на спине, нога полностью вытянута)

Задняя проекция стопы/или пальцев ног (см. примечание) (рис. 19-84)

- Нога пациента лежит пальцами вверх, кассету следует поместить вертикально вдоль подошвенной стороны стопы. Используйте специальный фиксатор для кассеты, как показано на рис. 19-84 или подручные средства, такие, как подушка или мешки с песком.
- Угол наклона ЦЛ к линии, перпендикулярной кассете, должен составлять 10° кзади (рис. 19-84). (Это эквивалентно углу наклона ЦЛ при стандартной задней проекции стопы, расположенной на снимочном столе.)
- ЦЛ направлен на третий предплюсне-плюсневый сустав Даже если область повреждения — один палец, все равно рентгенограмма должна охватывать всю стопу.

Примечание: если пациент может согнуть колено и поставить стопу на деку снимочного стола для стандартной задней проекции стопы, то следует выполнить стандартную проекцию, как описано в Главе 6.

Боковая проекция стопы (латеромедиальная) (рис. 19-85)

- Следует подложить подставку под голень и голеностопный сустав, а кассету расположить вертикально возле медиальной поверхности стопы.
- ЦЛ должен быть направлен горизонтально на область плюсневых костей.

Примечание: кассета на рис. 19-85 должна быть расположена продольно для лучшего подбора корректного направления ЦЛ и правильного расположения области диафрагмирования для этой боковой проекции стопы и пяточной кости.



Рис. 19-84. Укладка для задней проекции стопы и/или пальцев ног



Рис. 19-85. Укладка для боковой проекции стопы и пяточной кости

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА - ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ И ГОЛЕНЬ (БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ И МАЛОБЕРЦОВАЯ КОСТИ)

Задняя проекция суставной щели голеностопного сустава — стандартная процедура при травме или растяжении связок. (Ее могут выполнять вместо задней проекции голеностопного сустава или как дополнение к прямой проекции.) Следуйте правилам вашего отделения лучевой диагностики. Выполнение боковой проекции, как части общего исследования обязательно.

Голень (большеберцовая и малоберцовая кости). Первичное исследование должно охватывать оба сустава. Повторные снимки могут охватывать только один сустав, ближайший к области повреждения, но это определяет протокол конкретного отделения лучевой диагностики.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см для голеностопного сустава или 35 x 43 см для голени взрослого.
- 60 - 70 кВ.
- Следует использовать кассеты с усиливающими экранами высокого разрешения.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует использовать гонадную защиту.

Укладка пациента и направление центрального луча (пациент лежит на спине, нога вытянута)

Задняя проекция суставной щели голеностопного сустава

- Кассету помещают под голеностопный сустав, лодыжки в центре кассеты.
- ЦЛ должен идти перпендикулярно межлодыжечной плоскости, при этом может потребоваться наклонить ЦЛ латеромедиально на 15-20° относительно длинной оси стопы.
- ЦЛ направлен на середину отрезка между лодыжками.

Задняя проекция голеностопного сустава

- Кассету помещают под голеностопный сустав, лодыжки в центре кассеты.
- Не следует сгибать стопу в тыльном направлении, пусть она остается в естественном положении, что позволит визуализировать основание пятой плюсневой кости (обычное место переломов) в этой проекции.
- ЦЛ должен идти параллельно длинной оси ступни и перпендикулярно плоскости кассеты, ЦЛ направлен на середину отрезка между лодыжками.

Боковая (латеромедиальная) проекция голеностопного сустава

- Кассету помещают вертикально с центрацией на голеностопный сустав и лодыжки.
- Под голень и голеностопный сустав при необходимости подкладывают подставки.
- Направьте горизонтальный ЦЛ на наружную лодыжку, перпендикулярно плоскости кассеты. (Помните, что наружная лодыжка расположена на 15-20° кзади от внутренней лодыжки при истинной боковой укладке голеностопного сустава.)

Задняя проекция голени (большеберцовая и малоберцовая кости)

- Большую кассету помещают под голень, включая в снимок коленный и голеностопный суставы (голень можно расположить по диагонали кассеты).
- ЦЛ должен быть направлен на середину голени.

Примечание: может потребоваться увеличение РИП до 120 см, чтобы область диафрагмирования составила 35 x 43 см при диагональном размещении голени.

Боковая (латеромедиальная) проекция голени

- Под колено, голень и голеностопный сустав должна быть положена подставка. Кассета расположена вертикально возле медиальной поверхности голени. Используйте специальный фиксатор для кассеты или подручные средства.
- Направьте горизонтальный ЦЛ на середину голени.

Примечание: для крупного пациента могут потребоваться две кассеты для охвата обоих суставов. Общее правило — использовать большую кассету около места повреждения и малую кассету для другого сустава. Это особенно верно для боковой проекции, так как в этом случае голень сложно расположить вдоль диагонали кассеты.



Рис. 19-86. Укладка для задней проекции суставной щели — ЦЛ наклонен на 15-20° латеромедиально, перпендикулярно межлодыжечной плоскости



Рис. 19-87. Укладка для дополнительной задней проекции голеностопного сустава — ЦЛ направлен перпендикулярно плоскости кассеты и параллельно длинной оси стопы

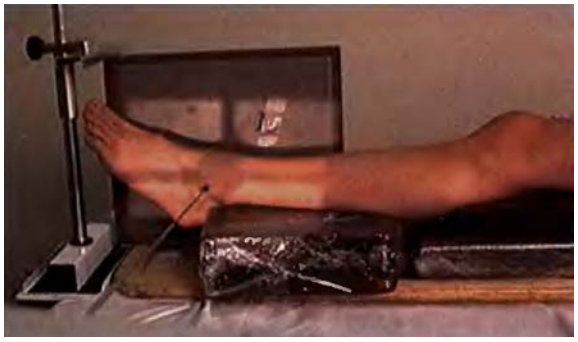


Рис. 19-88. Укладка для боковой проекции голеностопного сустава — ЦЛ направлен горизонтально



Рис. 19-89. Укладка для задней проекции голени — ЦЛ наклонен на 15-20° латеромедиально (параллельно длинной оси стопы)



Рис. 19-90. Укладка для боковой проекции голени

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 х 30 см, расположение продольное.
- 65 - 70 кВ
- Следует использовать растр, если толщина колена превышает 10 см.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует использовать гонадную защиту.

Укладка пациента и направление центрального луча (пациент лежит на спине, нога полностью вытянута)

Задняя проекция коленного сустава

- Кассету размещают с центром под коленным суставом (2 см дистальнее верхней точки надколенника).
- ЦЛ направлен на коленный сустав.
- Для среднего пациента не требуется наклонять ЦЛ краниально. (Для пациентов с крупными бедрами и ягодицами требуется наклонить ЦЛ краниально на 3-5°, для пациентов с худыми бедрами и ягодицами требуется наклонить ЦЛ каудально на 3- 5°, см. главу 6).

Боковая проекция коленного сустава

- Кассету размещают вертикально у внутренней поверхности колена с центрацией на коленный сустав (2 см дистальнее верхней точки надколенника).
- Под колено следует положить подставку, чтобы выровнять голень и коленный сустав но средней линии кассеты.
- Горизонтальный ЦЛ направлен на коленный сустав, перпендикулярно кассете.

Примечание: горизонтальный рентгеновский пучок, направленный на колено, расположенное в истинной боковой укладке и не согнутое, позволяет визуализировать поднадколенниковую суставную сумку и связанные с ней жировые подушки для обнаружения возможного смещения или выявления уровня жидкости в полости сустава. Жидкость в суставе хорошо визуализируется горизонтальным лучом. Наличие ее — четкий индикатор патологии сустава.

Эта проекция также хороша для выявления перелома или смещения надколенника.

Дополнительная медиальная косая проекция коленного сустава с латеромедиальным наклоном ЦЛ

- Это дополнительная (по выбору) проекция для лучшей визуализации **головки и шейки малоберцовой кости** без наложений, если это необходимо.
- ЦЛ наклонен на 45° латеромедиально, кассета (с растром) наклонена соответственно так, чтобы ее плоскость была перпендикулярна ЦЛ. (Расположите кассету поперечно для предотвращения экранирования.)
- ЦЛ направлен на коленный сустав (2 см дистальнее верхней точки надколенника).
- Положите подставки под голень и колено и установите кассету так, как показано на рис. 19-93, то есть перпендикулярно к ЦЛ, чтобы минимизировать геометрическое искажение.



Рис. 19-91. Укладка для задней проекции коленного сустава — ЦЛ параллелен длинной оси стопы, наклонен латеромедиально (не требуется наклона ЦЛ краниально для среднего пациента)



Рис. 19-92. Укладка для боковой латеромедиальной проекции коленного сустава — ЦЛ направлен горизонтально



Рис. 19-93. Укладка для опциональной медиальной косой проекции коленного сустава — ЦЛ наклонен латеромедиально на 45°, полоски растра расположены поперечно

ЗАДНЯЯ ИЛИ БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ - СРЕДНЯЯ И ДИСТАЛЬНАЯ ТРЕТИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ ТАЗА И ПРОКСИМАЛЬНЫХ ТРЕТЕЙ БЕДРЕННЫХ КОСТЕЙ

Предупреждение: не пытайтесь повернуть голень внутрь, если есть подозрение на перелом бедра.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 х 43 см.
- 70 - 75 кВ для дистального отдела бедренной кости.
- 75 - 80 кВ для проксимального отдела бедренной кости и таза.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует использовать гонадную защиту у мужчин и женщин, не закрывая важные анатомические структуры. (Использование специальных защитных экранов для яичников в большинстве случаев невозможно, если областью интереса являются кости таза.)

Укладка пациента и направление центрального луча (пациент лежит на спине, нога вытянута)

Задняя проекция среднего и дистального отдела бедренной кости (рис. 19-94)

- Кассету помещают под колено и выравнивают ногу по средней линии кассеты, следует убедиться, что весь колейный сустав пойдет в снимок с учетом расхождения рентгеновского пучка.
- Направьте ЦЛ на центр кассеты.
- Диафрагмируйте вплотную к краям ноги.

Боковая проекция среднего и дистального отдела бедренной кости (рис. 19-95)

- Кассету помещают вертикально возле медиальной стороны голени и гак высоко, как это позволяют условия комфортности для пациента. Под ногу и колено следует положить подставку.
- Направьте ЦЛ горизонтально на дистальную одну треть бедренной кости. Может потребоваться горизонтальное расположение растра с центральной линией, направленной вертикально, как показано на рис. 19-95, чтобы предотвратить экранирование растром.
- Диафрагмируйте вплотную к краям ноги.

Задняя проекция таза (рис. 19-96)

- Кассету (с растром) следует поместить в наволочку от подушки (или что-то подобное) и подложить под таз пациента поперечно и симметрично относительно пациента.
- Верхний край кассеты должен лежать на 2,5 см выше уровня подвздошных гребней. Убедитесь, что **отсутствует ротация** тела пациента и расстояния от верхних подвздошных остей до кассеты равны. Поверните стопу внутрь на 15°, если это возможно (см. предупреждение выше).
- Направьте ЦЛ прямо на центр кассеты и таза.

Задняя проекция бедра (рис. 19-97)

- Следует использовать гонадную защиту как для мужчин, так и для женщин, не закрывая область бедра.
- Центр кассеты должен быть расположен в районе центра бедра.
- ЦЛ направлен перпендикулярно кассете в точку на 5 см медиальнее верхней подвздошной ости, на уровне большого вертела.
- Поверните голень внутрь на 15°, если это возможно (см. предупреждение выше).



Рис. 19-94. Укладка для задней проекции среднего и дистального отделов бедренной кости



Рис. 19-95. Укладка для боковой проекции среднего и дистального отделов бедренной кости



Рис. 19-96. Укладка для задней проекции таза на кровати мобильным аппаратом. (В данном случае правая нога не повернута внутрь.)



Рис. 19-97. Укладка для задней проекции таза

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ - ПРОКСИМАЛЬНАЯ ТРЕТЬ БЕДРЕННОЙ КОСТИ И ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ

Нижневерхняя проекция тазобедренного сустава — по Данелиусу-Миллеру. Медиолатеральная проекция тазобедренного сустава по Сандерсону[1]

Предупреждение: не пытайтесь повернуть или сдвинуть голень, если есть подозрение на перелом.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см (бедро), 35 x 43 см (проксимальный отдел бедренной кости и бедра).
- 70 - 80 кВ, растр.
- Следует использовать растр, если толщина колена превышает 10 см.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Гонадную защиту обычно не удается применить.

Укладка пациента и направление центрального луча (пациент лежит на спине)

Нижневерхняя боковая проекция тазобедренного сустава при одностороннем повреждением — по Данелиусу-Миллеру (рис. 19-98)

- Кассету размещают вертикально сбоку от пациента (рис. 19-98) (линии растра должны быть расположены вертикально, если только пациента не приподняли так, что сустав оказался напротив центра кассеты). Поверните исследуемую ногу внутрь, если это возможно. Другая нога должна быть поднята.
- Направьте горизонтальный ЦЛ перпендикулярно шейке бедренной кости и плоскости кассеты. Если полоски растра расположены вертикально, следует убедиться, что ЦЛ лежит в плоскости, перпендикулярной средней линии кассеты.

Медиолатеральная проекция травмы и боковая проекция тазобедренного сустава мобильным аппаратом у кровати пациента по Сандерсону (рис 19-99)

- Это хорошая проекция для контроля положения протеза или штифта после операции. Ее легко выполнить пациенту, лежащему на кровати или носилках, если пациент может расслабить ногу и повернуть ее кнаружи. Устройства для вытяжения ноги не препятствуют выполнению проекции.

Обычно сначала выполняют заднюю проекцию таза или тазобедренного сустава, затем в момент, когда кассету вынимают из-под пациента, его можно аккуратно повернуть.

Если кассета наполовину находится под пациентом, ее можно использовать как инструмент поворота пациента. Под поврежденное бедро и бедренную кость можно положить сложенное одеяло или полотенце. (Пациент должен быть повернут из супинационной укладки на 20-30°.)

- Полоски растра должны быть расположены вертикально, кассету помещают напротив и частично под бедро, как показано на рис. 19-99, так, чтобы со плоскость была перпендикулярна ЦЛ. Закрепите кассету подручными средствами в ее положении.
- ЦЛ наклоняют медиолатерально так, чтобы он был **почти перпендикулярен длинной оси стопы** (см. примечание). Можно наклонить ЦЛ на 10-20° краниально для лучшей визуализации шейки и головки бедренной кости, если и кассету можно наклонить так, чтобы избежать эффекта экранирования.

Примечание: угол наклона ЦЛ зависит от степени ротации исследуемой ноги кнаружи.

Резюме по методу Сандерсона

- После выполнения задней проекции бедра при вынимании использованной кассеты пациента слегка поворачивают.
- Кассету помещают параллельно длинной оси стопы, частично под поднятое бедро пациента.
- ЦЛ наклоняют медиолатерально перпендикулярно длинной оси стопы. (При этом получается боковая проекция бедренной кости с минимальным геометрическим искажением.)

[1] James A. Sanderson, Phoenix, Ariz. Этот метод впервые продемонстрирован и описан Сандерсоном автору данного Руководства в апреле 1992 г.



Рис. 19-98. Укладка для нижневерхней боковой проекции с помощью мобильного аппарата, пациент лежит на кровати. Метод Данелиуса-Миллера



Рис. 19-99. Медиолатеральная проекция бедра и бедренной кости мобильным аппаратом у кровати пациента — метод Сандерсона[1]. ЦЛ наклонен медиолатерально, перпендикулярно длинной оси стопы

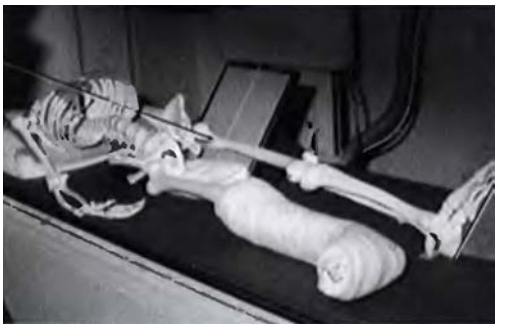


Рис. 19-100. Демонстрация метода Сандерсона (с разрешения Дж. Сандерсона)



Рис. 19-101. Рентгенограмма бедра в задней проекции (с разрешения Дж. Сандерсона)

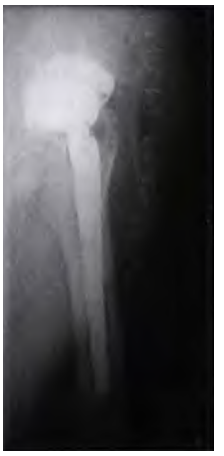


Рис. 19-102. Рентгенограмма бедра в боковой проекции по Сандерсону

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ - ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Предупреждение: не пытайтесь снять шейный фиксатор-воротник у пациента или поворачивать его голову и шею пока не будет исключен перелом шейного отдела. Общим правилом в таком случае является выполнение задней и боковой проекции, которые должен просмотреть врач до снятия шейного фиксатора и до того, как пациенту позволят подняться с носилок.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см.
- 75 - 80 кВ, растр требуется в зависимости от размера пациента.

Задняя проекция

- Минимальное РИП — 100 см.

Боковая проекция

- РИП — от 150 до 180 см.

Радиационная защита

Следует использовать гонадную защиту.

Укладка пациента и направление центрального луча (пациент лежит на спине, не исключена травма шейного отдела)

Задняя проекция (рис. 19-103)

- Положите кассету в кассетодержатель продольно, верхний край кассеты должен быть на 3-5 см выше уровня наружного слухового прохода (НПО).
- Наклоните ЦЛ на 15-20° краниально, точка выхода ЦЛ должна быть на уровне С4 (точка входа на уровне нижней границы щитовидной железы).

Задняя проекция С1 и С2 с открытым ртом (рис. 19-104)

- Если состояние пациента позволяет, попросите пациента открыть рот так широко, как это возможно без движения головой и шеей.
- ЦЛ может быть наклонен, если это необходимо так, чтобы быть параллельным линии, идущей от нижней границы верхних зубов к основанию черепа (сосцевидным отросткам),

Дополнительная задняя аксиальная проекция области С1-С2 (для визуализации **зуба внутри большого отверстия**, когда нельзя выполнить проекцию с открытым ртом, а зоной интереса является верхняя часть шейного отдела) (рис. 19-105)

- Кассета расположена продольно. ЦЛ направлен на центр кассеты.
- ЦЛ наклонен на 35-40° краниально или так, как необходимо, чтобы выровнять ЦЛ параллельно линии, идущей от симфиза нижней челюсти к основанию черепа. ЦЛ должен быть направлен чуть ниже нижней челюсти.

Боковая проекция горизонтальным лучом (рис. 19-106)

- Кассета стоит вертикально возле плеча пациента, параллельно срединной сагиттальной плоскости, край кассеты находится на 3-5 см выше НСП. Убедитесь, что область С7-Th1 охвачена снимком.
- Пациент должен лежать расслабленно, его плечи должны быть опущены насколько это возможно. Можно попросить персонал (не из рентгеновского отделения) потянуть пациента за руки книзу во время экспозиции, чтобы лучше визуализировать область С7-Th1. (Обеспечьте персонал, участвующий в исследовании защитными фартуками.)
- Направьте ЦЛ горизонтально на С4 (верхний край щитовидной железы) и на центр кассеты.
- РИП следует увеличить до 150-180 см, если оборудование и размер комнаты это позволяют. При этом С7 получается на рентгенограмме с меньшим искажением.

Примечание: использование растров при исследовании шейного отдела позвоночника регламентируется правилами отделения лучевой диагностики и зависит от размера пациента.

Боковая проекция в позиции пловца (если С7-Th1 не визуализируются на боковой проекции) (рис. 19-107)

- Кассета стоит вертикально возле плеча пациента так же, как и для боковой проекции, но рука, расположенная ближе к кассете, поднята, а противоположное плечо опущено, насколько это возможно.
- Направьте ЦЛ горизонтально на С7-Th1 (примерно на 4 см выше яремной вырезки) и на центр кассеты, чтобы избежать эффекта экранирования (линии растра должны быть расположены вертикально).

Примечание: если пациент не может опустить плечо, то можно наклонить ЦЛ на 5° каудально.



Рис. 19-103. Укладка для задней проекции шейного отдела — ЦЛ наклонен на 15-20° краниально



Рис. 19-104. Укладка для задней проекции С1-С2 с открытым ртом (если пациент это может сделать)



Рис. 19-105. Укладка для дополнительной задней проекции С1-С2, если проекцию с открытым ртом выполнить невозможно — ЦЛ наклонен на 35-40° краниально



Рис. 19-106. Укладка для боковой проекции горизонтальным лучом



Рис. 19-107. Укладка для боковой проекции С7-Th1 в позиции пловца

ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА - ПРАВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ И ЛЕВАЯ ЗАДНЯЯ КОСАЯ ПРОЕКЦИИ ПРИ ТРАВМЕ

Два метода

Косые проекции шейного отдела пациента с травмой лежащего на спине для визуализации ножек позвонков у межпозвоночных отверстий могут быть выполнены двумя методами.

Метод 1. Кассета лежит на деке стола. Этот удобный и быстрый метод, но он дает **большое геометрическое искажение** ножек и межпозвоночных отверстий (рис. 19-108 и 19-109).

Метод 2. Кассета лежит под столом на специальной подставке под наклоном 45°. ЦЛ направлен перпендикулярно кассете. Этот метод дает **небольшое геометрическое искажение** ножек и межпозвоночных отверстий, но изображение при нем **увеличено** (рис. 19-110 и 19-111).

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 х 30 см, расположение продольное.
- Малое фокусное пятно.
- 70 - 75 кВ.
- РИП — от 150 до 180 см.

Укладка пациента супинационно с фиксатором головы и шеи.

Метод 1. Положите кассету продольно на деку стола под голову пациента и сместите и одну сторону в зависимости от наклона ЦЛ. Наклоните ЦЛ на 15° краниально и на 45° медиально. Верх кассеты должен располагаться на уровне НСО.

Метод 2. Наклоните ЦЛ на 15° краниально и на 45° медиально и направьте на С4 (нижняя граница щитовидной железы). Поместите кассету под углом 45° сразу под столом на стуле с изменяемой высотой.

Направление центрального луча. Сначала нужно выставить ЦЛ относительно кассеты, пациент находится в стороне. ЦЛ наклоняют на 45° медиально и на 15° краниально и направляют на центр кассеты, стоящей на стуле ниже уровня деки стола.

Затем сдвигают деку с пациентом продольно так, чтобы ЦЛ проходил через область С4. ЦЛ продолжает быть направленным на центр кассеты.

Примечание: этот метод наклона можно реализовать с аппаратом типа С-ДУГА, кассету при этом следует установить в кассетодержатель на УРИ.



Рис. 19-108. Метод 1: укладка для косой проекции шейного отдела кассета лежит на деке стола

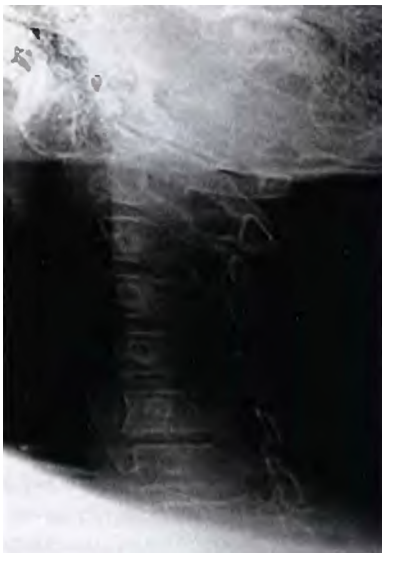


Рис. 19-109. Метод 1: рентгенограмма шейного отдела в косой проекции (с разрешения Susan C. Poulin)

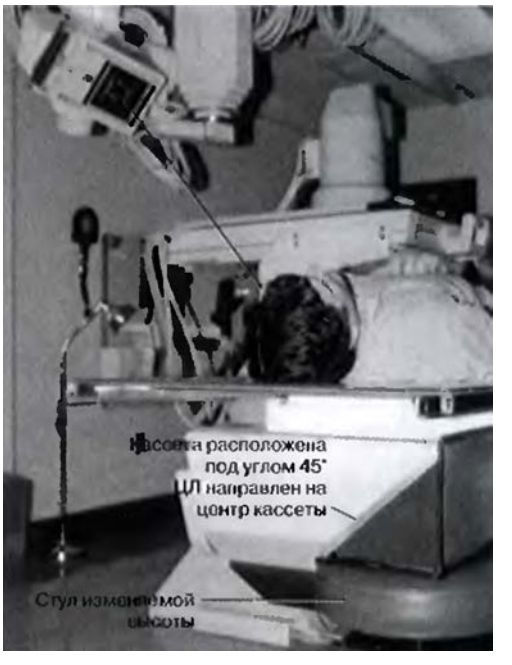


Рис. 19-110. Метод 2: укладка для косой проекции шейного отдела — кассета установлена на специальной подставке (угол 45°) под столом (с разрешения N.J. Martin)

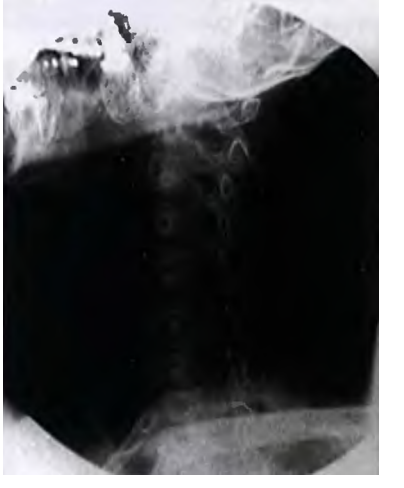


Рис. 19-111. Метод 2: рентгенограмма шейного отдела в косой проекции — кассета установлена на специальной подставке (угол 45°) под столом (с разрешения N.J. Martin)

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ПУЧКОМ - ГРУДНОЙ И ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛЫ ПОЗВОНОЧНИКА

Если пациента можно повернуть на бок, то можно выполнить стандартную проекцию грудною и поясничного отдела позвоночника, как описано в главах 8 и 9.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 35 х 43 см, расположение продольное.
- 75 - 85 кВ, растр.
- Минимальное РИП — 100 см.

Радиационная защита

Следует использовать гонадную защиту.

Укладка пациента и направление центрального луча (пациент лежит на спине)

Задняя проекция грудного отдела позвоночника (рис. 19-112)

- Кассету помещают либо в кассетодержатель стола снимков, либо под пациента так, чтобы верхний край кассеты был на 3 см выше уровня плеч.
- ЦЛ направлен перпендикулярно на центр кассеты, на уровне Th7, на 8-10 см ниже яремной вырезки.

Задняя проекция поясничного отдела позвоночника (рис. 19-113)

- Кассету помещают так же, как и для задней проекции грудного отдела, но в этом случае центр кассеты расположен в области подвздошных гребней.
- ЦЛ направлен перпендикулярно на центр кассеты, на уровне L3-L4.

Боковая проекция грудного отдела позвоночника (рис. 19-114)

- Приподнимите пациента на доске, на которой он лежит (рис. 19-114) или сдвиньте пациента к краю стола и расположите кассету частично ниже уровня деки стола. Используйте для фиксации кассеты специальный кассетодержатель либо подручные средства. ЦЛ должен быть направлен на центр кассеты, который должен быть расположен на уровне Th7. Пациент должен поднять руки и расположить их над головой или на груди так, чтобы не закрывать грудной отдел позвоночника.
- Горизонтальный ЦЛ направлен на позвоночник и на среднюю линию кассеты, на уровне Th7, на 8-10 см ниже яремной вырезки.

Примечание: на рис. 19-112 до 19-119 пациент лежит на доске, приподнятой над декой снимочного стола так, чтобы ЦЛ попадал на среднюю линию кассеты, дли предотвращения экранирования. Если доска с пациентом приподнята недостаточно высоко и ЦЛ в результате попадет на кассету более чем на 3-4 см от средней линии кассеты, то, чтобы избежать экранирования и облегчить позиционирование ЦЛ, следует линии растра расположить горизонтально.

Для боковых проекций горизонтальным рентгеновским пучком как грудного, так и поясничного отдела позвоночника можно использовать специальные растры для латерограмм — с поперечным направлением полосок.

Боковая проекция поясничного отдела позвоночника (рис. 19-115)

- Методика выполнения проекции такая же, как и при исследовании грудного отдела позвоночника, только центр кассеты расположен в области подвздошного гребня (L4-L5).
- Горизонтальный ЦЛ направлен на позвоночник и на среднюю линию кассеты, на уровне Th7, или на подвздошный гребень.

Дополнительная боковая проекция L5-S1 (не показана).

- Кассета размером 18 х 24 см, расположение продольное.
- Кассета располагается вертикально с центром на 2,5 см дистальнее уровня подвздошного гребня.
- Горизонтальный ЦЛ направлен перпендикулярно срединной сагиттальной плоскости и на центр кассеты.
- Диапазон кВ 90 - 100 кВ.

Примечание: пациент на доске должен быть поднят выше, чем это показано на рис. 19-114 и 19-115, чтобы ЦЛ попал на центральную линию кассеты и не было экранирования.



Рис. 19-112. Укладка для задней проекции грудного отдела позвоночника

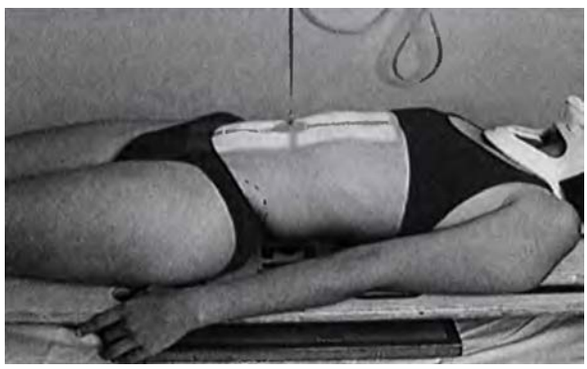


Рис. 19-113. Укладка для задней проекции поясничного отдела позвоночника



Рис. 19-114. Укладка для боковой проекции грудного отдела позвоночника горизонтальным ЦЛ

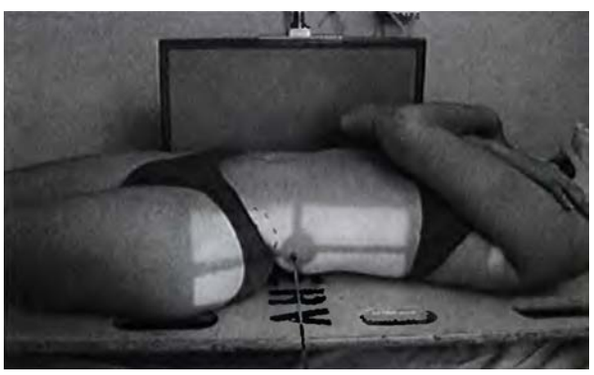


Рис. 19-115. Укладка для боковой проекции поясничного отдела позвоночника горизонтальным ЦЛ

Если поднять пациента не удается, то линии растра следует расположить горизонтально, чтобы облегчить позиционирование ЦЛ.

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ЧЕРЕПА ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ПУЧКОМ ПРИ ТРАВМЕ

Предупреждение: до любых манипуляции с головой или шеей пациента следует исключить переломы, вывихи и подвывихи шейного отдела. Это хорошая проекция для выявления жидкости в клиновидной пазухе, что служит признаком внутричерепной травмы.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см.
- Кассета с растром расположена вертикально рядом с головой пациента.
- 70 - 80 кВ.
- Минимальное РИП — 100 см.
- Малое фокусное пятно.

Укладка — пациент лежит на спине

- Следует удалить все инородные объекты из области съемки пластиковые, металлические и прочие предметы.
- Если голову пациента можно двигать (см. предупреждение выше), аккуратно ее приподнимите и уложите на поролоновую (рентгенопрозрачную) подушку (рис. 19-116). Если голову пациента трогать нельзя, то сдвиньте пациента к краю стола, затем поместите кассету вертикально сбоку, частично на 2,5 см ниже уровня деки стола, а затылочную кость — так, как показано на рис 19-117. Задний отдел черепа должен быть виден на рентгенограмме, поэтому при укладке следует учесть расхождение рентгеновского пучка.
- Голова должна находиться в **истинной боковой укладке** относительно кассеты с областью интереса максимально близко к кассете.
- Срединная сагиттальная плоскость должна быть параллельна кассете, а межзрачковая линия — перпендикулярна кассете.
- Кассета должна быть расположена так, чтобы был охвачен весь череп, а ЦЛ был направлен на центр кассеты.

Центральный луч

- **Горизонтальный ЦЛ** (это важно для визуализации границы внутричерепной жидкости) направлен **перпендикулярно** кассете.
- Центр снимка на 5 см выше НСП.

Диафрагмирование выполняется по внешним границам черепа с четырех сторон.

Напоминание: **нельзя** укладывать на подушку голову пациента с травмой шейного отдела, как показано на рис. 19-116. Травма должна быть исключена с помощью боковой проекции горизонтальным пучком.

Критерии оценки рентгенограммы

- Правая и левая стороны черепа накладываются друг на друга, но летали стороны, расположенной ближе к кассете, видны более отчетливо. Хорошо видно турецкое седло, включая передние и задние его отростки, а также спинку. Турецкое седло и скат проецируются в профиль. **Отсутствие ротации или наклона** черепа подтверждается наложением ветвей нижней челюсти, больших и малых крыльев клиновидной кости, наружных слуховых проходов и крыш глазниц.
- Весь череп охвачен снимком, область на 5 см выше НСП находится примерно в центре снимка.
- Достаточная проникающая способность рентгеновского пучка (кВ) и оптимальная экспозиция (мАс) должны давать хорошую визуализацию костных элементов турецкого седла и соседних костных структур черепа.

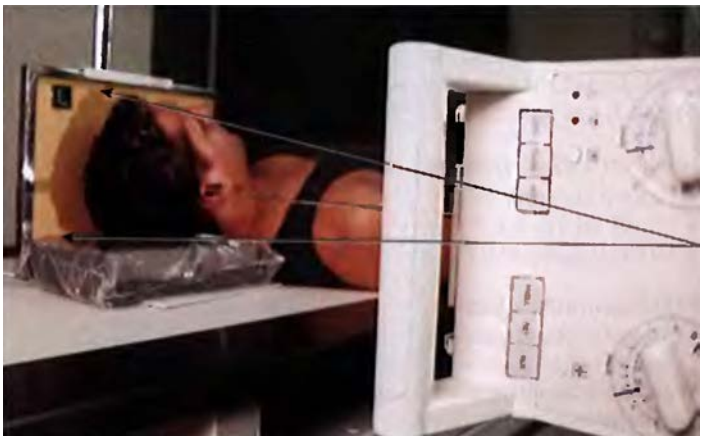


Рис. 19-116. Укладка для боковой проекции черепа (**голова лежит на подушке, после исключения травмы шейного отдела**)



Рис. 19-117. Укладка для боковой проекции черепа для выявления травмы шейного отдела (**голова лежит на деке стола**)



Рис. 19-118. Рентгенограмма черепа в боковой проекции при травме

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ 0°, 15° (ОБРАТНАЯ ПРОЕКЦИЯ ПО КОЛДВЕЛЛУ) И ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ 30° (ПО ТАУНУ) - ЧЕРЕП

Предупреждение: до любых манипуляций с головой или шеей пациента следует исключить переломы, вывихи и подвывихи шейного отдела.

Исключение: если травма шейного отдела исключена, то подбородок пациента при укладке можно опустить для того, чтобы направить глазнично-ушную линию перпендикулярно плоскости кассеты.

Для всех трех проекций, описанных на этой странице, голову и шею пациента не надо двигать, следует только изменять угол наклона ЦЛ.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см, расположение продольное.
- Подвижный или неподвижный растр.
- 70 - 80 кВ
- Минимальное РИП — 100 см.
- Малое фокусное пято.

Укладка — пациент лежит на спине

- Постарайтесь уложить пациента на стол одним движением, не двигая голову и шею. Можно использовать носимый кассетодержатель (входит в комплектацию некоторых мобильных аппаратов), его можно положить под голову пациента или под доску, на которой он лежит. Доска и шейный фиксатор не помешают выполнению проекции.
- Следует удалить все инородные объекты из области съемки — пластиковые, металлические и прочие предметы.
- Уложите пациента так, чтобы срединная сагиттальная плоскость была выровнена со средней линией кассеты/стола снимков.

Центральный луч

Задняя проекция 0° (рис. 19-119 и 19-122):

- ЦЛ должен быть направлен **параллельно глазнично-ушной линии**. Если пациент носит шейный фиксатор, то обычно угол наклона составляет от 10° до 15° в каудальном направлении, но это зависит от пациента и ситуации.
- ЦЛ направлен на **глабеллу**, центр кассеты следует расположить так, чтобы туда попал ЦЛ.

Задняя проекция — обратная проекция по Колдвеллу (рис. 19-120 и 19-123).

- Угол наклона ЦЛ составляет **15°** к глазнично-ушной **линии в краниальном направлении**. Это требует определения угла наклона глазнично-ушной линии к шее, как показано на рис. 19-120, затем следует наклонить ЦЛ краниально от глазнично-ушной линии.
- ЦЛ направлен на **назион**, центр кассеты следует расположить так, чтобы туда попал ЦЛ.

Задняя аксиальная проекция — метод по Тауну (рис. 19-121 и 19-125):

- Угол наклона ЦЛ составляет **30°** к глазнично-ушной линии **в каудальном направлении** (см. примечание).
- ЦЛ направлен на **середину отрезка между двумя НСП,** с точкой выхода через большое затылочное отверстие. Следует направить ЦЛ в средней сагиттальной плоскости на точку в 6 см выше дуги бровей, центр кассеты следует расположить так, чтобы туда попал ЦЛ.

Диафрагмирование выполняется по внешним границам черепа с четырех сторон.

Примечание: угол наклона при аксиальной проекции не должен превышать 45° к вертикали, или избыточное геометрическое искажение помешает диагностике.



Рис. 19-119. Укладка для задней проекции 0° к глазнично-ушной линии — ЦЛ направлен на глабеллу



Рис. 19-120. Укладка для задней проекции 15° к глазнично-ушной линии (обратный метод Колдвелла) — ЦЛ направлен на назион и наклонен на 15° краниально к глазнично-ушной линии



Рис. 19-121. Укладка для задней аксиальной проекции — ЦЛ наклонен на 30° каудально к глазнично-ушной линии и направлен на середину отрезка между двумя НСП (метод по Тауну)

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ 0°-15° (ОБРАТНАЯ ПРОЕКЦИЯ ПО КОЛДВЕЛЛУ) И ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ 30° (ПО ТАУНУ) - ЧЕРЕП

Задняя проекция в сравнении с передней

При травме черепа выполняют задние проекции, тогда как нетравматические состояния исследуются в передней проекции. Анатомические области, расположенные дальше от кассеты, получаются на снимках с увеличением. Например, на передней проекции глазницы, которые расположены ближе к кассете, будут менее увеличены, чем сагиттальный и ламбдовидный швы, которые расположены дальше от кассеты. На задней проекции будет верно обратное утверждение: глазницы будут более увеличены, чем швы. На передней проекции расстояние от наклонной границы глазницы до латерального края черепа будет больше, чем на задней проекции. Это показано на рис. 19-123 и 19-124, которые представляют рентгенограммы, выполненные **в задней проекции по обратному методу Колдвелла и в передней проекции по Колдвеллу**.

Несмотря на отличия в геометрическом увеличении различных анатомических объектов, что делает рентгенограммы в задней и передней проекции разными для восприятия, критерии оценки рентгенограммы остаются одинаковыми

Дозовая нагрузка на щитовидную железу при выполнении задней проекции черепа и лицевых костей существенно выше, чем при выполнении передней проекции. Однако при травме преимущества задней проекции при невозможности уложить пациента пронационно перевешивают дозовые соображения.

Примечание: если угол наклона ЦЛ не может быть установлен в 30° к глазнично-ушной линии, так как достигается (или превышается) максимальный угол наклона ЦЛ к вертикали (в 45°), то спинка седла и задние отростки будут проецироваться выше большого затылочного отверстия.

Критерии оценки рентгенограммы

Задняя проекция 0° при травме

- Весь череп охвачен областью снимка.
- Каменистые гребни отображаются выше глазниц.
- Каменистые пирамиды заполняют глазницы, внутренне слуховые проходы проецируются горизонтально в центре глазниц.
- Расстояние от наклонной границы глазницы до латеральной границы черепа одинаковы с каждой стороны.
- Спинка седла и передние отростки проецируются выше синусов решетчатой кости.
- Достаточная плотность снимка и контраст, отсутствие движения во время экспозиции позволяют хорошо визуализировать лобную кость.

Задняя проекция — обратный метод Колдвелла при травме

- Весь череп охвачен областью снимка.
- Расстояние от наклонной границы глазницы до латеральной границы черепа одинаковы с каждой стороны.
- Верхние глазничные щели отображаются симметрично внутри глазниц.
- Каменистые пирамиды и внутренние слуховые проходы проецируются в нижнюю треть глазницы.
- Верхние границы глазниц визуализируются без наложений.
- Достаточная плотность снимка и контраст, отсутствие движения во время экспозиции позволяют хорошо визуализировать лобную кость.

Задняя аксиальная проекция по Тауну при травме

- Весь череп охвачен областью снимка.
- Расстояние от края большого затылочного отверстия до латеральной границы черепа одинаковы с каждой стороны.
- Спинка седла и задние отростки проецируются в большое затылочное отверстие (см. примечание).
- Каменистые гребни выглядят симметрично и визуализируются выше сосцевидных отростков.
- Верхние границы глазниц визуализируются без наложений.
- Достаточная плотность снимка и контраст, отсутствие движения во время экспозиции позволяют хорошо визуализировать затылочную кость.



Рис. 19-122. Рентгенограмма черепа в задней проекции — угол наклона ЦЛ к глазнично-ушной линии — 0°



Рис. 19-123. Рентгенограмма черепа в задней проекции по обратному методу Колдвелла — ЦЛ наклонен краниально к глазнично-ушной линии — 15°



Рис. 19-124. Рентгенограмма черепа в передней проекции по Колдвеллу — ЦЛ наклонен каудально к глазнично-ушной линии — 15°. (Для сравнения.)

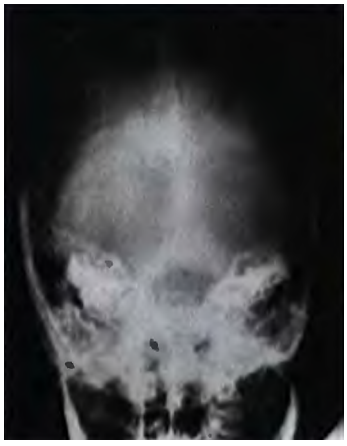


Рис. 19-125. Рентгенограмма черепа в задней аксиальной проекции по Тауну — ЦЛ наклонен каудально к глазнично-ушной линии — 30° (макс. угол наклона к вертикали 45°)



Рис. 19-126. Рентгенограмма черепа в задней аксиальной проекции по Тауну — ЦЛ наклонен каудально к глазнично-ушной линии менее чем на 30°

БОКОВАЯ И АКАНТИОПАРИЕТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИИ - ЛИЦЕВЫЕ КОСТИ

Боковая проекция по обратному методу Уотерса и модифицированный обратный метод Уотерса

Предупреждение: до любых манипуляций с головой или шеей пациента следует исключить переломы, вывихи и подвывихи шейного отдела. Для всех трех проекций, описанных на этой странице, нет необходимости двигать голову и шею пациента.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 24 x 30 см, расположении продольное.
- Кассета с растрам расположена вертикально рядом с латеральной стороной черепа.
- 70 - 80 кВ.
- Малое фокусное пятно.
- Минимальное РИП — 100 см.

Укладка — пациент лежит на спине

- Постарайтесь уложить пациента на стол одним движением, не двигая голову и шею. Доска и шейный фиксатор не помешают выполнению проекции.
- Следует удалить все инородные объекты из области съемки — пластиковые, металлические и прочие предметы.
- Уложите пациента так, чтобы срединная сагиттальная плоскость была выровнена со средней линией кассеты/стола снимков.

Центральный луч

Боковая проекция

- Горизонтальное направление ЦЛ помогает выявить уровень жидкость/воздух в черепе.
- ЦЛ направлен на **середину отрезка между углом глаза и наружным слуховым проходом (НСП)**, центр кассеты следует расположить так, чтобы туда приходился ЦЛ.

Акантиопариетальная проекция — обратный метод Уотерса: Эта проекция наилучшим образом визуализирует структуру лицевых костей и область верхней челюсти, при этом верхняя челюсть и верхнечелюстные пазухи проецируются над каменистыми гребнями (см. стрелки на рис. 19-130).

- ЦЛ наклонен краниально так, чтобы он был **параллелен подбородочно-ушной линии**. (При этом угол наклона ЦЛ к глазнично-ушной линии составит 37°.)
- ЦЛ направлен на **акантион**, центр кассеты следует расположить так, чтобы туда был направлен ЦЛ.

Дополнительная модифицированная акантиопариетальная проекция — модифицированным обратный метод Уотерса Эта проекция наилучшим образам визуализирует дно и все границы глазниц (рис 19-132).

- ЦЛ наклонен краниально так, чтобы он был **параллелен губно-ушной линии**.
- ЦЛ направлен на **акантион**, центр кассеты следует расположить так, чтобы туда попал ЦЛ.

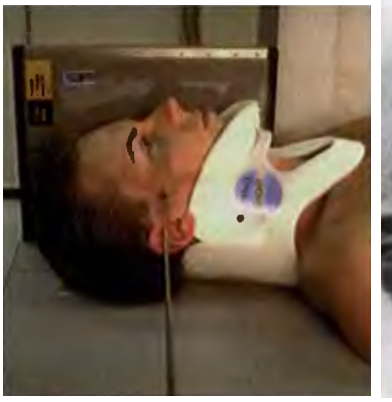


Рис. 19-127. Укладка для боковой проекции горизонтальным пучком при травме



Рис. 19-128. Рентгенограмма при травме и боковой проекции горизонтальным пучком



Рис. 19-129. Укладка для акантиопариетальной проекции (обратный метод Уотерса) при травме — ЦЛ направлен на акантион и параллелен подбородочно-ушной линии



Рис. 19-130. Рентгенограмма при травме в акантиопариетальной проекции по обратному методу Уотерса



Рис. 19-131. Укладка для модифицированной акантиопариетальной проекции (модифицированный обратный метол Уотерса) при травме — ЦЛ направлен на акантион и параллелен губно-ушной линии

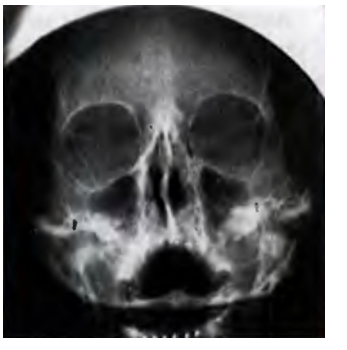


Рис. 19-132. Рентгенограмма при травме в модифицированной акантиопариетальной проекции (модифицированный обратный метод Уотерса)

ЗАДНЯЯ АКСИАЛЬНАЯ, ЗАДНЯЯ И АКСИОЛАТЕРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИИ - НИЖНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ

Предупреждение: до любых манипуляций с головой или шеей пациента следует исключить переломы, вывихи и подвывихи шейного отдела. Все проекции нижней челюсти выполняются при супинационной укладке пациента.

Технические условия исследования

- Размер кассеты 18 x 24 см, расположение продольное для задних проекций и поперечное для косой аксиолатеральной проекции.
- Кассета с растром при горизонтальном направлении ЦЛ в случае косой аксиолатеральной проекции.
- 65 - 75 кВ
- Минимальное РИП — 100 см.

Укладка — пациент лежит на спине

- Положите кассету под голову и шею пациента или под доску, на которой он лежит. Шейный фиксатор можно не снимать.
- Следует удалить все инородные объекты из области съемки — пластиковые, металлические и прочие предметы.

Центральный луч

Задняя проекция (хорошо визуализирует ветви и латеральные отделы тела челюсти).

- ЦЛ должен быть наклонен каудально так, чтобы он был **параллелен глазнично-ушной линии.**
- ЦЛ направлен на середину нижней челюсти, примерно в район смыкания губ.
- Центр кассеты следует расположить так, чтобы туда попал ЦЛ.

Задняя аксиальная проекция (хорошо визуализирует мыщелковые отростки, мыщелки и височно-нижнечелюстной сустав).

- Не двигая голову пациента, следует наклонить ЦЛ **каудально на 35-40° к глазнично-ушной линии**.
- ЦЛ направлен так, чтобы он прошел через область расположения мыщелков и мыщелковых отростков, **на 5 см выше уровня наружных слуховых проходов**.
- Центр кассеты следует расположить так, чтобы туда попал ЦЛ.

Аксиолатеральная проекция. (Хорошо визуализирует ветви тело и нижнюю точку нижней челюсти. Обычно выполняют две проекции):

- Кассета устанавливается вертикально возле лица (рис. 19-137), нижний край кассеты на 2,5 см ниже нижней точки подбородка.
- Плечи пациента должны быть опущены насколько это возможно, подбородок должен быть поднят (в случае если исключена травма шейного отдела).
- ЦЛ должен быть наклонен на 25 - 30° краниально (от истинной боковой проекции), а также наклонен книзу на 5 - 10° если необходимо избавиться от тени плеч. Использование растра в этом случае невозможно.
- ЦЛ должен быть направлен на 5 см ниже гониона (угла) нижней челюсти (см. рис. 19-137).

Примечание (к асиолатеральной проекции): ветвь и тело нижней челюсти лучшим образом визуализируются, если голова пациента находится в истинной боковой укладке, если голова повернута на 10-20° в сторону кассеты, то на снимке лучше будет показана **средняя область нижней челюсти**.

Примечание: при подозрении на травму шейного отдела не следует укладывать голову пациента на поролоновую подушку, вместо этого следует соответственно наклонить ЦЛ.



Рис. 19-133. Укладка для задней проекции нижней челюсти — ЦЛ параллелен глазнично-ушной линии и направлен на область смыкания губ

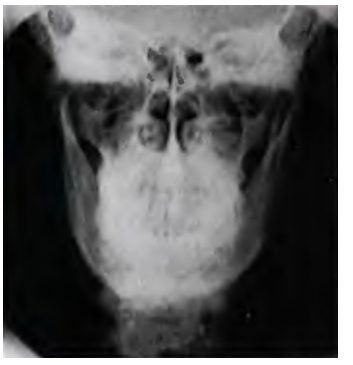


Рис. 19-134. Рентгенограмма нижней челюсти в задней проекции



Рис. 19-135. Укладка для задней аксиальной проекции нижней челюсти — ЦЛ наклонен на 35-40° каудально к глазнично-ушной линии

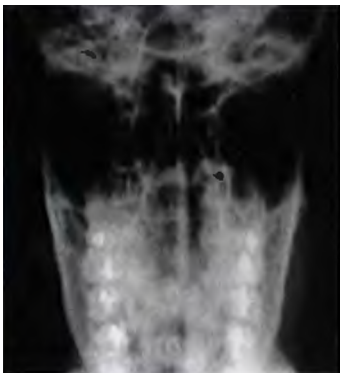


Рис. 19-136. Рентгенограмма нижней челюсти в задней аксиальной проекции



Рис. 19-137. Укладка для аксиолатеральной проекции нижней челюсти — ЦЛ направлен горизонтально (или наклонен на 5-10° кзади) и наклонен краниально к глазнично-ушной линии на 25-30°



Рис. 19-138. Рентгенограмма нижней челюсти в аксиолатеральной проекции

ГЛАВА 20

Рентгенография в педиатрии

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Claudia Calandrino, MPA, RT (R), Jessie K. Harris, RT(R), Cecilie Godderige, BS, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение и общие принципы работы с ребенком

Введение
- Возраст понимания и сотрудничества, 627
- Знакомство и подготовка ребенка и родителей, 627
- Заявление о плохом обращении с ребенком, 627

Фиксация
- Устройство типа Tam-em и удерживающее устройство из органического стекла, 628
- Устройство Pigg-O-Stat, 628
- Лента, мешочки с песком и держатели для головы, 629
- Пеленание или обертывание с помощью простыней и полотенец, 630

Развитие костей (оссификация — окостенение), 631

Радиационная защита и подготовка кабинета к процедуре, 632

Альтернативные методы исследования, 633

Клинические показания
- Грудная клетка ребенка, 633
- Костная система у детей, 635
- Органы брюшной полости у детей, 636

Укладки

Грудная клетка
- Задняя/передняя проекция: грудная клетка, 638
- Передняя проекция, 639
- Боковая проекция: органы грудной клетки, 640
- Боковая проекция в вертикальном положении, 641

Верхние конечности
- Задняя и боковая проекция, 642

Нижние конечности
- Задняя и боковая проекции: нижние конечности, 644
- Задняя и боковая проекция: голень и стопа — по Кайту, 645

Таз и оба бедра
- Задняя и боковая проекции, 646

Череп
- Задняя проекция, 648
- Боковая проекция, 649

Рентгенография органов брюшной полости у детей

Различия между детьми и взрослыми, 650

Подготовка пациента к процедурам с контрастным веществом, 650

Живот
- Задняя проекция в положении лежа на спине, 651
- Задняя проекция в вертикальном положении, 652
- Латерография в положении лежа на спине, 653

Флюороскопия ЖКТ
- Прием бария, верхний отдел ЖКТ и тонкая кишка, 654
- Нижний отдел ЖКТ, 656 (контрастная, с двойным контрастированием, воздушная клизма)

Мочеполовая система
- Микционная цистоуретрография (МЦУГ), 658
- Внутривенная урография (ВВУ), 659

ВВЕДЕНИЕ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С РЕБЕНКОМ

Для рентгенолога-педиатра дети — это взрослые в миниатюре и к тому же особые пациенты, с которыми необходимо бережно обращаться и понимать их нужды. Чтобы **поговорить с ребенком и подружиться с ним**, требуется терпение и время. Надо найти способ объяснить ребенку ваши действия, так чтобы он сотрудничал с вами при исследовании.

ВОЗРАСТ ПОНИМАНИЯ И СОТРУДНИЧЕСТВА

Нельзя сказать, что существует определенный возрастной этап, когда дети начинают вас понимать. Это зависит от ребенка, и не следует думать, что во время процедуры ребенок не поймет, что с ним будет происходить. Как правило, к 2 годам большинство здоровых детей достаточно хорошо понимают взрослых, и при рентгенографии можно обойтись без фиксации ребенка и помощи родителей. Очень важно чувство доверия, возникающее между ребенком и врачом в момент первой встречи; первое впечатление о незнакомом взрослом, которое получит малыш, останется с ним надолго и может стать залогом дальнейшего успешного сотрудничества.

Успех проведения рентгенографических исследований зависит от двух вещей. Первым и самым важным является **отношение врача к ребенку и подход к нему**. Второе необходимое условие — это **техническая подготовка кабинета**, включающая определенные фиксирующие устройства, речь о которых пойдет далее в этой главе.

ЗНАКОМСТВО И ПОДГОТОВКА РЕБЕНКА И РОДИТЕЛЕЙ

Действия врача. Первый раз большинство детей-пациентов приходят в сопровождении по крайней мере одного родителя. Необходимые этапы знакомства:

Представьтесь, скажите, что вы врач, который будет работать с ребенком.

Узнайте, какую информацию родителям и ребенку предоставил лечащий врач.

Объясните, что вы собираетесь делать и что вам будет необходимо.

Слезы, страх и сопротивление — абсолютно нормальная реакция для малыша. Рентгенолаборант должен потратить время на общение с родителями и ребенком, объясняя доступным для ребенка языком, что они будут делать. Еще до того, как ребенок попадет в кабинет, рентгенолаборант должен постараться создать атмосферу доверия в комнате ожидания. Рентгенолаборанту следует прибегать к средствам фиксации только в крайнем случае, если не удается найти контакт с ребенком.

Действия родителей. Необходимо объяснить родителям их роль и действия по время исследования. Есть три варианта развития событий (**третий вариант обычно имеет место в случае беременности матери**).

1. Родитель находится в кабинете в качестве наблюдателя, поддерживая и успокаивая ребенка своим присутствием.
2. Родитель принимает участие в проведении процедуры и помогает фиксировать ребенка.
3. Мать просят остаться вне кабинета и не сопровождать ребенка.

Зачастую дети, которые испытывают страх и ведут себя драчливо в комнате ожидания, где они находятся в присутствии родителей, становятся более послушными, оставшись наедине с врачом, и ему легче с ними договориться. В это время врачу очень пригодится умение общаться с детьми. Нужно при этом попытаться убедить родителей в том, что вы сможете справиться без их помощи.

Оценка роли родителей важна и требует объективного отношения. Если врач видит, что беспокойство родителей будет мешать его работе с ребенком, выберите 3 пункт. Однако, как правило, родители изъявляют желание помочь врачу фиксировать ребенка, и если родителю позволяют остаться с ребенком (при отсутствии беременности и при надлежащей рентгенозащите), то врач должен объяснить предстоящую процедуру как ребенку, так и его родителю. В последнем случае надо проинструктировать родителя о правильном способе фиксации. Следует объяснить родителю, что от правильности как укладки, так и силы фиксации зависит диагностическое качество изображения.



Рис. 20-1. Рентгенолаборант знакомится с пациентом, устанавливая доверительные отношения



Рис. 20-2. Рентгенолаборат объясняет процедуру ребенку и его родителю

ЗАЯВЛЕНИЕ О ПЛОХОМ ОБРАЩЕНИИ С РЕБЕНКОМ

Во многих медицинских учреждениях существует процедура осмотра ребенка при подозрении на плохое с ним обращение со стороны родителей или прислуги. Раньше использовался термин «синдром избитого ребенка» (СИР). В настоящее время более употребим термин неслучайная травма (НСТ).

Вообще, это не в компетенции рентгенолаборанта выносить суждение, имело ли место плохое обращение с ребенком или нет, скорее, он обязан заявить об имеющихся фактах, очевидных или подозреваемых. Если есть подозрение на НСТ, рентгенолаборант должен посоветоваться с рентгенологом или с тем лицом, кто за это отвечает, согласно установленным правилам. Законы отличаются территориально, поэтому **всему персоналу крайне важно знать степень своей ответственности**.

Фиксация

В педиатрии максимальный возраст пациента от 12 до 14 лет. С детьми старшего возраста уже можно обращаться как со взрослыми пациентами. Но требования к гонадной защите существенно выше, а параметры экспозиции должны соответствовать размерам маленьких пациентов. В этой главе мы расскажем в основном о методах работы с новорожденными и детьми возраста до 3-5 лет, когда следует принимать специальные меры для фиксации ребенка. В педиатрической рентгенографии следует использовать минимальные времена экспозиции и максимальные токи, чтобы компенсировать нерезкость изображения из-за движения пациента. Однако даже с малыми временами экспозиции фиксация пациента в нашем случае — это проблема, а эффективная фиксация — основа педиатрической рентгенографии.

Сегодня можно приобрести устройства фиксации различных видов. Их можно найти в каталогах рентгенологического оборудования. Примеры таких устройств — доска для фиксации (типа **Tam-em Board**) и стол с сиденьем и фиксаторами рук **Pigg-O-Stat**. Достаточно распространена также люлька типа **Posi-Tot**. Окупаемость этих устройств зависит от того, насколько часто они используются.

УСТРОЙСТВО ТИПА TAM-EM BOARD И УДЕРЖИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА (рис. 20-3)

На рисунке (рис. 20-3) изображено устройстве типа **Tam-em Board**, которое вместе с ремнями типа Велкро используется для фиксации верхних и нижних конечностей. Данное фиксирующее устройство имеется в продаже[1], и им легко пользоваться (см. рис. 20-28).

Удерживающее устройство из органического стекла на рис. 20-3 расположено перед Tam-em Board. Его можно изготовить самому, отрезав кусок от большого листа органического стекла с достаточной толщиной для обеспечения необходимой твердости. Его можно использовать, например, для иммобилизаций верхних или нижних конечностей, не закрывая изображения важных рентгенанатомических структур. Это приспособление также можно предложить в помощь родителям при фиксации ребенка.

УСТРОЙСТВО PIGG-O-STAT (рис. 20-4)

Pigg-O-Stat — это широко распространенное устройство для фиксации детей при выполнении снимков грудной клетки и брюшной полости в вертикальном положении пациента у детей приблизительно до 2-летнего возраста. Ребенка сажают на сиденье (А), похожее на сиденье от небольшого велосипеда, просовывая ножки малыша через отверстие. Высоту сиденья можно отрегулировать в соответствии с ростом ребенка. Ручки малыша поднимают вверх над головой, а два прозрачных пластиковых зажима для тела (Б) должны плотно прилегать к телу с двух сторон, чтобы предотвратить движение пациента (см. с. 639) Существует два размера подобных зажимов в зависимости от роста ребенка, которые легко взаимозаменяемы (Б и Ж). Кассета вставляется в кассетодержатель (В).

Сиденье и зажимы для тела ставят на вращающийся шарнир (Г). Сиденье можно поворачивать, оставляя неподвижной кассету. Устройство помогает удобно расположить пациента для выполнения вертикальных задних, передних, боковых и косых проекций. Передвижной рентгенозащитный экран для гонад (Д) располагается между рентгеновской трубкой и пациентом. На рентгенозащитном экране также имеются необходимые маркеры снимка. Все устройство Pigg-O-Stat находится на подставке (Е) с колесами, что позволяет передвигать устройство из комнаты в комнату, если это необходимо. Колеса оснащены системой блокировки.

ДРУГИЕ ВИДЫ ФИКСАЦИИ (рис. 20-5)

В качестве самого простого и наименее дорогого вида фиксации используются оборудование и материалы, имеющиеся в большинстве отделений. **Лента, простыни** или **полотенца, мешочки с песком, рентгенопрозрачные блоки из поролона, бинты** — все это при правильном использовании эффективно при фиксации.



Рис. 20-3. Tam-em Board (и удерживающее устройство из оргстекла)



Рис. 20-4. Устройство типа Pigg-O-Stat (для выполнения снимков грудкой клетки)



Рис. 20-5. Средства для фиксации

[1] Существуют современные аналоги доски, отличающиеся по внешнему виду от устройства, изображенного на рис. 20-3. — *Ред.*

МЕШКИ С ПЕСКОМ

Мешки с песком имеются в продаже[1]. Однако большинство из них используются в качестве груза или как фиксирующие средства для взрослых. Они не так эффективны для фиксации детей, как мешочки, специально сделанные именно для этих целей.

Следует использовать прочную холщевую ткань и стерилизованный крупный песок, предназначенный для детских игр. **Рекомендуется** именно **крупный песок**, так как в случае разрыва мешка такой песок легче собрать и вероятность того, что будут повреждены снимки, минимальна.

Лучше использовать мешочки с песком двух размеров: 20 х х 46 см и 33 х 50 см. Они не должны быть переполненными, поскольку в этом случае будут слишком тугими; **мешки должны быть мягкими** настолько, чтобы при наложении на конечность пациента они повторяли ее форму.

ЛЕНТА

Существуют различные виды мягкой ленты для хирургических процедур и чувствительной кожи. Клейкая лента может быть видна на снимке, вызвав артефакт, который может закрыть на снимке представляющий интерес объект. Кроме того, у некоторых пациентов аллергия на клейкую ленту. Нежную кожу младенцев также можно повредить клейкой лентой, поэтому лучше использовать ее таким образом, чтобы она не соприкасалась непосредственно с кожей, для этого пригодятся марлевые подушечки, которые кладут между лентой и кожей.

ЭЛАСТИЧНЫЙ БИНТ

Если используются эластичные бинты, то они должны быть трубчатыми. Бинты бывают разных размеров: для младенцев рекомендуются 3-дюймовые, а для более старших детей — 4-дюймовые.

При использовании эластичного бинта сложите его вдвое и забинтуйте им руки до плеч, это не только фиксирует руки, но и служит в качестве подушки (рис. 20-8).

БАНДАЖ

4-дюймовый бандаж лучше всего подходит для младенцев и маленьких детей, тогда как 6-дюймовый — для детей старшего возраста. Его чаще всего используют для фиксации ног. При ступая к обертыванию, начните с бедер пациента, спускаясь ниже, до середины икры (рис. 20-8). Не обертывайте ребенка слишком туго, это может приостановить кровообращение,

КОМПРЕССИОННЫЙ ПОЯС И ЗАЖИМЫ ДЛЯ ГОЛОВЫ

Компрессионный, или удерживающий, пояс также является удобным фиксирующим средством. Однако компрессионный пояс более эффективен, если его использовать в сочетании с мешками с песком, как это будет продемонстрировано далее в настоящей главе.

Кроме того, существуют различного вида передвижные зажимы для головы, которые крепятся к столу, как показано на рис. 20-9.

УГЛОВЫЕ ТЯЖЕЛЫЕ БЛОКИ В КАЧЕСТВЕ ЗАЖИМОВ ДЛЯ ГОЛОВЫ

Это тяжелые стальные угловые блоки с прикрепленными толстыми рентгенопрозрачными подушечками (рис. 20-10). Они достаточно недороги по сравнению с теми зажимами для головы, которые имеются в продаже. Угловые блоки очень эффективны и универсальны дли фиксации, особенно в сочетании с мешочками с песком и/или лентой или при обертывании пациента, как это показано на рис. 20-10.

[1] Мешочки с песком несложно сделать самостоятельно. - *Ред.*



Рис. 20-6. Эффективное использование мешков с песком



Рис. 20-7. Использование эластичного бинта и бандажа



Рис. 20-8. Использование эластичного бинта и бандажа



Рис. 20-9. Компрессионный пояс и зажимы для головы



Рис. 20-10. Тяжелые угловые блоки в качестве зажимов для головы (пациента спеленали)

ПЕЛЕНАНИЕ ИЛИ ОБЕРТЫВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ ПРОСТЫНЕЙ И ПОЛОТЕНЕЦ

Кроме различных видов зажимов для головы часто, чтобы фиксировать ребенка для проведения определенных рентгенографических процедур, например исследования кисти, необходимо его спеленать. Это очень эффективное средство фиксации. Необходимо все подготовить заранее, до того, как доставят пациента.



Рис. 20-11. Этап 1. На стол положите простыню, свернутую вдвое или втрое, и зависимости от роста ребенка



Рис. 20-12. Этап 2. Ребенка положите на середину простыни, положив его правую руку вдоль тела. Возьмите ближайший к вам конец простыми и плотно оберните тело ребенка, при этом рука пациента должна прилегать к его телу



Рис. 20-13. Этап 3. Левую руку малыша положите вдоль тела поверх простыни. Свободным концом простыни оберните ребенка (сначала вправо, а затем под пациентом)



Рис. 20-14. Этап 4. В завершение стяните простыню достаточно туго, чтобы ребенок не мог высвободить руки



Рис. 20-15. Этап 5. Конец простыни закрепите лентой, пропустив ее под спиной, затем к правой завернутой руке, потом — к левой поверх простыни. Лента не даст ребенку развернуть простыню



Рис. 20-16. Этап 6. Другим куском ленты оберните колени пациента, что не позволит ему высвободить ноги

РАЗВИТИЕ КОСТЕЙ (ОССИФИКАЦИЯ - ОКОСТЕНЕНИЕ)

Кости младенцев и маленьких детей претерпевают изменения, связанные с ростом, начиная с момента рождения и в течение юности. В качестве очевидного примера оссификации костей у детей возьмем кости таза. Как показано на рис. 20-17, разделение тазовой кости на подвздошную, седалищную и лобковую кости очевидно. Они визуализируются на рентгенограмме как самостоятельные кости, разделенные суставным пространством, которое является зоной хрящевого роста кости и вертлужной впадине.

Головки бедренных костей также отделены от диафиза бедра прозрачной полоской, которую не следует пугать с переломом или другими аномалиями. Эта область хрящевого роста кости является нормой.

Многие первичные центры роста кости или оссификации, например расположенные в средней области тела длинных костей, появляются до рождения. Эти первичные центры становятся **диафизом** (стержнем, или телом, кости) (Д) длинных костей (рис. 20-18 и рис 20-19). Вторичные центры оссификации находятся у концов длинных костей и именуются **эпифизами** (Э). Они показаны на снимке кисти (передняя проекция) 9-летнего ребенка (рис. 20-18; и снимке нижней конечности годовалого ребенка (рис. 20-19). Обратите внимание на эпифизы на концах лучевой и локтевой костей, а также на пястные кости и фаланги (см. маленькие стрелки).

Пространство между диафизом и эпифизом занято хрящом и называется **эпифизарной пластинкой** (ЭП), или суставным хрящем. Эти эпифизарные пластинки находятся между каждым диафизом и каждым эпифизом вплоть до завершения роста скелета, что обычно происходит к 25 годам.

Эпифизы представляют собой те части кости, которые увеличиваются в размерах по мере роста ребенка, как показано на снимках сравнения роста, приведенных ниже (рисунки с 20-20 по 20-23). На данных четырех снимках колена можно заметить изменения размера и формы эпифизов дистальной бедренной кости и проксимальной большеберцовой кости детей в возрасте от 3 до 12 лет. В 3-летнем возрасте эпифиз малоберцовой кости еще не виден, но к 12 годам он виден явно (см. стрелки). Размер и форма большего эпифиза проксимальной большеберцовой и дистальной бедренной костей также претерпевают большие изменения в период от 3 до 12 лет, о чем свидетельствуют данные снимки колена.

Рентгенологи должны быть знакомы с образованием костей у младенцев и детей и по внешнему виду должны узнавать эти этапы роста.



Рис. 20-17. Нормальный таз 3-летнего ребенка



Рис. 20-18. Нормальная кисть 9-летнего ребенка

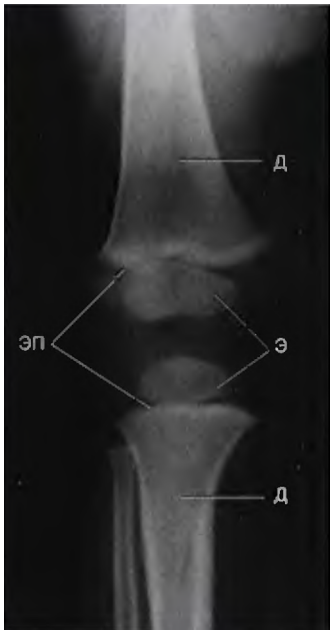


Рис. 20-19. Нормальная нижняя конечность годовалого ребенка



Рис. 20-20. 3-летний ребенок



Рис. 20-21. 4-летний ребенок



Рис. 20-22. 6-летний ребенок



Рис. 20-23. 12-летний ребенок

Радиационная защита

МИНИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ПОВТОРОВ

Снижение количества повторных экспозиций крайне необходимо, особенно для маленьких детей, чьи развивающиеся клетки особенно чувствительны к воздействию облучения. Должная фиксация и высокое значение мА, применение коротких времен экспозиции снижают количество нерезких снимков из-за движения пациента. Следует пользоваться точными таблицами веса тела детей. Рентгенографические растры нужно использовать только в том случае, если обследуемая часть составляет в толщину более 9 см.

В каждом отделении рентгенологии должен быть список специфических рентгенографических исследований детей, включая специальные проекции и ограниченные серии, чтобы гарантировать использование соответствующих проекций и избежать ненужных экспозиций.

ГОНАДНАЯ РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

Гонады ребенка **всегда** должны быть закрыты рентгенозащитными средствами контактного типа, если они не закрывают важные рентгеноанатомические структуры нижней части брюшной полости или области таза. На рис. 20-24 представлены контактные рентгенозащитные экраны различных форм и размеров.

Поскольку родители часто просят использовать гонадную рентгенозащиту для ребенка, нужно, чтобы они знали и о других способах рентгенозащиты, таких как **диафрагмирование только области интереса, уменьшение дозы облучения за счет подбора оптимальных параметров экспозиции**. Чтобы развеять родительские опасения, рентгенолог должен объяснить наиболее понятным языком, какие средства радиационной защиты используются и почему.

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА РОДИТЕЛЕЙ

Если во время исследования родители будут находиться в процедурной, им необходимо надеть **рентгенозащитные фартуки**. Если они помогают фиксировать ребенка и их руки будут находиться в первичном пучке рентгеновского излучения или близко от него, то они должны надеть также **рентгенозащитные перчатки**.

Если мать или другая женщина детородного возраста, сопровождающая ребенка, хочет помочь врачу во время проведения процедуры, то, прежде чем разрешить ей остаться в процедурной, рентгенолаборант обязан спросить, **не беременна ли она**. В случае беременности ей находиться в процедурной нельзя.

Подготовка кабинета к процедуре

Перед тем как в комнате появится пациент, необходимо сделать следующее.

- Необходимые для фиксации принадлежности должны быть на месте (метки с песком, лента, устройство типа Tam-em Board, если таковое используется, простыни или полотенца, эластичный бинт, бандажи и рентгенозащитные средства для пациента и присутствующего родителя).
- Должны иметься кассеты и маркеры, параметры экспозиции должны быть заранее выставлены (если рентгенолаборант работает один).
- Нужно определить те специфические проекции, которые будут использоваться, при этом может потребоваться консультация рентгенолога.
- Если работают одновременно два рентгенолаборанта, то нужно четко определить ту роль, которую каждый будет выполнять во время процедуры. Предлагаемое распределение обязанностей таково: ассистент рентгенолаборанта следит за оборудованием, выполняет экспозиции, меняет кассеты и проявляет пленку, а рентгенолаборант укладывает пациента и инструктирует родителей (если они присутствуют), располагает трубку, выполняет диафрагмирование и устанавливает необходимую рентгенозащиту.



Рис. 20-24. Контактная гонадная защита[1]



Рис. 20-25. Использование мужской гонадной защиты при выполнении снимка живота в вертикальном положении пациента. **Замечание:** матери, держащей ребенка, кроме рентгенозащитного фартука, следовало также надеть рентгенозащитные перчатки



Рис. 20-26. Рентгенозащитные фартук и перчатки для родителей

ПОДГОТОВКА РЕБЕНКА

После того как ребенок доставлен в кабинет и рентгенолаборант объяснил процедуру и ребенку, и родителям, нужно снять всю одежду и подгузники с тех частей тела ребенка, которые будут исследовать (это делают родители или рентгенолаборант). Это делается во избежание появления на снимках теней и артефактов из-за низких параметров экспозиции, которые используются в педиатрии.

[1] Похожий набор для микропедиатрии выпускает ЗАО «Ренекс», г. Новосибирск.

Альтернативные методы исследования

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КТ)

Компьютерная томография (КТ) используется для выполнения поперечных изображений (срезов) частей тела, когда необходимо увидеть небольшие различия в плотности мягких тканей. Примеры — сканирование головы, где КТ позволяет увидеть различную патологию мягких тканей, например сгустки крови, отек мозга или опухоль.

Патологические изменения органов грудной клетки, например болезни легочной паренхимы, можно демонстрировать с помощью КТ с высоким разрешением, используя тонкие срезы.

Спиральная КТ позволяет выполнять более быстрое сканирование без дыхательных движений, что является особым преимуществом при рентгенографии грудной клетки детей, когда длительная задержка дыхания является проблемой. Спиральная КТ также позволяет получать трехмерные изображения, в частности при порождениях сосудов без введения контрастного вещества (неинвазивный метод), что является существенным преимуществом.

УЛЬТРАЗВУК (УЗИ)

Основным преимуществом ультразвукового исследования в педиатрии является отсутствие ионизирующей радиации, что особенно важно для детей и беременных женщин. Использование ультразвука в педиатрии помогает при нейрохирургии повреждений, например при локализации трубки шунта или при исследовании внутричерепных структур у младенцев с открытыми родничками. Кроме того, УЗИ часто отдают предпочтение при диагностике острого аппендицита в сочетании с оценкой общего клинического состояния.

Ультразвук используют для диагностики врожденных вывихов бедра у новорожденных и младенцев. Этот метод эффективен при постановке диагноза пилоростеноза, что часто позволяет отказаться от рентгеновского исследования верхнего отдела ЖКТ. Ультразвук применяют у детей с серповидно-клеточной анемией для визуализации главных кровеносных сосудов, чтобы проверить, нет ли признаков спазма, который может означать угрозу удара.

Более новый вид УЗИ — **трехмерная ультразвуковая визуализация плода**, которая помогает на ранних стадиях диагностировать потенциальные генетические аномалии, обеспечивая лучшее изображение мягких тканей, например лица, а также формы головы.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (МРТ)

Основной недостаток МРТ в педиатрии по сравнению с КТ — более длительное время исследования. Однако современные быстрые способы получения МРТ-изображений позволяют достаточно быстро выполнять исследования грудной клетки и сердца в случаях, когда задержка дыхания затруднительна, особенно у младенцев и маленьких детей.

МРТ — эффективное выявления и оценки стадии опухолей Вильмса. Поскольку в этом случае не требуется применять контрастное вещество, то снижается риск повреждения почки ребенка.

Самый современный вид МРТ — **функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ)** используется наряду с общей клинической оценкой состояния пациента для изучения и диагностики функциональных заболевании или расстройств мозга. У взрослых это — **болезнь Паркинсона** и **болезнь Альцгеймера**. У детей — это заболевания, влияющие на поведение ребенка дома или в школе, например дефицит внимания, **болезнь Туретта** (двигательное расстройство в форме тика) и **аутизм**.

При традиционной МРТ пациент во время процедуры должен лежать неподвижно, а фМРТ требует от пациента выполнения интеллектуальных (мыслительный) задач или физических упражнений. При этом МРТ отображает изменения обмена веществ в кровотоке в различных частях мозга, соответствующих специфическим задачам, которые выполняет **пациент**.

РАДИОНУКЛИДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Радионуклидные исследования используются для изучения функции печени, а также для обнаружения блокады мочеточников и пузырно-мочеточникового рефлюкса. (См. Главу 17). Микционная цистоуретрография в педиатрии менее распространена, так как вместо нее прибегают чаще к радионуклидному исследованию.

Клинические показания

Некоторые формы патологии свойственны только новорожденным (неонатальные патологии) и маленьким детям, и рентгенологи должны о них знать. В педиатрии это особенно важно, так как маленькие пациенты не могут описать имеющиеся у них симптомы. Также необходимо с первого раза правильно выполнять укладку, выбирать необходимую проекцию и технические параметры экспозиции. Знание форм патологии, указанных в истории пациента, обеспечен рентгенолога информацией, которая поможет определить, как обращаться с пациентом и какие меры предосторожности нужно принять.

А. ГРУДНАЯ КЛЕТКА РЕБЕНКА

1. Аспирация (механическая обструкция) — очень частое явление у маленьких детей, когда инородные тела попадают в легкие при дыхании или глотании (в большинстве случаев они попадают в правый бронх из-за его размера и угла отклонения). (См. главу 2, с. 71).

2. Астма. Часто встречается у детей и, как правило, бывает вызвана волнением или аллергией. Дыхательные пути сужаются под воздействием стимулов, которые не влияют на дыхательные пути легких в нормальном состоянии. Дыхание затруднено, и увеличение количества слизи в легких может привести к некоторому усилению плотности легочных полей на снимках. (Снимки грудной клетки, однако, часто показывают норму.)

3. Ателектаз. Это скорее состояние, нежели болезнь, при котором спадение всего или части легкого происходит по причине закупорки бронха, или пункции, или прорыва дыхательного пути. При уменьшении количества воздуха в легком оно становится более плотным, трахея или сердце могут быть смещены в сторону поражения.

4. Бронхоэктаз. При бронхоэктазах происходит необратимое расширение бронхов вследствие острой инфекции или врожденных структурных аномалий некоторых отделов дыхательных путей, что может вести к их закупорке. Заболевание может возникнуть в любом возрасте, но чаще всего случается в раннем детстве. При тяжелых формах заболевания может потребоваться незначительное увеличение параметров экспозиции.

5. Круп — состояние (преимущественно у детей в возрасте 1-3 года), вызванное вирусной инфекцией; симптомы: затрудненное дыхание и резкий сухой кашель, часто (но не всегда) сопровождаемый температурой. В большинстве случаев лечится антибиотиками. При диагностике могут потребоваться снимки в задней и боковой проекции шеи и верхних дыхательных путей, чтобы продемонстрировать характерное гладкое сужение верхних дыхательных путей, наиболее заметное при задней проекции.

6. Кистозный фиброз. При этом наследственном заболевании выделение чрезвычайно вязкой слизи вызывает прогрессирующую обструкцию бронхов и бронхиол, что можно увидеть на снимках грудной клетки в виде усиления плотности определенных отделов легких.

Симптомы в легких при рождении обычно не столь явны и могут появиться позднее. У новорожденных заболевание часто сопровождается **мекониевым илеусом** (вид непроходимости

кишечника, вызванный меконием густой и вязкой консистенции). **Меконий** представляет собой темно-зеленый секрет печени и кишечных желез, смешанный с небольшим количеством амниотической жидкости.

7. Синдром мекониевой аспирации. Во время родов под воздействием стресса плод выделяет некоторое количество мекония в амниотическую жидкость, которая затем при вдохе попадает в легкие. Это может привести к закупорке дыхательных путей и спадению легких что, в свою очередь, может стать причиной разрыва легкого, с последующим пневмотораксом или ателектазом.

8. Эпиглоттит (супраглоттит) — бактериальная инфекция над гортанника — распространена у детей в возрасте 2-5 лет, но может возникнуть и у взрослых. Эпиглоттит — **тяжелое заболевание**, которое за короткое время может привести к смерти (в течение нескольких часов с начала болезни) вследствие блокады воздушных путей, вызванной отеком надгортанника. Ребенка должен осмотреть ларингоскопом и восстановить проходимость воздушных путей специалист экстренной помощи, введя эндотрахеальную трубку или сделав трахеостомию (вскрытие трахеи на передней части шеи).

Во время рентгенографии с пациентом должен находиться терапевт или другое сопровождающее ребенка лицо, чтобы следить за тем, что дыхательные пути открыты.

9. Болезнь гиалиновых мембран (БГМ; сейчас ее называют **респираторный дистресс-синдром новорожденных**; или РДС; по более известен как болезнь гиалиновых мембран у младенцев). Это наиболее распространенное показание для снимков грудной клетки у новорожденных, особенно недоношенных.

В тяжелых случаях возникает повреждение или инфицирование альвеол и капилляров легких, что приводит к выходу жидкости и крови в пространство между альвеолами или о сами альвеолы. Это можно определить с помощью рентгенографии по усиленной оптической плотности легких зернистого вида, поскольку обычно в нормальном состоянии заполненные воздухом участки легкого в этом случае наполнены жидкостью.

10. Опухоли также могут образовываться в дыхательном тракте. Симптомы: **кровохарканье**, постоянный кашель или хрипы. Обычно встречаются у взрослых, но могут возникать и у детей.

11. Пневмония (пневмонит) — воспаление легких, приводящее **к накоплению жидкости** внутри некоторых отделов легких, что усиливает плотность этих областей на снимках. Для первичной диагностики выполняют снимки передней и боковой проекций **пациента в вертикальном положении**.

Пневмония может случиться и у новорожденных путем повреждения мембран, что позволяет амниотической жидкости попадать в легкие при дыхании.

12. Пневмоторакс. Скопление воздуха в плевральном пространстве вызывает частичный или полный коллапс легких. К этому может привести травма или патологическое состояние, вызывающее внезапный разрыв ослабленной зоны легкого.

Может возникнуть у младенцев при искусственной вентиляции легких, когда воздух попадет в мягкие ткани между легким и сердцем (такое состояние называется **пневмомедиастинум**, которое не опасно до тех пор, пока не приводит к пневмотораксу).

13. Нарушения функций щитовидной железы. Врожденный зоб. Наличие увеличенной щитовидной железы при рождении вызвано либо ее недостаточной секрецией (гипотиреоидизм), либо ее повышенной секрецией (гипертиреоидизм).

Кретинизм. При этом состоянии неонатального гипотиреоидизма симптомами являются: желтуха и замедленный рост костей и, возможно, карликовость.

По состоянию центров оссификации длинных костей на снимках можно установить отставание в скорости роста костей. Снимки черепа могут демонстрировать увеличенную толщину свода черепа, а также расширенные швы с их замедленным закрытием.

Болезнь Грейвса. Заболевание, представляющее угрозу для жизни, может появляться у новорожденных, матери которых страдают этой болезнью или переболели ей раньше (вид гипертиреоидизма у взрослых). Увеличенная щитовидная железа может стать причиной затрудненного дыхания у младенцев, так как она давит на дыхательные пути или закрывает их. В этом случае для диагностики могут потребоваться снимки грудной клетки и верхних дыхательных путей ребенка.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ ГРУДНАЯ КЛЕТКА У ДЕТЕЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1]
1. Аспирация (механическая обструкция)	Задняя и боковая проекции грудной клетки или задняя и боковая проекции верхних дыхательных путей
2. Астма (у детей)	Передняя и боковая проекции грудной клетки
3. Ателектаз (коллапс легкого)	Передняя к боковая проекции грудной клетки (+) небольшое увеличение
4. Бронхоэктаз	Передняя и боковая проекции грудной клетки (+) небольшое увеличение
5. Круп (вирусная инфекция)	Передняя и боковая проекции грудной клетки и задняя и боковая проекции верхних дыхательных путей
6. Кистозный фиброз (может развиться мекониевый илеус)	Передняя и боковая проекции грудной клетки (+) небольшое увеличение (в тяжелых случаях)
7. Синдром мекониевой аспирации (у новорожденных)	Передняя и боковая проекции грудной клетки (возможный пневмоторакс)
8. Эпиглоттит (острая респираторная обструкция)	Передняя и боковая проекции грудной клетки и боковая проекция верхних дыхательных путей
9. Болезнь гиалиновых мембран (БГМ) (СИНДРОМ респираторного дистресса — СРД преимущественно у недоношенных детей)	Передняя и боковая проекции грудной клетки (+) небольшое увеличение
10. Опухоли	Передняя и боковая проекции грудной клетки
11. Пневмония (скопление жидкости в легких)	Передняя и боковая проекции грудной клетки (горизонтальный луч) (+) небольшое увеличение
12. Пневмоторакс (коллапс легкого)	Передняя и боковая проекции грудной клетки или боковая латерография грудной клетки (-) небольшое уменьшение
13. Нарушения функции щитовидной железы - Врожденный зоб - Кретинизм (длинные кости, череп) - Болезнь Грейвса у новорожденных	Передняя и боковая проекции грудной клетки; задняя и боковая проекции верхних дыхательных путей, исследование длинных костей

[1] Зависит от степени заболевания

Б. ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ

1. Врожденная дисплазия бедра (ВДБ); старое название — врожденный вывих бедра. У новорожденного при дисплазии бедра головка бедренной кости смещена по отношению к вертлужной впадине. Причина возникновения дисплазии неизвестна; чаще встречается у девочек, а также у тех детей, которые родились вперед ягодицами, и у новорожденных, имеющих близких родственников с подобным нарушением. Для подтверждения диагноза дисплазии у новорожденных часто применяют ультразвук. Позднее может потребоваться частое выполнение снимков, поэтому при выполнении рентгенограммы важна гонадная защита.

2. Гидроцефалия. Чрезмерное накопление спинно-мозговой жидкости, расширяющей желудочки мозга, истончающее головной мозг и вызывающее расхождение костей черепа, отсюда чрезмерное увеличение головы.

Диагноз и лечение: Расщелина позвоночника (spina bifida) в настоящее время может быть установлена еще до рождения с помощью УЗИ. После рождения ребенка делают миелографию или, что более распространено сейчас, КТ или МРТ, чтобы выявить грыжу позвоночника и нервные корешки. Для того чтобы закрыть отверстие и разместить шунт для исправления сопутствующей гидроцефалии, необходимо хирургическое вмешательство под контролем рентгенографии.

3. Идиопатический юношеский остеопороз. Данный тип остропороза (при котором кости истончаются и становятся более хрупкими) встречается у детей и молодежи.

4. Остеомиелит. Это инфекция, поражающая кость (остит) или костный мозг (миелит). У детей инфекция возникает сначала в длинных костях верхних и нижних конечностей.

Диагноз: на простом рентгеновском снимке не будут видны ранние признаки остеомиелита, но при развивающемся состоянии диафизы длинных костей будут выглядеть пятнистыми, как будто изъеденными молью. Начальные признаки заболевания лучше видны с помощью радионуклидного исследования кости. КТ или МРТ также демонстрируют поражение костей на ранних стадиях.

5. Остеохондродисплазия. Эта группа наследственных нарушений характеризуется аномалиями роста костей, большинство из которых вызывают карликовость.

Ахондроплазия — наиболее распространенная форма карликовости с короткими конечностями. При образовании кости замедлен рост пластинок длинных костей, и, наряду с близкой к норме длиной туловища, верхние и нижние конечности обычно бывают короткими.

6. Остеопетроз («мраморные» кости). Наследственное заболевание, при котором плотность костей увеличена. Может сочетаться с аномалиями черепа. В слабо выраженной форме приводит к инвалидности, если же проявляется в тяжелой форме, то, начавшись в детстве, часто заканчивается смертью.

Может быть выявлен пренатально с помощью ультразвука или рентгенографии костей у детей и взрослых. По причине высокой плотности костей требуется увеличение параметров экспозиции.

7. Остеохондроз. Эта группа заболеваний поражает преимущественно эпифизарные пластинки длинных костей, вызывая боль, деформации и аномальный рост костей.

Болезнь Легга-Кальве-Пертеса. Приводит к аномальному росту кости бедра (головки и шейки бедренной кости). Возникает в возрасте 5-10 лет (сначала головка бедренной кости уплощается, а затем фрагментируется). Обычно поражено только одно бедро, болезнь чаще возникает у мальчиков.

Болезнь Остуда-Шлаттера. Вызывает воспаление в бугристости большеберцовой кости (место, где крепится сухожилие). Чаще наблюдается у мальчиков в возрасте 5-10 лет, обычно поражает только одну ногу.

Болезнь Шойермана. При этой относительно распространенной болезни развитие кости изменяет позвонки, что приводит к кифозу (горбу). Болезнь Шойермана чаще встречается у мальчиков, начинаясь в ранней юности.

Болезнь Келера. Воспаление кости и хрящей ладьевидной кости стопы. Чаще всего наблюдается у мальчиков, начинаясь в возрасте 3-5 лет, и редко длится более двух лет.

8. Остеомаляция (рахит — детская остеомаляция). При остеомаляции развивающиеся кости не твердеют и не обызвествляются, что приводит к деформации скелета. Наиболее распространенным признаком остеомаляции являются дугообразные ноги, за счет изгиба дистальной бедренной кости, а также большеберцовой и малоберцовой костей, что видно на снимках нижних конечностей,

9. Несовершенный остеогенез. При этом наследственном состоянии кости становятся патологически хрупкими и мягкими. Младенцы могут родиться с множественными переломами, что приводит к деформациям и/или карликовости. Швы черепа необычно широкие и содержат много небольших вормиевых костей.

10. Расщелина позвоночника — ограниченный дефект позвоночного столба с отсутствием дуг позвонков, через который могут выступать оболочки спинного мозга. Расщелину позвоночника можно обнаружить до рождения с помощью ультразвука и/или клиническими анализами амниотической жидкости Существуют разные степени тяжести.

Расщелина позвоночника без спинно-мозговой грыжи — слабовыраженная форма, характеризующаяся небольшим дефектом или расщеплением задней дуги от 5 поясничного до 1 крестцового позвонка без выбухания спинного мозга или его оболочек.

Менингоцеле. Более распространенная и более тяжелая форма расщелины позвоночника, характеризующаяся выпячиванием оболочки спинного мозга через дефект позвоночника. Образуется наполненная цереброспинальной жидкостью выпуклость под кожей, называемая менингоцеле.

Миелоцеле. Самая тяжелая форма расщелины позвоночника — выбухание спинного мозга через расщелину позвоночника. Очень опасна, если возникает в области шейного отдела, и вызывает большие физические недостатки, ухудшение функции почки, часто ей сопутствует гидроцефалия (водянка мозга).

11. Косолапость — врожденна, деформация стопы, которую можно диагностировать пренатально, с помощью ультразвука, а позднее с помощью рентгенографии (фронтальная и латеральная проекции каждой стопы ребенка). (Метод будет описан далее в настоящей главе.)

Существуют четыре наиболее распространенных вида косолапости.

- **Варусная косолапость:** стопа повернута вовнутрь и соприкасается с поверхностью лишь наружным краем.
- **Вальгусная косолапость:** постоянно вывернутая наружу стопа, соприкасающаяся с опорной поверхностью лишь своим внутренним краем.
- **«Конская» стопа**: постоянная экстензия стопы с опорой только на пальцы; нога оставляет след, похожий на след конского копыта.
- **Пяточная косолапость**: деформация, обусловленная слабостью или отсутствием мышц задней части голени (икры), опора только на пятку.

12. Опухоли. Злокачественные опухоли костей, как и другие виды раковых опухолей, встречаются у детей намного реже, чем у взрослых. Некоторые доброкачественные опухоли костей встречаются у молодых людей, но у младенцев и маленьких детей — крайне редко.

Ретинобластома. Причиной ретинобластом является рак сетчатки глаза. Они могут распространиться через зрительный нерв на мозг. Часто возникает как наследственное заболевание.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИИ КОСТНАЯ СИСТЕМА У ДЕТЕЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1]
1. врожденная дисплазия бедра (врожденный вывих бедра)	Ультразвук, задняя проекция бедра
2. Гидроцефалия	Пренатальный ультразвук или задняя боковая проекция черепа (+) увеличений в зависимости от роста ребенка
3. Идиопатический юношеский остеопороз	Исследование костей или задняя билатеральная проекция верхних или нижних конечностей (-) небольшое уменьшение
4. Остеомиелит	Задняя и боковая проекция пораженных конечностей и/или сканирование кости с помощью радионуклидов, КТ/МРТ
5. Остеохондродисплазия • Ахондроплазия	Задняя проекция длинных костей (на предмет возможной карликовости)
6. Остеопетроз («мраморные» кости)	Исследование кости, включая череп (+ +) небольшое увеличение
7. Остеохондроз • Болезнь Легга-Кальве-Пертеса • Болезнь Осгуда-Шлаттера • Болезнь Шойермана • Болезнь Келера	Задняя и боковая проекции пораженных частей - Бедро - Большеберцовая кость (проксимальная) - Позвоночник (кифоз) - Ладьеобразная кость (стопа)
8.Остеомаляция (рахит)	Задняя проекция нижних конечностей (-) небольшое уменьшение, в зависимости от тяжести состояния и возраста
9. Несовершенный остеогенез	Исследование кости, включая заднюю и боковую проекцию черта (- -) значительное уменьшение, до 50%
10. Расщелина позвоночника (spina bifida) • Расщелина позвоночника без спинно-мозговой грыжи • Менингоцеле • Миелоцеле	Пренатальный ультразвук, передняя и боковая проекции позвоночника и КТ или МРТ пораженной области
11. Косолапость • Варусная косолапость (вовнутрь) • Вальгусная косолапость (наружу) • «Конская» стопа (вниз) • Пяточная косолапость (вверх)	Задняя и боковая проекция стопы
12. Опухоли (кости) (у детей встречаются редко) • Ретинобластома	Снимки пораженной области Задняя и боковая проекции черепа

[1] Зависит от степени заболевания

В. ОРГАНЫ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ У ДЕТЕЙ

1. Атрезия — врожденное состояние, требующее хирургического вмешательства ввиду отсутствии выхода из органа. Один из видов — анальная атрезия, врожденное отсутствие заднепроходного отверстия. Другие формы атрезии: билиарная, пищеводная, дуоденальная, митрального клапана и атрезия трехстворчатого клапана.

2. Болезнь глютеновой недостаточности. Данное наследственное нарушение характеризуется чувствительностью к глютену (белок, содержащийся в пшенице), который вызывает аллергическую реакцию слизистой оболочки кишечника, что приводит к недостаточному всасыванию жиров из пищи.

3. Болезнь Гиршспрунга (врожденный мегаколон). При этом врожденном состоянии толстой кишки в ней отсутствуют нервы, контролирующие ритмические сокращения. Тяжелая форма заболевания приводит к сильному запору или рвоте. Обычно корректируется хирургическим способом, путем присоединения дистального отдела здоровой части толстой кишки к отверстию в брюшной стенке (колостомия).

4. Гипоспадия. Врожденное состояние, при котором у младенцев мужского пола отверстие уретры располагается на нижней поверхности полового члена

Эписпадия — незаращение передней стенки мочеиспускательного канала. Уретра представляет собой закрытую трубку, а выходит как открытый канал в половой член.

5. Гематурия. Наличие крови в моче; может быть вызвано многими причинами, например раком почек или мочевого пузыря (периодическое кровотечение), камнями в почках, кистами в ночках или серповидно-клеточной болезнью (наследственная болезнь крови, характеризующаяся наличием полулунных или серповидных эритроцитов и дефицитом кислорода).

6. Гепатит. При гепатите печень инфицирована вирусом гепатита В. Обычно ребенок заражается от инфицированной матери во время родов.

7. Гепатомегалия. Гепатомегалия, или увеличение печени, является показателем заболевания печени, например острого гепатита, цирроза или закупорки желчного протока.

8. Подковообразная почка. Для данного врожденного заболевания характерно сращение нижних полюсов почек. При мальротации почек они повернуты передней своей частью и мочеточники отходят от почек с передней стороны, а не от середины. Это наиболее распространенный вид аномалии подковообразной почки.

9. Гидронефроз. Гидронефроз, или увеличенная (от наполняющей ее мочи) почка, вызван обструкцией мочи, которая может возникать из-за опухолей, камней в почках, серьезной инфекции мочевыделительной системы или врожденных аномалий.

10. Воспалительные заболевания кишечника. Они включают хронические воспаления кишечника, среди которых наиболее распространенные — **болезнь Крона** и **язвенный колит**, имеющие сходные симптомы. Могут возникнуть в любом возрасте, но обычно впервые появляются в возрасте от 14 до 30 лет.

Болезнь Крона — инфекция стенки тонкой и/или толстой кишки.

Язвенный колит поражает только толстую кишку и обычно начинается в прямой или сигмовидной кишке.

11. Непроходимость кишечника. У взрослых непроходимость кишечника в большинстве случаев вызвана фиброзными спайками после проведенной операции. У новорожденных или младенцев она чаще всего вызвана врожденными дефектами, например инвагинацией, заворотом кишок или мекониевым илеусом.

Инвагинация — механическая непроходимость, вызванная внедрением одной петли кишечника в другую. Чаще всего это происходит в области дистальной тонкой кишки (илеус).

Заворот кишок — механическая непроходимость, вызванная перекрутом кишки.

Мекониевый илеус — механическая непроходимости при которой содержимое кишечника (меконий) затвердевает, создавая блокаду.

Илеус, который также называют паралитическим илеусом или адинамическим илеусом, — непроходимость кишечника, которая **не является механической**, как заворот кишок или инвагинация, а вызвана недостаточностью сократительной способности кишки.

12. Меккелев дивертикул. Врожденное нарушение (имеется уже при рождении), в виде мешковидного выпячивания стенки тонкой кишки (подвздошной кишки). Сам по себе дивертикул не является серьезным нарушением и может не сопровождаться симптомами. Он может быть не виден при исследовании ЖКТ и обычно обнаруживается при операции на брюшной полости, проводимой по другим причинам, или при радионуклидном сканировании.

13. Некротизирующий энтероколит. Некротизирующий энтероколит представляет собой воспаление слизистой и подслизистой кишечника. Чаще всего встречается у недоношенных новорожденных и может привести к некрозу отдела кишечника. Это состояние можно подтвердить простым снимком живота, так как бактерии, находящиеся внутри стенки кишечника, выделяют газ.

14. Пептическая язва. Это эрозия слизистой желудка или две - надцатиперстной кишки, которая может возникнуть у новорожденных, младенцев или маленьких детей. Считается, что пептическая язва — наследственное заболевание.

15. Поликистоз почек (у младенцев или детей). Наследственная болезнь почек, характеризующаяся образованием множественных кист в почке, что вызывает ее увеличение у младенцев и детей. Как правило, если поражены обе почки, то без диализа или трансплантации почки это заболевание приводит к смерти.

16. Пиелонефрит — бактериальная инфекция почек, которая очень часто связана или вызвана пузырно-мочеточниковым рефлюксом мочи из мочевого пузыря обратно в почки.

17. Пилоростеноз — сужение или блокирование привратника или желудка, наблюдается у младенцев и вызывает частую и сильную рвоту.

18. Опухоли. Злокачественные опухоли (рак) у детей встречаются намного реже, нежели у взрослых, и у детей они более излечимы.

Опухоль Вильмса. Рак почек эмбрионального происхождения. Обычно встречается у детей моложе 5 лет. Это самая распространенная форма рака у младенцев или детей, обычно поражает только одну почку.

Нейробластома часто встречается у детей моложе 5 лет. Она возникает в нервной системе, но чаще всего в надпочечниках. Этот вид рака у детей второй по распространенности.

19. Инфекция мочевыделительного тракта — часто случается как у взрослых, так и у детей, она вызывается бактериями, вирусами, грибками или некоторыми видами паразитов. Бактериальные инфекции у новорожденных, поражающие мочевой пузырь и уретру, распространены главным образом у мальчиков, но в возрасте после 1 года встречаются чаще у девочек. Обычно причиной ИМС у детей является пузырно-мочеточниковый рефлюкс.

20. Пузырно-мочеточниковый рефлюкс. Это состояние вызывает обратный ток мочи из мочевого пузыря в мочеточники и почки, увеличивая, таким образом, шанс распространения туда инфекции из уретры и мочевого пузыря.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ: ОРГАНЫ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ У ДЕТЕЙ

СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЕ	ПОДГОНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ[1]
1. Атрезия	Задняя проекция живота и/или исследование ЖКТ
2. Болезнь глютеновой недостаточности	Латерограмма живота или снимок при вертикальном положении пациента и/или исследование ЖКТ
3. Болезнь Гиршспрунга (врожденный мегаколон)	Задняя проекция живота и/или исследование ЖКТ (часто требуется колостомия)
4. Гипоспадия или эписпадия (аномальное отверстие уретры)	Диагностируется клинически или возможна уретрограмма
5. Гематурия	Внутривенная урография (ВВУ)
6. Гепатит	Задняя проекция живота
7. Гепатомегалия	Задняя проекция живота
8. Подковообразная почка	ВВУ и/или ультразвук
9. Гидронефроз	ВВУ и/или ультразвук
10. Воспалительные заболевания кишечника • Болезнь Крона • Язвенный колит	Снимок острого живота и/или тонкой кишки и исследование ЖКТ (Спиральная КТ и/или МРТ может определить ранние стадии болезни)
11. Непроходимость кишечника *Механическая* • Инвагинация • Заворот кишок • Мекониевый илеус *Немеханическая* • Илеус (паралитический или адинамический)	Рентгенография острого живота и тонкой кишки или ирригоскопия (-) небольшое уменьшение параметров экспозиции в зависимости от степени вздутия кишечника
12. Меккелев дивертикул	Виден при радионуклидном сканировании или при исследовании тонкой кишки
13. Некротизирующий энтероколит	Исследование острого живота
14. Пептическая язва	Исследование верхнего отдела ЖКТ
15. Поликистоз почек	ВВУ, ультразвук, КТ или МРТ
16. Пиелонефрит	ВВУ и/или ультразвук
17. Пилоростеноз	Исследование верхнего отдела ЖКТ и/или ультразвук
18. Опухоли • Опухоль Вильмса • Нейробластома	Рентгенографические исследование пораженной части тела, ВВУ, КТ, ультразвук
19. Инфекция мочевыделительного тракта	В/в урограмма (ВВУ) и/или микционная цистоуретрография (МЦУГ)
20. Пузырно-мочеточниковый рефлюкс	ВВУ/МЦУГ или радионуклидные исследования

[1] Зависит от степени заболевания.

ЗАДНЯЯ/ПЕРЕДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ГРУДНАЯ КЛЕТКА

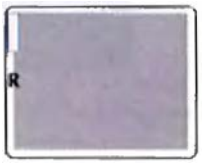
Грудная клетка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя/передняя
- Боковая

Выявляемая патология

Патология легких, диафрагмы, скелета грудной клетки и органов средостения, включая сердце и главные сосуды.

Примечание: по возможности пациент должен находиться в вертикальном положении. Как правило, дети с заболеваниями грудной клетки, если возможно (если они не новорожденные и не младенцы), должны обследоваться, находясь в вертикальном положении, с использованием фиксирующего устройства типа Pigg-O-Stat или ему подобных (см. следующую страницу). Исключение составляют младенцы, которые не могут держать головку.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — зависит от роста ребенка.
- Кассета расположена поперек, если пациент находится в положении лежа на спине, кассета располагается под пациентом.
- Растр не нужен.
- Малое фокусное пятно.
- 70 - 80 кВ, самая короткая экспозиции.

Радиационная защита. Используется контактная радиационная защита на область таза, при этом верхний ее край находится на уровне подвздошных гребней.

Укладка пациента

- Пациент находится в положении лежа на спине, руки разведены в стороны, чтобы изображение лопаток не попало на легочные поля.
- Руки удерживаются на столе с помощью мешков с песком или ремней типа Велкро, если используется устройство типа Tam-em Board.
- Ноги вытянуты, так, чтобы не было вращения таза. На бедра и ноги кладут мешки с песком на уровне бедра и до колен. При использовании Tam-em Board бедра и ноги стянуты ремнями Велкро.
- Если используется помощь родителя (только если мать не беременна).

1. Родитель снимает с ребенка одежду, закрывающую грудную клетку.
2. Родитель должен надеть рентгенозащитный фартук и перчатки.
3. Положите ребенка на кассету.
4. Родителю следует поднять руки ребенка над его головой и одной рукой наклонить головку малыша назад во избежание наложения подбородка на верхнюю часть легких. Другой рукой родитель придерживает ножки ребенка в области колен, чтобы предотвратить движение.
5. Родитель должен стоять так, чтобы рентгенолаборант видел ребенка во время экспозиции.



Рис. 20-27. Положение лежа на спине фиксация с помощью мешков с песком



Рис. 20-28. Фиксация с использованием Tam-em Board

Укладка снимаемой области

- Пациент находится посредине кассеты, при этом его плечи расположены на 5 см ниже верха кассеты.
- Нет поворота грудной клетки.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете и направлен вдоль срединной сагиттальной плоскости **на уровне середины грудной клетки**, что примерно соответствует **уровню сосков**.
- РИП составляет 127-212 см, трубка поднята как можно выше.

Диафрагмирование выполняется близко к внешним краям кассеты с четырех сторон,

Дыхание. Экспозицию выполняют на втором полном вдохе. Если ребенок плачет, следите за дыханием и экспонируйте сразу после того, как ребенок сделает полный вдох

Укладка пациента

- Пациента сажают на сиденье, просунув ноги ребенка в отверстие в центре. Отрегулируйте высоту сиденья так, чтобы верх кассеты находился приблизительно на 2,5 см выше плеч.
- Руки ребенка подняты, а боковые зажимы для тела плотно прилегают к телу пациента и удерживаются с помощью фиксатора на основании и регулируемого ремня.
- Рентгенозащитный экран поднят примерно на 2,5 см выше уровня подвздошных гребней.
- Правильно должны быть проставлены маркеры «П» и «Л» и маркер «вдох» (см. рис 20-29).
- **Нет ротации**.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете и проходит на уровне середины легких (уровень сосков).
- РИП составляет 180 см.

Диафрагмирование выполняется близко к внешним краям кассеты с четырех сторон.

Дыхание. Если ребенок плачет, следите за дыханием и экспонируйте сразу после того, как ребенок сделает полный вдох и задержит дыхание. (Дети умеют часто задерживать дыхание на вдохе, если попрактиковаться с ними в этом заранее.)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Легкие должны быть включены полностью от верхушек (уровень 12 шейного 1 грудного позвонков) до реберно-диафрагмальных углов. • Наполненная воздухом трахея должна демонстрироваться так же хорошо, как и область ворот, сердце и кости грудной клетки.

Укладка. • Подбородок существенно приподнят во избежание наложения его тени на верхушки легких. • Об **отсутствии поворота** свидетельствует одинаковое расстояние от боковых краев ребра с каждой стороны до позвоночника и расстояние от обоих грудинно-ключичных суставов до позвоночника. • У большинства пациентов при полном вдохе видны 9 (иногда 10) задних отрезков ребер над диафрагмой.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Края области диафрагмирования по всем четырем сторонам должны быть одинаковыми, например, ширина верхнего и нижнего полей должна быть одинаковой, обозначая правильное положение ЦЛ к середине легких (6 или 7 грудной позвонок).

Параметры экспозиции. • Достаточный контраст легких для визуализации легочного рисунка. • Едва различимые контуры ребер и позвонков видны сквозь сердце и медиастинальные структуры. • Об отсутствии движения свидетельствуют четкие очертания контуров ребер, диафрагмы и тени сердца.



Рис. 20-29. Фиксация с помощью Pigg-O-Stat

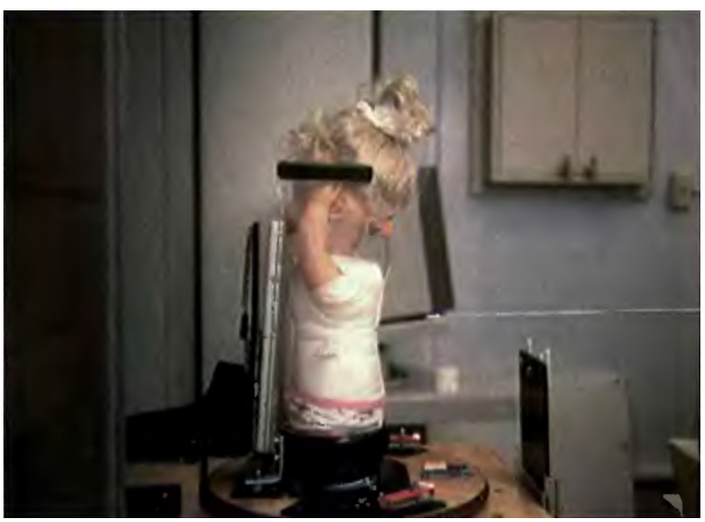


Рис. 20-30. Фиксация с помощью Pigg-O-Stat (вид сбоку)



Рис. 20-31. Рентгенограмма грудной клетки. (Размытые контуры диафрагмы свидетельствуют о дыхательном движении.)

БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ОРГАНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Грудная клетка
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя/передняя
- Боковая

Выявляемая патология

Патология легких, трахеи, диафрагмы, сердца и скелета грудной клетки. Для выявления уровней воздуха и жидкости, как и для диагностики гемоторакса или отека легкого, необходима латерограмма.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — зависит от роста ребенка.
- Кассета под пациентом расположена продольно (если не выполняется латерограмма на Tam-em Board).
- Растр не нужен.
- Малое фокусное пятно.
- 75 - 80 кВ, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита. Используется контактная радиационная защита непосредственно на область таза, при этом верхний ее край находится на уровне подвздошных гребней.

Укладка пациента

- Пациент лежит на боку (как правило, на левом), при этом руки его подняты над головой, так, чтобы не закрывать легочное поле. Для удобства и более устойчивого положения согните руки ребенка в локтях, при этом его голова находится между руками.
- Один мешок с песком положите поперек руки, ближайшей к кассете.
- Второй мешок кладется поверх верхней части плечевой кости.
- Третий мешок с песком положите между ногами ребенка на уровне колен, согнув ноги вперед.
- Четвертый мешок кладется поверх бедра для фиксации пациента.
- Если используется Tam-em Board, то укладку пациента для выполнения задней проекции не меняют. Поверните рентгеновскую трубку для проекции горизонтального луча и разместите кассету вертикально к боковой стенке груди, как показано на рис. 20-33.
- Если требуется помощь родителя, то выполняются следующие этапы.
  1. Положите ребенка на кассету левым боком (если нет указания для правой боковой укладки).
  2. Поднимите руки ребенка над головой и придерживайте их одной рукой. Другую руку положите поверх бедра малыша, чтобы он не мог двигаться.
  3. Родитель должен стоять так, чтобы ретгенолаборант видел ребенка во время экспозиции.
  4. Положите рентгенозащитные перчатки на руки родителя, если он их не надел.

Укладка снимаемой области

- Пациент находится посредине кассеты, при этом его плечи расположены на 5 см ниже верха кассеты.
- Нет поворота; пациент должен находиться в положении на боку.



Рис. 20-32. Боковая укладка в горизонтальном положении для органов грудной клетки (используются средства фиксации)



Рис. 20-33. Боковая укладка в положении лежа на спине для латерограммы органов грудной клетки (с использованием Tam-em Board)

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете **и находится в средней корональной плоскости** на уровне линии соска.
- Если используется Tam-em Board, то ЦЛ также расположен в средней корональной плоскости грудной клетки на уровне линии соска (но направление луча в этом случае — горизонтальное).
- РИП составляет 127-212 см.

Диафрагмирование выполняется близко к внешним краям кассеты с четырех сторон .

Дыхание. Экспозицию выполняют на втором полном вдохе Если ребенок плачет, следите за дыханием и экспонируйте сразу после того, как ребенок сделает полный вдох.

Эта укладка используется для маленьких детей примерно до 2 лет (возраст пациента на рисунке — 16 месяцев). Здесь использованы зажимы для тела большего размера, а сиденье установлено в самом нижнем положении.

Укладка пациента

- Пациента сажают на сиденье, отрегулировав его высоту так, чтобы верх кассеты находился примерно, на 2,5 см выше плеч.
- Руки ребенка подняты, а боковые зажимы плотно прилегают к телу пациента и удерживаются с помощью фиксатора на основании и регулируемого ремня.
- Рентгенозащитный экран поднят на уровень примерно на 2,5 см выше подвздошных гребней.
- Правильно должны быть проставлены маркеры «П» и «Л» и маркер «вдох», чтобы они были видны на снимке.
- Нет поворота.

Описание процедуры, если боковая проекция следует за передней проекцией. Если пациент уже находится в положении для передней проекции, пациента на вращающемся основании поворачивают на 90° для боковой проекции. Рентгенозащитный экран остается в том же положении, а маркеры меняют на обозначающие боковую укладку. Кассету вставляют в кассетодержатель.

Центральный луч

- ЦЛ **перпендикулярен** кассете на **уровне середины легких** (уровень сосков).
- РИП составляет 180 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте близко по четырем сторонам к внешним краям кассеты.

Дыхание. Если ребенок плачет, следите за дыханием и экспонируйте сразу после того, как ребенок сделает полный вдох и задержит дыхание.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Должны быть охвачены оба легких от верхушек до реберно-диафрагмальных углов и от грудины спереди до задних отделов ребер.

Укладка пациента: • Подбородок и руки должны быть подняты достаточно высоко для предотвращения наложения изображения мягких тканей на верхушки легких. • Нет поворота: билатеральные задние отделы ребер и реберно-диафрагмальные углы должны налагаться друг на друга.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования со всех четырех сторон почти равно удалены от верхних и нижних границ ЦЛ к середине полей легких.

Параметры экспозиции. • Об отсутствии движений свидетельствуют четкие границы диафрагмы, краев ребер и четкий легочный рисунок. • Установите достаточный уровень экспозиции для визуализации границ ребер и легочного рисунка через тень сердца и верхних отделов легких без переэкспонирования других отделов легких.

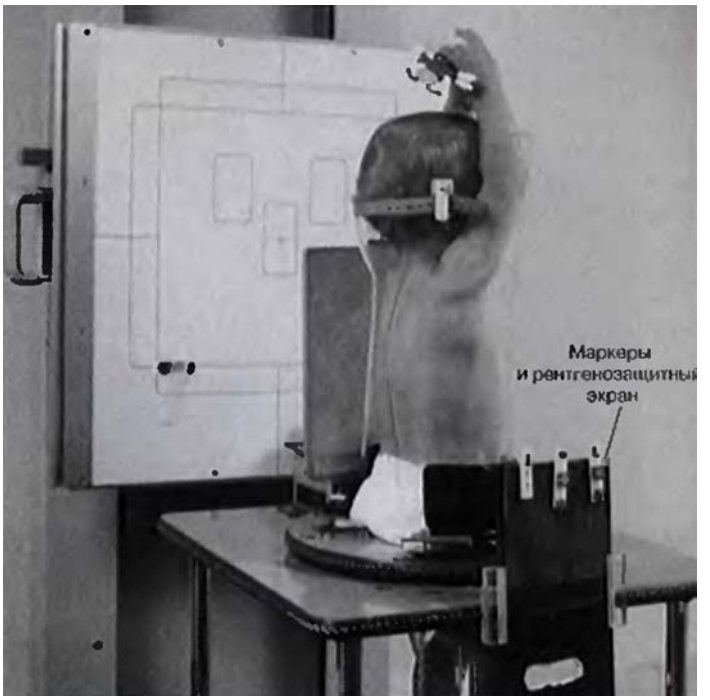


Рис. 20-34. Фиксация с помощью Pigg-O-Stat — левая боковая проекция



Рис. 20-35. Рентгенограмма грудной клетки в боковой проекции

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ: ВЕРХНИЕ КОНЕЧНОСТИ

Примечание: должен выполняться протокол специальных укладок верхних конечностей для пациентов равного возраста и в зависимости от конкретных диагностических показаний. У младенцев и маленьких детей верхняя конечность должна быть полностью включена в снимок, как показано на рис. 20-36.

У детей старшего возраста, у которых кости продолжают еще расти в области суставов (за исключением общих исследовании), снимки локтевого или запястного суставов выполняются отдельно, при этом ЦЛ направляют на нужный сустав. У детей старшего возраста рентгенографии кисти, когда, как правило, необходимы передняя косая и боковая проекции, выполняется так же, как у взрослых.

Верхние конечности
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Переломы, вывихи, врожденные аномалии или другая патология верхних конечностей.

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты определяется ростом ребенка.
- Растр не используют для объектов тоньше чем 9 см.
- Если есть, используйте менее чувствительный экран.
- Малое фокусное пятно.
- 55 - 65 кВ, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита. Используется защита на всю область таза.

Укладка пациента

- Пациент находится в положении лежа на спине.
- Перед укладкой снимаемой части тела необходимо с помощью или Tam-em Board, или мешочков с песком зафиксировать ту часть тела, которую снимать не нужно.
- При рентгенографии длинной кости кассету располагают под конечностью, включая как проксимальный, так и дистальный суставы.
- Для снимка сустава кассету располагают под тем суставом, который собираются снимать, включая как минимум 2,5-5 см сочленяющихся костей.

Укладка снимаемой области

- Часть тела, которую будут снимать, выравнивают вдоль длинной оси кассеты; или поперек, если необходимо включить всю верхнюю конечность и оба сустава.

Задняя проекция

- Кисть и предплечье располагают супинационно для задней проекции (при этом кисть и пальцы вытянуты).

Боковая проекция

- Если пациент находится в положении лежа на спине, отведите руку и поверните предплечье и кисть набок.

Фиксация. Зафиксируйте кисть, предплечье и плечевую кость с помощью ленты или компрессионного пояса; или руку ребенка фиксирует родитель, надев рентгенозащитные перчатки.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен приемнику изображения, и направлен в середину снимаемой области.
- РИП — 100 см.

Диафрагмирование выполняется близко к области интереса с четырех сторон.



Рис. 20-36. Задняя проекция верхней конечности (фиксация с помощью компрессионного пояса)



Рис. 20-37. Боковая проекция предплечья (ребенка фиксирует родители)



Рис 20-38. Задняя проекция предплечья 4-летней девочки (фиксация с помощью ленты)

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • См. примечание в начале предыдущей страницы о том, насколько полно должна быть включена и снимок верхняя конечность.

Укладка пациента: • Обычно выполняют два снимка под углом 90°. (Исключение составляют снимки кисти, требующие переднюю и косую проекции.)

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования должны быть видны по четырем сторонам так, чтобы изучаемые анатомические структуры не были обрезаны.

Параметры экспозиции. • Об отсутствии движении свидетельствует четкий рисунок трабекулы и четкие края кости. • Установите оптимальный уровень экспозиции для демонстрации мягких тканей и зон суставного пространства, чтобы не было недоэкспонирования более плотных областей тела длинных костей.



Рис. 20-39. Рентгенограмма предплечья 7-летнего ребенка в задней проекции



Рис. 20-40. Рентгенограмма предплечья 7-летнего ребенка в боковой проекции



Рис. 20-41. Рентгенограмма локтя 7-летнего ребенка в задней проекции



Рис. 20-42. Рентгенограмма локтя 7-летнего ребенка в боковой проекции



Рис. 20-43. Рентгенограмма кисти 9-летнего ребенка в передней проекции



Рис. 20-44. Рентгенограмма кисти 9-летнего ребенка в косой проекции

Примечание: для рентгенограммы кисти в косой проекции (справа) не использовали угловой блок; поэтому пальцы не параллельны приемнику изображения, что привело к затенению межфаланговых суставов

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ: НИЖНИЕ КОНЕЧНОСТИ

Нижние конечности
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Переломы, вывихи, врожденные или другие аномалии, болезни, например болезнь Осгуда-Шлаттера или остеомаляция.

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты определяется размером снимаемой части тела, кассета в поперечном положении.
- Для младенцев и маленьких детей растр не используют.
- 60 - 65 кВ, самая короткая экспозиция.
- Малое фокусное пятно.

Радиационная защита. Защитные экраны на мужские или женские гонады располагают точно на область гонад, не закрывая бедра и проксимальную бедренную кость.

Укладка пациента и центральный луч

Задняя и боковая проекции

- Пациент находится в положении лежа на спине, при этом кассета расположена под пациентом, а центр ее соответствует пораженной области конечности, или же кассета располагается диагонально для билатеральных снимков конечностей, если нужно включить всю конечность от бедра до ступни.
- Ребенка фиксируют лентой и/или компрессионным поясом или его держит родитель, при этом одна его рука находится на области таза, над бедром, а другая — придерживает ступни ног (родитель должен надеть рентгенозащитные перчатки и фартук, рис. 20-45 и рис. 20-46).
- Для боковой укладки поверните ногу наружу и зафиксируйте ее лентой, или ногу ребенка держит родитель (так же, как и для задней проекции).
- Для билатеральных снимков конечностей обе ноги разводят в стороны (положение «лягушки») и фиксируют с помощью ленты или компрессионного пояса поперек колен и/или лодыжек.
- ЦЛ перпендикулярен средней области конечности.
- Минимальное РИП — 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Критерии оценки рентгенограммы те же, что и для верхних конечностей, за исключением критериев специальных укладок для нижних конечностей, которые состоят в следующем.

Задняя укладка • Боковые и медиальные надмыщелки дистальных бедренных костей должны быть симметричны и расположены в профиль.

Боковая укладка • Медиальные и боковые мыщелки и подмыщелки дистальной бедренной кости должны накладываться друг на друга. • Должны накладываться большие части большеберцовой и малоберцовой костей.



Рис. 20-49. Рентгенограмма нижних конечностей в задней (билатеральной) проекции

Примечание: для младенцев процедура отделения предусматривают включение всей нижней конечности, как показано на рис. 20-45 и рис. 20-46. Кроме того, для младенцев или маленьких детей могут потребоваться билатеральные исследования на одной кассете как для исследования костей, так и для сравнения обеих сторон (рис. 20-47 и рис. 20-48).



Рис. 20-45. Укладка для задней проекции ноги



Рис. 20-46. Укладка для боковой проекции ноги



Рис. 20-47. Укладка для задней (билатеральной) проекции нижних конечностей



Рис. 20-48. Укладка для боковой (билатеральной) проекции нижних конечностей — положение «лягушки»

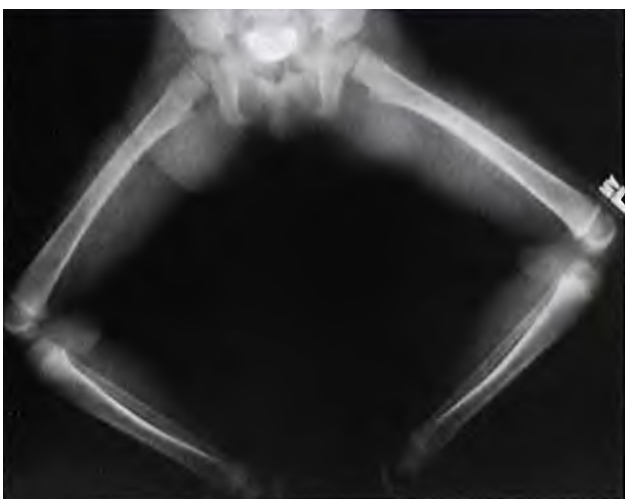


Рис. 20-50. Рентгенограмма нижних конечностей в боковой (билатеральной) проекции, положение «лягушки»

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ ГОЛЕНИ, ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ СТОПЫ

Примечание: должен выполняться протокол специальных укладок для нижних конечностей пациентов разного возраста и для конкретных диагностических показаний. Если специальная зона интереса — колено, лодыжка или стопа, такие изображения выполняют отдельно, при этом ЦЛ направляют на нужный сустав (рис. 20-53 и рис. 20-54).

Нога
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая ступни

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая

Выявляемая патология

Переломы, вывихи, врожденные деформации или другие аномалии нижних конечностей, например болезнь Келера или косолапость.

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты определяется размером снимаемой части тела.
- Для младенцев и маленьких детей растр не используют.
- Малое фокусное пятно.
- 55 - 65 кВ, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита. Гонадную защиту кладут поперек области таза или используют специальные рентгенозащитные экраны для мальчиков и девочек, если в снимок нужно включить проксимальную бедренную кость.

Укладка пациента и центральный луч

Задняя проекции голени

- Пациент находится в положении лежа на спине, фиксируют руки и другую ногу, которую не нужно снимать.
- Кассета расположена под той конечностью, снимок которой будут делать, включая коленный и голеностопный суставы.
- Положите ногу как для истинно задней проекции, поворачивая колено слегка вовнутрь до тех пор, пока межнадмыщелковая линия не будет параллельна плоскости снимка. Стопы и лодыжки должны находиться в истинном анатомическом положении.
- Ногу фиксируют, как это необходимо при данной укладке, используя мешочки с песком, ленту или компрессионный пояс.
- Если в процедуре принимает участие родитель, то он должен зафиксировать ногу ребенка в этом положении, крепко держа ее одной рукой в области таза, а другой — придерживая стопы малыша.
- ЦЛ перпендикулярен середине голени.
- Минимальное РИП — 100 см.

Боковая проекции голени

- Пациент повернут в сторону больной ноги, при этом нога должна находится в боковом положении «лягушки», колено согнуто под углом примерно 45°.
- Фиксируют те части тела ребенка, которые не попадают на снимок
- Если родитель помогает фиксировать ребенка, он держит стопы и бедра в положении, необходимом для данной укладки.
- Ногу фиксируют мешочками с песком, лентой или компрессионным поясом.
- ЦЛ перпендикулярен середине голени.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте близко по четырем сторонам к области стопы, включая колено и лодыжку.

Задняя и боковая проекции ступни

Задняя проекции ступни

- Посадите ребенка на возвышение, поставив согнутую в колене ногу на кассету. Для фиксации используйте ленту.
- ЦЛ перпендикулярен середине стопы.
- Минимальное РИП — 100 см.

Боковая проекции ступни

- Пациент лежит или сидит на столе. Поверните ногу ребенка наружу, чтобы ступня находилась в боковой укладке. Для фиксации используйте ленту.



Рис. 20-51. Укладка для задней проекции голени



Рис. 20-52. Укладка для боковой проекции голени



Рис. 20-53. Укладка для задней проекции стопы



Рис. 20-54. Укладка для боковой проекции стопы

(Тот же пациент, что и на рис. 20-55 приведенном ниже, но год спустя после завершения коррекционного лечения.)



Рис. 20-55. Новорожденный с косолапостью (варусная косолапость) до коррекционного лечения

- ЦЛ перпендикулярен середине ступни.
- Минимальное РИП — 100 см.

Диафрагмирование. Диафрагмируйте близко по четырем сторонам к области стопы.

Косолапость (врожденная косолапость) — метод Кайта

Стопа находится в задней или боковой укладке как показано на рисунке, но, **располагая стопу на кассете, не пытайтесь ее выпрямить**. Ввиду искривления формы стопы (рис. 20-55) будет трудно выполнить истинно заднюю и боковую проекции, и делают две проекции в 90° одна от другой. В сравнительных целях делают отдельные снимки каждой стопы.

ЗАДНЯЯ И БОКОВАЯ ПРОЕКЦИИ: ТАЗ И ОБА БЕДРА

Предостережение: не пытайтесь развести ноги пациента с травмой в положение «лягушки», пока с помощью задней проекции таза не будет выявлено наличие переломов.

Таз и бедра
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
- Боковая (билатеральная лапка лягушки)

Выявляемая патология

Переломы, вывихи, врожденные аномалии или другие патологии таза и бедер, например болезнь Легга-Кальве-Пертеса.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты определяется размером снимаемой части тела, расположение поперечное.
- Подвижный или неподвижный растр, если толщина снимаемой части тела превышает 9 см.
- Малое фокусное пято.
- 60 - 65 кВ, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита

- До рентгенографии обсудите предстоящую процедуру с рентгенологом. Использование гонадной защиты может не потребоваться, так как она может закрыть область интереса.
- **Девочки:** область гонад должна быть закрыта. Положите детские женские защитные экраны под пупком и над лобковой костью, что позволит избежать закрытия бедренных суставов.
- **Мальчики:** детский гонадный защитный экран располагают таким образом, чтобы его верхняя граница находилась на уровне лонного сочленения.

Укладка пациента и укладка снимаемой области

- Пациента выравнивают по центру стола и/или кассетодержателя.
- Пациента фиксируют таким образом, чтобы не было ротации таза.
- Руки фиксируют с помощью мешочков с писком или Tam-em Board.

Задняя укладка

- Пациент — в положении лежа на спине, укладка бедер для задней проекции, с ротацией колен и стоп кнутри так, чтобы стопы лежали одна на другой.
- Используют ленту и мешки с песком, нижние конечности фиксируют в этой укладке.

Боковая укладка

- Разведите ноги, сложив стопы ребенка вместе, колени согнуты и разведены. Если необходимо, лептой соедините стопы имеете,
- Колени должны находиться в боковой укладке, для чего лентой, закрепленной на одной стороне стола, фиксируют оба колена, протянув ленту к другому краю стола. В дополнение можно использовать также и компрессионный пояс.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете, центр которой находится на уровне бедер.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется близко к зоне интереса с четырех сторон.



Рис. 20-56. Задняя укладка для таза (мужской гонадный защитный экран закреплен лентой)



Рис. 20-57. Боковая укладка бедер и проксимальной бедренной кости — билатеральная проекция в положении «лягушки» (женский гонадный защитный экран крепится лентой)

Дыхание

- У младенцев и маленьких детей следите за дыханием. Экспонируйте, когда живот будет неподвижен.
- Если ребенок плачет, дождитесь, пока не будет полного вдоха.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Необходимо использовать кассету достаточно большого размера, чтобы охватить всю область таза и проксимальные бедренные кости.

Укладка пациента: • Нет поворота, о чем свидетельствует симметрия крыльев подвздошной когти и билатеральных запирательных отверстий.

Задняя укладка. • О правильной внутреннем ротации обеих ног свидетельствуют видимые в профиль на снимке шейка бедренной кости и область большого вертела. (Малый вертел не должен быть виден.)

Боковая укладка. • Об истинно боковой укладке проксимальных отделов бедренных костей свидетельствует наложение большого вертела и шейки на малый вертел в профиль снизу,

Диафрагмирование и ЦЛ. • Должны быть видны узкие границы диафрагмирования по четырем сторонам, при этим центр поля диафрагмирования (ЦЛ) должен находиться в точке посредине между головками бедренных костей.

Параметры экспозиции. • Об отсутствии движений свидетельствует четкая трабекулярная структура и четкие контуры костей. Установите оптимальный уровень экспозиции для визуализации мягких тканей и деталей костной ткани. • Контур головок бедренных костей должен быть виден через отдел вертлужной впадины и седалищной кости.

Примечание: правильно расположенные защитные гонадные экраны должны быть видны как у мальчиков, так и у девочек, не закрывая суставов бедра (если на то нет возражений со стороны рентгенолога).



Рис. 20-58. Рентгенограмма бедер и проксимальных, бедренных костей мальчика в задней проекции. (Ошибка при наложении защитного экрана: он должен быть расположен выше, верх экрана должен быть на уровне нижнего края лобкового симфиза, если только он не является зоной иитереса).

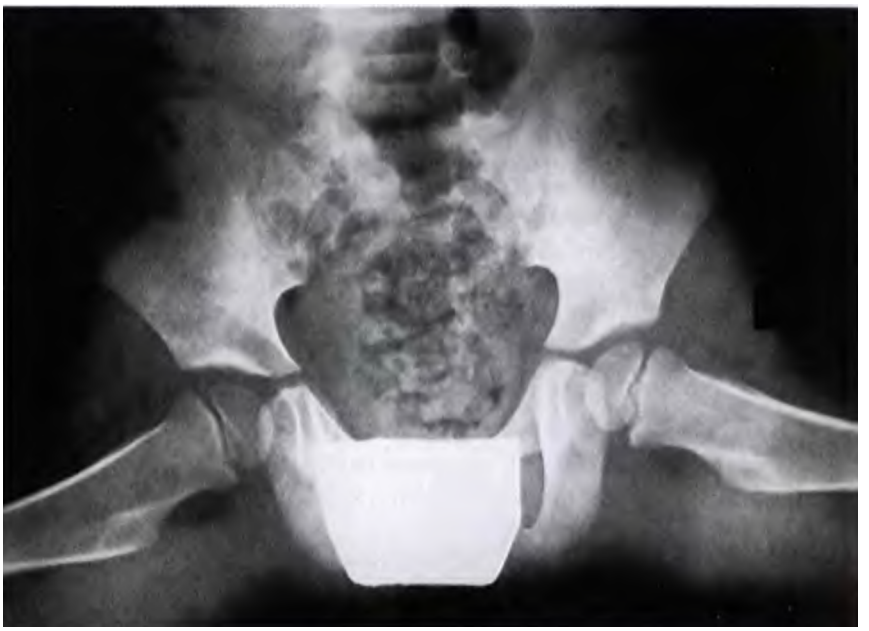


Рис. 20-59. Рентгенограмма бедер и проксимальных бедренных костей мальчика в боковой проекции. (На снимке видно, что защитный экран расположен немного выше, чем необходимо, он закрывает область лобкового симфиза, а внизу недостаточно закрывает всю область гениталий.)

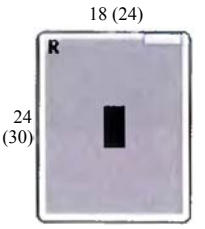
ПРОЕКЦИИ ЧЕРЕПА: ЗАДНЯЯ, ЗАДНЯЯ ПО ОБРАТНОМУ МЕТОДУ КОЛДВЕЛА И ЗАДНЯЯ ПО МЕТОДУ ТАУНА

Череп (голова)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
  Задняя по Колдвелу
  Задняя по Тауну
- Боковая

Выявляемая патология

Переломы, врожденные аномалии черепа, включая швы и/или роднички, размер головы, проверка шунта, опухоли костей и другая патология черепа.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты —
  младенцы и маленькие дети: 18 x 24 см, продольное расположение;
  дети и молодые люди юношеского возраста: 24 x 30 см, продольное расположение.
- Подвижный или неподвижный растр, если толщина снимаемой части тела превышает 9 см.
- Малое фокусное пятно.
- 65 - 70 кВ, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита. Гонадную защиту кладут на всю область таза.

Укладка пациента

- Если необходимо, пеленают тело ребенка и конечности.
- Пациент находится в положении лежа на спине, выравнивание по средней линии стола/растра.
- Если необходимо, на ноги ребенка и по бокам кладут мешки с песком. При необходимости можно использовать и компрессионный пояс.

Укладка снимаемой области

- **Вращение** головы **отсутствует**.
- Подбородок должен находиться в таком положении, чтобы **глазнично-ушная линия (ГУЛ) была перпендикулярна кассете**.
- Голову фиксируют с помощью зажимов или опор для головы, как продемонстрировано.
- При необходимости можно использовать ленту, но не клейкой ее стороной, чтобы она не прилипала к коже.

Центральный луч

- ЦЛ **направлен на глабеллу**.
  Задняя укладка черепа: **ЦЛ параллелен ГУЛ.**
  Задняя укладка обратная укладке по Колдвелу: **ЦЛ расположен на 15° краниально к ГУЛ.**
  Задняя укладка по Тауну: **ЦЛ расположен на 30° каудально к ГУЛ.**
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Диафрагмирование выполняется близко к внешним краям черепа с четырех сторон.



Рис. 20-60. Пациент обернут, используются мешки с песком и опоры для головы



Рис. 20-61. Пациент обернут, используются зажимы для головы

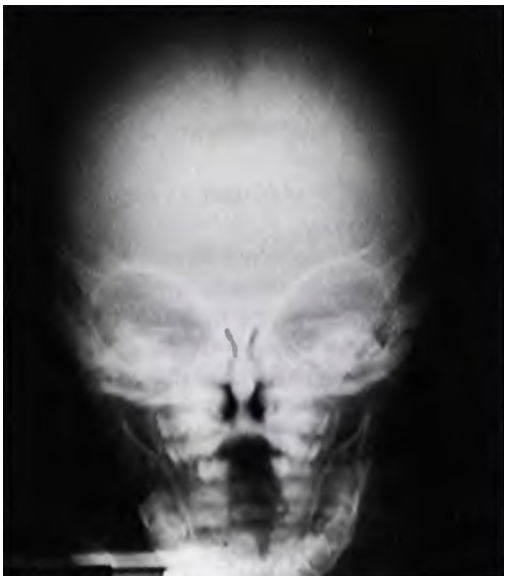


Рис. 20-62. Рентгенограмма черепа в задней проекции (ЦЛ — 10° краниально к ГУЛ)

Примечание: обычно не требуется помощи родителя для фиксирования ребенка, если для этого используются специальные устройства.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. Череп должен быть виден полностью, включая черепные и лицевые кости.

Укладка. • Об отсутствии поворота свидетельствуют симметрично расположенные глазницы, равноудаленные от внешних границ черепа.

• ***Задняя укладка 0°:*** каменистые гребни накладываются на верхние глазничные края.

• ***Задняя укладка с краниальным углом в 15°:*** каменистые пирамиды и внутренние слуховые каналы проецируются в нижнюю ½ - ⅓ глазниц.

• ***Задняя укладка по Тауну с краниальным углом в 30°:*** каменистые пирамиды проецируются ниже нижнего границы глазницы, что позволяет полностью визуализировать глазничный край. (См. главу 11, задняя аксиальная проекция черепа взрослого.) Спинка седла и задние наклоненные отростки проецируются в большое затылочное отверстие.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования видны по четырем сторонам, при этом центр (ЦЛ) находится в глабелле, посредине между надглазничными краями.

Параметры экспозиции. • Об отсутствии движения свидетельствуют четкие контуры костей. • Следует обеспечить достаточную экспозицию для визуализации лобных костей и каменистых пирамид через глазницы.

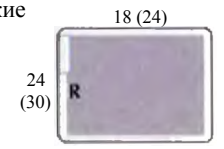
БОКОВАЯ ПРОЕКЦИЯ: ЧЕРЕП (ГОЛОВА)

Череп (голова)
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя
  Задняя по Колдвелу
  Задняя по Тауну
- Боковая

Выявляемая патология

Та же, что и для задней проекции (см. предыдущую страницу).

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — младенцы и маленькие дети:
  18 x 24 см, поперечное расположение.
- Размер кассеты — дети и подростки:
  24 x 30 см, поперечное расположение.
- Подвижный или неподвижный растр, если толщина снимаемой части тела превышает 9 см.
- Малое фокусное пятно.
- 65 - 70 кВ, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита. Гонадную защиту кладут на всю область таза.

Укладка пациента

- Пеленают тело ребенка и конечности (может быть необходимо для младенцев и некоторых маленьких детей).
- Пациент находится в положении полулежа на животе, центр — на средней линии стола. Вдоль спины ребенка и под ту часть тела, которая приподнята, положите мешки с песком.
- Если необходимо, на ноги и ягодицы ребенка кладут мешки с песком (рис. 20-63). При необходимости поверх мешков с песком можно использовать компрессионный пояс.

Укладка снимаемой области

- Поверните голову как для истинно боковой укладки и положите свернутое полотенце под нижнюю челюсть для поддержания головы.
- Для предотвращения откидывания головы назад под голову кладут опору или мешок с песком.
- Поверх головы натяните компрессионный пояс или используйте ленту, закрепив ее по обе стороны стола, при этом лента должны быть клейкой стороной наверх, чтобы избежать ее приклеивания к коже. Поверх ленты можно положить мешки с песком, чтобы ребенок не мог поднять голову с поверхности стола.

Центральный луч

- ЦЛ перпендикулярен кассете, центр — посредине между **глабеллой и затылочным выступом, или инионом, что на 5 см выше наружного слухового прохода (НСП)**.
- ЦЛ направлен на центр кассеты.
- Минимальное РИП составляет 100 см.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Весь череп и верхняя часть шеи.

Укладка. • Об отсутствии ротации свидетельствует наложение нижнечелюстных ветвей, глазничных корней и больших и малых крыльев клиновидной кости. • Турецкое седло и скат демонстрируются в профиль без поворота.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования видны по четырем сторонам, при этом центр (ЦЛ) находится посредине между передней частью глабеллы и самыми задними границами затылочной кости.

Параметры экспозиции. • Об отсутствии движения свидетельствуют четкие контуры костей. • Следует обеспечить достаточную экспозицию для визуализации области темени и бокового контура турецкого седла без переэкспонирования границ по периметру черепа.



Рис. 20-63. Боковая укладка черепа



Рис. 20-64. Латерография с использованием Tam-em Board



Рис. 20-65. Рентгенограмма черепа в боковом проекции

Диафрагмирование выполняется близко к внешним краям черепа с четырех сторон.

Примечание: для младенцев при латерографии черепа может использоваться Tam-em Board, как показано на рис. 20-64.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ У ДЕТЕЙ

СОВМЕСТНО с Cecilie Codderidge

Различия между детьми и взрослыми

Дети отличаются от взрослых не только ростом, отличие состоит также и в многочисленных изменениях в ходе развития, которые происходят у ребенка с момента рождения до достижения им половой зрелости. У новорожденного грудная клетка и живот по окружности почти равны. Таз меньшего размера, и он преимущественно состоит из хрящей, нежели из костей. Живот выступает в большей степени, и органы брюшной полости находятся у младенцев выше, чем у детей старшего возраста. Точное центрирование может быть затруднено, так как рентгенолаборанты, больше привыкшие к работе со взрослыми, пытаются использовать в качестве ориентиров для укладок подвздошный гребень и переднюю верхнюю подвздошную ость, которых у маленького ребенка просто нет. По мере роста ребенка развиваются его костная система и мускулатура, более отчетливыми становятся очертания тела и его особенности, и месторасположение топографических ориентиров становится найти все легче.

На снимке младенца или ребенка, начавшего ходить, трудно отличить тонкую и толстую кишку, так как гаустры толстой кишки не столь выражены, как у старших детей и взрослых. По причине малого количества внутреннего жира контур почек, например, различим не так хорошо, как у взрослых. Но, даже учитывая эти особенности, визуализация мягких тканей у детей важна, и хорошо выполненный обзорный снимок живота дает ценную диагностическую информацию. Рентгенологи обычно говорят, что газ в желудочно-кишечном тракте может быть наилучшей контрастной средой при оценке состояния живота ребенка.

Важно также и точное диафрагмирование, у детей простой снимок в положении лежа на спине должен охватывать диафрагму, лобковый симфиз и внешние края брюшной полости. Снимки маленьких детей обычно выглядят монотонными, малоконтрастными по сравнению со снимками взрослых. Это объясняется тем, что кости менее плотные, жира содержатся меньше, мышцы находятся в стадии развития и диапазон плотностей мягких тканей невелик. Технические параметры нужно выбирать так, чтобы едва различимые изменения в мягких тканях не «выгорели» при слишком высоком кВ.

Подготовка пациента к процедурам с контрастным веществом

При осмотре ребенка важно знать историю болезни пациента, это поможет рентгенологу при определении порядка и выборе типа предстоящих рентгенографических процедур. Когда необходимо воздержаться от кормления ребенка перед исследованием верхнего отдела ЖКТ, процедуру следует назначать рано утром. Дети легко раздражимы, когда голодны, и рентгенолог должен отнестись с пониманием к тем трудностям, которые возникают с маленькими детьми, когда приходится воздержаться от их кормления. До и во время проведения флюороскопии ЖКТ рентгенологу следует поддерживать как родителей, так и ребенка. Важно, чтобы желудок ребенка был пустым для хорошего диагностического результата исследования верхнего отдела ЖКТ, следует также учитывать, что голодный ребенок с большей охотой выпьет барий.

Верхний отдел ЖКТ

Подготовка младенцев и маленьких детей к исследованию верхнего отдела ЖКТ минимальна. Время воздержания от пищи определяется возрастом, и чем старше ребенок, тем медленнее происходит опорожнение желудка. **Младенцам до года следует быть натощак за 4 часа перед исследованием**. Ребенка можно покормить рано утром, в 6:00 утра, а процедуру с барием назначить на 10:00 утра. **Детям старше года** нужно воздержаться от приема пищи и жидкости **с полуночи** до раннего утра, когда состоится исследование, а если процедура назначена на день, то **требуется воздержание от приема пищи в течение 6 часов**.

Родителям нужно дать письменные инструкции, объяснив и подчеркнув причину, почему надо «совсем ничего не есть».

ОПИСАНИЕ ПОДГОТОВКИ ПАЦИЕНТА

Подготовка пациента

- Важно знать историю болезни пациента.
- Если необходимо воздержание от приема пищи и жидкости, процедуру назначают на раннее утро (проблема раздражительности по причине длительного голодания).
- Для исследования верхнего отдела ЖКТ желудок должен быть пустым.

(если ребенок голоден, он более охотно выпьет барий).

Подготовка к исследованию верхнего отдела ЖКТ

Требуется минимальная подготовка:

Младенцы до года

- Воздержание от пищи — 4 часа до процедуры.

Дети от года и старше

- Воздержание от пищи после полуночи, если процедура назначена на утро.
- Воздержание от пищи 6 часов, если процедура состоится поздно утром или днем.

Подготовка к исследованию верхнего отдела ЖКТ

Подготовка определяется историей болезни пациента:

(некоторые клинические симптомы или диагнозы устраняют необходимость любой подготовки)

Дети до 2 лет

- Подготовка не требуется.

Дети от 2 до 10 лет

- Небольшое количество пищи накануне вечером.
- Одна таблетка бисакодила или похожего слабительного перед сном накануне вечером.
- При отсутствии опорожнения кишечника к утру, по совету врача, клизма Педи-Флита.

Дети старше 10 лет

- Небольшое количество пищи накануне вечером.
- Две таблетки бисакодила или похожего слабительного перед сном накануне вечером.
- При отсутствии опорожнения кишечника к утру, по совету врача, клизма Педи-Флита.

Подготовка к внутривенной урографии

- Не принимать твердую пищу за 4 часа до исследования (для снижения риска аспирации при рвоте).
- За час до процедуры выпить большое количество воды.

Нижний отдел ЖКТ

Подготовка к проведению исследования нижнего отдела ЖКТ определяется историей болезни пациента. У детей это обычно контрастная бариевая клизма. Клизмы с двойным контрастированием делают не так часто, как взрослым, их используют, главным образом, для выявления полипов.

Противопоказания

Пациентам со следующими клиническими симптомами или диагнозом не следует давать слабительное и делать клизмы: **болезнь Гиршспрунга, сильная диарея, аппендицит, непроходимость и пациентам, которые не переносят потерю жидкости**.

Инструкции для всех пациентов состоят в следующем.

Дети от 0 до 2 лет: подготовка не нужна.

Дети от 2 до 10 лет: накануне вечером перед исследованием количество принятой пищи должно быть ограничено; перед сном выпить с водой, не разжевывая, одну (1) таблетку бисакодила или другого подобного слабительного; если опорожнения кишечника до утра не произойдет, по совету врача можно сделать клизму Педи-Флита (Pedi-Fleet enema).

Дети старше 10 лет: накануне вечером перед исследованием количество принятой пищи должно быть ограничено; перед сном выпить с водой, не разжевывая, две (2) таблетки бисакодила или другого подобного слабительного; если опорожнения кишечника до утра не произойдет, по совету врача можно сделать клизму Педи-Флита (Pedi-Fleet enema).

Внутривенная урография (ВВУ)

Подготовка детей для ВВУ проста. За 4 часа до процедуры не принимать твердую пищу во избежание риска аспирации, если будет рвота. За час до исследования пациент должен выпить большое количество жидкости.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ: ЖИВОТ

Живот
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя вертикальная
- Боковая латерография и латерография в положении лежа на спине

Выявляемая патология

Патология органов брюшной полости, чтобы выявить уровни газа и жидкости, состояние мягких тканей, обызвествление и/или другие аномалии или заболевания брюшной полости.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — определяется ростом пациента, кассета расположена продольно.
- Чувствительность сочетания экрана/пленка — не менее 400.
- Подвижный или неподвижный растр, если толщина снимаемом части тела превышает 9 см.
- 65 - 85 кВ для возраста от 0 до 18 месяцев, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита

- Гонадная защита для мальчиков — размер экрана должен соответствовать возрасту (сверху закрепляют лентой).
- Защиту для девочек не используют.

Укладка пациента и укладка снимаемой области

- Пациент находится в положении лежа на спине, выравнивание — по средней линии стола и/или кассеты.
- Ребенка фиксируют с помощью гибких мягких мешков с песком и компрессионного пояса.

Новорожденные и младенцы

- Руки ребенка разведите в стороны и поверх каждой руки положите мешок с песком. Поскольку маленькие короткие ножки малыша выпрямить трудно, положите один мешок под колени ребенка, а другой — сверху, чтобы зафиксировать ножки. Малыши, если им тепло и уютно, ведут себя спокойно, если, конечно, не испытывают боли. Если ребенок плачет, нужно его успокоить.

Дети, начинающие ходить

- Руки ограничивают так же, как у новорожденных. Под колени кладут мешок с песком и закрепляют его компрессионным поясом поверх обеих бедренных костей и колен. Под пояс положите мягкую прокладку, чтобы он не врезался в ноги малыша. На большинстве рентгеновских столов компрессионные пояса предназначены для взрослых, поэтому лучше положить под него мягкие губки или полотенца.

Если родитель помогает фиксировать ребенка

- Родитель надевает рентгенозащитные фартук и перчатки.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Контуры границ мягких тканей и структуры, наполненные газом, такие, как желудок и кишечник, обызвествления (если таковые имеются) и едва различимые кости скелета.

Укладка. • Позвоночный столб выравнивают по центру снимка. • **Нет поворота:** таз, бедра и нижняя часть грудной клетки должны быть симметричны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Границы диафрагмирования от лонного сочленения до диафрагмы и по билатеральным границам брюшной полости.

Параметры экспозиции. • Об отсутствии движения свидетельствуют резкие контуры диафрагмы и наполненных газом структур. • Установите оптимальный уровень контраста и экспозиции для визуализации контуров костей (ребра и позвонки), через содержимое желудка без переэкспонирования наполненных газом структур.



Рис. 20-66. Ребенка фиксируют с помощью мешков с песком для задней проекции живота. (Обратите внимание, что мешки находятся на и под нижними конечностями.)



Рис. 20-67. Рентгенограмма живота в задней проекции, укладка — лежа на спине (демонстрирует растянутый, наполненный воздухом желудок)

- До укладки располагают трубку и кассету, устанавливают параметры экспозиции.
- Родитель должен стоять так, чтобы не закрывать обзор рентгенолаборанту.
- Обычно родителю достаточно только держать руки ребенка, ноги же можно зафиксировать так, как описано выше.

Центральный луч

- Для младенцев и маленьких детей центр ЦЛ и кассеты находится на 2,5 см выше пупка.
- Для детей старшего возраста и молодых людей центр ЦЛ находится на уровне подвздошных гребней.
- РИП — 102 см.

Дыхание

- У младенцев и маленьких детей нужно следить за дыханием. Экспонируйте, когда живот будет неподвижен. Если ребенок плачет, экспонируйте, когда ребенок сделает вдох, чтобы заплакать.
- Дети старше 5 лет обычно могут задержать дыхание, если попрактиковаться с ними в этом заранее.

ЗАДНЯЯ ПРОЕКЦИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ: ЖИВОТ

Живот
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя вертикальная
- Боковая латерография и латерография в положении лежа на спине

Выявляемая патология

Патология органов брюшной полости, включая непроходимость кишечника, путем демонстрации уровней воздуха и жидкости и/или свободного внутри брюшного воздуха; как правило, часть исследования при остром животе (лежа на спине, вертикальная и латерография).

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — определяется ростом пациента, кассета расположена продольно.
- Подвижный или неподвижный растр, если толщина снимаемой части тела превышает 9 см.
- 65 - 85 кВ для возраста от 0 до 18 месяцев, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита

- Гонадная защита для мальчиков — размер экрана должен соответствовать возрасту (сверху закрепляют лентой).
- Защит у для девочек не используют.

Укладка пациента и укладка снимаемой области

Пациент сидит или стоит, при этом его спина прилегает к вертикально расположенному приемнику изображения.

- Маленького ребенка сажают на большой блок, ноги слегка раздвинуты в стороны. Ноги фиксируют с помощью ремней Велкро. Попросите родителей подержать ребенку руки, отведенные в стороны или над головой. У младенцев: голову держите между руками.
- Дети 4 лет и старше (если не слишком больны) находятся в положении стоя.

Tam-em Board (не очень удобна)

- Закрепите ребенка на доске ремнями, затем прочно укрепите приспособление на столе с помощью компрессионного пояса и ремней Велкро, прежде чем его поднимать в вертикальное положение.

Pigg-O-Stat (предпочтительнее)

- Расположите ребенка в устройстве Pigg-O-Stat так же, как для рентгенографии грудной клетки, при этом руки ребенка должны находиться над головой, а спина — напротив кассеты или вертикально расположенной деки.

Если помогает родитель (в случае если мать не беременна)

- Родитель надевает рентгенозащитные фартук и перчатки.
- До укладки располагают трубку и кассету, устанавливают параметры экспозиции.
- Родитель должен стоять так, чтобы не закрывать обзор рентгенолаборанту.

Центральный луч

- Для младенцев и маленьких детей ЦЛ и центр кассеты находятся на 2,5 см выше пупка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Все содержимое живота, включая газ и уровни воздуха и жидкости, а также мягкие ткани, если они не перекрыты излишним количеством жидкости в животе, как на рис. 20-70.

Укладка. • Позвоночный столб выравнивают по центру снимка. • **Нет поворота:** таз и бедра должны быть симметричны.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Диафрагмируйте к границам живота от лонного сочленения до диафрагмы.

Параметры экспозиции. • Об отсутствии движения свидетельствуют резкие контуры диафрагмы и наполненных газом структур. • Кости таза и контуры тел позвонков должны быть видны через содержимое живота без переэкспонирования наполненных газом структур.



Рис. 20-68. Вертикальная укладка живота для задней проекции. (Родитель, который держит ребенка, должен надеть рентгенозащитные фартук и перчатки.)



Рис. 20-69. Вертикальная укладка живота с Pigg-O-Stat для задней проекции. Обратите внимание, что верх кассеты находится на уровне подмышек, чтобы охватить диафрагму. Вставка демонстрирует 4-летнего ребенка впереди кассеты

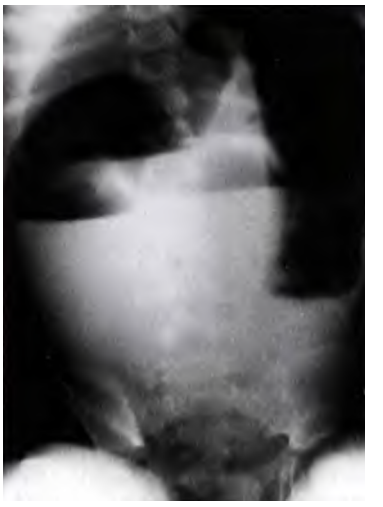


Рис. 20-70. Рентгенограмма живота в задней проекции при вертикальной укладке (демонстрирует уровни жидкости и наполненную воздухом толстую кишку)

- Для детей старшего возраста и молодых людей центр кассеты и ЦЛ находятся примерно на 2,5 см выше уровня подвздошных гребней, при этом верхняя граница диафрагмирования и верхний край снимка находятся на уровне подмышек, так, чтобы кассета включала диафрагму.
- Минимальное РИП — 100 см.

Дыхание

- У младенцев и маленьких детей нужно следить за дыханием. Экспонируйте, когда живот будет неподвижен. Если ребенок плачет, экспонируйте, когда ребенок сделает вдох, чтобы заплакать.
- Дети старше 5 лет обычно могут задержать дыхание, если попрактиковаться с ними в этом заранее.

БОКОВАЯ ЛАТЕРОГРАФИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ И ЛАТЕРОГРАФИЯ В ПОЛОЖЕНИИ ЛЕЖА НА СПИНЕ: ЖИВОТ

Примечание: по клиническим показаниям латерография в положении лежа на спине может быть выполнена вместо правой или левой боковой латерографии.

Живот
ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ
- Задняя вертикальная
- Боковая латерография и латерография в положении лежа на спине

Выявляемая патология

Демонстрирует уровни воздуха и жидкости и свободный воздух; латерография в положении лежа на спине, демонстрирует предпозвоночную область брюшной полости на предмет возможных обызвествлений, опухолей или других аномалий.

Технические условия экспозиции



- Размер кассеты — определяется ростом пациента, кассета расположена продольно.
- Подвижный или неподвижный растр, если толщина снимаемой части тела превышает 9 см.
- 65 - 85 кВ для возраста от 0 до 18 месяцев, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита

- Гонадная защита для мальчиков — размер экрана должен соответствовать возрасту (сверху закрепляют лентой).
- Защиту для девочек не используют.

Укладка пациента и укладка снимаемой области

Боковая латерографическая укладка

- Пациент лежит на боку на рентгенопрозрачном блоке, спиной к кассете.
- Горизонтальный луч направлен на 2,5 см выше пупка.

Латерография в положении лежа на спине

- Ребенок находится в положении лежа на спине на прямоугольном рентгенопрозрачном блоке.
- Ноги фиксируют мешками с песком так же, как для задней проекции живота в положении лежа на спине.
- У новорожденных и маленьких детей осторожно поднимите руки к голове и попросите родителей подержать руки и голову малыша.
- Кассету располагают продольно к боку пациента, параллельно средней сагиттальной плоскости (поддерживают с помощью кассетодержателя или мешков с песком).

Центральный луч

- При латерографии в положении лежа на спине горизонтальный ЦЛ направлен вдоль средней корональной плоскости.
- У младенцев и маленьких детей ЦЛ и центр кассеты должен находится на 2,5 см выше уровня пупка.

Критерии оценки рентгенограммы

Видимые анатомические структуры. • Структуры брюшной полости в предпозвоночной области, а также уровни воздуха и жидкости внутри брюшной полости; верхняя часть снимка охватывает диафрагму, а нижняя — таз и бедра.

Укладка пациента: • **Нет поворота:** наложение задних отделов ребер.

Диафрагмирование и ЦЛ. • Должны быть видны, по крайней мере, узкие границы диафрагмирования, с центром поля диафрагмирования (ЦЛ) к средней корональной плоскости, посредине между лонным сочленением и диафрагмой.

Параметры экспозиции. • Об отсутствии движения свидетельствуют четкий рисунок диафрагмы и наполненных газом структур. • Мягкие ткани брюшной полости должны быть видны без переэкспонирования наполненных газом структур. Едва различимые контуры ребер должны быть видны через содержимое брюшной полости.



Рис. 20-71. Правая боковая латерографическая укладка живота



Рис. 20-72. Латерография живота в положении лежа на спине левая боковая укладка

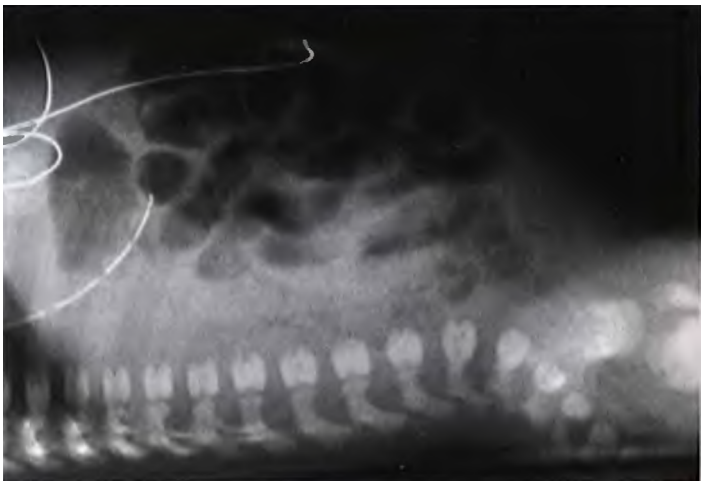


Рис. 20-73. Латерограмма дорсальной укладки живота

- У детей старшего возраста и молодых людей центр кассеты и ЦЛ должен находится на 2,5 см выше уровня подвздошных гребней.
- Минимальное РИП — 100 см.

Дыхание

- У младенцев и маленьких детей нужно следить за дыханием. Экспонируйте, когда живот будет неподвижен. Если ребенок плачет, экспонируйте, когда ребенок сделает вдох, чтобы заплакать.
- Дети старше 5 лет обычно могут задержать дыхание, если попрактиковаться с ними в этом заранее.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА, СОЧЕТАННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ И ТОНКОЙ КИШКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАРИЯ

Выявляемая патология

Болезни и состояния, поражающие ЖКТ (см. краткий перечень патологии органов брюшной полости у детей, с. 637).

Подготовка пациента

- **Младенцы до года:** натощак в течение 4 часов.
- **Дети старше года:** натощак — 6 часов, или ничего не есть после полуночи, если процедура назначена на раннее утро.

Подготовка кабинета. Кабинет для флюороскопии должен быть готов к приходу пациента. Стол располагают горизонтально, на пульте управления должен быть выбран режим флюороскопии (просвечивания). На стол следует положить хлопчатобумажную или одноразовую простыню. В зависимости от вида процедуры нужно подготовить соответствующий раствор бария или контрастного вещества, бутылочку для кормления, соску, соломинку, катетер для питания и шприц. В случае необходимости оказания неотложной помощи должен быть готов аппарат отсоса жидкости и кислород.

Радиационная защита. Кусочек свинцового винила толщиной в 1 мм кладут под ягодицы ребенка для защиты гонад от рассеянного излучения от рентгеновской трубки, расположенной под столом.

Подготовка бария. Жидкий барий используют точно в соответствии с инструкцией производителя. Для младенцев и маленьких детей, возможно, потребуется развести барий. Раствор обычно необходим при использовании бутылочки для кормления, поэтому дырку в соске следует увеличить с помощью стерильной иглы или скальпеля так, чтобы ребенку легче было сосать.

Для исследования верхнего отдела ЖКТ необходимы разные количества бария в зависимости от возраста ребенка. Предлагаем следующие нормы.

- От 0 до года: 2 - 4 унции (60-120 г).
- От 1 до 3 лет: 4 - 6 унции (120-180 г).
- От 3 до 10 лет: 6 - 12 унций (180-360 г).
- Старше 10 лет: 12 - 16 унций (340-453 г).

Подготовка пациента и подготовка родителей. Родители с ребенком приходят в кабинет до того, как начнется процедура. Несколько минут, потраченные на объяснение предстоящего исследования и того, как работает оборудование, очень полезны как для родителей, так и для ребенка. Больших размеров оборудование и странные шумы, к которым давно привык рентгенолаборант, пугают детей. Объясните и покажите, как усилитель изображения опускается на грудную клетку и живот, чтобы ребенок не боялся оказаться раздавленным. Детям можно показать на мониторе, как «молочная» смесь идет в желудок.

Обычно процедуры с барием для детей проводят в положении лежа. Родители (например, мать, если она не беременна), надев рентгенозащитный фартук и перчатки, могут остаться в комнате во время флюороскопии. Родитель держит руки ребенка, помогает рентгенолаборанту кормить малыша — все это снимает волнение и помогает создать обстановку взаимоподдержки. Постоянно разговаривайте с ребенком, ободряйте его, это поможет ему во время приема бария.

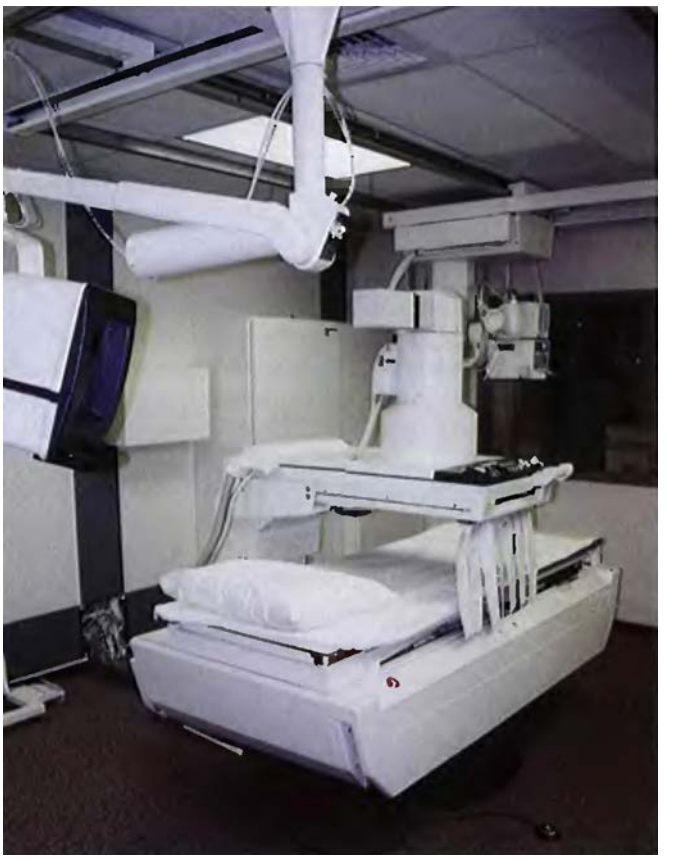


Рис. 20-74. Современная цифровая рентгеновская установка для исследования ЖКТ



Рис. 20-75. Понятное объяснение необходимо и родителям, и ребенку

Процедура

Исследование, предшествующее процедуре

- Перед исследованием верхнего отдела ЖКТ делают рентгенограмму живота в положении лежа на спине в задней проекции.
- До принятия бария выполняют снимок грудной клетки в передней и боковой проекциях.

Принятие бария. Младенец или маленький ребенок пьют из бутылочки для кормления.

Ребенок старшего возраста, чтобы не пролить смесь, обычно пьет через соломинку.

Иногда случается, что ребенок настаивает на том, чтобы пить прямо из чашки. В этом случае он должен пить сидя и только после того, как выпьет, он ложится для выполнения флюороскопии. Если нужно получить снимок пищевода, пастообразный раствор бария выкладывают на небо или язык пациента. Другой способ — впрыснуть барий в рот ребенка 10 мл шприцем, осторожно зажав при этом нос малыша. Если ребенок отказывается глотать барий, рентгенологу придется ввести назогастральную трубку в желудок ребенка.

Последовательность укладок при флюороскопии

Для исследования верхнего отдела ЖКТ рентгенолог следует определенной последовательности укладок, начиная с **положения пациента лежа на спине**. После этого обычно следует **левая боковая укладка, левая задняя косая и правая передняя косая укладки**, затем правая боковая укладка, для чего пациента поворачивают на правый бок; в этом положении опорожнение желудка происходит быстрее. Перед тем как заполнится тощая кишка, для выявления мальротации важно проверить местонахождение, дуоденального соединения. Завершающая укладка — лежа на животе. Это стандартная процедура даже для тех пациентов, у кого нет симптомов мальротации.

Исследование регистрируется в цифровом виде или на пленку, в зависимости от оборудования. Цифровые изображения можно вывести на монитор и работать с ними потом, после исследования, если это необходимо, или распечатать.

Для маленьких детей обычно не требуются снимки желудка в задней проекции и правой передней косой проекции, выполненные с помощью потолочного излучателя, после флюороскопии, как обычно это делается для взрослых. Если же эти проекции необходимы, то нужно попросить рентгенолога указать уровень, на каком должно быть центрировано изображение.

Исследование тонкой кишки

Задняя или передняя проекции живота выполняют с **20- или 30-минутными интервалами** в положении лежа на спине или на животе, в зависимости от возраста и состояния пациента Время прохождения бария у маленьких детей короткое, барий может достичь илеоцекальной области за **1 час**.

Инструкции после выполнения процедуры

После завершения процедуры и прочерки снимков ребенку разрешают есть и пить, как обычно. Нужно, чтобы ребенок пил как можно больше воды и фруктовых соков. Рентгенолог должен проверить, что снимки, выполненные с помощью потолочного излучателя, лежат вместе в папке пациента и промаркированы соответствующим образом, или проверить цифровые изображения, правильно ли они хранятся, чтобы в дальнейшем можно было внести изменения и/или распечатать. Количество записанных изображений и время флюороскопии, если это требуется, должно быть отмечено.



Рис. 20-76. Принятие бария перед флюороскопией (просвечиванием)



Рис. 20-77. Подготовка пациента к флюороскопическому исследованию (просвечиванию) верхнего отдела ЖКТ: косая укладка



Рис. 20-78. Рентгенограмма тонкой кишки, выполненная спустя 45 минут после принятия бария

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЖНЕГО ОТДЕЛА ЖКТ - БАРИЕВАЯ КЛИЗМА (ИРРИГОСКОПИЯ)

Клизма — контрастная, с двойным контрастированием и/или воздушная

Выявляемая патология

См. краткий перечень патологии органов брюшной полости у детей, с. 637.

Подготовка пациента

Дети от 0 до 2 лет: подготовка не нужна.

Дети от 2 до 10 лет: накануне вечером перед исследованием количество принятой пищи должно быть ограничено; перед сном выпить с водой, не разжевывая, одну (1) таблетку бисакодила или другого подобного слабительного; если опорожнения кишечника до утра не произойдет, то по совету врача, можно сделать клизму Педи-Флита (Pedi-Fleet enema).

Дети старше 10 лет: накануне вечером перед исследованием количество принятой пищи должно быть ограничено; перед сном выпить с водой, не разжевывая, две (2) таблетки бисакодила или другого подобного слабительного; если опорожнения кишечника до утра не произойдет, по сонету врача, можно сделать клизму Педи-Флита (Pedi-Fleet enema).

Контрастное вещество и материалы — контрастная бариевая клизма

Дети старше года

- Используют одноразовый мешок с клизмой, сульфат бария, зонд и зажим. В соответствии с инструкцией добавьте чуть теплую воду.
- **Гибкий наконечник клизмы для детей:** некоторые из этих катетеров устроены таким образом, что их нельзя ввести далее прямой кишки. Чтобы избежать вытекания раствора, закрепите трубку пластырем.

Предупреждение: НЕ используйте наконечники из латекса из-за возможности аллергической реакции представляющей угрозу для жизни. **НЕЛЬЗЯ** использовать обтурирующие наконечники баллонного типа, так как они могут перфорировать прямую кишку.

Новорожденные и младенцы

- Гибкий Французский силиконовый катетер №10 и 60 мл шприц; барий вводят вручную, медленно.

Все пациенты

- Растворимая в воде желеобразная смазка.
- Гипоаллергенная лента.
- Перчатки.
- Полотенца и салфетки.

Контрастные вещества и материалы — бариевая клизма с двойным контрастированием

- Раствор бария высокой плотности и набор для клизмы с двойным контрастированием или клизма с мешком и двойным наконечником, включая трубку, через которую вводится воздух.
- Устройство для инсуффляции воздуха.
- Остальные материалы такие же, как и для контрастной бариевой клизмы (ирригоскопии).

Воздушная клизма. Воздушную клизму выполняют под контролем флюороскопии для пневматического вправления инвагинации, когда один отдел толстой кишки внедряется в соседний. Пневматическое вправление чаще всего выполняют как неотложную помощь, так как пациент страдает от сильной боли в животе. Это особая процедура и проводить ее следует осторожно, во избежание перфорации кишечника. При успешном завершении процедуры боль быстро исчезает и во многих случаях вправление помогает избежать оперативного вмешательства. Инвагинацию можно также вправить с помощью бариевой клизмы, выбор зависит от рентгенолога.

Материалы

- Устройство для инсуффляции воздуха.
- Ручная помпа.
- Одноразовая трубка с трехсторонним запорным краном.



Рис. 20-79. Комната, оборудованная для проведения ирригоскопии: одноразовый мешок для клизмы трубка, наконечник (используйте педиатрический гибкий наконечник) и другие принадлежности



Рис. 20-80. Рентгенограмма воздушной клизмы, демонстрирующая воздух в поперечной ободочной кишке, наиболее частое место возникновения инвагинации



Рис. 20-81. Система для воздушного вправления инвагинации



Рис. 20-82. Снимок на УРИ воздушной клизмы, выполненный после предыдущего (рис. 20-80), на котором видны расправленные воздухом кишки

- Гибкий наконечник для клизмы.
- Гипоаллергенная лента.
- Перчатки.
- Салфетки и полотенца.

Подготовка кабинета

Подготовка кабинета такая же, как и для проведения исследования верхнего отдела ЖКТ, стол располагают горизонтально, выбирают режим флюороскопии. На стол следует положить одноразовую или хлопчатобумажную простыню. Клизма с барием, трубка, стойка, зажим и наконечник должны быть готовы к использованию. Барий подают медленно, посредством силы тяжести, располагают барий на высоте примерно одного метра над столом, если нет других указаний рентгенолога.

Радиационная защита. Гонады во время исследования толстой кишки защитить нельзя.

Подготовка пациента и подготовка родителей. По прибытии ребенка с родителями в кабинет им ясным и понятным языком объясняют предстоящую процедуру. Особенно важно объяснить, почему трубку вставляют в прямую кишку и как барий попадает в кишечник и что это будет видно на телевизионном экране. В зависимости от возраста ребенка используйте соответствующий способ объяснения. Велика вероятность того, что маленький ребенок будет напуган тем, что кто то будет дотрагиваться до его ягодиц и области гениталий.

Рентгенолог должен поддерживать ребенка и родителей, объясняя, что ребенку не будет больно, хотя у него может возникнуть желание пойти в туалет по мере того, как барий будет поступать в кишечник.

Во время проведения процедуры родитель остается с ребенком, его слова поддержки и ободрения помогут ребенку лучше перенести процедуру.

Процедура

Исследование, предшествующее ирригоскопии

- Перед ирригоскопией предварительно делают рентгенограмму живота в положении лежа на спине в задней проекции.

Флюороскопия и рентгенография на УРИ

- Цифровые снимки или прицельные рентгенограммы выполняются по ходу флюороскопии, размер снимка или рабочего поля УРИ зависят от возраста ребенка и имеющегося оборудования.
- По завершении флюороскопии выполняют снимки живота в положении лежа на спине или на животе.
- При клизме с двойным контрастированием выполняют латерограмму живота в правой и левой боковой латерографической укладке.
- Выполняют также снимок живота после опорожнения бария в задней проекции в положении лежа на спине.

Примечание: в отличие от исследования взрослых, когда по завершении флюороскопии делают контрольные снимки с помощью потолочного излучателя, детям таких снимков не делают.

Вправление инвагинации после воздушной или бариевой клизмы

- Снимок живота в задней проекции в положении лежа на спине; чтобы получить подтверждение того, что воздух или барий (в зависимости от используемого контрастного вещества) прошел через илеоцекальную область в подвздошную кишку, то есть инвагинация вправлена (рис. 20-84).

После выполнения процедуры. После завершения процедуры и проверки снимков нужно, чтобы ребенок пил как можно



Рис. 20-83. Объяснения рентгенолога пациенту и родителю



Рис. 20-84. Рентгенограмма, выполненная после вправления инвагинации, демонстрирующая воздух в терминальном отделе подвздошной кишки

больше воды и фруктовых соков, если позволяет диета. Рентгенолог должен проверить, что изображения, выполненные на ЭСУ, и снимки, выполненные с помощью потолочного излучателя, лежат в папке пациента и соответствующим образом промаркированы.

Что касается цифровых флюороизображений, проверьте, правильно ли они промаркированы и правильно ли хранятся, чтобы в дальнейшем можно было внести изменения и просмотреть и/или распечатать. Отметьте время выполнения флюорос - копии и запишите количество выполненных снимков или полученных цифровых изображений.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ
МИКЦИОННАЯ ЦИСТОУРЕТРОГРАФИЯ (МЦУГ) И ВНУТРИВЕННАЯ (ЭКСКРЕТОРНАЯ) УРОГРАФИЯ (ВВУ)

Выявляемая патология

См. краткий перечень патологии органов брюшной полости у детей, с. 637.

Технические условия экспозиции

- Размер кассеты — определяется ростом пациента.
- Чувствительность сочетания экран/пленка — не менее 400.
- Подвижный или неподвижный растр, если толщина снимаемой части тела превышает 9 см.
- 65 - 85 кВ для возраста от 0 до 18 месяцев, самая короткая экспозиция.

Радиационная защита

- У мальчиков к гонадной защите прибегают всегда при выполнении обзорных снимков живота и экскреторной урографии, за исключением снимков при мочеиспускании. Гонадная защита не используется при МЦУГ.
- У девочек защиту не используют, за исключением тех случаев, когда нужно сделать снимки только области почек, так как яичники у маленьких девочек расположены выше в брюшной полости и их местоположение меняется. Нижняя часть брюшной полости может быть защищена во время 3-минутного снимка почек, который делают во время ВВУ, если защита не закрывает область диагностического интереса.



Рис. 20-85. Подготовка кабинета и материалов для МЦУГ

Микционная цистоуретрография (МЦУГ)

Это исследование можно проводить до ВВУ или ультразвукового исследования почек. Одним из наиболее распространенных состояний у маленьких детей является **инфекция мочевыделительного тракта**, и данное исследование проводят, чтобы выявить **пузырно-мочеточниковый рефлюкс**, являющийся частой причиной инфекции.

Подготовка пациента. МЦУГ не требует специальной подготовки. Если после нее будут делать ВВУ, то пациента нужно подготовить для ВВУ. Процедуру следует объяснить пациенту заранее, и в зависимости от возраста ребенка расчет времени следует поручить родителю. Родителям помогут выданные им письменные инструкции.

Контрастное вещество и материалы

- Контрастное вещество для цистографии (например 17,2% меглумин йоталамата).
- Система для внутривенного введения, стойка, зажим.
- Стерильный поднос с маленькими чашками, стерильная вата и перчатки.
- Контейнер для сбора мочи для анализа.
- Трубка № 8 французской шкалы (для детей не используют обтурационные катетеры с раздуваемым баллоном).
- Лидокаиновый гель.
- Для очистки кожи - антисептические салфетки и полотенца.
- Шприц 10 $см^3$ с конусовидным наконечником для мальчиков.
- Мочесборник.

Подготовка кабинета. Стол должен находиться в горизонтальном положении, накрытый одноразовой или хлопчатобумажной простыней. Бутылочку с контрастным веществом следует немного подогреть и повесить на стойку для в/в вливания. Нагретый антисептик для очистки кожи, готовый к использованию, выливают в небольшую стерильную чашку, поднос накрывают, пока не будет доставлен пациент.

Подготовка пациента и родителя. По прибытии пациента и родителей в кабинет им вновь нужно просто и ясно объяснить предстоящую процедуру. Ребенку следует показать оборудование, как оно работает, убедить его, что усилитель рентгеновского изображения не причинит ему вреда. Объяснять нужно, используя язык, соответствующий возрасту ребенка. Рентгенолаборанты и рентгенологи часто используют слова опорожнять и опорожнение, хотя для ребенка будут более понятны слова вроде «пи-пи», что поможет ребенку следовать инструкциям врача. Поскольку существует много терминов для мочеиспускания, спросите родителей, какими словами они пользуются дома.

МЦУГ — непростая процедура, вызывающая у детей точно такое же смущение, как и у взрослых. Ребенку, которого только приучили к туалету, очень трудно понять, почему он должен мочиться лежа на столе. Для большего уединения разрешите остаться в кабинете только тому персоналу, кто участвует в выполнении процедуры. Если возможно, катетеризацию должен проводить лаборант того же пола, что и ребенок.

Процедура. Ребенка старшего возраста можно попросить опорожнить мочевой пузырь еще до того, как он придет в кабинет. Мочеиспускание младенца освобождают с помощью катетера. Протерев промежность, в мочевой пузырь вводят катетер и берут образец мочи для анализа. После того как по трубке пойдет контрастное вещество, вытесняя воздух, катетер присоединяют к трубке и флакону с контрастным веществом, и мочевой пузырь начинает медленно наполняться.

Снимки на ЭСУ выполняют, когда мочевой пузырь полон и во время опорожнения, поскольку именно в это время возникает рефлюкс. После опорожнения делают снимок мочевого пузыря и почек на ЭСУ или с помощью потолочного излучателя. Если имеет место рефлюкс, то делают снимок брюшной полости, чтобы убедиться в том, что моча в почках отсутствует. Если пациент после операции, то вместо флюороскопии можно исследовать опорожнение радионуклидным методом.

После выполнения процедуры. Нужно предупредить родителей и ребенка, что во время мочеиспускания после процедуры может возникнуть небольшое чувство жжения и моча может быть окрашена в розовый цвет. Чтобы облегчить эти неудобства, ребенку нужно пить как можно больше жидкости.

Снимку должны быть соответствующим образом промаркированы и вложены в папку. Нужно записать количество и тип контрастного вещества, количество снимков и время выполнения флюороскопии. Образец мочи посылают на анализ.

Подготовка пациента. Подготовка детей к ВВУ проста. Пациент **НЕ** должен быть обезвожен, ребенок должен выпить достаточное количество воды и чистых фруктовых соков. За 4 часа до процедуры нельзя есть твердую пищу, чтобы уменьшить риск аспирации, если случится рвота. Не рекомендуется давать маленьким детям слабительное, так как это может вызвать повышенное газообразование и дискомфорт.

Аллергические реакции на контрастные вещества. Хотя исследования показывают, что аллергические реакции на контрастные вещества, содержащие в основе йод, возникают у детей гораздо реже, чем у взрослых, и протекают в менее тяжелой форме, тем не менее они возможны. Перед исследованием нужно спросить у пациента и/или родителя, есть ли у ребенка астма или аллергия на йод, пыльцу, пыль или пищевые продукты и есть ли в семейном анамнезе аллергия. Но даже если ребенок не аллергик, необходима осторожность в тех случаях, если аллергия есть у кого-то из близких родственников. Если ребенок уже проходил процедуры с использованием йодосодержащих контрастных веществ и аллергических реакций не было, то все же существует вероятность ее появления в следующий раз.

На случай возникновения реакции должно быть оборудование для оказания реанимации и соответствующие препараты, в частности.

- гидрохлорид дифенгидрамина для инъекции или перорально.
- эпинефрин (адреналин) для инъекций.

Реакции могут быть как в легкой форме, так и в тяжелой: покраснение кожи, тошнота, крапивница, затрудненное дыхание и, хотя случается редко, сердечный приступ.

Подготовка контрастного вещества. Предпочтительны неионные контрастные вещества с низкой осмолярностью иоверзол, ионамидол или иогексал, потому что, хотя у детей аллергические реакции встречаются не так часто, как у взрослых, и проявляются в менее тяжелой форме, обычно рентгенологи предпочитают не рисковать. С другой стороны, в некоторых отделениях неионные контрастные вещества используют у пациентов с высокой степенью риска, а контрастные вещества с высокой осмолярностью — для детей, у которых нет аллергии в анамнезе, в том числе и семейном.

ДОЗЫ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА В СООТВЕТСТВИИ С ВЕСОМ РЕБЕНКА

ВЕС	ДОЗА
0 - 11 кг	3 мл/кг
12 - 23 кг	2 мл/кг
24 - 45 кг	50 мл
>45 кг	1 мл/кг



Рис. 20-86. ВВУ: материалы, необходимые для инъекции

Материалы для инъекции

- Шприцы: 1, 5, 10, 20 и 50 $см^3$.
- Иглы «бабочка», размеры: 19, 23, 25, 27.
- Прямая игла 16 размера для забора контрастного вещества из флакона.
- Жгут.
- Перчатки.
- Маска.
- Пропитанные спиртом ватные шарики.
- Набор для оказания неотложной помощи.
- Тазик для рвотных масс.

Контрастное вещество должно быть приготовлено и готово к применению. Пока ребенка не доставят в кабинет для процедуры, накройте поднос и шприц. В случае возникновения аллергической реакции все необходимое оборудование и лекарственные препараты должны быть в наличии и готовы к использованию.

Подготовка пациента и подготовка родителей

Дети боятся уколов в любом возрасте. Многие взрослые также их не любят, поэтому может возникнуть проблема и с присутствующими родителями. Если возможно, родитель остается с ребенком и держит его руку, эмоционально поддерживая малыша. Предстоящую процедуру ребенку объясняют заранее, и отсчет времени предоставляют родителю. Для очень маленьких детей лучшее время для этого — непосредственно перед самой процедурой.

Не обманывайте ребенка, говоря, что укол безболезненный. Сравнение укола иглы с укусом пчелы или щипком в руку более реалистично и меньше пугает детей. Младенцев и очень маленьких детей можно запеленать, чтобы их фиксировать.

Как и в случаях с другими рентгенографическими процедурами, заранее следует показать ребенку рентгеновское оборудование. Нужно объяснить важность отсутствия движений ребенка во время экспозиции. Ребенок будет чувствовать себя более комфортно, держа в руках любимую игрушку.

Процедура. По сравнению со взрослыми при исследовании детей снимков делают меньше, а в некоторых случаях исследование почек можно провести с помощью ультразвука, избежав воздействия ионизирующей радиации. Последовательность выполнения снимков может быть следующей.

- Предварительный обзорный снимок живота в задней проекции.
- Снимок после инъекции (время должно быть проставлено точно)
  - 3-минутный снимок почек (с гонадной защитой на нижней части живота); если в брюшной полости есть газ или фекалии, используют томографию;
  - 15-минутный снимок живота в положении лежа на спине или на животе;
  - В зависимости от этиологии заболевания (факторов, вызывающих болезнь или нарушение) может потребоваться отсроченный снимок.
- Гонадная защита для мальчиков.

Обычно рентгенологи-педиатры не рекомендуют давать детям газированную воду для раздувания кишечника и создания рентгенопрозрачного окна для визуализации почек. Газ быстро раздувает кишечник и усложняет проблему, вызывая дискомфорт у ребенка.

После выполнения процедуры

Ребенка инструктируют о том, что для выведения контрастного вещества из почек нужно пить много жидкости. Снимки необходимо правильно промаркировать и положить в папку пациента. О количестве выполненных изображений, количестве введенного контрастного вещества и типе аллергической реакции, если она была, должна быть сделана соответствующая запись.



Рис. 20-87. Беседа с ребенком и родителем очень важна



Рис. 20-88. Рентгенограмма живота в задней проекции, демонстрирующая рефлюкс в обе почки (18-месячная девочка)



Рис. 20-89. Рентгенограмма живота в косой проекции, демонстрирующая пузырно-мочеточниковый рефлюкс слева у 18-месячной девочки (скорее всего, рефлюкс возник во время фазы опорожнения МЦУГ)

Ангиография и интервенционные процедуры

СОАВТОРЫ: **Cindy Murphy, ACR**
СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Tortorici, Ed D, RT (R), Patric Apfel, M Ed RT (R),Barry T. Antony, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Рентгеноанатомия

Введение и определение, 662
Компоненты циркуляторной системы, 662
Малый круг и общая система кровообращения, 663
Коронарные артерии и вены, 664
Артерии мозга, 665
Вены мозга, 668
Артерии и вены грудной клетки, 669
Артерии и вены брюшной полости, 670
Артерии и вены верхней и нижней конечностей, 671
Лимфатическая система, 673

Ангиографическое исследование

Обзор, 674
Оборудование для ангиографии, 678
Альтернативные методы исследования, 680
Специальные виды ангиографии, 680
- Церебральная ангиография, 681
- Ангиография сосудов грудной клетки, 682
- Ангиокардиография, 683
- Абдоминальная ангиография, 684
- Периферическая ангиография, 685
- Лимфография, 686

Интервенционные процедуры

Определение и цели, 687
Сосудистые интервенционные процедуры
- Эмболизация, 687
- Чрескожная транслюминальная ангиопластика и установка стента, 688
- Установка стент-графта, 688
- Установка кава-фильтра, 689
- Установка катетеров для внутривенных вливаний, 689
- Чрезъяремное внутрипеченочное портокавальное шунтирование (ЧВПШ), 689
- Тромболизис, 690
- Инфузионная терапия, 690
- Извлечение инородных внутрисосудистых тел, 690

Несосудистые интервенционные процедуры
- Чрескожная вертебропластика, 690
- Стентирование толстой кишки, 691
- Нефростомия, 691
- Чрескожное дренирование желчных путей, 692
- Чрескожное дренирование брюшных абсцессов, 692
- Чрескожная игловая биопсия, 693
- Чрескожная гастростомия, 693
- Литература, 693

Введение

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Ангиографией называют **рентгенологическое исследование сосудов после введения контрастного вещества**. Поскольку мягкие ткани тела имеют примерно одинаковую рентгеновскую плотность, для четкой дифференциации сосудов в них вводят контрастное вещество. Например, на обыкновенной рентгенограмме черепа в боковой проекции сосудистый рисунок **краниальной** системы кровообращения не виден (рис. 21-1), а на боковой артериограмме с контрастированием четко видны сосуды бассейна внутренней сонной артерии (рис. 21-2). Таким же образом проводится исследование сосудистого русла и других отделов тела — **органов грудной клетки, брюшной полости, малого таза, верхних и нижних конечностей**.

Хорошее знание анатомии, описание которой дано в этой главе, является основой успешного выполнения ангиографии.



Рис. 21-1. Рентгенограмма черепа в боковой проекции

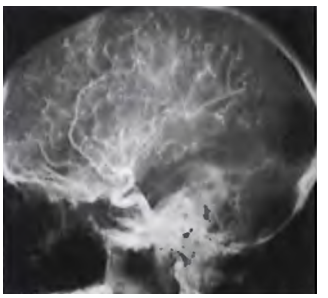


Рис. 21-2. Ангиограмма бассейна сонной артерии в боковой проекции

КОМПОНЕНТЫ ЦИРКУЛЯТОРНОЙ СИСТЕМЫ

Циркуляторная система организма состоит из **сердечно-сосудистой и лимфатической систем**. Сердечно-сосудистая система включает сердце, кровь и транспортную систему — кровеносные сосуды.

Лимфатическая система состоит из лимфатических сосудов, лимфатических узлов и прозрачной, напоминающей воду жидкости — **лимфы**. Сердечно-сосудистая и лимфатическая системы различаются по своему назначению и типу транспортировки соответствующих жидкостей по сосудистому руслу.

Кровообращение внутри **сердечно-сосудистой системы** можно разделить на две части — **коронарное кровообращение** (циркуляция крови внутри сердца) и **кровообращение по сосудам тела**.

Кровообращение по сосудам тела можно разделить на **легочное кровообращение** (малый круг кровообращения — транспорт крови от сердца к легким и обратно) и телесное, или **системное**, кровообращение (большой круг кровообращения),

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Сердце — основной компонент сердечно-сосудистой системы, осуществляющий насосную функцию и поддерживающий циркуляцию крови в организме. **Сосудистый компонент** системы представлен сетью кровеносных сосудов, доставляющих кровь к тканям и обратно к сердцу.

Функции сердечно-сосудистой системы

1. Доставка кислорода, питательных веществ, гормонов и других субстанций, необходимых для нормальной жизнедеятельности.
2. Выведение из организма отходов жизнедеятельности через почки и легкие.
3. Поддержка температуры тела, водного и электролитного балансов.

Эти функции обеспечиваются компонентами крови — эритроцитами, лейкоцитами, тромбоцитами, которые находятся во взвешенном состоянии в плазме крови.

Компоненты крови

Красные клетки крови, или **эритроциты** вырабатываются костным мозгом и отвечают за перенос кислорода, который захватывается белком гемоглобином.

Белые клетки крови, или **лейкоциты**, также вырабатываются костным мозгом, затем дифференцируются в лимфатических железах. Их основная функция — защита от инфекционных агентов. **Тромбоциты**, также вырабатывающиеся костным мозгом, восстанавливают повреждения стенок кровеносных сосудов и обеспечивают свертываемость крови.

Плазма — жидкая часть крови, состоящая на 92% из воды и содержащая около 7% белков плазмы, а также соли, питательные вещества и кислород.

ОБЩАЯ СХЕМА ЦИРКУЛЯТОРНОЙ СИСТЕМЫ



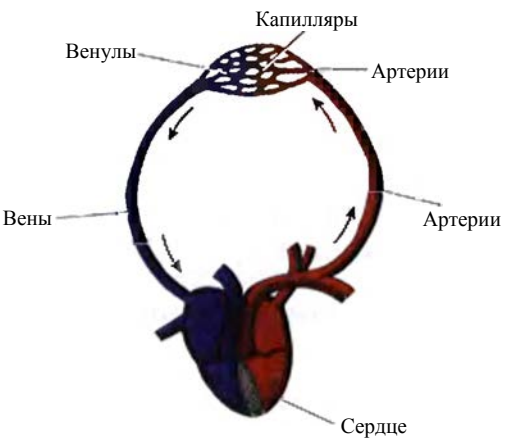


Рис. 21-3. Большой круг кровообращения

СИСТЕМНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ

Артерии — сосуды, по которым кровь, насыщенная кислородом, поступает от сердца к тканям тела. Артерии, отходящие непосредственно от сердца, имеют большой диаметр, который уменьшается по мере удаления от сердца, артерия при этом делится на более мелкие ветви, обслуживающие различные ткани тела. Малые (конечные) артерии сосудистого дерева называют **артериолами.** Кровь из артериол поступает к тканям тела через сеть мелких сосудов, называемых **капиллярами** (рис. 21-3).

Вены — сосуды, по которым кровь, лишенная кислорода поступает от тканей тела к сердцу.

Из капилляров кровь поступает в **венулы**, затем собирается в вены, диаметр которых увеличивается по мере приближения к сердцу.

Малый круг кровообращения (легочное кровообращение)

Цепь сосудов (вены, венулы, капилляры, артериолы и артерии), по которым кровь поступает от сердца к легким и обратно, составляют малый круг кровообращения сердечно-сосудистой системы.

Как замечено ранее, артерии несут насыщенную кислородом кровь от сердца к капиллярам. Исключением являются **легочные артерии**, которые несут **кровь с низким содержанием кислорода** в легкие, а кровь, насыщенная кислородом, поступает из легких в сердце по венам.

Поток крови с низким содержанием кислорода поступает через **верхнюю и нижнюю полые вены в правое предсердие**.

Сердце качает обедненную кислородом кровь из **правого желудочка** через легочные артерии в легкие, где в маленьких воздушных мешках — альвеолах происходит обмен кислорода и углекислого газа. **Кровь, насыщенная кислородом, возвращается по легочным венам в левое предсердие (рис. 21-4)**.

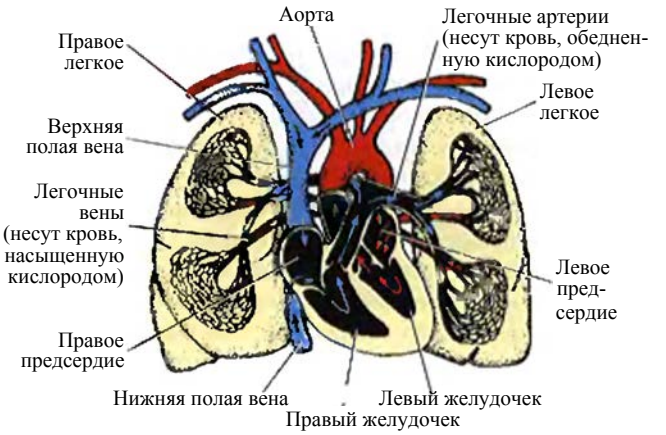


Рис. 21-4. Малый круг кровообращения (легочная циркуляция)

Общая система кровообращения

СЕРДЦЕ

Сердце — мышечный орган, который качает кровь по системе кровообращения. Анатомически сердце расположено в средостении и покоится на **диафрагме** (рис. 21-5). Сердечная ткань отличается по своей структуре от других мышц организма и называется **миокардом**. Левая часть сердца обеспечивает движение крови по большому кругу, и поэтому левая мышечная стенка сердца почти в 3 раза толще стенок правых отделов.

Само сердце состоит из четырех камер (**правое и левое предсердия, правый и левый желудочки**), каждая из которых обеспечивает насосную функцию. Система кровообращения замкнута, кровь с низким содержанием кислорода собирается со всего тела в **правое предсердие**, затем насыщается кислородом в легких и возвращается к органам тела через **левый желудочек**.

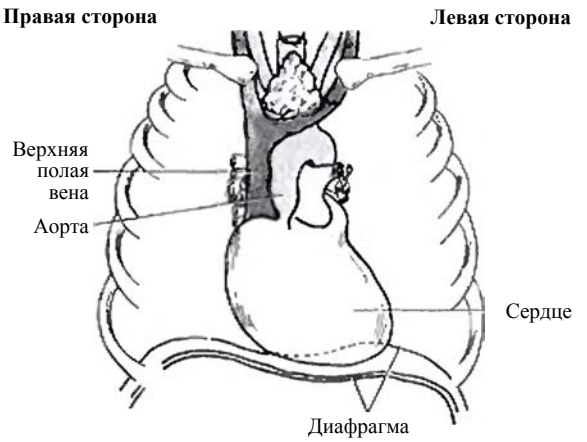


Рис. 21-5. Сердце и структуры средостения

Кровь возвращается в сердце и поступает в левое предсердие **через верхнюю и нижнюю полые вены** (рис. 21-6). Верхняя полая вена собирает кровь от головы, грудной клетки и верхних конечностей, нижняя — от органов брюшной полости и нижних конечностей.

Из **правого предсердия** кровь поступает через **трехстворчатый клапан** в **правый желудочек**. Правый желудочек, сокращаясь, гонит кровь через **легочный клапан** (**легочный полулунный**) и **легочную артерию** и к легким. В легких кровь насыщается кислородом и затем поступает в левое предсердие по легочным венам. При сокращении левого предсердия кровь через **двустворчатый (митральный) клапан** поступает в левый желудочек.

При сокращении левого желудочка кровь, насыщенная кислородом, поступает через **аортальный клапан (аортальный полулунный)** в аорту, которая дает начало большому кругу кровообращения.

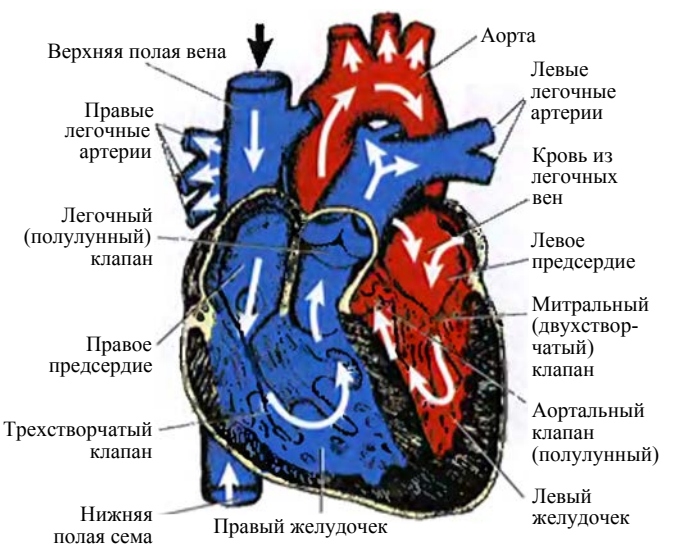


Рис. 21-6. Сердце в разрезе

ОБЗОР ОБЩЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Полые вены		**Аорта**
↓		↑ (аортальный клапан)
Правое предсердие		**Левый желудочек**
↓ (трехстворчатый клапан)		↑ (митральный клапан)
Правый желудочек		**Левое предсердие**
↓ (легочный клапан)		↑ (легочный клапан)
Легочные артерии → **Легкие** (кровь с низким содержанием кислорода)	→	**Легочные вены** (кровь, насыщенная кислородом)

КОРОНАРНЫЕ АРТЕРИИ

Коронарные артерии — сосуды, по которым кровь поступает к тканям сердца. **Две коронарные артерии — правая и левая** берут начало от **луковицы аорты**.

Правая коронарная артерия отходит от правого (переднего), а левая — от левого (заднего) синусов луковицы аорты. **Правая коронарная артерия** снабжает кровью большую часть **правого предсердия и правого желудочка сердца**.

Левая коронарная артерия снабжает кровью **оба желудочка сердца и левое предсердие**. Обе коронарные артерии имеют между собой множество соединений, или анастомозов. Отток крови от сердца в правое предсердие осуществляется по коронарным венам.

КОРОНАРНЫЕ ВЕНЫ

Венозный отток кроки от тканей сердца в правый желудочек осуществляется через **коронарный синус**, который представляет собой крупную вену, расположенную на задней поверхности сердца между предсердиями и желудочками. В коронарный синус впадают три венозные ветви: **большая, средняя и малая сердечные вены**.

По **большой сердечной вене** кровь оттекает от тканей обеих желудочков и левого предсердия. **Средняя сердечная вена** получает кровь от тканей правых желудочка и предсердия и части левого желудочка, **а малая сердечная вена** — от тканей правого желудочка. Некоторые мелкие вены впадают непосредственно в оба предсердия.

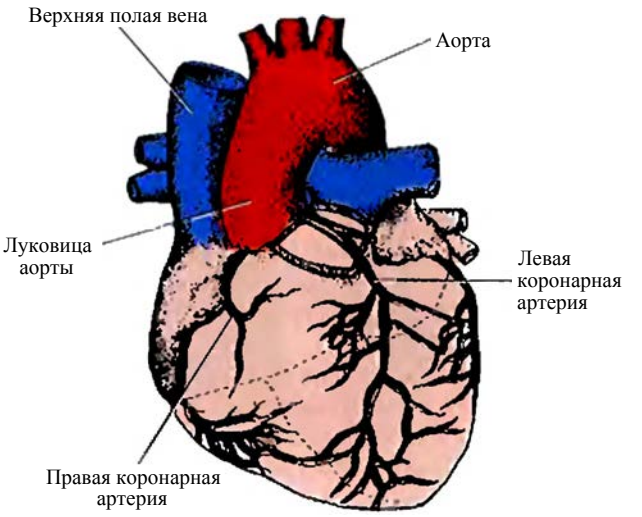


Рис. 21-7. Артерии сердца (вид спереди)

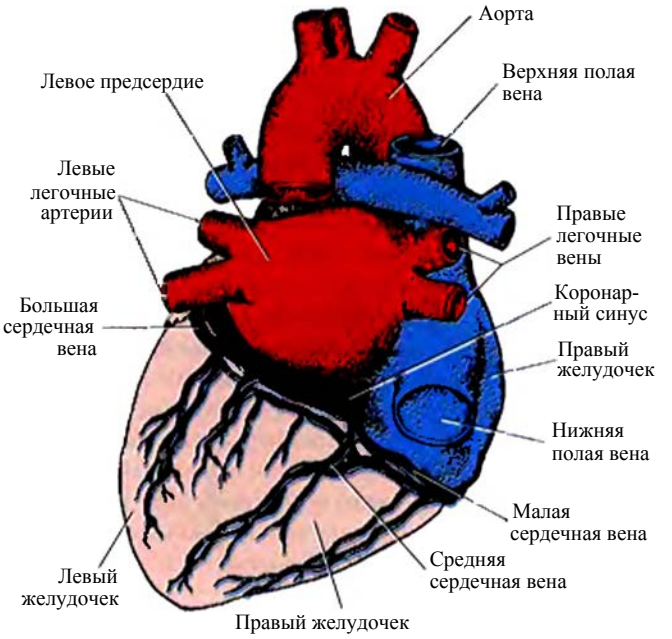


Рис. 21-8. Вены сердца (вид сзади)

Артерии мозга

КРОВОСНАБЖЕНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Головной мозг снабжается кровью по четырем крупным артериям (рис. 21-9):

1. Правая общая сонная артерия.
2. Левая общая сонная артерия.
3. Правая позвоночная артерия.
4. Левая позвоночная артерия.

Основные ветви двух общих сонных артерий обеспечивают циркуляцию крови в передних отделах мозга, а две позвоночные артерии — в задних отделах мозга. Рентгенография сосудов шеи и мозга называется **ангиографией четырех сосудов**, так как контрастное вещество вводится во все четыре артерии или в каждую селективно. Исследование двух сонных и одной позвоночной артерии получило название **ангиографии трех сосудов**.

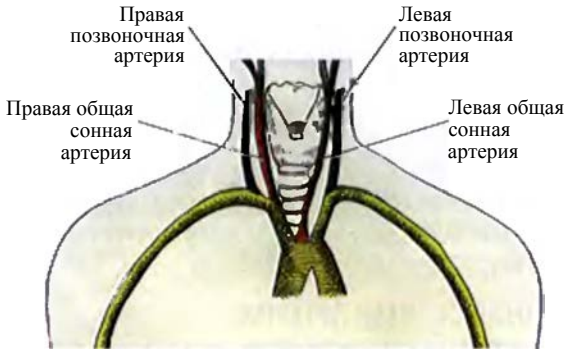


Рис. 21-9. Кровоснабжение головного мозга по четырем главным артериям

ВЕТВИ ДУГИ АОРТЫ

Аорта — основная магистральная артерия, берущая начало из левого желудочка сердца. От дуги аорты отходят три крупные артериальные ветви (рис. 21-10)

1. Брахиоцефальный ствол.
2. Левая общая сонная артерия.
3. Левая подключичная артерия.

Брахиоцефальный ствол является коротким сосудом, который разветвляется на правые общую сонную артерию и подключичную артерию. Точка разветвления расположена непосредственно позади правого грудинно-ключичного сочленения. Обе позвоночные артерии являются ветвями, соответственно, правой и левой подключичных артерий, как описано выше (см. рис. 21-9). Левая общая сонная артерия немного длиннее правой, поскольку отходит непосредственно от дуги аорты.

На шее общие сонные артерии идут по обе стороны трахеи и гортани до уровня верхнего края **щитовидного хряща**. Здесь они разделяются на **внутренние и наружные сонные артерии**. Точка разветвления общей сонной артерии расположена на уровне **третьего или четвертого шейных позвонков**.

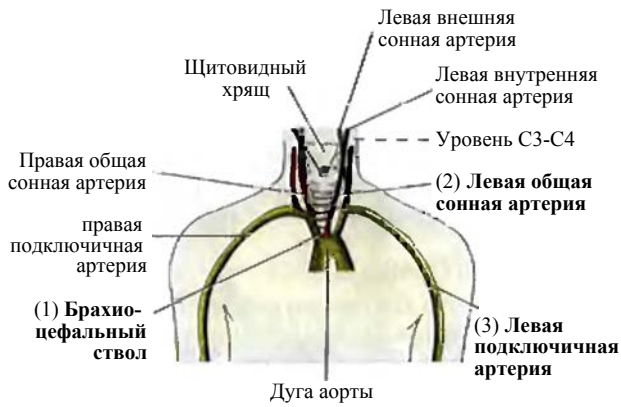


Рис. 21-10. Три ветви дуги аорты

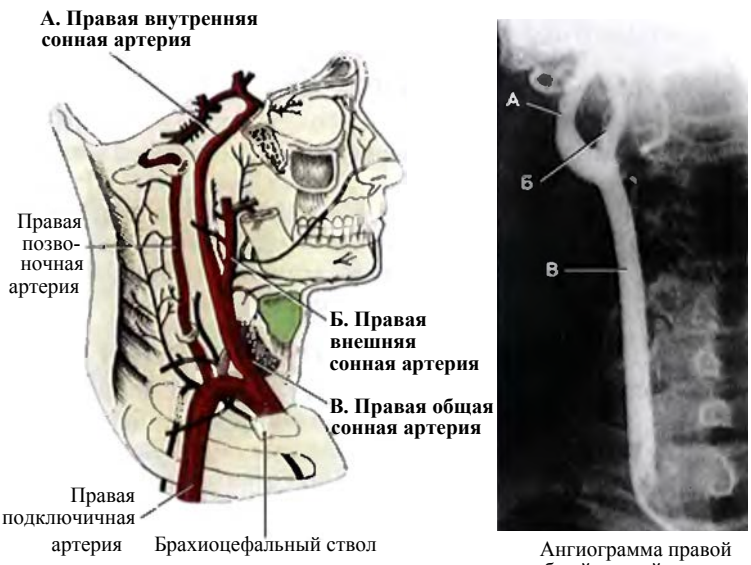
АРТЕРИИ ШЕИ И ГОЛОВЫ

Главные артерии головы показаны на боковой проекции шеи и головы (вид справа на рис. 21-11 — показаны только сосуды правой стороны). Видно, как брахиоцефальный ствол разделяется на правую общую сонную артерию и подключичную артерию.

Правая общая сонная артерия поднимается до уровня четвертого шейного позвонка, где, как отмечено выше, делится на внутреннюю и наружную сонные артерии. Ветви наружных сонных артерий снабжают кровью переднюю часть шеи, лицо, большую часть кожных покровов головы и оболочки мозга. Внутренние сонные артерии снабжают кровью полушария мозга, гипофиз, область орбит, внешние отделы носа и лобные доли головного мозга.

Правая позвоночная артерия отходит от правой подключичной артерии, проходя далее через костный канал, образованный отверстиями поперечных отростков шейных позвонков (от C6 до C1). Каждая из позвоночных артерий проходит позади по верхнему краю C1, затем отклоняется кверху и входит в полость черепа через большое затылочное отверстие.

На ангиограмме справа обозначены: **(А) правая внутренняя сонная, (Б) наружная сонная и (В) правая общая сонная артерии**.



Ангиограмма правой общей сонной артерии

Рис. 21-11. Артерии шеи и головы

ВЕТВИ НАРУЖНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Четыре основные ветки наружной сонной артерии

1. Лицевая артерия.
2. Поверхностная височная артерия.
3. Верхнечелюстная артерия.
4. Затылочная артерия.

Ангиографическое исследование ветвей наружной сонной артерии редко имеет клиническую значимость, поэтому здесь подробно рассматриваться не будет.

ВНУТРЕННЯЯ СОННАЯ АРТЕРИЯ

Каждая **внутренняя сонная артерия**, направляясь вверх, входит в каротидный канал в каменистой части височной кости. Внутри каменистой пирамиды артерия изгибается вперед и медиально. До того как подать кровь к полушариям головного мозга, каждая внутренняя сонная артерия проходит через венозные каналы вокруг турецкого седла. Каждая внутренняя сонная артерия проходит через твердую мозговую оболочку, медиально к соответствующему переднему клиновидному отростку, разделяясь на внутримозговые ветви.

S-образный отдел каждой внутренней сонной артерии называется **сифоном внутренней сонной артерии** и служит объектом изучения при ангиографии.

ПЕРЕДНЯЯ МОЗГОВАЯ АРТЕРИЯ

Две оконечные ветви каждой **внутренней сонной артерии: передняя мозговая артерия** (рис. 21-12) и **средняя мозговая артерия** (рис. 21-13). Каждая передняя мозговая артерия и ее ветви снабжают кровью часть переднего мозга в ее медиальной части. Передние мозговые артерии изгибаются вокруг мозолистого тела и разделяются на несколько ветвей, снабжающих средний отдел мозговых полушарий. Каждая передняя мозговая артерия соединяется с противоположной и системой циркуляции заднего отдела головного мозга.

СРЕДНЯЯ МОЗГОВАЯ АРТЕРИЯ

Средняя мозговая артерия — наиболее крупная ветвь каждой. Она снабжает кровью **латеральные области системы циркуляции переднего отдела головного мозга** (рис. 21-13). По мере приближения к периферии мозга средняя мозговая артерия и ее ветви простираются вверх вдоль латеральных отделов островка, или центральной лобной доли мозга. Эти маленькие ветви снабжают ткань мозга на большую глубину.

АНГИОГРАФИЯ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Контрастирование внутренней сонной артерии позволяет получить изображение передней и средней мозговых артерий. На ангиограммах в передней и боковой проекциях представлена артериальная фаза контрастирования сосудов каротидного бассейна (рис. 21-14).

На фронтальной, или задней, проекции видно некоторое наложение двух сосудов, поскольку передняя мозговая артерия идет в сторону средней линии, а средняя мозговая артерия направлена латерально.

В боковой проекции это наложение более выражено. Обратите внимание, что внутренняя сонная артерия снабжает кровью в первую очередь передние отделы мозга.

На ангиограммах внутренней сонной артерии в боковой и задней аксиальной проекциях хорошо видна точка разделения сонной артерии на переднюю и среднюю мозговые артерии. Здесь же представлен S-образный сифон внутренней сонной артерии, описание которого было приведено выше. Попробуйте идентифицировать артерии, обозначенные на ангиограммах рис. 21-14, не заглядывая в ответы.

А. Передняя мозговая артерия.
Б. Средняя мозговая артерия.
В. Зона каротидного сифона.
Г. Левая внутренняя сонная артерия.

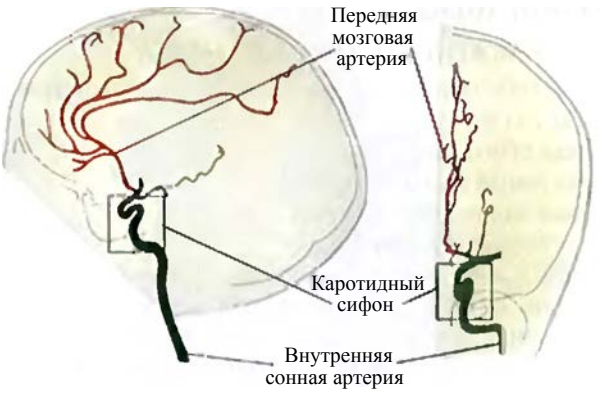


Рис. 21-12. Внутренняя сонная и передняя мозговая артерии

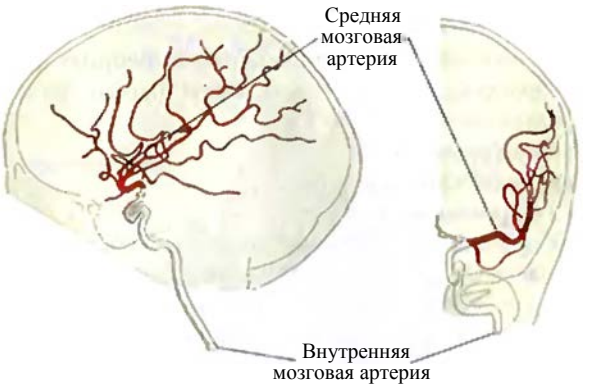
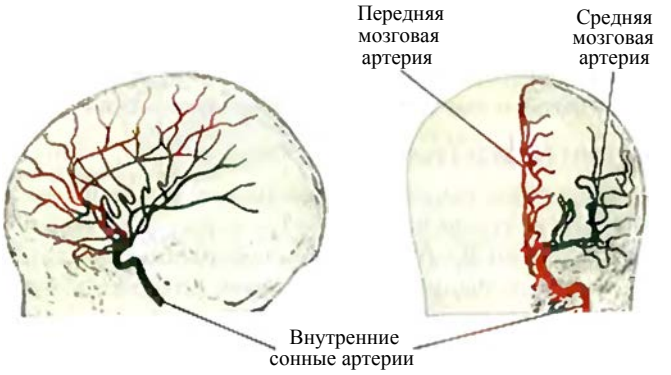


Рис. 21-13. Средняя мозговая артерия



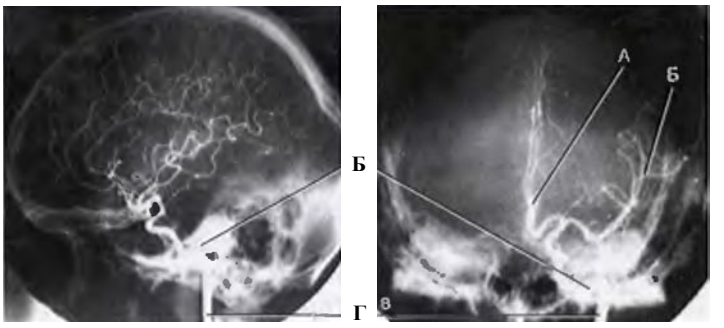


Рис. 21-14. Ангиограмма каротидного бассейна, видны обе передние и средние мозговые артерии

ВЕРТЕБРАЛЬНЫЙ БАЗИЛЯРНЫЙ БАССЕЙН

Обе позвоночные артерии сходят в полость черепа через большое затылочное отверстие и объединяются, образуя одну **базилярную артерию**. Ветви позвоночных и базилярной артерий образуют вертебральную базилярную сосудистую систему. На рис. 21-15 эти артерии показаны в области основания черепа (на рисунке удалена большая часть затылочной кости). От каждой позвоночной артерии отходит несколько артерий до их места слияния в базилярную артерию. Эти ветви снабжают кровью спинной мозг и ромбовидный мозг. Базилярная артерия идет вдоль ската затылочной кости, части клиновидной кости, по основанию затылочной кости кпереди от большого затылочного отверстия и кзади от спинки турецкого седла.

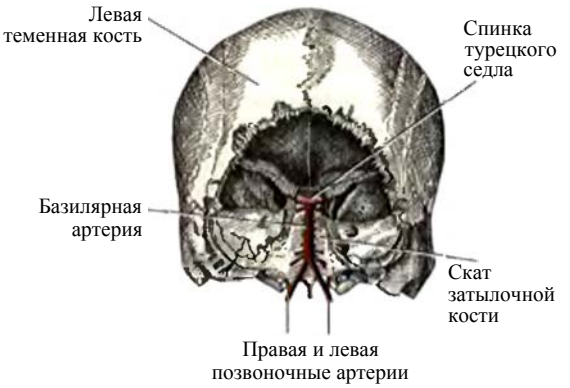


Рис. 21-15. Вертебробазилярные артерии

ВИЛЛИЗИЕВ[1] КРУГ

Весь объем поставляемой крови поступает в мозг по внутренним сонным и позвоночным артериям. Системы циркуляции крови переднего и заднего отделов головного мозга связаны между собой в области основания черепа большим артериальным, иначе, **виллизиевым кругом** (рис. 21-16). Его формируют пять артериальных ветвей: (1) **передняя соединительная артерия**, (2) **передние мозговые артерии**, (3) **ветви внутренних сонных артерий**, (4) **задняя соединительная артерия**, (5) **задние мозговые артерии**.

Соединены не только передние и задние области циркуляции, но и боковые ветви соединяются по средней линии. Таким образом, сложные анастомозы соединяют всю систему кровообращения головного мозга. От базилярной артерии по мере ее приближения к виллизиеву кругу отходят несколько ветвей в сторону ромбовидного мозга и заднего отдела мозжечка. Задние мозговые артерии — это две крупные ветви базилярной артерии.

Сосуды, составляющие виллизиев круг, подвержены аневризмам, по этому они часто становятся объектом ангиографических исследовании.

Важная железа — **гипофиз** и окружающая ее костная структура — турецкое седло расположены внутри виллизиева круга. На рис. 21-15 приведено расположение **базилярной артерии** на скате затылочной кости относительно названных структур.

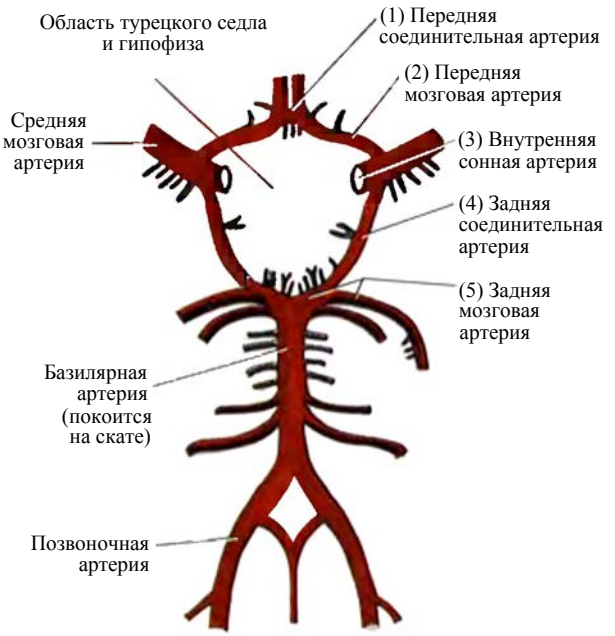


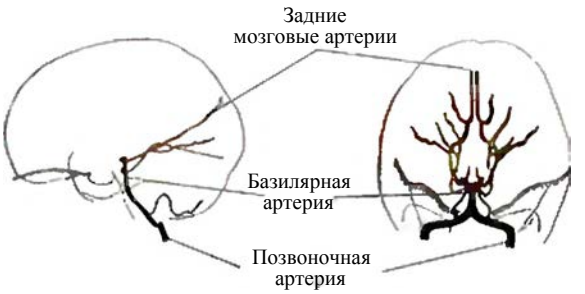
Рис. 21-16. Виллизиев круг — пять артерий, или ветвей

АНГИОГРАФИЯ ВЕРТЕБРОБАЗИЛЯРНОГО БАССЕЙНА

Стандартная ангиограмма вертебробазилярного бассейна приведена на рис. 21-17. Обычно видны **позвоночные артерии, базилярная артерия и задние мозговые артерии**. Несколько ветвей, отходящих в сторону мозжечка, не помечены на рис. 21-17.

На ангиограммах в боковой и задней проекции демонстрируется результат инъекции с левой стороны, контрастным веществом заполнены сосуды левой стороны. Попробуйте идентифицировать сосуды, обозначенные на ангиограммах рис, 21-17, не заглядывая в ответы.

А. Задние мозговые артерии.
Б. Базилярная артерия.
В. Левая позвоночная артерия.
Г. Левая задняя мозговая артерия.
Д. Правая задняя мозговая артерия.



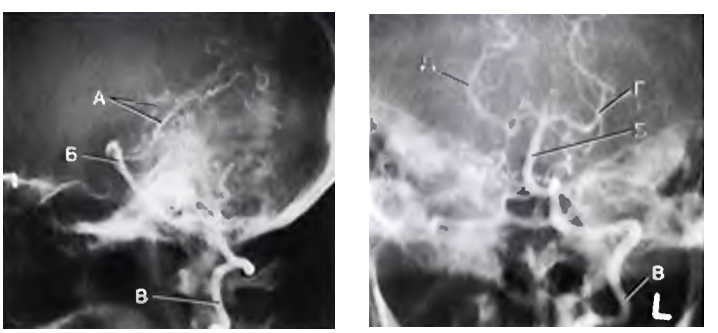


Рис. 21-17. Вертебробазилярная ангиограмма

[1] Willis Th. — английский анатом и врач 1621-1675 гг. — *Ред.*

Вены мозга

МАГИСТРАЛЬНЫЕ ВЕНЫ ШЕИ

Венозная кровь, из области головы, шеи и лица собирается в **три пары** основных сосудов шеи (рис. 21-18).

1. **Правая и левая внутренние яремные вены.**
2. **Правая и левая наружные яремные вены.**
3. **Правая и левая позвоночные вены.**

Каждая внутренняя яремная вена собирает венозную кровь из полости черепа и орбит. В дополнение многие мелкие вены вливаются во внутреннюю яремную вену по ее движению в каудальном направлении, где она в конце концов впадает в **плечеголовную вену.** Правая и левая плечеголовные вены, сливаясь, формируют верхнюю полую вену, которая несет кровь в правое предсердие.

Пара **внешних яремных вен** расположена ближе к поверхности и собирает венозную кровь от мягких тканей скальпа, лица и шеи, впадая в **подключичные вены** своей стороны.

Правая и левая позвоночные вены формируются с внешней стороны черепной полости собирают кровь от верхней части шеи и области затылочной кости. Каждая позвоночная вена проходит отверстие поперечного отростка позвонка С1, спускается до С6 и впадает в подключичную вену.

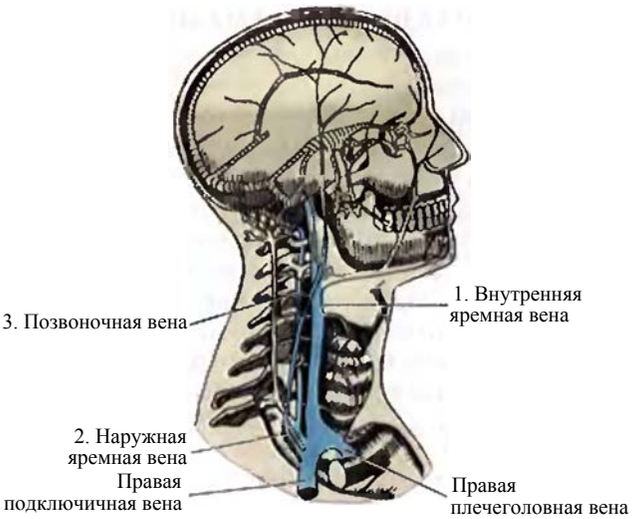


Рис. 21-18. Основные вены шеи

СИНУСЫ ТВЕРДОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ

Синусы твердой мозговой оболочки представляют собой особые венозные каналы, в которые происходит отток крови от мозга (рис. 21-19). Синусы расположены между двумя слоями твердой мозговой оболочки, как описано в Главе 22.

Верхний сагиттальный синус расположен между двумя слоями твердой мозговой оболочки вдоль верхнего отдела продольной щели мозга. Нижний сагиттальный синус направляется кзади и соединяется с **прямым синусом**. Верхний сагиттальный и прямой синусы опорожняются в поперечные синусы.

Каждый **поперечный синус** изгибается в медиальном направлении и проходит в бороздке у сосцевидного отростка височной кости, где носит название **сигмовидного синуса**. Каждый сигмовидный синус поворачивает каудально и в области яремного отверстия черепа переходит во **внутреннюю яремную вену. Затылочный синус** из большого отверстия основания черепа направляется кзади и впадает в область слияния верхнего сагиттального, прямого и поперечного синусов.

Синусный сток (*confluens sinuum*) располагается вблизи внутреннего затылочного выступа. Другие основные синусы твердой мозговой оболочки дренируют в области мозга с обеих сторон клиновидной кости и турецкого седла.

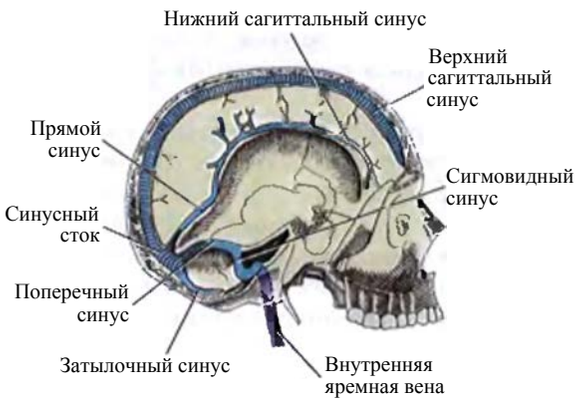


Рис. 21-19. Синусы твердой мозговой оболочки

ВЕНОЗНАЯ СИСТЕМА ЧЕРЕПА

Основные вены черепной венозной системы показаны на рис. 21-20. Не показаны только наружные (*поверхностные*) мозговые вены, которые идут вдоль некоторых венозных синусов и дренируют наружную поверхность полушарий головного мозга. Эти вены, как и остальные мозговые вены, имеют очень тонкие стенки из-за отсутствия в них мышечной ткани и лишены клапанов.

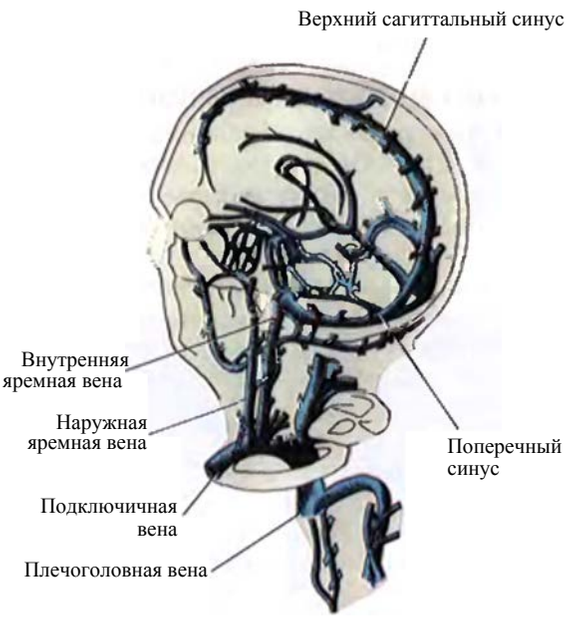


Рис. 21-20. Венозная система черепа

Система кровообращения грудной клетки

АРТЕРИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Основными внутренними артериальными стволами грудной клетки являются **аорта** и **легочные артерии**. Легочные артерии подают в легкие кровь с низким содержанием кислорода (как показано ранее на рис. 21-4).

Аорта идет от сердца примерно до четвертого поясничного позвонка и разделяется на грудной и брюшной отделы. **Грудной отдел** делится на **4 сегмента** (рис. 21-21)

1. Луковица аорты.
2. Восходящая аорта.
3. Дуга аорты.
4. Нисходящая аорта.

Луковица аорты — наиболее корневая находится в проксимальной части аорты, откуда отходят венечные артерии сердца. Луковица переходит в **восходящую аорту**, которая заканчивается примерно на уровне второго грудинно-реберного соединения и превращается в дугу аорты. Дуга отличается от остальных отделов грудной аорты тем, что от нее отходят три артериальных ствола: плечеголовная артерия, левая общая сонная артерия и левая подключичная артерия (что показано на рис. 21-10 ниже системы черепных артерий).

Дуга аорты довольно вариабельна. Наиболее частые типы ее строения, встречающиеся на ангиограммах, показаны на рис. 21-22.

А. Правосторонняя нисходящая грудная аорта (дуга расположена нормально, но нисходящая аорта изогнута вправо).

Б. Инверсия аорты (правосторонняя дуга).

В. Псевдокоарктация аорты (изогнутая нисходящая аорта).

В своей дистальной части дуга аорты переходит в нисходящую аорту (рис. 21-21), которая идет от перешейка аорты до уровня 12-го грудного позвонка. От нисходящей аорты отходят множественные межреберные, бронхиальные, пищеводные и верхние диафрагмальные артерии, на рис. 21-21 не показанные. Эти артерии питают органы, соответствующие их названиям.

ВЕНЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Основными внутренними венозными стволами грудной клетки являются **верхняя полая вена, непарная вена и легочные вены**. Верхняя полая вена возвращает кровь из грудной клетки в правое предсердие. **Непарная вена** (v. azygos) — дополнительная крупная вена, впадающая сзади в верхнюю полую вену (рис. 21-23). Эта вена собирает кровь из межреберных, бронхиальных, пищеводных и диафрагмальных вен. Обратите внимание, что на этом рисунке для лучшей видимости непарной и межреберных вен, верхняя полая вена удалена.

Верхние и нижние легочные вены возвращают обогащенную кислородом кровь из легких в левое предсердие. **Нижняя полая вена** возвращает кровь из брюшной полости и нижних конечностей в правое предсердие (см. рис. 21-4 и 21-6).

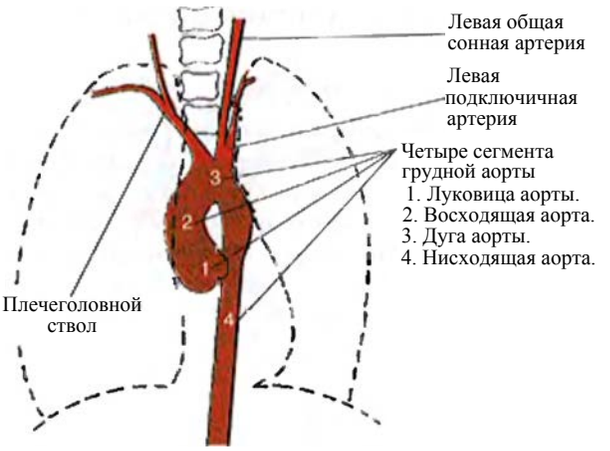


Рис. 21-21. Грудная аорта

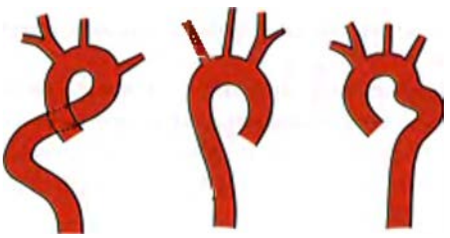


Рис. 21-22. Варианты строения дуги аорты

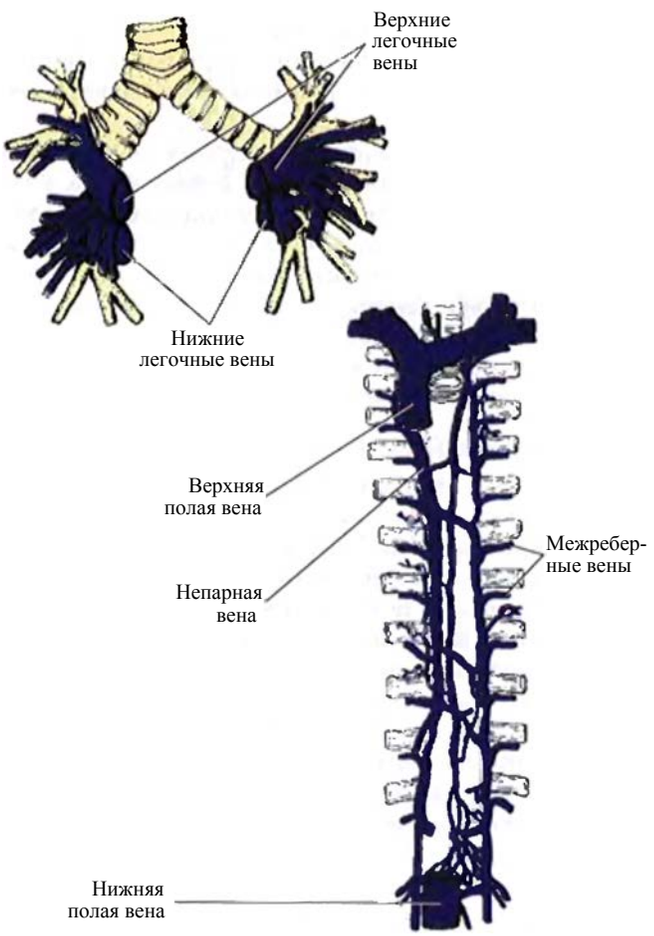


Рис. 21-23. Вены грудной клетки

Система кровообращения брюшной полости

АРТЕРИИ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

Брюшная аорта является продолжением грудного ее отдела, располагается кпереди от позвоночника начиная от диафрагмы до уровня L4, где она делится на левую и правую подвздошные артерии. Наибольшим интерес в ангиографии представляют пять крупнейших ветвей брюшной аорты. Любую из этих ветвей можно избирательно катетеризировать для исследования соответствующего органа.

Эти ветви показаны на рис. 21-24.

1. Чревный ствол.
2. Верхняя брыжеечная артерия.
3. Левая почечная артерия.
4. Правая почечная артерия.
5. Нижняя брыжеечная артерия.

Чревный ствол отходит от передней стенки аорты сразу под диафрагмой и около 1,5 см выше устья верхней брыжеечной артерии. Три ветви ствола снабжают кровью **печень, селезенку и желудок**.

Верхняя брыжеечная артерия снабжает кровью поджелудочную железу, большую часть тонкой кишки и часть толстой кишки (слепую, восходящую и примерно половину поперечной кишки). Она отходит от передней стенки аорты на уровне L1 в 1,5 см ниже чревного ствола.

Нижняя брыжеечная артерия начинается на уровне L3 (в 3-4 см выше уровня бифуркации аорты). Она снабжает кровью часть толстой кишки (левую половину поперечной, нисходящую, сигмовидную кишку и большую часть прямой кишки).

Правая и левая почечные артерии подают кровь в почки и начинаются с боковых стенок аорты сразу под устьем верхней брыжеечной артерии на уровне межпозвоночного диска L1-L2.

Дистальная часть аорты делится на уровне L4 на **правую и левую общую подвздошную артерию**. Каждая из них в свою очередь делится **на внутреннюю и наружную подвздошную артерию**. Внутренние подвздошные артерии снабжают кровью тазовые органы (мочевой пузырь, прямую кишку, репродуктивные органы и тазовые мышцы).

Нижние конечности получают кровь из **наружных подвздошных артерий**, и поэтому эти артерии используются при **исследовании сосудов нижних конечностей**.

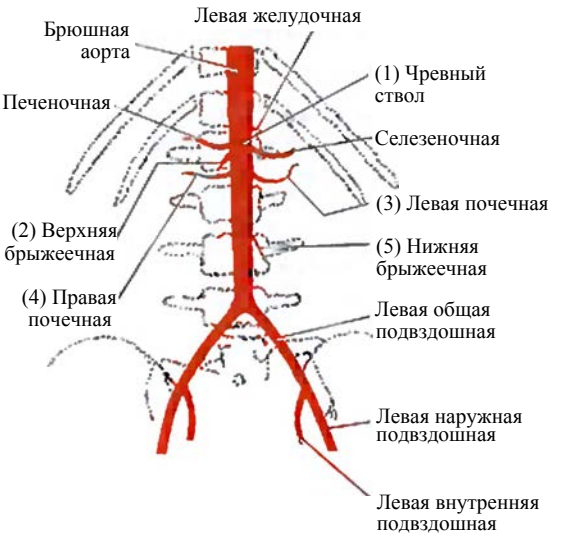


Рис. 21-24. Артерии брюшной полости

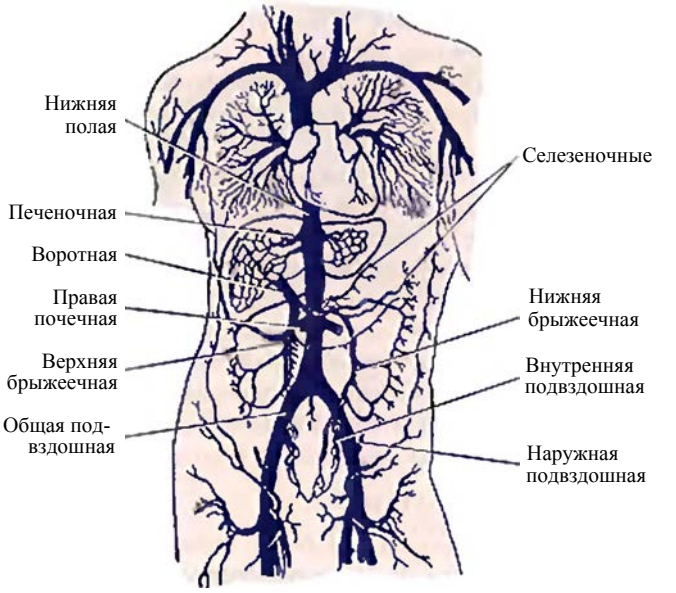


Рис. 21-25. Вены брюшной полости

ВЕНЫ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

Кровь из структур поддиафрагмальной области (туловище и нижние конечности) возвращается в правое предсердие через **нижнюю полую вену**. При этом имеются несколько важных с ангиографических позиции притоков нижней полой вены: **правая и левая общие подвздошные вены, внутренние и наружные подвздошные и почечные вены** (рис. 21-25), а также система **воротной вены** (рис. 21-26). Подвздошные вены дренируют тазовую область, нижние конечности, а почечные вены собирают кровь из почек.

Верхняя и нижняя брыжеечные вены возвращают кровь из тонкой и толстой кишки **через воротную вену, печеночные вены в нижнюю полую вену** (рис. 21-26 на следующей странице).

ВОРОТНАЯ СИСТЕМА

В воротную систему входят все вены, собирающие кровь из пищеварительного тракта брюшной полости, из селезенки, поджелудочной железы и желчного пузыря. Из этих органов кровь затем поступает через **воротную вену** в печень. Там она фильтруется и через печеночные вены поступает в нижнюю полую вену. Кроме того, имеются крупные притоки **печеночных вен** (рис. 21-26). Из селезенки кровь собирается в селезеночную вену с ее ветвями.

Нижняя брыжеечная вена, собирающая кровь из прямой кишки и части толстой, обычно впадает в селезеночную вену, но в 10% случаев она заканчивается в области слияния селезеночной и верхней брыжеечной вены. Верхняя брыжеечная вена собирает кровь из тонкой кишки и части толстой и, сливаясь с селезеночной, образует воротную вену.

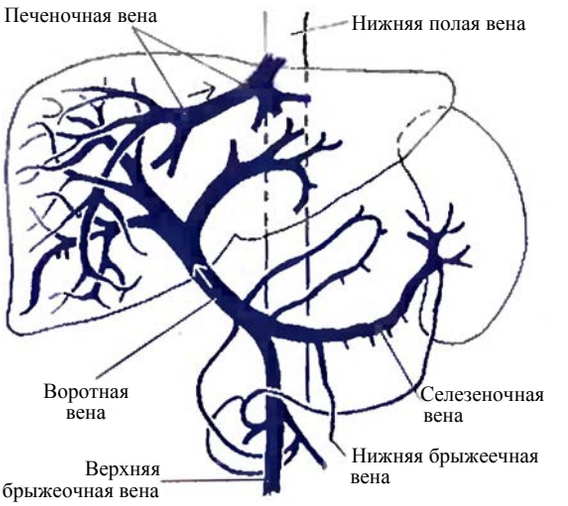


Рис. 21-26. Воротная система

Периферическая система кровообращения

АРТЕРИИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Кровоснабжение верхних конечностей начинается с **подключичной артерии**, которые имеют разное начало с правой и с левой стороны. Справа эта артерия отходит от **плечеголовного артериального ствола**, тогда как слева — непосредственно от дуги аорты.

Подключичная артерия переходит в **подмышечную артерию,** которая в свою очередь — в **плечевую артерию**. Плечевая артерия делится на **локтевую и лучевую артерии** приблизительно на уровне шейки лучевой кости. Эти артерии продолжают делиться и образуют **две ладонные артериальные дуги** (глубокую и поверхностную). Их ветви снабжают кровью кисть и пальцы.



Рис.21-27. Артерии верхней конечности

ВЕНЫ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Венозную систему верхней конечности можно разделить на две сети: **глубокие и поверхностные вены** (рис. 21 -28). Эти системы имеют множественные сообщения между ними и таким образом образуют два параллельных канала оттока в любой области конечности. **Латеральная подкожная вена руки** (v. cephalica) и **медиальная подкожная вена руки** (v. basilica) являются основными стволами поверхностной венозной сети. Обе вены начинаются как венозные дуги кисти. Кпереди от локтевого сустава находится **внутренняя локтевая вена** (ее наиболее часто используют для взятия крови), которая собирает кровь из поверхностной сети предплечья. Промежуточная медиальная подкожная вена (v. basilica intermedialis) впадает в крупную **подмышечную вену**, которая переходит в **подключичную** и далее в **верхнюю полую вену**.

К глубоким венам относятся **две плечевых вены**, которые дренируют **лучевую и локтевую вены** и **поверхностную ладонную венозную дугу.** Глубокие плечевые вены впадают в поверхностную подкожную вену руки и затем образуют подмышечную вену, которая впадает в подключичную и далее **в верхнюю полую вену**.

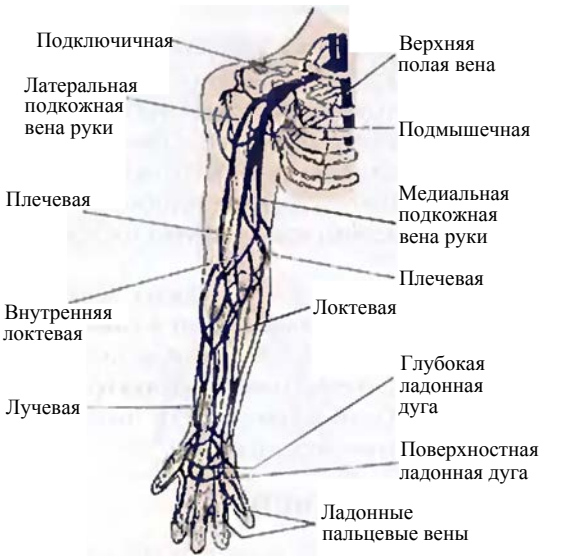


Рис. 21-28. Вены верхней конечности

АРТЕРИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Артериальная система нижней конечности начинается с **наружной подвздошной артерии** и завершается венами стопы (рис. 21-29). Начальной артерией, входящей в нижнюю конечность, **является общая бедренная артерия**, которая делится на **бедренную и глубокую бедренную артерию**. Бедренная артерия направляется вниз и переходит в **подколенную артерию** в области коленного сустава. Ее ветвями **являются передняя большеберцовая, задняя большеберцовая и малоберцовая артерии**.

Передняя большеберцовая артерия переходит в **тыльную артерию стопы** с ее ветвлениями на стопе. **Малоберцовая и передняя большеберцовая артерии** снабжают кровью икроножную и подошвенную области.

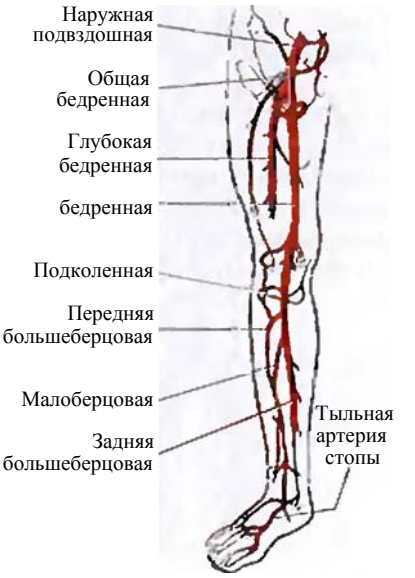


Рис. 21-29. Артерии нижней конечности

ВЕНЫ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Венозная система нижней конечности сходна с системой верхней в том, что также имеет поверхностную и глубокую сеть. Поверхностная сеть включает **большую и малую подкожные вены** (v. saphena magna, v. saphena parva), их притоки и поверхностные вены стопы.

Большая подкожная вена является самой длинной веной в теле человека и идет от стопы, по медиальной поверхности голени на бедро, где и впадает в **бедренную вену**. **Малая подкожная вена** начинается на стопе и идет по задней поверхности голени и заканчивается в подколенной ямке впадением в **подколенную вену**.

Самые **крупные глубокие вены — задняя и передняя большеберцовые, малоберцовая, подколенная и бедренная.** Задняя большеберцовая и малоберцовая вены сливаются друг с другом и дренируют задние отделы стопы и голени. Задняя большеберцовая вена направляется кверху и соединяется с **передней большеберцовой** веной, образуя **подколенную вену** на уровне колена. Подколенная вена направляется вверх и переходит в бедренную вену, которая затем становится **наружной подвздошной веной** (рис. 21-30).

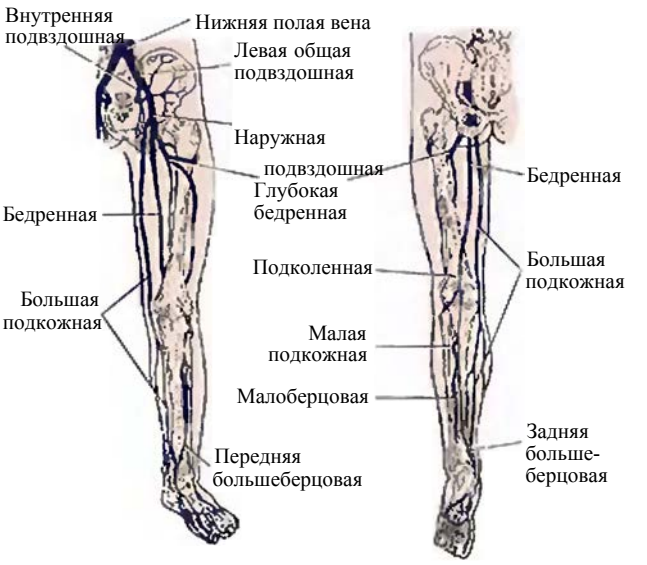


Рис. 21-30. Вены нижней конечности

Лимфатическая система

ЛИМФАТИЧЕСКИЙ ОТТОК

Лимфатическая система предназначена для оттока межклеточной жидкости и возврата ее в венозную систему. Лимфатическая жидкость из **левой половины тела, нижних конечностей, таза и органов живота** возвращается в венозную систему через **грудной лимфатический проток** (самый крупный лимфатический сосуд в теле) **в левую подключичную вену** вблизи ее соединения с левой яремной веной.

Из **правой верхней части тела, правой верхней конечности, головы и шеи** лимфа через **правый лимфатический проток** поступает в **правую яремную и правую подключичную вену** (рис. 21-31 и 21-32).

ФУНКЦИИ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Лимфатическая система осуществляет следующие функции

1. Формирует лимфоциты и микрофаги, участвующие в защите организма от инфекции.
2. Возвращает белки и другие вещества в кровь.
3. Фильтрует лимфу в лимфатических узлах.
4. Переносит жиры из тонкой кишки в грудной проток и далее в кровь.

В лимфатической системе нет насоса, подобного сердцу, и жидкость транспортируется главным образом силой диффузии, перистальтикой, дыхательными движениями, сердечной деятельностью, массированием и мышечными сокращениями. Движение лимфы происходит только в одном направлении — из тканей. Лимфа течет из лимфатических капилляров в лимфатические сосуды, через которые поступает в лимфатические узлы и далее из них по отводящим сосудам в венозную систему.

Лимфатические узлы обычно собраны в группы, но могут быть и одиночными. В теле имеются тысячи этих узлов. Часть из них показана на рис. 21-32. Наиболее крупные группы узлов, которые обнаруживаются на лимфограммах, располагаются в грудной, брюшной, тазовой и паховой областях.

ЛИМФОГРАФИЯ

Лимфографией называется рентгенографическое исследование лимфатических сосудов и узлов после введения контрастного вещества. Термином «**лимфоангиография**» часто называют исследование **лимфатических** сосудов после их контрастирования, которое выполняется путем инъекции маслянистых контрастных веществ в лимфатический сосуд (обычно на стопе или кисти). Продвижение контрастного вещества контролируется снимками через определенные интервалы.

Поскольку скорость движения лимфы очень невелика, снимки приходится делать через весьма продолжительные интервалы. Так, лимфатические сосуды становятся видны в течение первого часа после инъекции, а лимфатические узлы — через 24 часа.

С появлением компьютерной томографии, на которой хорошо видны увеличенные лимфатические узлы, количество лимфографических исследований с контрастным веществом заметно сократилось.

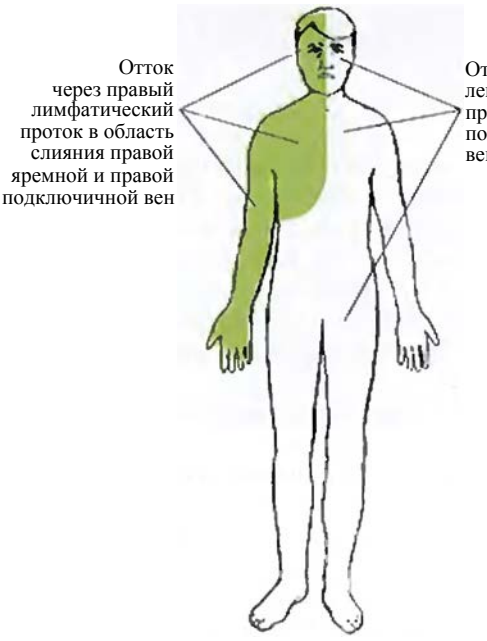


Рис. 21-31. Правая и левая области лимфатического дренирования



Рис. 21-32. Лимфатическое дренирование

АНГИОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Обзор

Как было сказано выше, **ангиографией** называется **рентгенологическое исследование сосудов после введения в него контрастного вещества** через катетер. Как правило, используют позитивное контрастное вещество, но в некоторых случаях прибегают к негативным контрастным средствам. Для ангиографии нужно высокоспециализированное оборудование.

Более детально ангиографию можно подразделить на следующие виды.

Артериографию — исследование артерий.

Венографию — исследование вен.

Ангиокардиографию — исследование сердца и отходящих от него крупных сосудов.

Лимфографию — исследование лимфатических сосудов и узлов.

Эта глава является введением в ангиографию и интервенционные процедуры, и в ней подробно не рассматриваются техническое оснащение, варианты методик и характер получаемой информации.

АНГИОГРАФИЧЕСКАЯ БРИГАДА

Ангиографию проводит бригада медицинских специалистов в составе: 1) **врача-рентгенолога**, 2) **рентгенолаборанта** и 3) **медицинской операционной сестры.** В зависимости от конкретных отделенческих протоколов и специфической ситуации в процедуре могут участвовать дополнительно врач, медицинская сестра, рентгенолаборант и специалист по контролю за гемодинамикой пациента.

Рентгенолаборант и прочий персонал, занимающийся ангиографией, должен иметь специальную подготовку, поскольку успех исследования в решающей степени зависит от опытности бригады.

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Перед исследованием необходимо ознакомиться с историей болезни пациента, что позволит оценить способность пациента перенести инъекцию контрастного вещества (наличие аллергии в анамнезе, состояние сердечно-сосудистой и дыхательной системы и почечной функции). Должны быть выяснены характер терапии, которую получает пациент, и симптоматика болезни. Знание терапевтического анамнеза имеет особое значение, поскольку прием пациентом ряда препаратов и антикоагулянтов может привести к усиленному кровотечению в ходе исследования и после него. Это знание необходимо и для выбора премедикации. Изучаются также результаты лабораторных анализов и прочие имеющие значение данные.

Пациенту следует подробно объяснить смысл исследования в целях максимального сотрудничества с ним в ходе исследования. Пациента нужно проинформировать о возможном риске и осложнений процедуры, чтобы он с полным пониманием подписывал информированное согласие на исследование.

Примерно за 8 часов до исследования пациент прекращает прием плотной пищи для снижения риска аспирации. Чтобы устранить риск поражения почек контрастным веществом, следует проконтролировать, чтобы пациент не был обезвожен.



Рис. 21-33. Ангиографическое исследование (с разрешения Philips Medical Systems)



Рис. 21-34. Проверка пульса в точке предстоящей пункции бедренной артерии

Для лучшей переносимости процедуры пациенту обычно проводится премедикация. Для большей комфортности при укладке пациента на ангиографический стол рекомендуется подложить ему под колени поролоновые подкладки. Перед началом исследования регистрируются основные физиологические показатели, а также проверяется пульс на конечности дистальнее предполагаемого места пункции. Области пункции выбривается, очищается и обкладывается стерильным материалом.

Значительно устраняет чувство дискомфорта и страха у пациента постоянный контакт с ним рентгенолаборанта и остальных членов бригады в процессе исследования.

ВЫБОР МЕСТА ВВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА

Для визуализации сосуда(-ов) необходимо ввести в сосуд катетер, через который и будет вводиться контрастное вещество. Для этого обычно используется **метод Сельдингера** (S. Seldinger), который в 1950-х годах был разработан шведским хирургом Свеном Сельдингером и сохраняет свою популярность до настоящего времени.

Как правило, для катетеризации используются три сосуда бедренная, плечевая и подмышечная артерии. Выбор артерии основывается на наличии хорошо выраженного пульса на артерии и отсутствии ее поражения. Как правило, для артериальной пункции выбирают **бедренную артерию** из-за ее калибра и доступности. Если же ее пункция противопоказана из-за предшествующего протезирования артерии, наличия аневризмы или окклюзии, используют плечевую или подмышечную артерию. Для венозного доступа также пользуются преимущественно бедренной веной.

Далее дается поэтапное описание метода Сельдингера.

МЕТОД СЕЛЬДИНГЕРА

Этап 1 — введение иглы. Иглой с внутренней канюлей через небольшой разрез кожи прокалывают обе стенки сосуда.

Этап 2 — проведение иглы в просвет сосуда. Внутреннюю канюлю удаляют и медленно вытягивают иглу, пока из нее не начнет интенсивно вытекать кровь.

Этап 3 — введение проводника. После появления струи крови из иглы в нее вводится гибким концом проволочный проводник и продвигается примерно на 10 см в сосуд.

Этап 4 — удаление иглы. После введения проводника иглу по внешней его части извлекают.

Этап 5 — проведение катетера до области интереса. Затем по проводнику под контролем флюороскопии в сосуд до области интереса продвигается рентгеноконтрастный катетер.

Этап 6 — удаление проводника. После окончательной установки катетера из него извлекается проводник. Катетер в дальнейшем подсоединяется к системе введения контрастного вещества.

ДРУГИЕ МЕТОДИКИ ДОСТУПА К СОСУДУ

В ряде случаев используют менее распространенные подходы к сосуду. Один — через хирургический доступ с обнажением нужного сосуда, другой — путем чреспоясничной пункции. В этом случае пациента укладывают на живот и длинной иглой пунктируют на уровне Th12 — L2 брюшную аорту. Поскольку эти методы используются редко, они в этой главе не рассматриваются.



Рис. 21-35. Метод Сельдингера, катетеры и проводники



Этап 1. Введение иглы (с внутренней канюлей)



Этап 2. Проведение иглы в просвет сосуда (внутренняя канюля удалена)



Этап 3. Введение проводники



Этап 4. Удаление иглы



Этап 5. Проведение катетера до области интереса



Этап 6. Удаление проводника

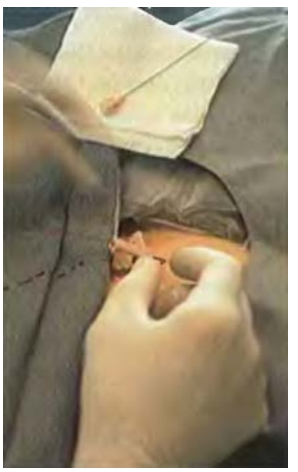


Рис. 21-36. Игла в просвете артерии (этап 2)

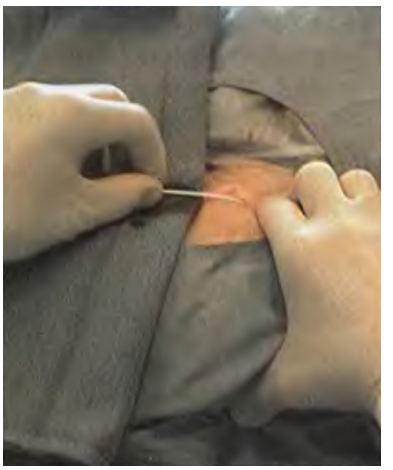


Рис. 21-37. Введение, катетера до области интереса (этап 5)

ВЫБОР МЕСТА ВВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

На рис. 21-38 показано операционное поле, обложенное стерильным материалом и подготовленное к артериальной пункции. Переходник, лежащий на стерильной простыне, соединен трубками с 1) датчиком измерения внутрисосудистого давления, 2) инфузионной системой с физраствором и гепарином и 3) емкостью с контрастным веществом. К нижнему концу переходника также подсоединен шприц для ручной инъекции лекарственных препаратов или контрастного вещества, а к другому концу — введенный в сосуд катетер.

Дистальные концы катетеров имеют различную форму для облегчения подведения к определенному участку сосуда. Рентгенолаборант должен быть знаком с типами используемых катетеров, их рентгеновской контрастностью, размерами, конструкцией и формой кончика, а также с видами проводников (рис. 21-39).

По ходу исследования катетер периодически промывается физраствором с гепарином для предотвращения его тромбирования и возможной эмболизации сосудов тромбом.



Рис. 21-38. Операционное поле, подготовленное к введению катетера

ЛОТОК ДЛЯ АНГИОГРАФИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ

В стерильный лоток помещается основное оборудование для катетеризации бедренной артерии по Сельдингеру (рис. 21-40). В этот основной стерильный набор входят следующие.

1. Гемостатическая губка.
2. Губки для протирания и антисептический раствор.
3. Скальпели.
4. Шприц и игла для местной анестезии.
5. Лоточек и медицинский стаканчик.
6. Стерильные покрывала и полотенца.
7. Перевязочный материал.
8. Стерильное покрывало для УРИ.



Рис. 21-39. Катетеры для абдоминальной ангиографии

КОНТРАСТНОЕ ВЕЩЕСТВО

В качестве контрастного вещества используются йодированные водорастворимые неионные препараты вследствие их низкой осмолярности и пониженного риска аллергических реакций. Количество препарата зависит от исследуемого сосуда. При всех исследованиях с введением контрастных препаратов должно быть наготове реанимационное оборудование, а рентгенолаборант должен знать действия в случае аллергической реакции пациента. Полное описание контрастных веществ дано в главе 17.



Рис. 21-40. Стерильный лоток, с основным набором

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

После того как катетер под контролем флюороскопии будет установлен в нужном сосуде, для проверки его положения (стоит ли он в просвете сосуда и не упирается ли в его стенку) вводится шприцом небольшое количество контрастного вещества, Для серийной съемки контрастное вещество вводится электромеханическим инжектором с предустановленным количеством и скоростью введения и выполняется исследование с большой скоростью получения снимков (порядка нескольких кадров в секунду), после чего серия просматривается, чтобы решить, не нужна ли дополнительная съемка.

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

Из-за использования флюороскопии и близкого расположения к пациенту и оборудованию для членов ангиографической бригады существует опасность повышенного облучения во время исследования. Поэтому необходимо сознательное использование **защитных средств —** фартуков, экранов щитовидной железы, защитных просвинцованных очков. Для снижения дозы особое значение имеет **минимизация времени просвечивания**.

С этой же целью важно точно ограничивать поле облучения и степень рассеянного излучения, которое к тому же ухудшает качество изображения.

Для дополнительной защиты лица и глаз радиолога используют подвесные потолочные защитные экраны, кроме того, ангиографические аппараты могут иметь специальные фильтры излучения и импульсный режим работы трубки при просвечивании, что также заметно уменьшает дозу облучения.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Противопоказаниями для проведения пациенту ангиографии являются: **аллергия на контрастное вещество, нарушение почечной функции, нарушения свертываемости крови или прием антикоагулянтов, а также нестабильное состояние сердечно-сосудистой и нервной системы**.

РИСК И ОСЛОЖНЕНИЯ

Ангиография не лишена риска для пациента, основные факторы которого перечислены ниже.

1. Кровотечение из места пункции. Оно может быть остановлено путем его придавливания.
2. Образование тромба. В сосуде может образоваться тромб и перекрыть кровоток дистальнее него.
3. Образование эмбола. Катетер может оторвать фрагмент внутрисосудистой бляшки, что может привести к мозговому инсульту или окклюзии другого сосуда.
4. Расслоение сосуда. Катетером можно повредить внутреннюю сосудистую оболочку.
5. Инфицирование места пункции. Оно может быть вызвано нарушением стерильности операционного поля.
6. Реакция на контрастное вещество. Реакция может быть слабой, средней тяжести и тяжелой (см. главу 17).

Если для катетеризации используют плечевую или подмышечную артерии, существует дополнительный риск повреждения близколежащих нервов и возникновения артериального спазма. Дополнительный риск есть и при чреспоясничной пункции аорты, а именно: возникновение гемоторакса, пневмоторакса и забрюшинного кровотечения.

В редких случаях возможет отрыв проводника или катетера в сосуде. Такой фрагмент превращается в эмбол, что весьма опасно для пациента. Для удаления таких фрагментов используются специальные катетеры (см. стр. 690).

НАБЛЮДЕНИЕ ПАЦИЕНТА ПОСЛЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

По завершении исследования внутрисосудистый катетер извлекается и на место пункции накладывается давящая повязка. Пациент должен не менее 4 часов находиться на строгом постельном режиме с приподнятым головным концом кровати или каталки на 30º. В течение всего этого времени периодически контролируется состояние больного и проверяется пульс на артерии дистальнее места ее пункции Контролируется также теплота, цвет и чувствительность конечности для уверенности в сохранении в ней нормального кровообращения. При необходимости пациенту можно давать пить и назначать болеутоляющие.

Пациента инструктируют о его поведении в случае, если вдруг место пункции начнет кровоточить — ему следует его придавить и вызвать медицинский персонал.

Пациентов после чреспоясничной пункции аорты наблюдают таким же образом, кроме отсутствия необходимости наложения им давящей повязки, в этом случае кровотечение из места пункции в периаортальные мышцы требует компрессии изнутри.

В последнее время разработаны устройства для чрескожного закрытия места пункции сосуда. Обычно это устройство является частью системы введения катетера, оно позволяет снизить риск кровотечения и не требует внешней компрессии паховой области. Этот метод эффективен даже у пациентов, получающих антикоагулянты.

Варианты метода ангиографии

В ПЕДИАТРИИ

При ангиографии у детей приходится применять седативные средства или даже общую анестезию в зависимости от состояния и возраста ребенка. Новорожденных из специализированных отделений на время процедуры нужно накрывать теплым одеялом во избежание переохлаждения.

Родителям и другим сопровождающим, как правило, не разрешают находиться в ангиографическом кабинете, однако им перед подписанием информированного согласия следует подробно объяснить характер исследования.

Дети могут страдать теми же формами патологии, что и взрослые, но чаще всего ангиография у них, в частности катетеризация сердца, выполняется по поводу врожденных пороков.

В ГЕРИАТРИИ

Возрастное ухудшение зрения и слуха может потребовать большего внимания к пациенту, помощи и наблюдения за ним в ходе исследования. Пожилые пациенты более часто бывают напряжены и испытывают боязнь упасть со стола аппарата, который в ангиографических установках достаточно узок. Постоянная помощь и подбадривание пациента со стороны рентгенолаборанта помогают ему чувствовать себя более комфортно и в безопасности. С этой же целью рекомендуется подложить пожилому пациенту поролоновую рентгенопрозрачную подкладку, дать ему дополнительно одеяло.

Пожилые пациенты могут страдать тремором, и поэтому во избежание нерезкости изображения следует прибегать к максимально короткой экспозиции, повышая значение мА.

Оборудование для ангиографии

АНГИОГРАФИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ

В ангиографическом кабинете устанавливаются системы для различных видов ангиографии, в нем должны быть различные типы игл, катетеров проводников. Площадь этих кабинетов больше, чем обычных рентгеновских кабинетов, к ним должна примыкать предоперационная для подготовки хирургического персонала и комната подготовки пациента. В процедурной должна быть централизованной подводка кислорода и вакуума для отсоса, а также располагаться реанимационное оборудование.

ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ

К ангиографической системе обычно предъявляются следующие требования.

- Стол с вертикальным подъемом и наклоном, с выдвижной, «плавающей» в четырех направлениях декой, которая обеспечивает доступ к пациенту со всех сторон.
- С-образный штатив с УРИ с большим рабочим полем.
- Система цифровой регистрации изображения, позволяющая выбирать скорость получении и тип обработки изображений.
- Специальная рентгеновская трубка (трубки) с высокой теплоотдачей и быстрым охлаждением, что позволяет использовать высокие значения мА, большую частоту кадров и большое число изображений в серии. (На рис. 21-41 показана двухпроекционная установка).
- Электромеханический инжектор для введения контрастного вещества (см. подробное описание на стр. 679).
- Аппаратура для контроля физиологических функций — артериального и венозного давления и ЭКГ (что особенно важно при ангиопластике и катетеризации сердца).
- Система архивизации данных, связанная с системой PACS[1] и/или лазерным принтером.

В более старых системах использовались сериографические кассеты с форматной рентгеновской пленкой (см. рис. 21-44), но они в наше время интенсивно заменяются цифровыми системами.

ЦИФРОВАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Рентгеновское излучение проходит через тело пациента и регистрируется усилителем рентгеновского изображения, который преобразует рентгеновский сигнал сначала в световой, а затем в цифровой. Цифровое изображение выводится на дисплей, его можно обрабатывать и архивировать. На рис. 21-42 представлено цифровое изображение каротидной ангиограммы.

ЦИФРОВАЯ СУБТРАКЦИОННАЯ АНГИОГРАФИЯ (ЦСА)

Одним из преимуществ цифровой технологии является возможность выполнять **цифровую субтракционную ангиографию** (ЦСА), которая заменила прежний фотографический метод субтракции (вычитания изображений). Специальный компьютер удаляет (вычитает) из изображения определенные анатомические структуры, так что остается только изображение контрастированных сосудов (рис. 21-43). Субтрагированное изображение выглядит как обратное (негативное) и улучшает качество диагностической информации, не заметной на обычном несубтрагированном изображении.

Постобработка изображений. Цифровые изображения можно подвергать последующей обработке с помощью разного рода прикладных программ с целью улучшения их качества для восприятия. В частности, имеются программы улучшения субтрагированного изображения — **сдвиг пикселов** и **повторное маскирование**. Изображение можно **увеличивать** (zoom), можно подвергать **количественному анализу**, измеряя на нем расстояния, рассчитывать степень стеноза и пр. Существует множество дополнительных программ обработки.

[1] PACS - Picture Arciving and Communication System - система архивирования и передачи изображений. - *Ред.*

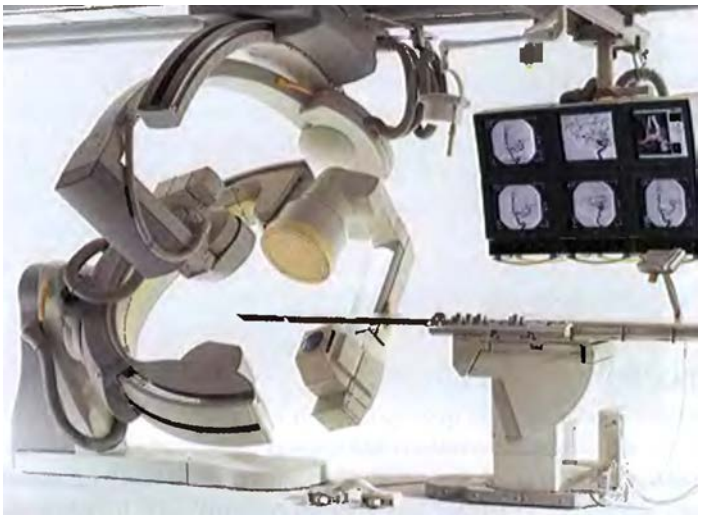


Рис. 21-41. Ангиографическая цифровая установка общего назначения с С-образным штативом (с разрешения Philips Medical Systems)



Рис. 21-42. Боковая несубтрагированная каротидная артериограмма

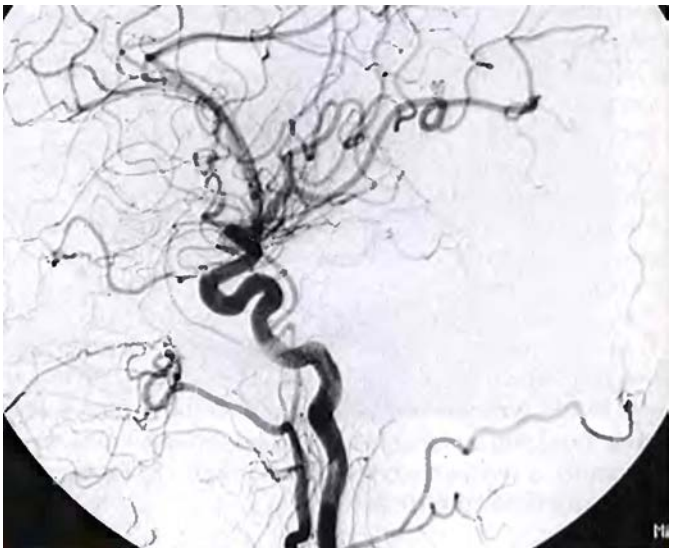


Рис. 21-43. Каротидная субтрагированная ангиограмма, боковая проекция

При необходимости цифровые изображения можно архивировать непосредственно в системе PACS, что дает существенные преимущества (быстрота доступа к ним, отсутствие утери снимков, одновременный просмотр множества изображений и пр.).

ДВУХПЛОСКОСТНЫЕ СЕРИОГРАФЫ

В прошлом для стандартной церебральной ангиографии использовали двухплоскостные сериографы с двумя рентгеновскими трубками. Потом их в основном заменили цифровые двухплоскостные системы, однако сериографические устройства для форматной пленки в ряде случаев все еще могут применяться, и рентгенолаборанту нужно быть знакомым с этой конструкцией.

Один из видов такого сериографа показан на рис. 21-44. Каждый сериограф для одной проекции работает независимо от второго, и они легко могут размещаться под прямым углом друг к другу, благодаря чему за однократное введение контрастного вещества можно выполнить серию ангиограмм в прямой и боковой проекциях.

Механизм сериографа быстро подаст одну пленку за другой из подающего магазина в зону экспонирования, а затем в приемный магазин. Серийные или одиночные снимки с определенной частотой и длительностью экспозиции и определенным количеством снимков для каждой фазы серии задаются специальной программой. Программное устройство синхронизировано с инжектором.



Рис. 21-44. Двухплоскостной пленочный сериограф

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ИНЖЕКТОР КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА

Контрастное вещество, введенное в сосуд, разводится кровью и должно вводится под достаточным давлением, чтобы преодолеть артериальное давление в сосуде и поддерживать так называемый болюс контрастного вещества для уменьшения его разведения в кровотоке. Для создания определенного темпа введения при ангиографии применяют электромеханические инжекторы. Темп введения может варьироваться и задаваться до инъекции в зависимости от вязкости контраста, длины и диаметра катетера и давления введения.

Типичный цифровой автоматический инжектор контрастного вещества показан на рис. 21-45. Каждый инжектор снабжен колбами шприцов, устройством подогрева, механизмом создания высокого давления и пультом управления. Колбы шприцов, как правило, одноразового использования. Многоразовые колбы должны легко сниматься для последующей стерилизации. Подогревающее устройство поддерживает температуру контраста на уровне температуры тела, что снижает его вязкость. Механизм давления обычно состоит из моторного привода, вдвигающего или выдвигающего поршень шприца.

Кроме безопасности, удобства, простоты в использовании и точности настройки темпа введения инжекторы должны обладать и другими функциями: 1) наличием светового сигнала, свидетельствующего о готовности инжектора к введению, 2) функцией удаления пузырьков воздуха из шприца и 3) устройством предотвращения ошибочного введения или избыточного давления при введении.



Рис. 21-45. Электромеханический инжектор контрастного общества — Medrad Mark V Plus (с разрешении Medrad Inc.)

Альтернативные методы исследования

Кроме специальных ангиографических методик, которые будут описаны далее, в отделениях лучевой диагностики для исследования сосудов могут использоваться и другие методы.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Объемное сканирование, субсекундная реконструкция изображений, усовершенствованное программное обеспечение сделали КТ ценным методом исследования сосудов. КТ используют в диагностике аневризм аорты и эмболии легочной артерии.

КТ-ангиография (КТА) дает послойные изображения сосудов в поперечной плоскости, которые в зависимости от сложности оборудования могут быть трансформированы в трехмерные изображения. Преимуществом КТА является возможность визуализировать сосуды при внутривенном введении контрастного вещества, что делает ненужной пункцию сосуда и введение в нею катетера.

РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

При исследовании некоторых видов сердечно-сосудистой патологии в сочетании с ангиографией часто применяют радионуклидные методы (при легочной эмболии, кровотечении из желудочно-кишечного тракта, реноваскулярной гипертензии, заболевании коронарных артерий).

Радионуклидное исследование дополняет другие методы визуализации вследствие его способности вести информацию о физиологических функциях, хотя и не при высоком анатомическом разрешении.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Роль УЗИ при сердечно-сосудистых заболеваниях постоянно возрастает. Ультразвук используют для оценки проходимости сосудов, выявления тромбов, атеросклеротических бляшек, стенозов. К цветной доплерографии прибегают для определения наличия или отсутствия кровотока в сосуде, направления кровотока, а с помощью более сложного оборудования — и скорости кровотока. Эхокардиография дает детальные изображения сердца при различных состояниях — клапанных пороках, аневризмах, кардиомиопатии, инфаркте миокарда и врожденных пороках.

МАНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Магнитно резонансная ангиография (МРА) дает весьма детализированные изображения сосудистой сети и не требует обязательного введения контрастного вещества и пункции сосуда.

РОТАЦИОННАЯ АНГИОГРАФИЯ

Во время введения контрастного вещества и серийной съемки С-образный штатив **ангиографического аппарата** совершает круговое 180-градусное движение вокруг пациента, так что сосудистая система визуализируется за одно введение контраста под множеством углов. Это позволяет в дальнейшем просмотреть цифровые изображения в динамическом кинематографическом режиме. Ротационная съемка позволяет выяснить, какой именно сосуд нуждается в дополнительном исследовании под оптимальным углом.

ТРЕХМЕРНАЯ РОТАЦИОННАЯ АНГИОГРАФИЯ

Из данных, полученных при ротационной съемке и с помощью специальной компьютерной программы, можно сформировать и воспроизвести на дисплее объемное (трехмерное) изображение. Трехмерные изображения имеют особую ценность при визуализации патологии сложной внутричерепной сосудистой системы, в частости артериовенозных аномалий, аневризм необычной локализации или строения. Трехмерные изображения оказывают существенную помощь при планировании доступа к этим поражениям. Объемное ротационное изображение применяют и при исследовании сосудистой сети других локализаций, включая грудную клетку и брюшную полость.

АНГИОГРАФИЯ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

В качестве альтернативы контрастным йодистым веществам, в случаях противопоказаний к ним, в некоторых клиниках используют углекислый газ (пациенты с сердечно-легочными заболеваниями, диабетом, почечной недостаточностью, а также при наличии в анамнезе аллергии на контрастные йодистые вещества).

Для введения в сосуды CO_2 созданы особые инжекторы, а также специальные дополнительные программы для ангиографических установок.

Ангиография углекислым газом имеет определенный риск и ограничения, но, по-видимому будет приобретать в будущем большее значение

Специальные виды ангиографии

Далее в этой главе вкратце рассматриваются следующие 6 наиболее распространенных видов ангиографии (исполнение этих методик изложено в протоколах отделений лучевой диагностики).

1. Церебральная ангиография.
2. Ангиография сосудов грудной клетки.
3. Ангиокардиография.
4. Абдоминальная ангиография.
5. Периферическая ангиография.
6. Лимфография.

Описание каждой методики включает следующее.

- Цель исследования.
- Клинические показания.
- Метод катетеризации.
- Контрастное вещество.
- Способ визуализации.

ЦЕРЕБРАЛЬНАЯ АНГИОГРАФИЯ

Цели исследования

Церебральной ангиографией называется **рентгенологическое исследование сосудов головного мозга**. Основной целью исследования является обнаружение сосудистых признаков, которые позволяют врачу локализовать и диагностировать патологические изменения или аномалии головного мозга и шеи.

Клинические показания

- Стенозы и окклюзии сосудов.
- Аневризмы.
- Травма.
- Артериовенозные аномалии.
- Новообразования.

Методика катетеризации

Катетеризация осуществляется главным образом через бедренную артерию. Катетер проводится до дуги аорты и далее в избранный сосуд — **общую сонную артерию, внутреннюю сонную артерию, наружную сонную артерию и позвоночную артерию**.

Контрастное вещество

Количество контрастного вещества зависит от контрастируемого сосуда, но обычно составляет 5-10 мл.

Способ визуализации

Для церебральной ангиографии предпочтительно пользоваться двухплоскостной системой (рис. 21-46). Серия изображений должна захватывать все фазы контрастирования: артериальную, капиллярную и венозную общей продолжительностью 8-10 с.

Выбор проекций определяется в зависимости от исследуемого сосуда. Ниже приводятся примеры церебральной ангиографии.

Артериография общей сонной артерии

Каротидная артериография — наиболее частый вид церебральной ангиографии.

Иногда до контрастирования всех трех или четырех ветвей сонных артерий выполняется двухпроекционная ангиография общей сонной артерии в области шеи (рис. 21-47 и 21-48). Правая общая сонная артерия визуализируется в задней проекции, а в боковой — как сама артерия, так и ее деление на наружную и внутреннюю сонные артерии. Область бифуркации подлежит тщательному изучению на предмет наличия окклюзионной болезни (см. стрелки). Левая общая сонная артерии подвергается аналогичному исследованию.

Артериография внутренней сонной артерии

Второй частый вид краниальной артериографии — исследование внутренней сонной артерии. На рис. 21-49 и 21-50 показаны артериальные фазы этого исследования. На задней аксиальной проекции происходит наложение дна передней черепной ямки и краев пирамиды, что позволяет видеть бифуркацию внутренней сонной артерии на переднюю и среднюю мозговую артерии (см. с. 666).



Рис. 21-46. Пациент в укладке для церебральной ангиографии (с разрешения Philips Medical Systems)



Рис. 21-47. Задняя артериограмма правой общей сонной артерии



Рис. 21-48. Боковая артериограмма правой общей сонной артерии



Рис. 21-49. Задняя аксиальная артериограмма левой внутренней сонной артерии (Из Tortorici MR, Apfil P): Advanced radiographic and angiographic procedures with an introduction to specialized imaging. Philadelphia, FA Davis, 1995)



Рис. 21-50. Боковая артериограмма левой внутренней сонной артерии (Из Tortorici MR, Apfil P): Advanced radiographic and angiographic procedures with an introduction to specialized imaging. Philadelphia, FA Davis, 1995)

АНГИОГРАФИЯ СОСУДОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Цели исследования

Ангиография сосудов грудной клетки является исследованием аорты и ее ветвей — **восходящей аорты, ее дуги, нисходящей грудной аорты и крупных ветвей аорты** — и легочном артерии (**легочная артериография**), которая обычно выполняется по поводу эмболии легочной артерии. Однако в связи с появлением других методов визуализации ангиографию легочной артерии выполняют теперь достаточно редко.

Клинические показания

- Аневризмы.
- Врожденные аномалии.
- Сосудистые стенозы.
- Эмболия.
- Травма.

Методика катетеризации

Местом пункции для грудной аортаграфии обычно выбирается бедренная артерия, откуда катетер проводится до необходимого уровня в аорте. В конкретную ветвь аорты обычно вводят специально сформированный для нее катетер.

В легочную артерию катетер вводится через бедренную вену и проводится по нижней полой вене через правое предсердие в правый желудочек, а затем в легочную артерию. Обычно одновременно контрастируют и изучают обе ветви легочной артерии.

Контрастное вещество

Количество вводимого контрастного вещества зависит от характера процедуры, в среднем на грудную ангиографию затрачивают 30-50 мл, на селективную легочную ангиографию — 25-35 мл.

Визуализация

В течение нескольких секунд ведется серийная съемка. Частота и количество изображений зависит от ряда факторов — размера сосуда, клинической ситуации и индивидуальных предпочтений радиолога.

Во время съемки пациент должен задерживать дыхание.

Грудная аортография. Из-за особенностей строения проксимальной части грудной аорты для визуализации ее дуги прибегают к косой передней левой проекции под углом 45°, чтобы избежать суперпозиции разных структур и хорошо видеть различные аномалии сосудов (рис. 21-51 и 21-52). Для этого лучше применять рентгеновский аппарат с С-образным штативом, а не поворачивать пациента.

Легочная артериография. На рис. 21-53 показана артериальная фаза субтракционной легочной артериографии. Если необходимо зарегистрировать и венозную фазу контрастирования легочною русла, серийная съемка удлиняется.

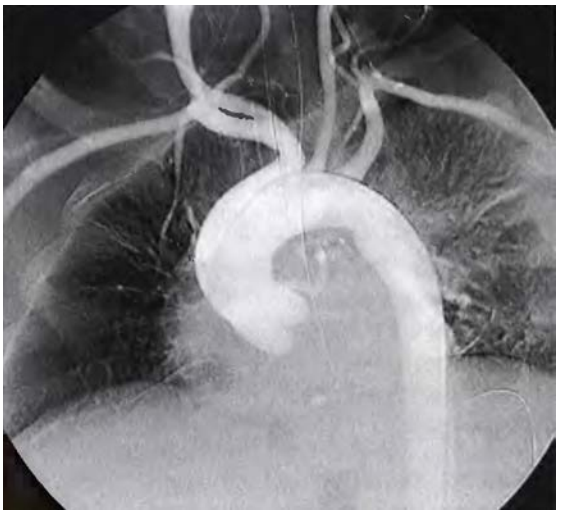


Рис. 21-51. Ангиограмма дуги аорты, левая передняя косая проекция под 45°



Рис 21-52. Ангиограмма (субтракционная) дуги аорты, левая передняя косая проекция под 45°



Рис. 21-53. Легочная субтракционная артериограмма

АНГИОКАРДИОГРАФИЯ

Цели исследования

Понятие **ангиокардиография** относят к контрастному рентгенологическому исследованию **сердца и его крупных сосудов**. Одновременно с этим обычно визуализируются венечные артерии сердца (коронарная артериография, коронарография).

Термином катетеризация сердца пользуются как более общим, охватывающим не только введение катетера в сердце с целью ангиокардиографии, но и попутное взятие проб крови для определения ее оксигенации, измерения гемодинамического давления и его градиентов. С этой целью используются специальные высокочувствительные приборы мониторинга пациента. Здесь же основное внимание будет уделено аспектам визуализации процесса катетеризации сердца.

Клинические показания

Клиническими показаниями к ангиокардиографии и коронарографии являются следующие.

- Заболевания коронарных артерий, стенокардия.
- Инфаркт миокарда.
- Поражение клапанов сердца
- Атипичные боли в грудной клетке.
- Врожденные пороки сердца.
- Прочие заболевания сердца и аорты.

Методика катетеризации

Как и при других методиках ангиографии, катетеризацию в данном случае выполняют через бедренную артерию. Для **левосторонней вентрикулографии** катетер проводится по аорте в левый желудочек, для чего используют катетер в форме свиного хвостика (pigtail). После вентрикулографии катетер меняют на специальные катетеры для левой и правой венечной артерии и последовательно выполняют артериографию этих артерий.

После введения контрастного вещества катетер сразу же удаляют во избежание окклюзии сосуда.

Доступ в правые отделы сердца осуществляется через бедренную вену, откуда катетер проводится в правое предсердие и правый желудочек.

Контрастное вещество

Для вентрикулографии обычно вводится около 40-50 мл неионного низкоосмолярного йодированного контрастного водорастворимого вещества. Для коронарной артерии бывает достаточно 7-10 мл контрастного средства на инъекцию.

Визуализация

Для ангиокардиографии нужна высокая частота кадров — от 15 до 30 кадров/с, а у детей — еще выше.

Левую вентрикулографию при двухплоскостной съемке производят в правой и левой передней косых проекциях под углом 45°. При одноплоскостной съемке обычно ограничиваются 30-градусной правой переднем косой проекцией (рис. 21-54). По вентрикулограммам рассчитывают **фракцию выброса** желудочка в процентах, которая отражает насосную функцию **левого желудочка** (рис. 21-56).

Для наиболее полной визуализации венечных артерий выполняют серию изображении в косых проекциях — как правило, в шести для левой и в двух — для правой артерии (большее число проекций для левой артерии связано с тем, что у большинства людей именно ее ветви снабжают кровью большую часть миокарда). Преимущество двухплоскостной съемки — в уменьшенном количестве контрастного вещества, поскольку обе косые проекции регистрируются одновременно. Больной во время съемки должен задержать дыхание.

Полученные изображения архивируются на компакт-диски или в архиве PACS, а затем просматриваются в кинематографической последовательности.



Рис. 21-54. Катетеризация сердца — катетер вводится в бедренную артерию и проводится в аорту и левый желудочек (предоставлено Philips Medical Systems)

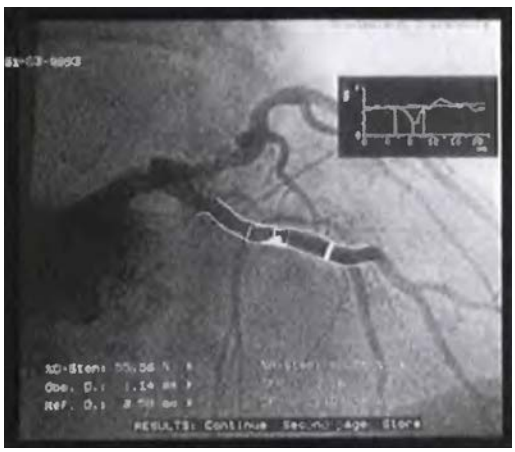


Рис. 21-55. Автоматизированный анализ коронарной артерии (предоставлено Philips Medical Systems)

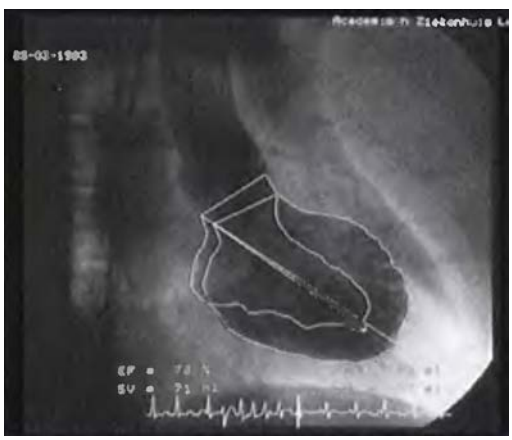


Рис. 21-56. Анализ левого желудочка (предоставлено Philips Medical Systems)

АБДОМИНАЛЬНАЯ АНГИОГРАФИЯ

Цели исследования

Абдоминальной ангиографией называют исследование **сосудов брюшной полости**. Анализу подлежит расположение сосудов, их положение, наличие их обструкции или разрыва. Любое смещение сосудов может свидетельствовать о наличии объемного процесса.

Аортографией называется контрастирование аорты, а селективной абдоминальной ангиографией — избирательное контрастирование отдельных ее ветвей. **Венокавография** — исследование верхней и/или нижней полой вены.

Клинические показания

- Аневризма.
- Врожденные аномалии.
- Кровотечение из желудочно-кишечного тракта.
- Стеноз или окклюзия сосуда.
- Травма.

Методика катетеризации

Для аортографии катетер обычно вводится через бедренную артерию. Тип и размер катетера зависит от конкретной ситуации, но из-за необходимости вводить большое количество контрастного вещества используется чаще всего катетер в форме свиного хвостика (pigtail) (рис. 21-57).

Для селективной ангиографии применяют катетеры специальной формы, чтобы облегчить их проведение в избираемый сосуд. Наиболее частые методы селективной ангиографии — **целиакография** (ангиография чревной артерии) и почечная ангиография (рис. 21-58), а также верхняя и нижняя мезентерикография при кровотечении из желудочно-кишечного тракта. Выполняется также и суперселективная ангиография, то есть исследование отдельной ветви сосуда, в частности ангиография печеночной и селезеночной артерии, которые являются ветвями чревной артерии.

Для **венокавографии** катетер вводят через бедренную вену и продвигают его до нужного уровня.

Контрастное вещество

Среднее количество контрастного вещества для аорто- и венокавографии — 30 - 40 мл. При селективной ангиографии его количество зависит от исследуемого сосуда. Как и при других видах ангиографии, предпочтение должно отдаваться неионным низкоосмолярным йодированным водорастворимым препаратам.

Визуализация

Пациент при съемке находится в положении на спине; если требуется косая проекция, ее осуществляют поворотом С-образного штатива. Серийная съемка ведется, как правило, в течение нескольких секунд. Частота и количество изображений зависит от ряда факторов — размера сосуда, клинической ситуации и индивидуальных предпочтений радиолога.

Перед любым селективным исследованием сначала делают абдоминальную ангиограмму, охватывающую брюшную полость от диафрагмы до бифуркации аорты. На ней должны быть видны ветви аорты — обе почечные и брыжеечные артерии (рис. 21-59). При селективной ангиографии обычно захватывают и венозную фазу. Пациент во время съемки задерживает дыхание.



Рис. 21-57. На абдоминальной аортограмме видна аневризма брюшной аорты (стрелка)



Рис. 21-58. Селективная субтракционная почечная ангиограмма

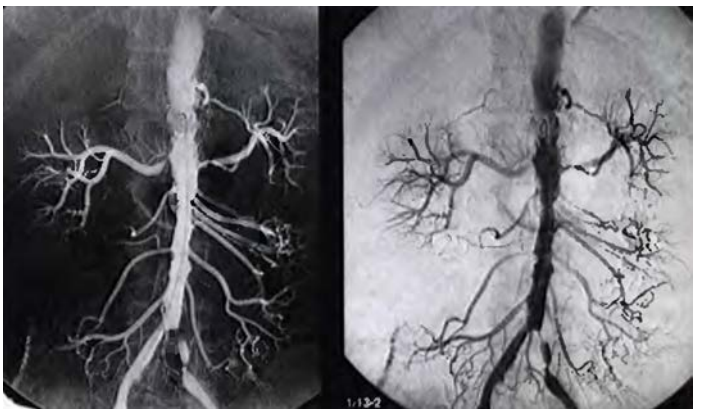


Рис. 21-59. Ангиограмма нижнего отдела живота. Справа — субтракционное изображение

ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ АНГИОГРАФИЯ

Цели исследования

Периферической ангиографией называют контрастное рентгенологическое исследование **периферических сосудов**. Это может быть **артериография**, если контрастное вещество вводится через катетер в артерию (рис. 21-60), или **венография** — если в вену конечности. Венографию сейчас выполняют редко, поскольку существует более чувствительный метод цветной допплерографии, и поэтому она не будет рассматриваться в этой главе.

Клинические показания

- Атеросклероз.
- Окклюзия и стеноз сосудов.
- Травма.
- Новообразования.
- Эмболия и тромбоз.

Методика катетеризации

Для периферической артериографии используют доступ через бедренную артерию по Сельдингеру. При артериографии нижних конечностей катетер проводится несколько выше бифуркации аорты.

При артериографии верхних конечностей катетер проводит до грудной аорты в левую подключичную артерию для левой руки или через плечеголовной ствол в правую подключичную артерию — для правой руки.

Контрастное вещество

Для верхней конечности требуется меньшее количество контрастного вещества, чем для артериографии нижней конечности, что связано как с разным размером конечностей, так и с тем, что исследование нижних конечностей, как правило, проводится с двух сторон.

Визуализация: верхняя конечность

При ангиографии верхней конечности требуется учитывать скорость кровотока в ней. Методика исследования аналогична описанным выше. В отличие от нижней периферической ангиографии исследование верхней конечности бывает односторонним.

Визуализация: нижняя конечность.

Поскольку из-за разной проходимости и окклюзий скорость кровотока в двух ногах может быть разной, для полноты контрастирования сосудов ее следует предварительно рассчитать. Для выбора продолжительности съемки используют различные приемы: скорость передвижения стола во время экспозиции контролируют вручную либо с помощью компьютерной программы.

Установив скорость кровотока, выбирают скорость передвижения стола с предустановленной частотой и длительностью съемки в передней проекции. Полученные изображения реконструируются в единое изображение конечности (рис. 21-61) либо просматриваются по отдельности (рис. 21-62).

Во время экспозиции пациент задерживает дыхание.

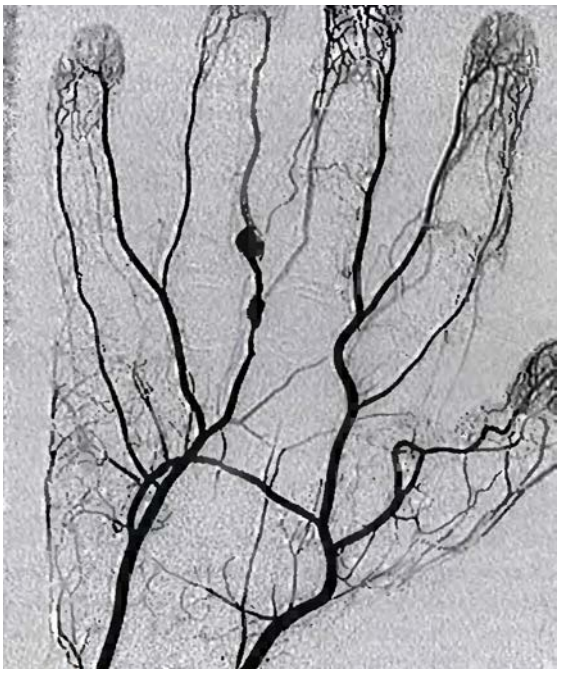


Рис. 21-60. Субтракционная артериограмма кисти



Рис. 21-61. Единая артериограмма нижних конечностей



Рис. 21-62. Артериография нижних конечностей — прицельные снимки

ЛИМФОГРАФИЯ

Цели исследования

Лимфография — метод визуализации лимфатических сосудов и узлов наиболее часто применяется лимфография нижних конечностей, и поэтому именно она будет рассмотрена в этом разделе, но иногда делают и лимфографию верхней конечности.

В настоящее время лимфографию, как метод исследования лимфатических узлов, все более вытесняет КТ, но в ряде клинических ситуаций она все еще применяется.

Клинические показания

- Оценка состояния лимфатической системы при стадировании злокачественных новообразований.
- Лимфогранулематоз (болезнь Ходжкина).
- Периферический (лимфатический) отек.

Противопоказания

Лимфография противопоказана лицам с повышенной чувствительностью к йоду и выраженными легочными заболеваниями (контрастное вещество основано на йодированном масле и может попадать в легкие через грудной проток), а также больным, подвергавшимся незадолго до этого лучевой терапии легких. Но рекомендуется также выполнять лимфографию пациентам с выраженным тремором, поскольку лимфатические сосуды легко повреждаются, а введение контраста требует продолжительного времени.

Методика

Лимфографию можно проводить и обычном рентгенографическом кабинете, в просвечивании необходимости нет. Как и ангиография, лимфография выполняется в условиях асептики.

Лимфатические сосуды видны плохо, поэтому предварительно больному подкожно вводят синий краситель в 1-й или 2-й межпальцевый промежуток на стопе с двух сторон. Через 15-20 мин стопы обкладывают стерильным материалом для вскрытия лимфатического сосуда. Под местной анестезией делают разрез по прокрашенным синим тонким лимфатическим сосудам. В избранный лимфатический сосуд на каждой стопе вводится канюля, и через нее начинают вводить контрастное вещество. По окончании введения разрез зашивают.

Контрастное вещество

Контрастное вещество вводится в количестве 6 мл в каждую стопу в течение примерно 45 мин из-за хрупкости и тонкости сосудов. Вводят йодированное контрастное масляное вещество, поскольку водорастворимые препараты для этого исследования из-за их быстрой всасываемости непригодны.

Визуализация

По ходу инъекции делают снимки голени и бедра для прослеживания продвижения контраста по лимфатическим сосудам.

Примерно через 1 час выполняется основная серия снимков, на которых видны лимфатические сосуды (рис. 21-63). Еще через 24 часа делаются другие снимки, на которых будут видны лимфатические узлы (рис. 21-64). Контрастное вещество задерживается в узлах на 3-4 недели.

Основным областями интереса для визуализации являются таз и нижняя часть живота. Для полноты отображения делают снимки в передней, боковой и косой проекции,

Факторы риска и осложнения

К факторам риска при лимфографии относится возможность инфицирования разреза, масляная эмболия и реакция на контрастное вещество.



Рис. 21-63. Лимфангиограмма. Видны лимфатические сосуды



Рис. 21-64. Лимфаденограмма. Видны лимфатические узлы

Определение и цели

Интервенционными процедурами называют рентгенологические **исследования, сочетающиеся с лечебным вмешательством**. Проще говоря, это процедуры, использующие ангиографические методики для лечебного воздействия, а не только для диагностики.

Это очень быстро развивающееся направление медицинской визуализации, которое становится важным инструментом лечения все большего числа заболеваний.

Цели такого рода процедур и их преимущества для пациентов следующие.

- Методика является минимально инвазивной и связана с меньшим рискам по сравнению с традиционным хирургическим вмешательством.
- Эти процедуры существенно дешевле, чем традиционные терапевтические и хирургические методы лечения.
- Меньшая продолжительность пребывания пациента на больничной койке.
- Более быстрое выздоровление вследствие большей безопасности и меньшей инвазивности процедуры.
- Альтернативный метод лечения для больных с противопоказаниями к хирургическому вмешательству.

Интервенционные процедуры выполняют обычно в ангиографическом кабинете под руководством врача-рентгенолога. Большую роль в процедуре играет флюороскопия, под контролем которой по сосудам проводят иглы и катетеры.

Усложнение видов интервенционных методик ведет к переоборудованию ангиографических кабинетов в соответствии с требованиями к операционным, что снижает риск инфекции, а в случае осложнений позволяет на месте оказать пациенту хирургическую помощь.

Интервенционные процедуры можно разделить на сосудистые и не сосудистые.



Рис. 21-65. Цифровая субтракционная ангиограмма до эмболизации (предоставлено Philips Medical Systems)



Рис. 21-66. Цифровая субтракционная ангиограмма после эмболизации — аневризма закрыта (предоставлено Philips Medical Systems)

СОСУДИСТЫЕ ИНТЕРВЕНЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

Эмболизация

Транскатетерная эмболизация — метод, заключающийся в использовании антиографической методики для создания в сосуде эмбола, чтобы тем самым прекратить в нем кровоток. Для этой процедуры существуют следующие показания.

- Прерывание кровоснабжения патологического очага.
- Уменьшение кровотока в сильно васкуляризованной структуре или опухоли перед оперативным вмешательством.
- Прекращение активного кровотечения из определенного участка.
- Подведение химиотерапевтического препарата.

Имеется ряд специальных видов эмболизации.

Эмболизация маточной артерии. Процедура применяется для лечения фибромиом матки. После эмболизации маточной артерии опухоль уменьшается в размере, исчезают болевые симптомы и маточные кровотечения, что делает ненужной гистерэктомию.

Химиоэмболизация. Обычно используется в лечении злокачественных опухолей печени. Химиотерапевтический препарат вводится в сосуды опухоли. Показатель выживаемости после этого метода лечения вполне сравним с результатами более инвазивной хирургической резекции опухоли. Продолжается изучение возможностей лечения этим способом злокачественных опухолей других локализаций (в частности, рака легкого).

Внутричерепная эндоваскулярная эмболизация спиралью. Метод является альтернативой лечения мозговой сосудистой аневризмы в случае ее неоперабельности или высокого хирургического риска. С помощью специального микрокатетера и съемных металлических спиралей полностью закупоривают аневризматический мешок и шейку.

Факторы риска и осложнения. Осложнения эмболизации аналогичны осложнениям при других ангиографических процедурах: перфорация сосуда, ишемический инсульт, кровотечение. Дополнительным осложнением для эмболизации может быть ошибочная окклюзия другого сосуда, поэтому нужна особая осторожность при проведении процедуры.

Примеры. На рис. 21-65 и 21-66 даны примеры успешной эмболизации аневризмы передней соединительной артерии На рис. 21-66 показано стрелкой место бывшей аневризмы, полностью закупоренной через микрокатетер девятью съемными спиралями.

Чрескожная транслюминальная ангиопластика и установка стента

Ангиопластика. Чрескожная транслюминальная ангиопластика — расширение сосуда с помощью ангиографической методики с помощью специального катетера.

Катетер со спавшимся баллоном вводится в нужный сосуд. Замеряется гемодинамическое давление дистальнее и проксимальнее стеноза, после чего выполняется предварительная ангиограмма. Баллонная часть катетера устанавливается в область стеноза, и баллон под постоянным контролем во избежание разрыва сосуда раздувается. Время дилатации должно быть ограниченным из-за нарушения кровотока дистальнее баллона. По завершении этой процедуры для оценки эффективности процедуры повторно замеряется гемодинамическое давление дистальнее и проксимальное расширенного участка и выполняется контрольная ангиограмма.

Установка стента. Для поддержания проходимости сосуда в пораженный участок во время ангиопластики можно ввести так называемый стент — **приспособление в виде проволочной сетчатой трубки, которое устанавливают в просвет сосуда для поддержания его проходимости**. Стент может быть либо самораспрапляющимся, либо расправляется баллоном. Установка стента повышает длительность терапевтического эффекта. Стенты устанавливаются в различные сосуды — коронарные, подвздошные, почечные и др.

Факторы риска и осложнения. Осложнения транслюминальной ангиопластики: разрыв и перфорация сосуда, эмболия, окклюзия сосуда, его расслоение.

Установка стент-графта

Стент-графты представляют собой сочетание интервенционных стентов и хирургических графтов — имплантов. Основным клиническим показанием для установки такого стента являются аневризмы аорты и повреждения сосудов (рис. 21-67). Процедура показана пациентам с противопоказаниями к хирургическому протезированию сосуда и может с меньшим риском заменять операцию при наличии к ней показаний.

Под контролем флюороскопии в нужный сосуд вводится катетер с самораспрaвлющимся стент-графтом и своими распорными элементами якорями закрепляется на стенке сосуда. Несмотря на то что эта методика уже много лет применяется в Европе, в США и Канаде, она находится в стадии клинических испытаний.

Факторы риска и осложнения. Осложнениями при установке стент-графта являются просачивание крови вокруг стента или его смещение, а также разрыв сосуда.



Рис. 21-67. Транслюминальная ангиопластика — баллон-катетер (предоставлено Medi-tech/Boston Scientific Corporation)

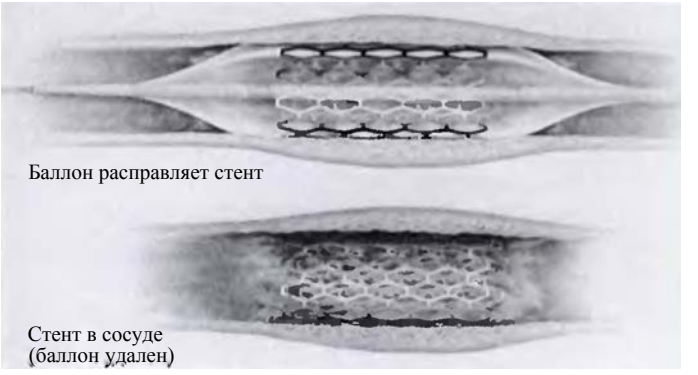


Рис. 21-68. Расправляемый баллоном стент (предоставлено Cordis Corporation and Johnson & Johnson Company)



Рис. 21-69. Стент-графт на месте аневризмы брюшной аорты (предоставлено Cook Canada, Inc.)

Установка кава-фильтра в нижнюю полую вену

Установка фильтра (кава-фильтра) в нижнюю полую вену показана пациентам с рецидивирующей легочной эмболией или при высокой ее вероятности, например после травмы с переломами таза и нижних конечностей. Фильтр устанавливается в нижнюю полую пену, чтобы перекрыть путь опасным для жизни эмболам, образующимся в нижних конечностях. Примеры таких фильтров представлены на рис. 21-70 и 21-71.

Для установки фильтра используется доступ через бедренную или яремную вену, затем под контролем ангиографии в нижнюю полую вену специальным катетером устанавливается фильтр, который своими распорками закрепляется на стенке вены. Фильтр устанавливают ниже устьев почечных вен, чтобы предотвратить их тромбирование.

Факторы риска и осложнения. Кроме общих для ангиографии осложнений (инфицирование, кровотечение и пр.) имеется риск смещения фильтра в сердце и легкие, кроме того, фильтр может надолго закупориться.



Рис. 21-70. Фильтр для нижней полой вены (предоставлено Cook Canada Inc.)

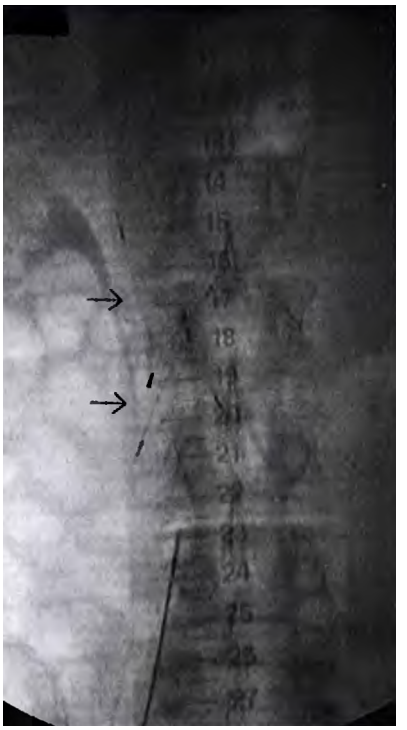


Рис. 21-71. Рентгенограмма с установленным в нижней полой вене фильтром

Установка катетеров для внутривенных вливаний

Установка таких катетеров под контролем флюороскопии стало обычной клинической практикой. Эти катетеры предназначаются для химиотерапии, введения больших доз антибиотиков или для частого забора образцов крови, а также для постоянного парентерального питания. В зависимости от типа катетера и клинических показаний он может оставаться на месте в течение многих месяцев. В основном используют три следующих типа.

Периферически введенный центральный катетер может оставаться на месте до 6 мес. Проксимальный кончик катетера устанавливается вблизи правого предсердия, а дистальный конец фиксируется снаружи.

Катетер Хикмана обычно используют для постоянного парентерального питания и у пациентов после трансплантации костного мозга. Кончик катетера устанавливается вблизи правого предсердия, а дистальный проводится в подкожном туннеле.

Подкожный порт — наиболее надолго устанавливаемый и дорогостоящий катетер. Кончик катетера устанавливается вблизи правого предсердия, а порт введения химиопрепарата сразу под грудной клеткой.

Катетеры вводятся в условиях строгой асептики, поскольку пациенты часто бывают в состоянии иммунодефицита. Чаще всего доступ в венозную систему осуществляется через латеральную подкожную вену руки или яремную вену.

Факторы риска и осложнения. К ним относятся инфицирование, тромбоз и пневмоторакс.

Чрезъяремное внутрипеченочное портокавальное шунтирование (ЧВПШ)

Чрезъяремное внутрипеченочное портокавальное шунтирование (ЧВПШ) — интервенционная процедура для лечения кровотечения из варикозных вен (вызванного портальной гипертензией), упорного асцита и цирроза печени. Процедура применяется у больных с конечными стадиями заболеваний печени и у ожидающих трансплантации печени. Методика направлена на создание искусственного обходного пути в печени для воротного кровообращения (рис. 21-72).

Под контролем просвечивания через правую яремную вену до печеночной вены проводится специальный катетер, по которому затем через внутрипеченочную вену и ткань печени в воротную вену вводится игла. Через иглу проводится проводник, а игла удаляется. По проводнику вводится баллон-катетер, который при раздувании проделывает в ткани печени канал. По этому каналу для его укрепления и поддержания устанавливается металлический стент.

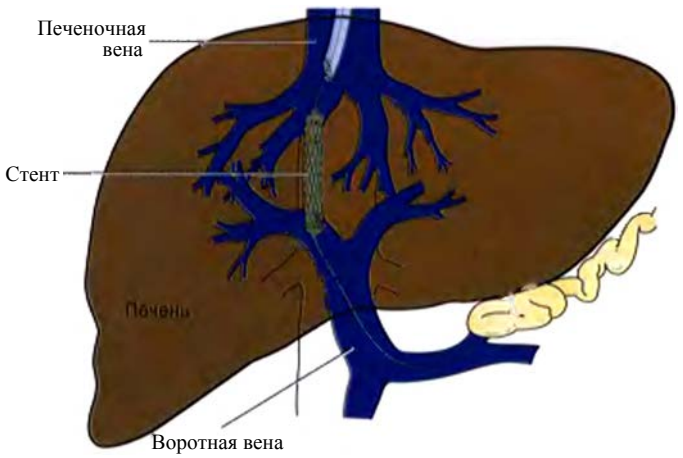


Рис. 21-72. Расположенно внутрипеченочного стента при ЧВПШ

Факторы риска и осложнения. Основные осложнения процедуры — кровотечение и тромбоз. Позднее возможно стенозирование шунта или его окклюзия, поэтому в дальнейшем требуется тщательное наблюдение за пациентом. Кроме того, отмечается повышенная частота развития печеночной энцефалопатии после процедуры. Поскольку значительная часть кровотока минует печень, в крови содержится повышенный уровень токсинов, что влияет на мозг и может нести к спутанности сознания, дезориентации, а в крайних случаях и к коме. В тяжелых случаях печеночной энцефалопатии приходится закрывать шунт. В дополнение к процедуре возможна антикоагулянтная терапия.

Тромболизис

Если при ангиографии обнаруживается закупорка сосуда тромбом и лабораторные анализы свертываемости крови это подтвердят, можно выполнить процедуру **тромболизиса** путем введения через катетер в область тромба тромболитического препарата. Для этого используют специальные катетеры импульсной струйной или непрерывной инфузии (рис. 21-73). В первом случае препарат вводится вручную шприцом, во втором случае ведется медленная непрерывная инфузия препарата с помощью специального устройства на протяжении нескольких часов или даже дней. По мере растворения тромба подведенный к нему катетер продвигается все дальше.

Факторы риска и осложнения. Кровотечение и возможность перемещения частично растворенного тромба далее, в более мелкие сосуды, и их закупорка.

Инфузионная терапия

Внутрисосудистую инфузию лекарственных препаратов на протяжении от нескольких дней до нескольких недель можно осуществлять селективным или суперселективным доступом. Вид доступа и длительность инфузии определяются: формой заболевания, протяженностью области интереса, состоянием пациента и результатами предшествующей терапии. Для инфузионной терапии используют сосудосуживающие, сосудорасширяющие, химиотерапевтические препараты, радиоактивные вещества.

Внутривенное или внутриартериальное введение сосудосуживающих препаратов (чаще всего вазопрессина) применяют для остановки кровотечений. Сосудорасширяющие средства вводят для устранения сосудистого спама (обычно нитропруссид натрия и папаверин), в частности при неокклюзивных формах мезентеральной сосудистой ишемии.

Инфузионное введение химиотерапевтических препаратов используют у больных с нерезектабельными злокачественными опухолями. Результативность этой терапии в подобных случаях весьма вариабельна.

Извлечение инородных внутрисосудистых тел

Большая часть инородных внутрисосудистых тел — камни, фрагменты сосудистых катетеров или проводников, электроды водителей ритма и шунты. Для их удаления применяют специальные инструменты — захватные петли, уретральные корзинчатые катетеры и эндоскопические захватные щипцы. Петля или корзинчатый катетер проводятся за инородное тело, захватываются ими и извлекаются.

Факторы риска и осложнения. Следует соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить сосудистую внутреннюю оболочку, особенно если инородное тело прикрепилось к ней. В подобных случаях лучше прибегнуть к хирургическому доступу.

НЕСОСУДИСТЫЕ ИНТЕРВЕНЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

Чрескожная вертебропластика

Чрескожная вертебропластика проводится у пациентов с болями в позвоночнике, его нестабильностью на почве остеопороза, метастазов в позвоночник или гемангиом. Чрескожное введение под контролем просвечивания в тело позвонка акрилового цемента стабилизирует позвоночник и надолго снимает боль у пациента (рис. 21-76).

Факторы риска и осложнения. Попадание цемента в окружающие ткани (рис. 21-77), что может потребовать неотложного хирургического вмешательства. Более редко наблюдается эмболия легочной артерии мигрирующим в околопозвоночные вены цементом.



Рис. 21-73. Импульсный струйный и инфузионный катетеры для тромболизиса (предоставлено Medi-tech/Boston Scientific Corporation)



Рис. 21-74. Захватные щипцы для удаления инородных тел (предоставлено Medi-tech/ Boston Scientific Corporation)



Рис. 21-75. Захватная корзинка (предоставлено Medi-tech/Boston Scientific Corporation)



Рис. 21-76. Вертебропластика тела T12 (предоставлено Philips Medical Systems)



Рис. 21-77. Компьютерная томограмма, демонстрирующая выход цемента за пределы тела позвонка (предоставлено Philips Medical Systems)

Стентирование толстой кишки

Под контролем просвечивания или колоноскопии, используя проводник и катетеры, в толстую кишку вводится стент (рис. 21-78). Эта процедура выполняется перед операцией по случаю непроходимости толстой кишки для уменьшения послеоперационных осложнений и как паллиатив при неоперабельных стенозирующих опухолях кишки. Стент позволяет разгрузить кишку выше стеноза и облегчить состояние больного (рис. 21-79).

Факторы риска и осложнения. К ним относятся: смещение стента, перфорация кишки и кровотечение.

Нефростомия

Нефростомия выполняется как с диагностической, так и терапевтической целью при ряде заболеваний почек. Нефростомия полезна для исследования функции почек, взятия мочи на посев, щеточной биопсии, нефроскопии, в случае неудачи ретроградной пиелографии. С лечебной целью ее выполняют для удаления камней, химиолизиса и дренирования абсцесса.

Процедура заключается во введении через кожу и почечную паренхиму катетера (рис. 21-80) в почечную лоханку или другую зону (рис. 21-81). После нужного размещения катетера проводят необходимую манипуляцию — дренирование или удаление камня.



Рис. 21-78. Снимок, сделанный в процессе установки стента. Видны эндоскоп, проводник и стент



Рис. 21-79. Снимок живота через 2 дня после стентирования, видно раскрытие стриктуры и прохождение гастрографина через стент в поперечную кишку

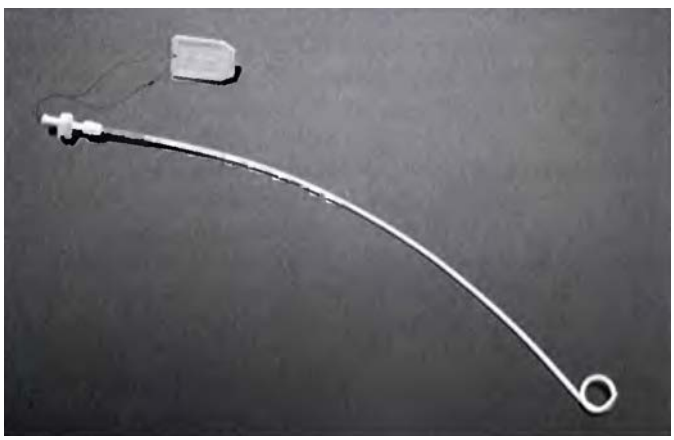


Рис. 21-80. Нефростомический дренажный катетер (предоставлено Medi-tech/Boston Scientific Corporation)

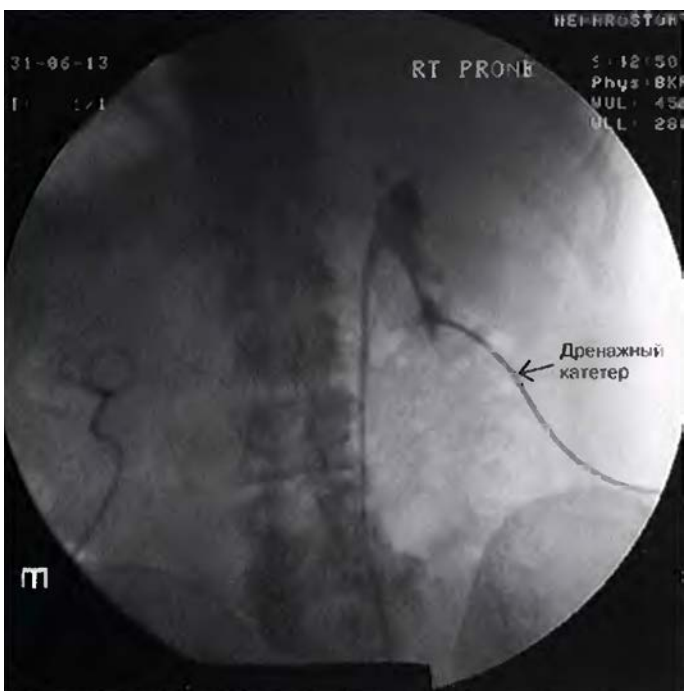


Рис. 21-81. Нефростомический катетер введен в почечную лоханку

Чрескожное дренирование желчных путей (ЧДЖП)

Чрескожное дренирование желчных путей (ЧДЖП) применяется по различным поводам — для внутреннего и наружного дренирования, удаления камней, расширения суженного желчного протока, биопсии. Чаще всего это делается как паллиативное пособие при неоперабельных опухолях, реже — как лечение билиарной обструкции, гнойного холангита, послеоперационной или посттравматической утечки желчи и для удаления камней.

Часто у пациентов, подвергаемых ЧДЖП, имеется инфицирование желчи, в таких случаях не менее чем за час до процедуры следует назначить антибиотики.

Как правило, ЧДЖП проводят для внутреннего или наружного дренирования желчных путей. Наружное дренирование за ключается в установке катетера в двенадцатиперстную кишку. Внутреннее дренирование предусматривает установку стента или внутреннего катетера. Наружное дренирование ведут в течение лишь нескольких дней, а затем катетер перекрывают и тем самым переходят на внутренний дренаж.

Чрескожное дренирование брюшных абсцессов

Чрескожное дренирование брюшных абсцессов дает эффект в 70-80% и показано в случаях, когда невозможно ликвидировать тазовый или брюшной абсцесс простым его вскрытием, а абсцесс локализуется в безопасном для введения иглы месте. По возможности при дренировании следует удалять инородные тела, которые часто являются причиной возникновения абсцесса. Если в течение 24-48 часов не наступает улучшения, следует перейти на другой метод лечения.

Игловая аспирация. Игла вводится под контролем КТ или ультразвука. УЗИ лучше при поверхностных абсцессах, абсцессах плотных тканей и если абсцесс не окружен кишечным газом. Преимущество УЗ-контроля — в возможности непрерывного наблюдения за продвижением иглы. Игла 20 - 22 калибра вводится в абсцесс, жидкость направляется на срочное бактериологическое исследование. Если жидкость имеет гнойный характер, устанавливается дренаж; если материал стерилен — жидкость эвакуируют и иглу удаляют. Жидкость эвакуируется либо под силой тяжести, либо специальным отсосом. Первый метод предпочтительнее, так как отсосом можно повредить стенку абсцесса или обтурировать катетер прижавшейся стенкой.

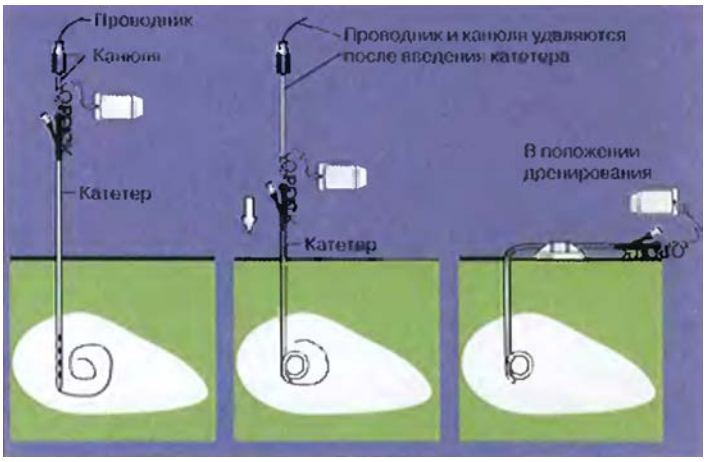


Рис 21-82. Методика введения отсасывающего катетера Ван Зонненберга (Van Sonnenberg Sump™ drain cathcter) (предоставлено Meditech/Boston Scientific Corporation)

Катетерное дренирование. При катетерном дренировании используют методику по Сельдингеру с введением катера по проводнику. Примером является установка отсасывающего дренажного катетера Ван Зонненберга (рис. 21-82). Если применяется отсасывающий насос, то необходим двухпросветный катетер, чтобы при отсасывании в абсцесс поступал наружный воздух. Это предупреждает присасывание стенки абсцесса к катетеру и его блокаду. Кончик катетера «свиной хвостик» предупреждает его случайное выпадение (рис. 21-82).

По исчезновении клинических симптомов или признаков инфекции, отсутствии жидкости и нормализации данных КТ или УЗИ катетер удаляют.

Чрескожная игловая биопсия

Чрескожная игловая биопсия производится при подозрении на первичную или вторичную злокачественную опухоль. Биопсия дает информацию о стадии и распространенности процесса, подтверждает наличие рецидива опухоли, а также позволяет диагностировать инфекцию.

Перед биопсией необходимо установить локализацию и глубину залегания патологического очага. Правильность направления иглы можно контролировать флюороскопией, КТ или УЗ-сканированием. Сонография предпочтительнее, если очаг поражения по эхогенности существенно отличается от окружающих тканей и если он не окружен газом, жиром или обызвествлениями (печень, почки, тазовые органы). КТ эффективна при небольших и глубоко расположенных очагах, в особенности если они находятся вблизи крупных сосудов или кишечника. Недостаток КТ — в необходимости затраты длительного времени на проведение иглы, затем сканирования и повторного проведения. Просвечивание лучше всего применять при очагах отличной рентгеновской плотности от окружающей ткани — в плевре, костях, контрастированных лимфатических узлах.

Игла вводится в очаг, затем вертикально подтягивается на 1-2 см, вращается, после чего аспирируется материал. Затем игла удаляется, а материал готовится для срочного исследования. Рекомендуется забирать не менее 4 образцов из центральных и периферических отделов очага.

Данные исследований указывают на следующую результативность игловой биопсии:

легкие: 85 -90 %;

печень, почки, поджелудочная железа: 70-90%;

лимфатические узлы: 50-75%.

Чрескожная гастростомия

Чрескожная гастростомия выполняется для продления питания (более чем на 4 недели) пациентов, неспособных самостоятельно есть, для декомпрессии желудка, расширения верхнего отдела желудочно-кишечного тракта при неэффективности доступа через рот. Кандидатами для этой процедуры являются больные с нарушениями глотания вследствие заболеваний нервной системы или обтурирующими опухолями ротоглотки и пищевода, ожоговые больные, больные с травмой, раковые больные с анорексией, больные с глоточными или пищеводными свищами.

Перед процедурой следует провести исследования, подтверждающие, что по направлению пункции не лежит какой-либо орган во избежание его травмирования. Вначале вводится назогастральный катетер и в желудок вдувается 500-1000 мл воздуха. Точка пункции располагается в проекции верхнего или среднего отдела желудка, куда вводится и закрепляется трубка. В первые 24 часа производится отсасывание из желудка, и только потом начинается кормление.

Литература

Альтернативные методы и процедуры

Kems SR, Hawkins IF, Sabateli FW: Current status of carbon dioxide angiography, *Radiol Clin North Am* 33(1): 15-29, 1995.

Morel J, Kembers R, Op de Beek J et al: 3D rotational angiography: clinical value in endovascular treatment, *Medicamundi* 42(3): 8-14, 1998.

Wilson MA: Textbook of the nuclear medicine, Philadelphia, 1998, Lippincott-Raven.

Интервенционная ангиография

Binkert CA, Ledermann H, Jost R et al: Acute colonic obstruction: clinical aspects and cost-effectiveness of preoperative and palliative treatment with self-expanding metallic stents — a preliminary report, Radiology 206: 199-204, 1998.

Clark T: TIPS: current roles and trends, *Appl Radiol* 10-15, 1998.

Katzen BT, Becker GJ, Mascioli CA et al: Creation of modified angiography (endovascular) suite for transluminal endograft placement and combined interventional-surgical procedures, *J Vasc Intent Radiol* 161-167, 1996.

Padovani B, Kasriel O, Brunner P, Peretti-Viton P: Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty, *Am J Neuroradiol* 20(3): 375-377, 1999.

Soulen MC; Shlansky-Golbert RD: Powerful forces reshape practice of interventional radiology, Diagn Imaging 20:37-51, 1998

Teng RM: Endovascular grafting for aneurismal disease and trauma, *Appl Radiol* 26 -31, 1998.

Tortorici MR, Apfel PJ: *Advanced radiographic and angiographic procedures with an introduction to specialized imaging*, Philadelphia, 1995, FA Davis.

Vanninen R, Koivisto T, Saari T, Hernesniemi J et al: Ruptured intracranial aneurysms: acute endovascular treatment with electrolytically detachable coils — a prospective randomized study. *Radiology* 211: 325- 336, 1999.

Weil A, Chiras J, Simon JM et al: Spinal metastases: indications for and result of percutaneous injection of acrylic surgical cement, *Radiology* 199: 241-247, 1996.

ГЛАВА 22

Компьютерная томография

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Barry I Anthony RT (R), James D, Lipcamon, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Основные принципы

Общие принципы и определения, 695

Изменения и развитие КТ-систем (от первого до четвертого поколения сканеров), 695

Объемные (спиральные) и многосрезовые сканеры, 696

Типичные компьютерные томографические системы, 697

Принципы реконструкции изображения, 698

Поглощение излучения и преобразование вокселов в пикселы, 698

Компьютерная шкала оттенков серого цвета и плотность тканей, 699

Толщина среза и перемещение стола, 699

Питч в объемных (спиральных) сканерах, 699

Рентгеноанатомия

Макроскопическая анатомия ЦНС — головной и спинной мозг

Нейроны и отделы ЦНС, 700

Оболочки головного и спинного мозга, 701

Отделы головного мозга

- Передний мозг
  Большой мозг, таламус и гипоталамус, 702
  Боковые, третий и четвертый желудочки, 703
  Субарахноидальные цистерны, 704
  Таламус и гипоталамус, 705
- Средний мозг и ромбовидный мозг
  Мост, продолговатый мозг, и мозжечок, 705
  Ствол мозга, гипофиз и шишковидная железа, 705

Серое и белое вещество, 706

12 пар черепных нервов, 707

Глазничная полость и зрительный тракт, 708

Компьютерная томография головы

- Назначение и клинические показания, 709
- Примеры компьютерных томограмм, 709
- Процедура томографии головы, 710
- Аксиальная анатомия мозга, аксиальные срезы, 710, 711

Компьютерная томография грудной клетки

- Назначение и клинические показания, 712
- Примеры компьютерных томограмм, 712
- Процедура томографии грудной клетки, 712
- Аксиальная анатомия грудной клетки, аксиальные срезы, 713, 714

Компьютерная томография живота и таза

- Назначение и клинические показания, 715
- Примеры компьютерных томограмм, 715
- КТ-исследование живота и таза, 716
- Контрастные препараты, 716
- Аксиальная анатомия живота, 717, 718
- Аксиальная анатомия таза, 719

Компьютерная томография

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Компьютерную томографию (КТ) иногда путают с традиционной (линейной) томографией, которая описана в главе 23, потому что и в том и в другом случае рентгеновская трубка и приемник изображения движутся относительно пациента во время экспозиции. Это движение в результате дает изображение анатомического слоя (среза). Но ключевое отличие состоит в том, что линейная томография использует технику размазывания изображения, тогда как в КТ используется метод компьютерной математической реконструкции изображения.

Пример. На рис 22-1 показано отличие рентгенограммы от изображения, получаемого на КТ. На рисунке слева — обзорный снимок живота, на рисунке справа — аксиальный срез (отмечен зеленой полоской на рентгенограмме живота) через почки на уровне L2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Компьютерная томография может быть определена **как рентгенографичтское исследование, при котором изображение слоя человеческого тела вычисляем математически** по результатам многократного просвечивания этого слоя плоским пучком рентгеновских лучей под разными углами.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕД ТРАДИЦИОННОЙ РЕНТГЕНОГРАФИЕЙ

Компьютерная томография имеет три основных преимущества перед традиционной рентгенографией.

Первое — информация о **внутреннем строении** исследуемой части тела может быть представлена в трехмерном виде по результатам суммирования серии тонких срезов области исследования. Так как рентгеновский луч жестко диафрагмирован для каждого среза, результирующая информация **не ухудшается рассеянным излучением от тканей, лежащих вне исследуемого среза**. Изображение органов не накладывается друг на друга.

Второе — компьютерная томография **более чувствительна к плотности тканей** по сравнению с традиционной рентгенографией, поэтому эта разница в типах ткани может быть четче определена и изучена. Традиционная рентгенография может отобразить ткани, имеющие разницу в плотности не менее 10%, тогда как КТ может фиксировать разницу в плотности ткани в 1% или меньше. Эта чувствительность помогает дифференциальной диагностике патологических процессов, помогает отличить плотные опухоли от кист или в некоторых случаях доброкачественные опухоли от злокачественных.

Третье преимущество — возможность обрабатывать и настраивать изображение после завершения сканирования (постпроцессинг), как и во всех цифровых технологиях. К возможностям постпроцессинга относятся: регулировка яркости, контрастности, масштабирование (увеличение размеров определенных областей). Можно регулировать градации серой шкалы, что называется регулировкой окна (windowing) для лучшей визуализации анатомии области интереса.

ИЗМЕНЕНИЯ И РАЗВИТИЕ КТ-СИСТЕМ

Со времени внедрения клинической компьютерной томографии в начале 1970-х развитие оборудования прошло несколько этапов, которые были названы поколениями. В каждом поколении сканеров уменьшалось время сканирования. Новое поколение обычно имело большее количество детекторов рентгеновского излучения, чем старое.



КТ-срез на уровне L2, ворота почек

Рис. 22-1. Пример КТ-изображения — срез живота на уровне почек и второго поясничного позвонка L2

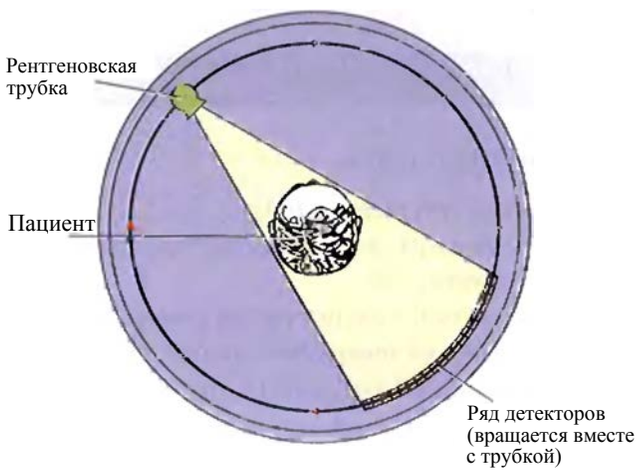


Рис. 22-2. Сканер третьего поколения — одновременное вращение рентгеновской трубки и детекторов на 360°

Первое и второе поколение сканеров. Сканеры **первого поколения** использовали тонкий прямой пучок рентгеновских лучей, который регистрировался всего **одним или двумя детекторами**, и необходимо было до **4,5 минут**, чтобы собрать информацию, достаточную для восстановления (вычисления) изображения одного среза при повороте трубки и детекторов на 180°.

Сканеры **второго поколения** были более совершенны и имели веерообразный пучок рентгеновских лучей, который регистрировался 30 или более детекторами. Время сканирования уменьшилось до 15 секунд на срез или около 10 мин на исследование из 40 срезов.

Сканеры третьего поколения. Сканер **третьего поколения** (рис. 22-2) имеет ряд **детекторов (до 960 штук),** расположенных напротив рентгеновской трубки, которые вместе с ней совершают полный оборот вокруг пациента (360°) для создания одного среза. Пациент и стол после этого перемещаются на небольшое расстояние через апертуру гентри, а трубка и детекторы совершают следующий оборот на 360° для создания следующего среза. Время сканирования вновь значительно уменьшилось примерно до 1 секунды (для большинства современных сканеров третьего поколения). Больший размер апертуры позволяет проводить сканирование всего тела, что невозможно на сканерах более ранних моделей.

Сканеры четвертого поколения разработаны в 1980-е годы и имеют внутри гентри неподвижное кольцо детекторов (порядка 4800 детекторов), полностью окружающее пациента. Рентгеновская трубка во время сбора данных вращается по дуге 360°. Во время движения рентгеновская трубка излучает в импульсном режиме. Время сканирования одного слоя такое же, как и у сканеров третьего поколения, но полное сканирование из нескольких срезов исследуемой части тела занимает менее 1 минуты.

ОБЪЕМНЫЕ (СПИРАЛЬНЫЕ) КТ-СКАНЕРЫ

В начале 1990-х годов был разработан новый тип сканеров, названных объемными (спиральными) КТ-сканерами. В этих системах пациент постоянно медленно движется через апертуру гентри во время кругового вращения рентгеновской трубки и детекторов, что обеспечивает спиральный метод сбора данных (рис. 22-4). Таким способом данные собираются быстрее, чем при раздельном получении срезов в других системах, а также можно выполнить трехмерную реконструкцию изображения. (Спиральный КТ — это коммерческое название для сканеров объемного типа.)

В спиральных КТ-системах в зависимости от производителя применялась архитектура детекторов третьего или четвертого поколений.

Внедрение скользящих высоковольтных контактов, которые заменили высоковольтные кабели, питающие рентгеновскую трубку, сделало возможным осуществить непрерывное вращение рентгеновской трубки в одном направлении. (Прежде движение рентгеновской трубки ограничивалось вращением в одном направлении на 360° за один срез, затем пациент перемещался на небольшое расстояние между срезами, следующее вращение трубки на 360° в другую сторону давало второй срез.)

Постоянное вращение рентгеновской трубки дополнительно сократило время общего исследования примерно в два раза по сравнению с КТ сканерами третьего или четвертого поколения. Многие современные КТ-сканеры объемного типа способны выполнять специальные исследования типа трехмерной КТ-ангиографии.

МНОГОСРЕЗОВЫЕ КТ-СКАНЕРЫ

Сканеры третьего и четвертого поколении, созданные до 1992 года, считались односрезовыми сканерами, то есть способными выполнить за один оборот трубки только один срез. После 1998 года четыре производителя КТ представили новые **многосрезовые сканеры**, способные **одновременно выполнять 4 среза**. На рис. 22-5 схематически сравнивается обычный сканер с одной линейкой детекторов и новый, многосрезовый КТ-сканер с четырьмя рядами детекторов.

Эти сканеры можно формально отнести к третьему поколению.

Преимущества. Высокая скорость получения изображения — потенциальное преимущество многогреюового сканирования, особенно когда пациента не следует беспокоить движением, Многосрезовые КТ-сканеры способны выполнять кардиоваскулярные исследования, незаменимы при исследовании детей, а также в других процедурах, где требуется быстро получить изображение.

Второе преимущество - возможность быстро получать **большое количество тонких срезов**. Это делает возможной КТ-ангиографию с меньшим количеством контрастного препарата или полное исследование живота с очень тонкими, 2 - или 3 мм, срезами за небольшой промежуток времени.

Недостатки. Основной недостаток многосрезовых КТ-сканеров — их высокая стоимость. В настоящее время также существуют некоторые ограничения по скорости передачи большого объема данных и времени получения конечного изображения.

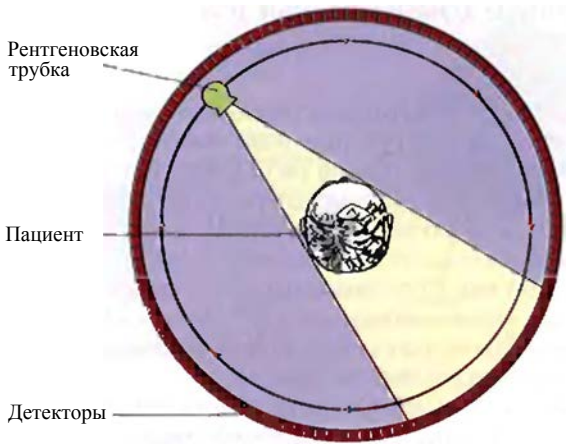


Рис. 22-3. КТ-сканер четвертого поколения — детекторы неподвижны и расположены по кругу

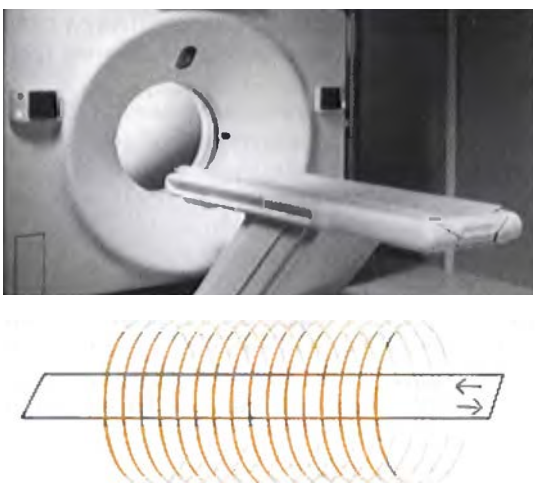


Рис. 22-4. Объемное (спиральное) сканирование; постоянное вращение трубки и детекторов во время движения пациента через гентри. (Предоставлено GE Medical Systems, Milwaukee, Wis.)

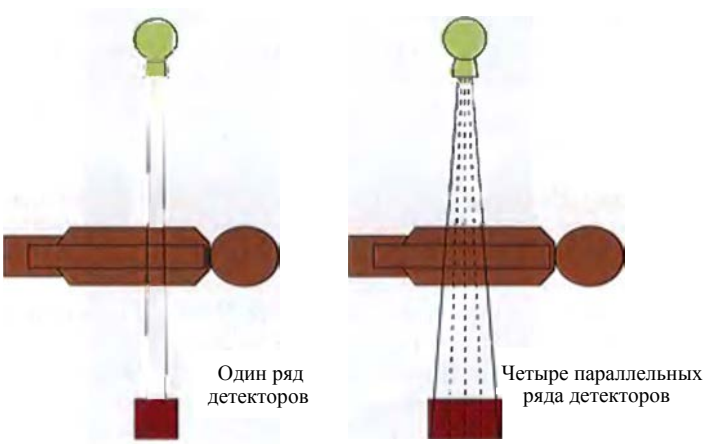


Рис. 22-5. Сравнение методов простого и многосрезового сканирования

ТИПИЧНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТОМОГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Сканер

Компьютерные томографические системы имеют сложное строение, но мы рассмотрим только два элемента — **сканер** и **пульт управления**. Сканер обычно расположен в отдельном помещении и является частью компьютерной томографической системы, которую видит пациент. Эта комната часто называется процедурной, или комнатой сканирования.

Внешний вид КТ-сканеров одинаков как для односрезовых, так и для новых многосрезовых КТ. Некоторые односрезовые объемные сканеры могут быть модернизированы и превращены в новые многосрезовые системы.

Сканер состоит из двух частей — **стола пациента** (ложа) и **гентри**. Стол пациента, или ложемент, обеспечивает довольно комфортабельное место для размещения пациента в течение всего времени сканирования. Для односрезового (пошагового) сканирования этот стол запрограммирован для движения с заданными интервалами между циклами вращения трубки и детекторов. Для объемного спирального сканирования он запрограммирован для медленного движения внутрь или наружу с определенной скоростью во время непрерывного вращения трубки и детекторов, как описано ранее.

Гентри — это штатив, окружающий пациента, с отверстием в центре, которое называют апертурой. Глубина, на которую пациент продвигается внутрь апертуры, определяет область сканирования. В гентри находится рентгеновская трубка и блок детекторов излучения. Гентри, если это необходимо для сканирования головы и позвоночника, может наклоняться.

Существуют также передвижные КТ-устройства (рис. 22-7). Они особенно нужны в приемных отделениях, травматологических отделениях и в отделениях интенсивной терапии. Они также при необходимости могут использоваться как вспомогательные или дополнительные системы в рентгенологических отделениях.

Пульт управления

Второй важный элемент любой компьютерной томографической системы — пульт управления с компьютером, который получает большой массив первичных данных и преобразует их в медицинское изображение.

Пульт управления параметрами исследования. На пульте управления расположены кнопки выбора параметров экспозиции (кВ, мА, время сканирования), выбора толщины среза, шага сканирования, направления сканирования и выбора других параметров, которые могут быть специфичны для используемого оборудования.

Мониторы. На некоторых пультах управления есть только один монитор (рис. 22-8), другие оснащены двумя цветными мониторами — один для управления системой, другой — для визуализации рентгенографических изображений (рис. 22-9).
Подключение компьютерного томографа в общую компьютерную сеть ЛПУ позволяет рентгенологу анализировать снимки в другом кабинете или вообще в другом городе, если к компьютерной сети ЛПУ возможен удаленный доступ.

Архивирование и хранение изображений. В большинстве современных систем используется комбинация оптических и жестких дисков для высокопроизводительного, быстрого и долговременного хранения медицинской информации в цифровой форме. Эта информация может быть востребована рентгенологом в любое время. Для получения твердых копий используют специальные медицинские принтеры. Если распечатка пленок на медицинских принтерах не предусмотрена, то для просмотра и анализа изображений мы рекомендуем медицинские мониторы высокого разрешения.



Рис. 22-6. Элементы компьютерного томографа — стол пациента (ложе) и гентри. (Предоставлено Philips Medical Systems.)

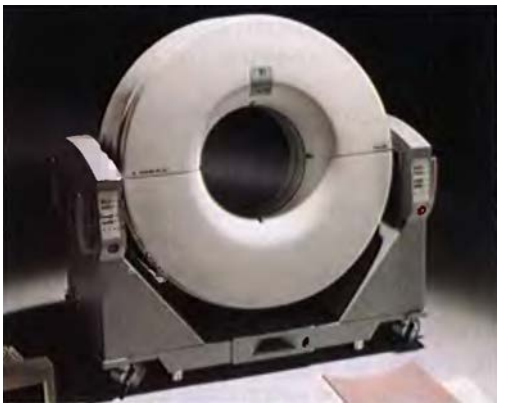


Рис 22-7. Передвижная КТ-установка. (Предоставлено Philips Medical Systems.)



Рис. 22-8. Пулы управления КТ-сканером с одним монитором. (Предоставлено Philips Medical Systems.)



Рис. 22-9. Пульт управления КТ-сканером с двумя мониторами. (Предостаолено GE Medical Systems, Milwaukee, Wis.)

ПРИНЦИПЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Основной принцип компьютерной томографии — реконструкция внутренней структуры двумерного объекта по множеству различных линейных проекций и трехмерного объекта по множеству двумерных проекций этого объекта. Этот принцип подразумевает сбор большого количества данных для реконструкции точного изображения исследуемого объекта.

Диафрагмирование рентгеновского пучка

В КТ используют щелевую диафрагму для создания плоского веерного рентгеновского пучка. После прохождения через тело пациента рентгеновский пучок диафрагмируется еще раз, перед тем как попасть на блок детекторов, так, чтобы отсечь вторичное рассеянное излучение Диафрагма рентгеновского пучка расположена очень близко к рентгеновской трубке, а диафрагма детекторов расположена вплотную к каждому детектору. Фактическая толщина томографического среза контролируется шириной диафрагмы рентгеновской трубки и лежит в диапазоне от 0,5 до нескольких миллиметров. Так как рентгеновский пучок жестко диафрагмирован, то лишь небольшое количество вторичного рассеянного излучения попадает на соседние ткани, что обеспечивает низкий (диагностически оправданный) уровень дозы, получаемой пациентом.

Элемент объема (воксел)

Чтобы понять принцип реконструкции изображения, следует представить исследуемый трехмерный объект как совокупность трехмерных кирпичиков, объемных элементов или блоков, которые называют вокселами (от английского volume cell — **объемная ячейка**). Глубина каждого из крошечных блоков определяется шириной щели диафрагмы рентгеновского источника, то есть толщиной среза, выбранного оператором КТ-сканера.

Любое КТ-изображение, такое как на рис. 22-12, составлено из большого количества вокселов, имеющих различную степень поглощения рентгеновского излучения, зависящую от плотности исследуемой ткани.

Поглощение излучения каждым вокселом

Каждый воксел в срезе ткани характеризуется числом, пропорциональным степени поглощения рентгеновского излучения этим вокселом. Чтобы определить это число, выполняется множество проекций воксела под различными углами. Собранная информация позволяет рассчитать плотность каждого воксела в слое.

Преобразование трехмерных вокселов в двумерные пикселы

Как только степень поглощения в каждом вокселе определена, трехмерный срез проецируется на монитор компьютера как **двумерное изображение**, имеющее только высоту и ширину. Это двумерное изображение называется **матрицей дисплея** и составлено из крошечных элементов изображения, называемых пикселами (от английского picture cell — **ячейка картинки**). Каждый воксел ткани представлен на экране как пиксел определенной яркости. Количество пикселов матрицы дисплея определяется производителем, мониторы высокого разрешения имеют больший размер матрицы (т.е. больше пикселов меньшего размера).

На рис. 22-12 показан пример двумерного изображения среза тканей мозга на дисплее, который демонстрирует степень поглощения рентгеновского излучения этими тканями. Спинно-мозговая жидкость в желудочках в результате меньшего поглощения излучения вокселами этих тканей выглядит темной в сравнении с плотными костными участками черепа или обызвествленной опухолью желудочка слева (для нас справа), которые выглядят белыми или светло-серыми.

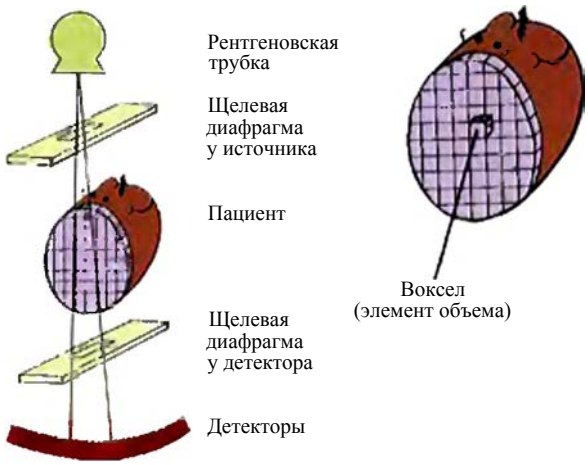


Рис. 22-10. Диафрагмирование рентгеновского пучка и элемент объема (воксел)

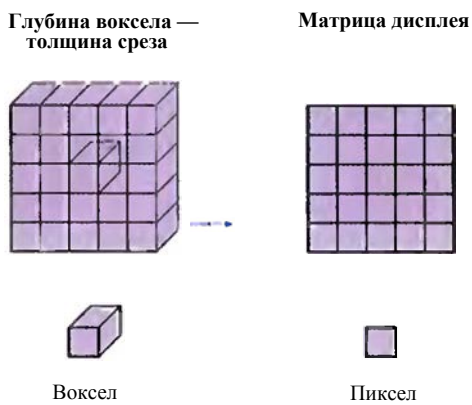


Рис. 22-11. Компьютерное томографическое изображение — вокселы и пикселы

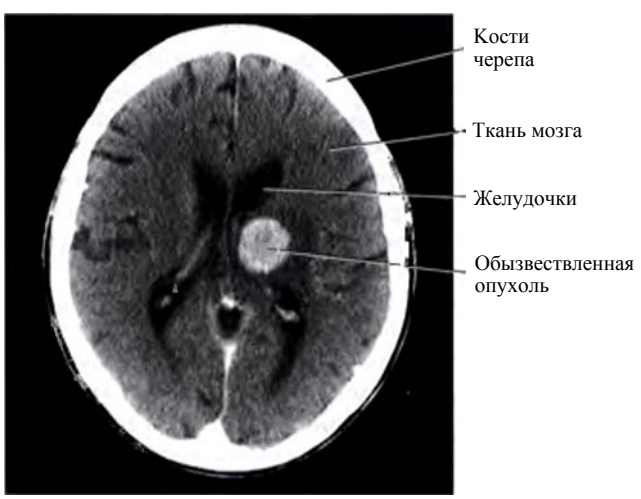


Рис. 22-12. Компьютерная томограмма черепа (аксиальный срез)

Компьютерная шкала оттенков серого цвета и плотность тканей

После того как компьютер КТ-сканера (после сложных вычислений) определит относительный коэффициент линейного поглощения каждого воксела, эти значения преобразуются в специальиую цифровую шкалу, в КТ-числа, которые позволяют присвоить вычисленным значениям плотности оттенок серого цвета, который будет затем показан на дисплее.

Эти КТ числа называют единицами Хаунсфилда в честь Г. Н. Хаунсфилда, английского ученого, который в 1970 г. получил первое КТ изображение головы.

Чтобы образовать полутоновое компьютерное томографическое изображение надо выбрать референтные значения. Базовое значение плотности — это вода, имеющая плотность, равную 0 по шкале КТ-чисел. Сканеры калибруют таким образом, чтобы плотность воды всегда была 0. Плотность кости по шкале КТ лежит в диапазоне от +1000 до +3000. Воздух, обладающий наименьшей поглощающей способностью, имеет плотность - 1000. Между ними крайними значениями находятся мягкие ткани. Различные оттенки серого цвета соответствуют определенным значениям плотности ткани при формировании изображения на мониторе. Справа приведена таблица, в которой перечислены основные ткани или структуры и значения их плотности по КТ-шкале.

Как видно на срезе грудной клетки на рис. 22-13, кости, мягкие ткани, мышцы и жировая клетчатка выглядят на КТ изображении по-разному в соответствии с их поглощающей способностью и значениями КТ-чисел, им присвоенных. Плотные ткани, такие как кость, выглядят белыми. Структуры, содержащие контрастный препарат, тоже выглядят белыми. Воздух, низкоплотный в сравнении с тканями, выглядит черным. Жировая клетчатка, мышцы и органы, имеющие промежуточные значения плотности, представлены различными оттенками серого.

ТИП ТКАНИ И ПЛОТНОСТЬ (КТ-ЧИСЛО)

ТИП ТКАНИ	ЧИСЛО КТ	ОТТЕНОК СЕРОГО ЦВЕТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ
Корковый слой кости	+ 1000	Белый
Мышца	+ 50	Серый
Белое вещество	+ 45	Светло-серый
Серое вещество	+ 40	Серый
Кровь[1]	+ 20	Серый
Ликвор	+ 15	Серый
Вода	0 (Базовая линия)	
Жир	- 100	Темно-серый - черный
Легкие	- 200	Темно-серый - черный
Воздух	- 1000	Черный

[1] Белый цвет, если введен контрастный препарат.

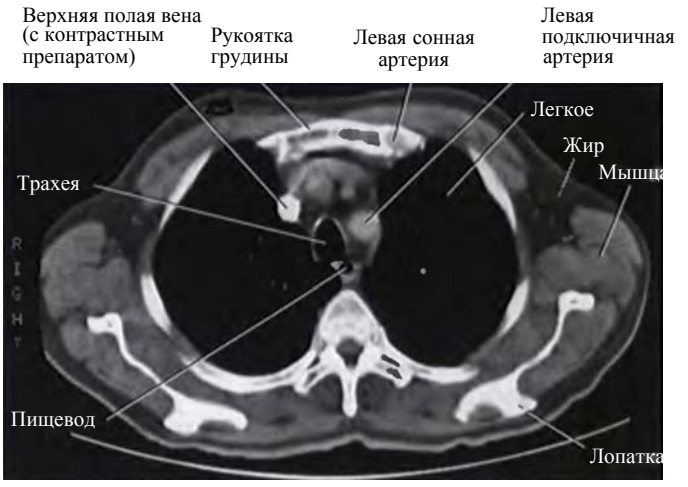


Рис. 22-13. Аксиальный срез на уровне нижних отделов рукоятки грудины

Ширина окна и уровень окна (центр окна)

Ширина окна (window width — WW) отражает диапазон значений плотности, представленных различными оттенками серого. Широкое окно вмещает большой диапазон плотностей (КТ-чисел) и соответствует длинной шкале контрастности.

Следовательно, **ширина окна определяет контрастность** изображения (широкое окно — низкая контрастность, как на изображении грудной клетки; узкое окно — высокая контрастность как на изображении черепа)

Уровень окна (window level — WL), иногда называемый центром окна, определяет плотность изображения или определяет КТ-число, которое будет центром шкалы оттенков серого цвета в диапазоне ширины окна. Уровень окна обычно определяется средней плотностью ткани исследуемой анатомической структуры.

Толщина среза и перемещение стола

Толщина среза определяет объем тканей, исследуемых за одно включение трубки, и может быть **выбрана оператором**.

Толщина слоя исследования определяется **шагом движения стола** между срезами и количеством срезов, которое задается оператором.

В пошаговых (односрезовых) КТ-сканерах движение стола происходит между включениями трубки. Например, 10 мм толщина среза и 10-мм шаг движения стола позволяют выполнять исследование 10-мм слоев с шагом 10 мм. Некоторые исследования почек и поджелудочной железы требуют исследования слоев толщиной 3 мм с шагом 3 мм.

Питч в объемных (спиральных) сканерах

Так как рентгеновская трубка и пациент в сканерах объемного типа находятся в постоянном движении во время сканирование, количество охваченных за один цикл сканирования тканей определяется термином питч. Питч — это отношение между шагом движения стола пациента и шириной рентгеновского пучка. Формула для вычисления питча:

$$\text{Питч} = \frac{\text{Шаг движения стола (мм/сек) за оборот трубки на } 360^\circ}{\text{Ширина рентгеновского пучка (слоя среза)}}$$

Питч 1:1 означает, что шаг движения стола и ширина слоя среза одинаковы. Питч будет 1,5:1, при движении стола со скоростью 15 мм в секунду при толщине среза 10 мм. Питч 2:1 может увеличить риск пропуска критических патологических процессов, обусловленный выпадением участков ткани. Отношение 0,5:1 увеличит дозу облучения пациента из-за перекрытия облученных областей.

Питч часто выбирается рентгенологом в соответствии с природой исследования или типом патологического процесса.

Эта глава охватывает три отдела тела: (1) **череп и спинном мозг**, (2) **грудную клетку**, (3) **живот** и **таз**. В первую очередь описана анатомия, важная для КТ-исследования этих отделов, с описанием анатомии срезов и того, как они выглядят на компьютерных томограммах.

Макроскопическая анатомия ЦНС — головной и спинной мозг

КТ-анатомия черепа включает анатомию костей мозгового черепа и лицевых костей, как описано в главах 11 и 12. Анатомия **центральной нервной системы** (ЦНС), как она представлена на КТ-изображениях, включает головной и спинной мозг.

НЕЙРОНЫ

Нейроны, или нервные клетки, — специализированные клетки нервной системы, которые проводят электрические импульсы. Каждый нейрон состоит из **аксона**, **тела клетки** и одного или более **дендритов**.

Дендриты проводят импульсы к телу клетки. Аксоны передают команды от тела клетки.

Мультиполярный мотонейрон показан на рис. 22-14. Этот тип нейрона типичен для нейронов, передающих импульсы от спинного мозга к мышечной ткани. Мультиполярные нейроны **имеют несколько дендритов и один аксон**.

Дендриты и **тела клеток** образуют **серое вещество** головного и спинного мозга, а длинные миелинизированные аксоны образуют белое вещество мозга, как видно на следующих рисунках и компьютерных томограммах.

ДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Перед началом изучения поперечной анатомии томографических срезов следует ознакомиться с макроскопической анатомией головного мозга и центральной нервной системы.

Центральная нервная система может быть разделена на два основных раздела: (1) **головной мозг**, заполняющий полость черепа, и (2) **спинной мозг**, который продолжается из головного мозга вниз и защищен костями позвоночного столба. Спинной мозг заканчивается на уровне нижнего края **L1** сужением, называемым **конусом спинного мозга**. Из спинного мозга исходят нервные корешки, распространяющиеся вниз до первого копчикового сегмента. Субарахноидальное пространство продолжается вниз до второго крестцового сегмента (S2).

Краткая анатомия спинного мозга. Изображение на рис. 22-15 демонстрирует три следующие, существенные для рентгенографии, детали головного и спинного мозга.

1. **Конус спинного мозга** — это дистальное сужение спинного мозга **на нижнем уровне L1**.
2. **Субарахноидальное пространство**, содержащее спинно-мозговую жидкость (СМЖ) — прозрачную, бесцветную жидкость, омывающую головной и спинной мозг, и продолжающееся вниз **до уровня второго крестцового сегмента (S2)**.
3. Общепринятое место для **поясничной пункции**, которую выполняют для отбора СМЖ или введения контрастного препарата для миелографии, располагается между L3 и L4. Игла может быть введена в субарахноидальное пространство, без опасности повредить спинной мозг, который заканчивается на уровне нижнего края L1.

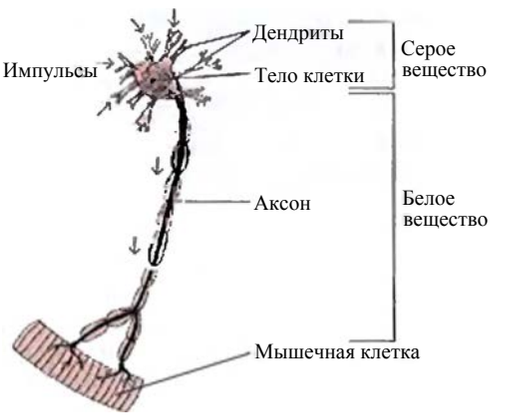


Рис. 22-14. Мультиполярный мотонейрон (несколько дендритов, один аксон)

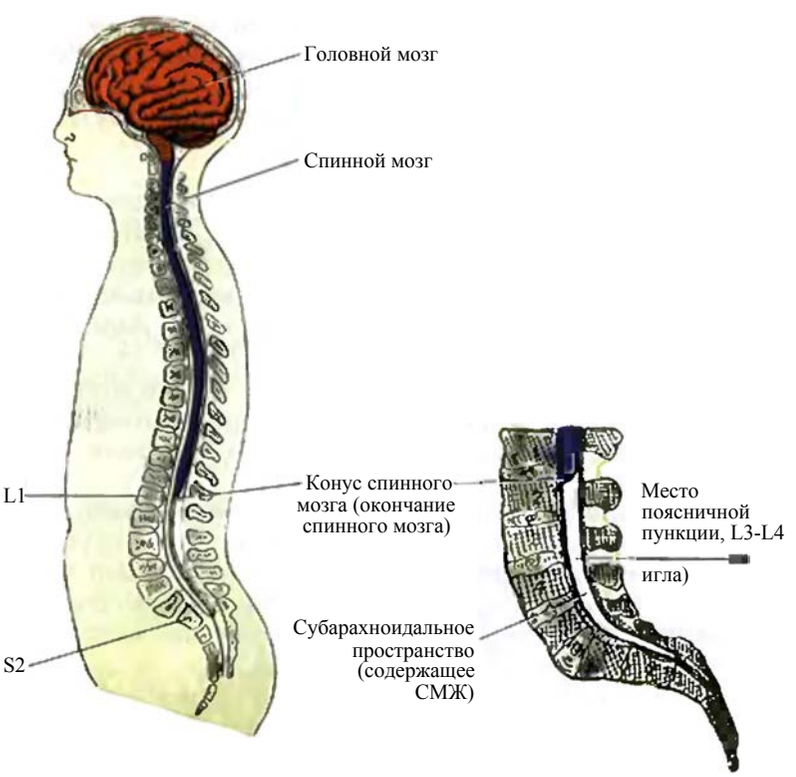


Рис. 22-15. Центральная нервная система (ЦНС)

Оболочки головного и спинного мозга

Головной и спинной мозг заключены в три защитных оболочки, или мембраны, называемые мозговыми оболочками (рис. 22-16). Первая снаружи — это (1) **твердая мозговая оболочка (dura mater)**, (2) **паутинная оболочка (арахноидальная)** и (3) **мягкая мозговая оболочка**.

Твердая мозговая оболочка. Самая наружная — твердая мозговая оболочка. Эта мощная фиброзная оболочка мозга имеет **внутренний и наружный слои**, плотно связанные между собой. Только в нескольких местах между наружным и внутренним слоем существуют просветы, через которые проходят крупные венозные каналы. Эти области называют **венозными синусами (пазухами) твердой мозговой оболочки**. Наружный листок оболочки плотно сращен с внутренней поверхностью **черепа**. Внутренний листок твердой мозговой оболочки под синусами формирует **серповидный отросток** (рис. 22-16), выстоящий вниз в продольную щель между двумя полушариями мозга, как это видно на КТ-срезах.

Мягкая оболочка. Самая внутренняя из этих оболочек — это мягкая оболочка. Эта мембрана очень тонка и интенсивно васкуляризирована и лежит на поверхности головного и спинного мозга. Она окружает всю поверхность головного мозга, погружаясь во все щели и борозды.

Паутинная (арахноидальная). Между мягкой оболочкой и твердой оболочкой расположена нежная аваскулярная мембрана, называемая паутинной оболочкой. Нежные нитевидные трабекулы соединяют паутинную оболочку с мягкой, поэтому она и называется паутинной.

ОБОЛОЧЕЧНЫЕ ПРОСТРАНСТВА (рис. 22-16)

Сразу снаружи от каждой оболочки есть пространство, или потенциальное пространство. Следовательно, есть три пространства, или потенциальных пространства, — (1) **эпидуральное пространство**, (2) **субдуральное пространство** и (3) **субарахноидальное пространство**.

Эпидуральное пространство. Снаружи от твердой мозговой оболочки между твердой оболочкой и внутренней поверхностью черепа есть потенциальное пространство, называемое эпидуральным.

Субдуральное пространство. Под твердой мозговой оболочкой, между твердой и паутинной оболочками, находится узкое пространство, называемое субдуральным. Оно содержит тонкий слой жидкости и различные кровеносные сосуды. Эпидуральное и субдуральное пространства — возможные места кровоизлияний после травмы головы.

Субарахноидальное пространство. Под паутинной оболочкой, между паутинной и мягкой оболочкой, есть сравнительно широкое пространство, называемое субарахноидальным. Субарахноидальное пространство головного и спинного мозга заполнено спинно-мозговой жидкостью (СМЖ).

ТРИ ОТДЕЛА МОЗГА

Головной мозг делят на три основных области: (1) **передний мозг**, (2) **средний мозг** и (3) **ромбовидный мозг.** Эти три отдела мозга, кроме того, делятся на специфические области и структуры, как показано на срединном сагиттальном разрезе, (рис. 22-17) и в таблице отделов мозга справа. Каждый из этих разделов будет описан ниже в этой главе более детально.

СТВОЛ МОЗГА

Средний мозг, мост и продолговатый мозг вместе образуют ствол мозга, который проходит через большое отверстие на основании черепа — большое затылочное отверстие, где переходят в спинной мозг.

Дополнительные названия для этих отделов мозга приведены в скобках в таблице справа.

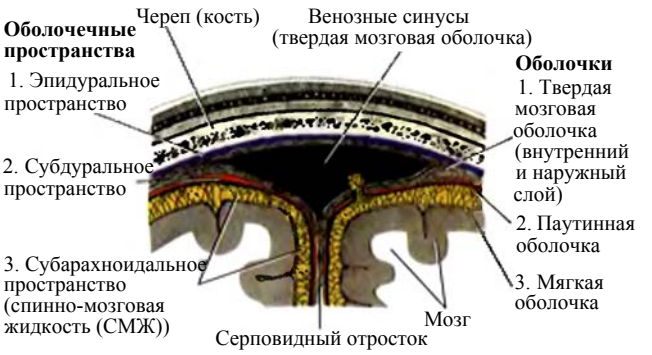


Рис. 22-16. Оболочки и оболочечные пространства

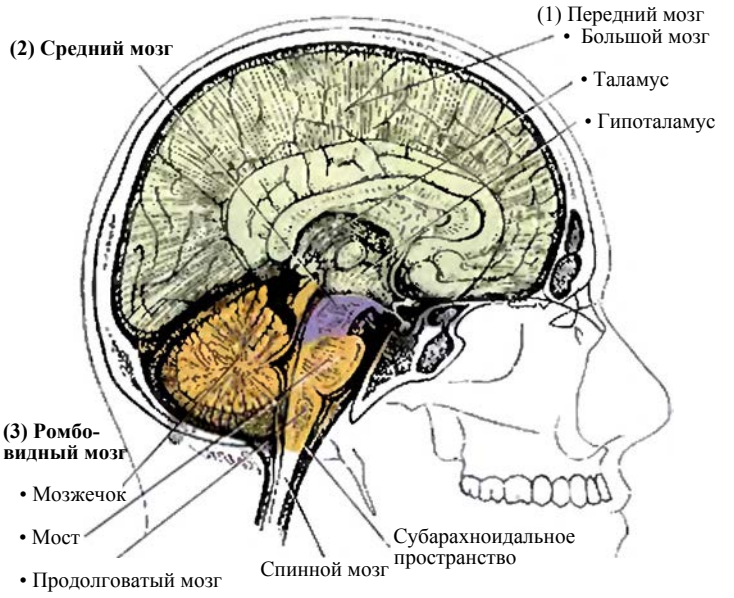


Рис. 22-17. Мозг (срединный сагиттальный разрез)

ОТДЕЛЫ МОЗГА

1. **Передний мозг** (Prosencephalon)	**Большой мозг**	(Telencephalon)
	Таламус	(Diencephalon)
	Гипоталамус	
2. **Средний мозг** (Mesencephalon)	**Средний мозг**	Ствол мозга
3. **Ромбовидный мозг** (Rhombencephalon)	**Мост**	Ствол мозга
	Продолговатый мозг	Ствол мозга
	Мозжечок	

Передний мозг

Первая изучаемая часть переднего мозга — большой мозг.

МОЗГ

На рис. 22-18 показан сагиттальный разрез через голову и шею с оставленными головным и спинным мозгом. Показаны относительные размеры различных структур, включая пять долей мозга. Поверхностный слой всего головного мозга толщиной 2-4 мм сразу под костями свода черепа называется **корой головного мозга**. Как видно, весь головной мозг занимает большую часть полости черепа.

Пять долей каждого полушария. Каждая половина мозга называется **полушарием мозга** и делится на пять долей. Четыре доли видны на рис. 22-18 и 22-19 и лежат под одноименными костями черепа. **Лобная доля** лежит под лобной костью, **теменная доля** — под теменной костью. Также и **затылочная доля** и **височная доля** лежат под соответствующими костями черепа. Пятая доля, называемая **островок, или центральная доля**, расположена ближе к центру мозга и не видна на этих рисунках.

ПОЛУШАРИЯ МОЗГА

Верх мозга показан на рис. 22-19. Мозг частично разделен глубокой **срединной щелью** в срединной сагиттальной плоскости. Эта щель делит мозг на правое и левое полушария. **Части лобных, теменных** и **затылочных** долей видны на рисунке краниальной поверхности мозга.

Поверхности каждого полушария мозга разделены множеством борозд и извилин, которые формируются во время бурного эмбрионального роста этой части мозга. Каждый завиток, или возвышающаяся область, называется **извилиной**. Две такие извилины, которые могут быть идентифицированы на КТ-срезах — это **передняя центральная (прецентральная) извилина** и **задняя центральная (постцентральная) извилина**, которые видны по обе стороны от центральной борозды. Борозда — это поверхностное углубление, а центральная борозда, которая разделяет лобную и теменную доли мозга, — ориентир для идентификации специфических сенсорных областей коры головного мозга.

Глубокие борозды, в частности **продольная щель**, разделяющая два полушария, называют **щелями**.

Мозолистое тело расположено в глубине продольной щели и невидимо на этом рисунке, оно состоит из множества сводчатых поперечных волокон (белого вещества), соединяющих два полушария.

ЖЕЛУДОЧКИ МОЗГА

Основательное **знание** желудочков мозга важно для понимания компьютерных томограмм черепа, потому что они легко идентифицируются на аксиальных КТ. Желудочковая система мозга соединяется с субарахноидальным пространством. В желудочковой системе есть **четыре полости**. Эти четыре полости заполнены спинно-мозговой жидкостью (СМЖ) и соединяются через маленькие соустья.

Желудочковая система состоит из **четырех полостей**.

Правый и левый боковые желудочки расположены в правом и левом полушариях. **Третий желудочек** — это одиночный желудочек, расположенный срединно и ниже боковых желудочков. **Четвертый желудочек** — это тоже одиночный желудочек, расположенный срединно, сразу ниже третьего.

СМЖ образуется в боковых желудочках в специальных капиллярных слоях, называемых хориоидальными сплетениями, которые фильтруют кровь, превращая ее в СМЖ. Согласно анатомии Грэя (Gray's Anatomy) около 140 мл СМЖ содержится внутри и вокруг ЦНС, хотя ежедневно образуется больше 500 мл СМЖ, реабсорбирующейся для баланса в венозной системе. СМЖ играет питающую роль в процессе развития, но у взрослых она играет защитную роль для ЦНС.

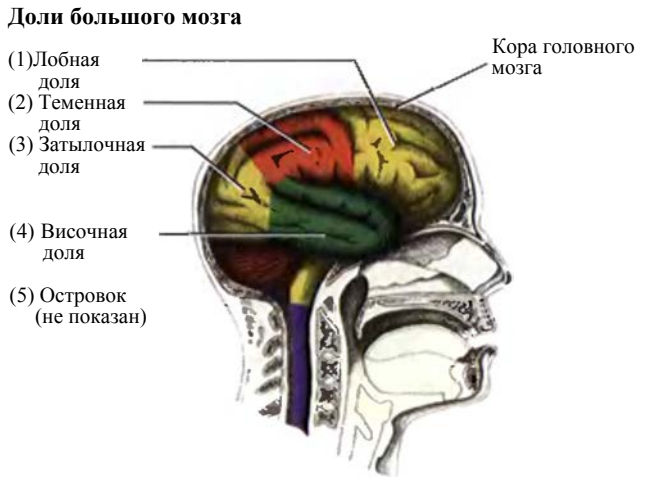


Рис. 22-18. Четыре доли, имеющиеся в каждом полушарии

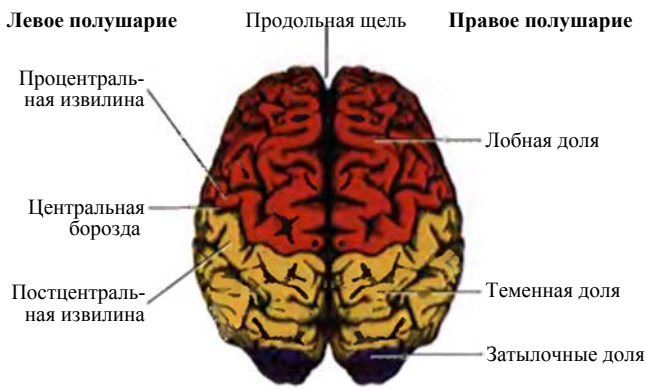


Рис. 22-19. Полушария мозга (вид сверху) показаны лобные, теменные и затылочные доли и различия между извилиной, бороздой и щелью

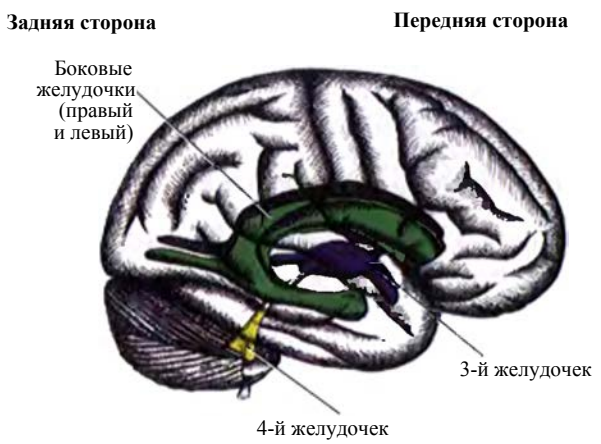


Рис. 22-20. Желудочки мозга

БОКОВЫЕ ЖЕЛУДОЧКИ

Каждый боковой желудочек состоит из четырех частей. На изображениях при взгляде сверху и сбоку на рис. 22-21 показано, что у каждого бокового желудочка есть срединно расположенное тело и **три** выступающих части или рога, выходящих из тела. **Передний, или фронтальный, рог** направлен вперед. **Задний, или затылочный, рог** направлен назад, а **нижний, или височный, рог** направлен вниз.

Два боковых желудочка расположены по обе стороны от срединной сагиттальной плоскости в полушариях мозга и являются зеркальным отражением друг друга. Определенные патологические процессы, такие как дислокационные процессы или масс-эффект, нарушают симметрию желудочковой системы, что видно на КТ.

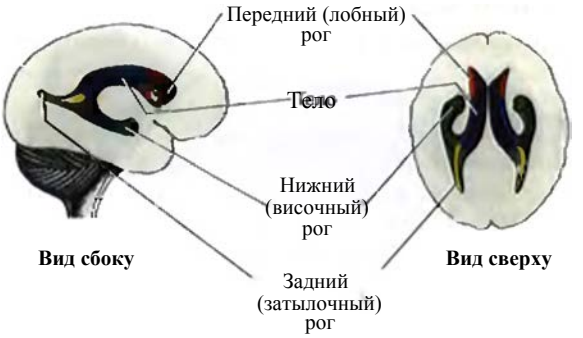


Рис. 22-21. Боковые желудочки

ТРЕТИЙ ЖЕЛУДОЧЕК

Каждый из боковых желудочков соединяется с третьим желудочком через **межжелудочковое отверстие**. **Третий желудочек** расположен по средней линии и имеет почти четырехгранную форму. Он лежит сразу ниже уровня тел двух боковых желудочков. **Шишковидная железа** примыкает к верхней стенке задней части третьего желудочка непосредственно над водопроводом, который образует воронку в задних отделах этого желу - дочка. (Шишковидная железа также показана на боковом изображении на рис. 22-28 в соотношении с таламической частью переднего мозга.)

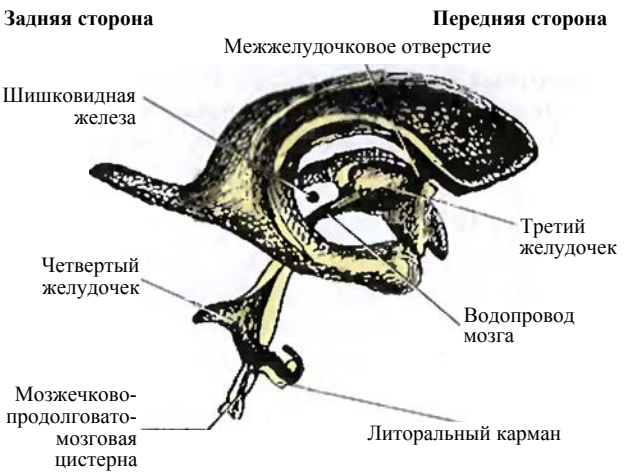


Рис. 22-22. Третий и четвертый желудочки (вид сбоку)

ЧЕТВЕРТЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК

Полость третьего желудочка соединяется сзади с четвертым желудочком через соустье, называемое водопроводом мозга. Ромбовидный четвертый желудочек соединяется в широкой части с субарахноидальным пространством в области **мозжечково-продолговато-мозговой цистерны** (см. рис. 22-22 и 22-25).

С каждой стороны четвертого желудочка есть боковой выступ, называемый **латеральным карман**ом, который также соединяется с субарахноидальным пространством через щель или отверстие.

ЖЕЛУДОЧКИ, ВИД СВЕРХУ

Вид на желудочки сверху показан на рис. 22-23. Этот вид демонстрирует отношение **третьего** и **четвертого желудочков к двум боковым**. Третий желудочек виден в такой позиции только как узкая щель, как структура, лежащая срединно между и ниже тел боковых желудочков.

Водопровод мозга ясно показывает связь третьего и четвертого желудочка.

Боковые карманы, обеспечивающие связь с субарахноидальным пространством, показаны с каждой стороны от четвертого желудочка.

Тело, нижний рог, передний и задний рога каждого из боковых желудочков тоже хорошо различимы на виде сверху.

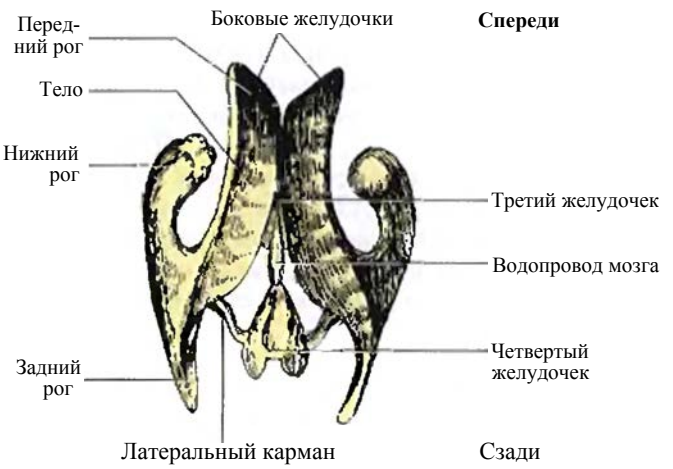


Рис. 22-23. Желудочки (вид сверху)

ЖЕЛУДОЧКИ, ВИД СПЕРЕДИ

Вид спереди на желудочки внутри мозга показан на рис. 22-24. **Межжелудочковые отверстия** соединяют тело каждого бокового желудочка с третьим желудочком. Этот вид подчеркивает тот факт, что **третий и четвертый желудочки** являются срединными структурами. **Передний рог, тело и нижний рог** каждого бокового желудочка показаны на этом рисунке так, как они видны в передней проекции. Также показаны латеральные карманы, соединяющие четвертый желудочек с субарахноидальным пространством.

СУБАРАХНОИДАЛЬНЫЕ ЦИСТЕРНЫ

Как уже отмечено, спинно-мозговая жидкость в норме вырабатывается в каждом боковом желудочке. Потом она попадает через третий желудочек в **четвертый**. После выхода из четвертого желудочка спинно-мозговая жидкость полностью окружает головной и спинной мозг, заполняя **субарахмондальные пространства**, отмеченные красными точками на рис. 22-25. Препятствия на пути оттока из желудочков в субарахноидальные пространства могут вызвать чрезмерное накопление спинно-мозговой жидкости в желудочках, это состояние известно как **гидроцефалия**.

В субарахноидальном пространстве есть некоторые широкие участки, называемые **цистернами**, самая большая цистерна — **мозжечково-продолговато-мозговая** (большая затылочная цистерна), располагающаяся под четвертым желудочком и мозжечком.

Цистернальная пункция выполняется иглой, введенной в мозжечково-продолговато-мозговую цистерну, между C1 и затылочной костью для анестезии субарахноидального пространства. Это второе место для пункции, с первым местом для поясничной пункции в промежутке L3-L4 мы знакомились ранее, оно показано на рисунке 22-15.

Цистерна моста расположена сразу ниже и впереди моста. Каждая из больших черных точек на этих рисунках обозначает отдельную цистерну, названную соответственно ее расположению. **Хиазмальуая цистерна**, показанная на изображении мозга при виде снизу (рис. 22 26), названа так из-за своего расположения по отношению к оптической хиазме, месту перекреста зрительных нервов, что будет продемонстрировано на следующих рисунках.

Некоторые другие цистерны лежат вдоль основания и ствола мозга. Так как средний мозг полностью окружен заполненными ликвором цистернами, он хорошо виден на КТ -сканах.

Субарахноидальное пространство и желудочки, заполненные СМЖ, имеют большое значение в компьютерной томографии, так как их можно дифференцировать от тканевых структур.



Рис. 22-24. Желудочки (вид спереди)

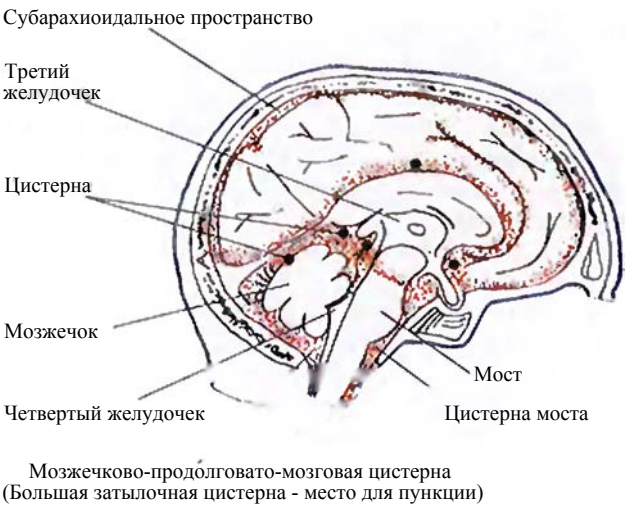


Рис. 22-25. Субарахноидальные цистерны (вид сбоку)

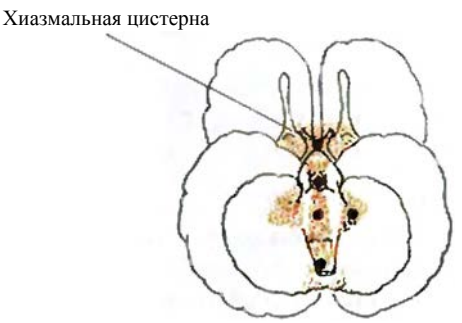


Рис. 22-26. Субарахноидальные пространства, вид снизу

ТАЛАМУС (ЗРИТЕЛЬНЫЙ БУГОР)

Следующая за большим мозгом вторая часть переднего мозга — **таламус** (зрительный бугор) (рис. 22-27 и 22-28). Таламус — сравнительно небольшое овальное образование (около 2,5 см в длину), расположенное непосредственно над средним мозгом и под мозолистым телом. Он состоит из двух овальных масс, главным образом серого вещества или ядер, образующих **часть стенок третьего желудочка** сразу над средним мозгом.

Эти группы ядер (серого вещества) служат передаточными узлами для большинства сенсорных импульсов, проходящих от спинного мозга и структур среднего мозга в мозговую кору. Таким образом, таламус служит **центром интерпретации** для определенных сенсорных импульсов, таких как **боль, температура, осязание**, а также **определенных эмоций и памяти**.

Таламус и гипоталамус вместе образуют диэнцефалон, часть переднего мозга, как описано выше.

ГИПОТАЛАМУС

Третий и последний отдел переднего мозга — это **гипоталамус** (рис. 22-27 и 22-28). Гипо означает под; поэтому он расположен **под таламусом**. Гипоталамус образует **дно и нижние стенки третьего желудочка**. Три важные структуры связаны с гипоталамусом — это **воронка задняя доля гипофиза и зрительный перекрест (хиазма)**.

Воронка — это конический вырост, направленный вниз и заканчивающийся в задней доле гипофиза. Воронка и задняя доля гипофиза известны как **нейрогипофиз**.

Зрительный перекрест (хиазма) (рис. 22-27) назван так потому, что он похож на греческую букву χ (хи). Он расположен над гипофизом и перед третьим желудочком.

Гипоталамус имеет малые размеры, но контролирует важные функции организма, влияя на эндокринную систему. Большинство этих функций связаны с **гомеостазом**, способностью организма стабилизировать нормальное состояние тела.



Рис. 22-27. Таламус и гипоталамус (срединный сагиттальный разрез)

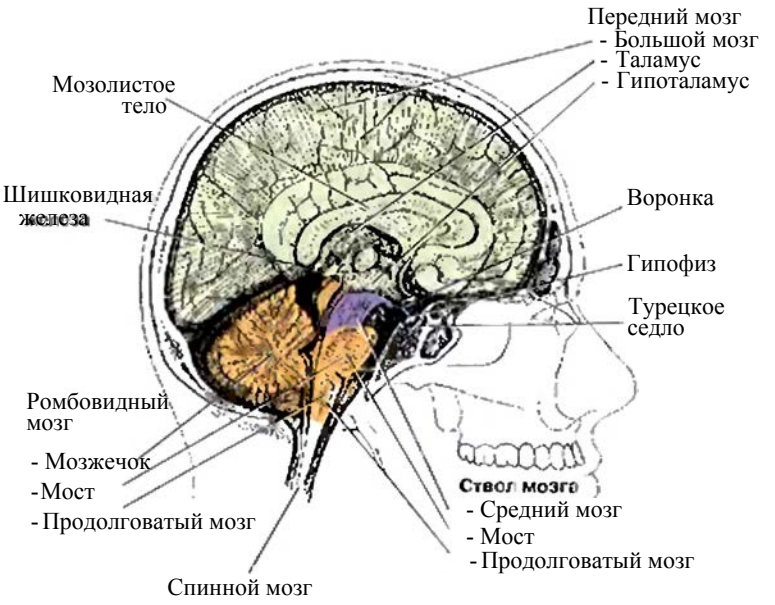


Рис. 22-28. Мозг (срединный сагиттальный разрез)

Средний мозг и ромбовидный мозг

Средний мозг выглядит как короткая, сжатая часть ствола мозга, соединяющая передний мозг с ромбовидным мозгом. **Ромбовидный мозг** состоит из **мозжечка, моста** и **продолговатого мозга**.

Как видно на рисунке 22-28, мозжечок — самая большая часть ромбовидного мозга и вторая по величине часть всего мозга, он детально описан ниже.

СТВОЛ МОЗГА

Ствол мозга включает **средний мозг, мост и мозжечок**. Мост — это выступающая вперед овальная структура, расположенная ниже среднего мозга. Продолговатый мозг это последняя часть мозгового ствола, расположенная до уровня большого затылочного отверстия на основании черепа. Таким образом, ствол мозга состоит из среднего мозга, моста и продолговатого мозга и соединяет передний мозг со спинным мозгом.

ГИПОФИЗ И ШИШКОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

Две важных срединно расположенные структуры — **гипофиз и шишковидная железа**. Шишковидная железа в соотношении с третьим желудочком показаны на рис. 22-22. Эта маленькая железа (около 5 мм в длину) является эндокринной железой, которая вырабатывает гормоны, которые поддерживают регуляцию некоторых секреторных функций.

Важная **питуитарная железа**, называемая также **гипофиз**, относится к **управляющим железам**, потому что она регулирует большое количество функций организма. Она расположена в турецком седле клиновидной кости и защищена им и соединена с гипоталамусом воронкой (показана на рис. 22-27 и 22-28). Эта железа тоже сравнительно мала (около 1,3 см в диаметре) и разделена на переднюю и заднюю доли. Гормоны, секретируемые гипофизом, контролируют важные функции организма, включая рост и репродуктивные функции.

МОЗЖЕЧОК

Последняя часть мозга, которая будет описана, — **мозжечок** (рис. 22-29), который занимает большую часть нижней и задней ямы черепа. У взрослых размеры мозжечка относятся к размерам обеих полушарий как 1:8.

Форма мозжечка отчасти напоминает бабочку и состоит **из правого и левого полушарий**, соединенных узкой срединно расположенной лентой, **червем**. У верхнего края передней поверхности есть широкая неглубокая **передняя вырезка мозжечка**. Четвертый желудочек расположен в передней мозжечковой вырезки, отделяя мост и продолговатый мозг от мозжечка.

Внизу вдоль задней поверхности полушария мозжечка разделены задней мозжечковой вырезкой. Вырост твердой мозговой оболочки, именуемый **серповидным отростком**, расположен в задней церебеллярной вырезке.

Мозжечок в первую очередь **координирует важные моторные функции тела**, такие как **координация, осанка и равновесие.**

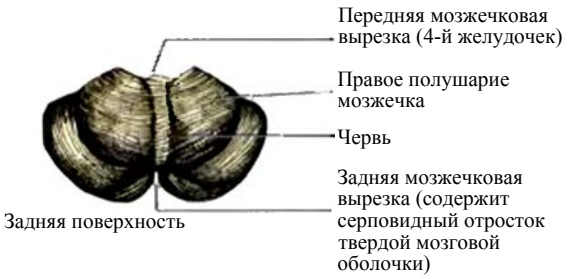


Рис. 22-29. Мозжечок

Серое вещество и белое вещество

Центральная нервная система по внешнему виду может быть разделена на белое вещество и серое вещество. Белое вещество с головном и спинном мозге образовано **трактами**, которые состоят из пучков **миелинизированных аксонов**. Миелинизированные аксоны — это аксоны, окутанные миелиновыми оболочками и жировым веществом, имеющим светло-кремовый цвет. Такие аксоны образуют большую часть белого вещества.

Серое вещество состоит из **дендритов нейронов** и **тел клеток**. Срез ткани головного мозга через полусферы показан на рис. 22-30. На этом уровне головного мозга серое вещество образует **наружную кору** тогда как мозговая ткань под корой — белое вещество. Расположенный под корой массив белого вещества называется **полуовальным центром**. Глубоко в мозге, ниже этого уровня, много белого вещества, называемого **ядрами головного мозга**, или **базальными ганглиями**.

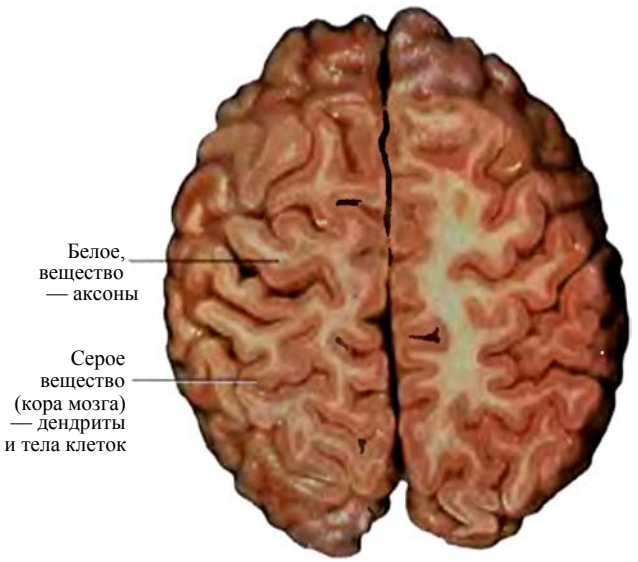


Рис. 22-30. Разрез мозга, демонстрирующий серое и белое вещество

В связи с тем что на компьютерных томографических срезах головного мозга можно дифференцировать серое и белое вещество, срез через мозговые ядра дает много диагностической информации. Горизонтальный, или аксиальный, срез правого полушария мозга, приведенный на рис. 22-31, наглядно показывает те области, которые обычно могут быть визуализированы. Участки белого вещества включают **мозолистое тело** и **полуовальный центр**. Участки серого вещества включают мозговые **ядра, таламус** и **кору головного мозга**.

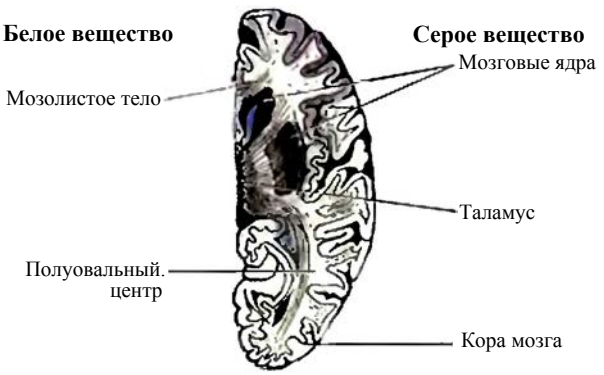


Рис. 22-31. Белое и серое вещество

РЕЗЮМЕ — БЕЛОЕ И СЕРОЕ ВЕЩЕСТВО

Белое вещество, состоящее из миелинизированных аксонов, обычно идентифицируется на КТ-срезах мозга как светлая или белая ткань. Оно чаще всего выглядит на срезах полушарии мозга как субкортикальная белая ткань **полуовальных центров**, состоящая из волокон, соединяющих серое вещество коры мозга с глубокими, более каудальными частями среднего и спинного мозга. Вторая важная структура из белого вещества — **мозолистое тело**, полоса из волокон, соединяющих правое и левое полушария в глубине продольной щели.

Серое вещество. Тонкий наружный слой складок коры головного мозга — серое вещество, состоящее из дендритов и тел клеток.

Другое серое вещество мозга включает много центральных структур, таких как **мозговые ядра** или **базальные ганглии**, располагающиеся глубоко в полушариях и группы **ядер**, формирующее **таламус**.

ЯДРА МОЗГА (БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ)

Ядра мозга, или базальные ганглии, — это парные скопления серого вещества в глубине каждого полушария (рис. 22-32). Существует четыре специфических области, или группировки, этих мозговых ядер, как показано на рисунке в разрезе. Это (1) **хвостатое ядро**, (2) **чечевицеобразное ядро**, состоящее из скорлупы и бледного шара, (3) **ограда** (не видна на этом рисунке) и (4) **миндалевидное ядро**, или тело.

Отношения ствола мозга и мозжечка к трем из мозговых ядер и таламусу показаны на этом рисунке. Мозговые ядра — это двухсторонние симметричные скопления серого вещества, расположенные с двух сторон от третьего желудочка.

НИЖНЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ МОЗГА

На изображении нижней поверхности мозга (рис. 22-33) показаны **воронка, гипофиз и хиазма**, расположенные перед **мостом** и **средним мозгом**. Продолжение хиазмы вперед — это крупные **зрительные нервы**, а назад — **зрительные тракты**. Показана часть **мозолистого тела**, расположенная глубоко в продольной щели.

ЧЕРЕПНЫЕ НЕРВЫ

12 пар черепных нервов выходят на основании мозга и покидают череп через несколько отверстий. Идентификация всех этих черепных нервов на рентгенограммах или на рисунке находится обычно за пределами знания анатомии, необходимой рентгенолаборанту.

Рентгенолаборанты тем не менее должны знать все их названия и главные функции, описанные ниже. Черепные нервы пронумерованы в направлении спереди назад римскими цифрами. **Самый мелкий** из черепных нервов это **IV**, **блоковый нерв**, а самый **крупный — V**, **тройничный нерв**.

Мнемоническая фраза: **«Обязан Знать, Где Был Тогда Одиссей, Лучше Путешественника Ясона Бороздящим Дом Посейдонов»** дает первые буквы каждой из 12 пар черепных нервов, вторые употребляемые старые термины приведены ниже в таблице в круглых скобках и подчеркнуты.

ТАБЛИЦА ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ

I.	**Обонятельный нерв** (запах)	Обязан
II.	**Зрительный нерв** (зрение)	Знать
III.	**Глазодвигательный нерв** (движения глаз)	Где
IV.	**Блоковой нерв** (движения глаз)	Был
V.	**Тройничный нерв** (смешливый, чувствительный и двигательный, с тремя ветвями)	Тогда
VI.	**Отводящий нерв** (движения глаз)	Одиссей
VII.	**Лицевой нерв** (чувствительный и двигательный)	Лучше
VIII.	**Преддверно-улитковый** (слуховой) нерв (слух)	Путешественника
IX.	**Языкоглоточный нерв** (вкус и глотание)	Ясона
X.	**Блуждающий нерв** (чувствительный и двигательный)	Бороздящий
XI.	**Добавочный** (Спинной добавочный) **нерв** (глотание)	Дом
XII.	**Подъязычный нерв** (язык, речь и глотание)	Посейдонов

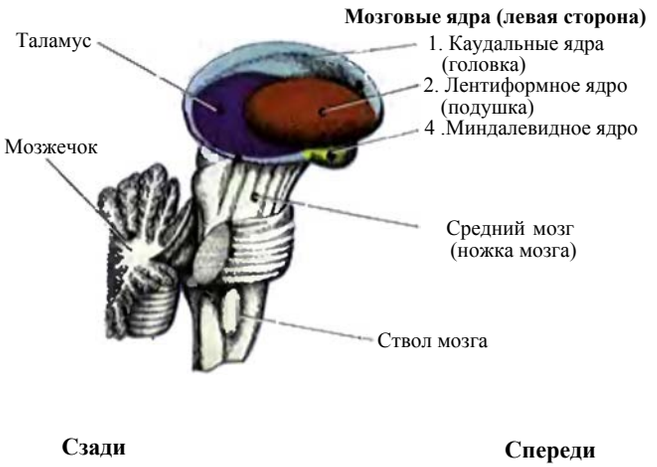


Рис. 22-32. Среднесагиттальный разрез через мозговые ядра (базальные ганглии) в глубине мозга

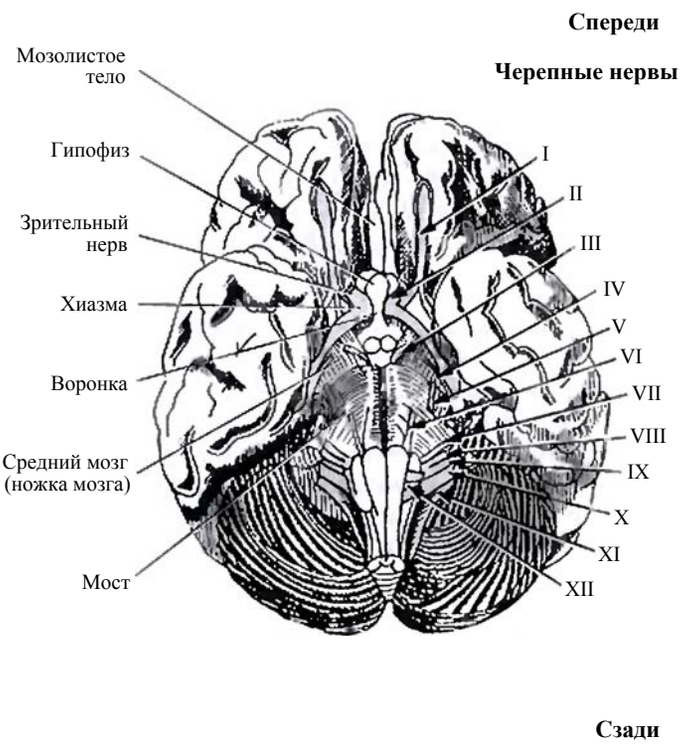


Рис. 22-33. Головной мозг (нижняя поверхность)

ГЛАЗНИЦА

Изображения глазных орбит часто получаются при выполнении рутинной серии КТ-исследования черепа. В полости глазницы, как показано на рис. 22-34, на фронтальном разрезе находятся **глазное яблоко** и несколько связанных с ним образований: **мышцы глаза, нервы** (включая зрительный нерв), **кровеносные сосуды, жировая (ретробульбарная) клетчатка, слезная железа, слезный мешок и проток**.

ГЛАЗНИЦА (ВИД СВЕРХУ)

Полость глазницы представлена на рис 22-35 (вид сверху) с удаленной верхней стенкой (крышей). Справа изображено нормальное содержимое полости глазницы: **слезная железа** (в верхнем наружном квадранте), **жировая клетчатка** и **глазные мышцы**. **Внутренняя сонная артерия** видна в месте ее проникновения в основание черепа. В этой точке от внутренней сонной артерии уже отделилась артерия, питающая содержимое глазницы.

В полости левой глазницы с удаленной жировой клетчаткой и некоторыми мышцами показано расположение крупного **зрительного нерва** от его выхода из глазного яблока до зрительного перекреста — **хиазмы**. Опухоли органов, заполняющих глазничную полость, и инородные тела могут быть легко обнаружены при компьютерной томографии.

ЗРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

Аксоны, выходящие из глазного яблока, проходят через **зрительные нервы** к неполному зрительному перекресту — **хиазме**. В хиазме некоторые волокна переходят на противоположенную сторону, а некоторые остаются на той же стороне, как показано на рис. 22-36. После прохождения через хиазму волокна формируют **зрительный тракт**. Оба зрительных тракта входят в мозг и оканчиваются в **таламусе**.

В таламусе волокна через синапсы соединяются с другими нейронами, аксоны которых образуют **зрительную лучистость**, с помощью которой световой сигнал передается в **зрительные центры**, расположенные в коре затылочных долей мозга. Вследствие частичного перекреста волокон зрение может поражаться различным образом в соответствии с локализацией повреждения в зрительном пути. Примером является **гемианопсия**, которая дает слепоту или нарушение зрения только в одной половине поля зрения каждого глаза.

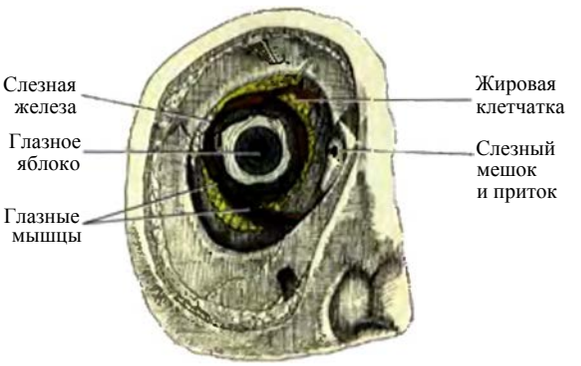


Рис. 22-34. Глазничная полость

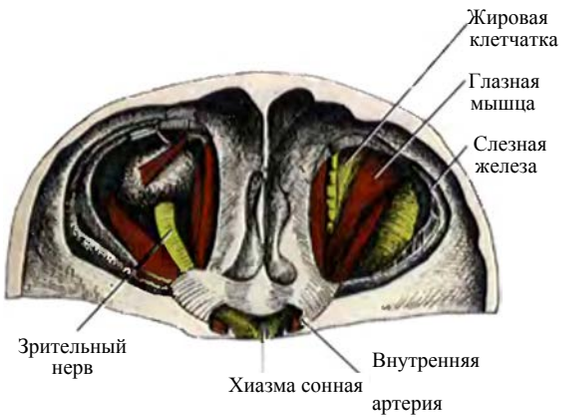


Рис. 22-35. Глазничная полость (вид сверху)

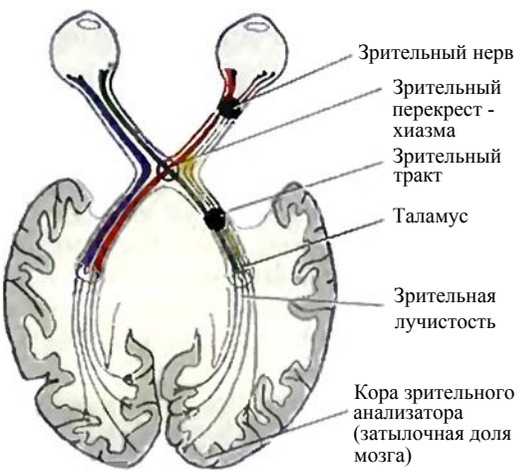


Рис. 22-36. Зрительный тракт

Компьютерная томография головы

НАЗНАЧЕНИЕ

Главное назначение компьютерной томографии головы — окончательная диагностика, которая обычно недостижима при помощи других методов исследований. КТ головы во многих случаях обеспечивает высокую степень достоверности. Острая травма головы, например, может привести к развитию эпидуральной или субдуральной гематомы, которые могут быть быстро, точно и ясно визуализированы с помощью КТ.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

Фактически любой подозреваемый патологический процесс в головном мозге является причиной назначения исследования на компьютерном томографе.

Назовем некоторые наиболее распространенные показания для компьютерной томографии.

- **Подозрение на новообразования, объемные процессы, повреждения, опухоли головного мозга**.
- **Метастазы**.
- **Внутричерепные кровоизлияния**.
- **Аневризмы**.
- **Абсцессы**.
- **Атрофия мозга**.
- **Посттравматические изменения** (в частности, эпидуральные и субдуральные гематомы).
- **Приобретенные или врожденные аномалии**.

ПРИМЕРЫ ПАТОЛОГИИ НА К0МПЬЮТЕРНЫХ ТОМОГРАММАХ ГОЛОВЫ

Глиома

Пример компьютерных томограмм с патологией приведен на рис. 22-37 и 22-38. Это специфическое поражение — глиома, один из типов мозговой опухоли. КТ-срез без контрастирования дан на рис. 22-37, тот же срез с введением контрастного вещества на рис. 22-38. Использование контрастного вещества показано при всех подозрениях на новообразования для выявления нарушения гематоэнцефалического барьера, как это описано ниже.

Субдуральная гематома и гидроцефалия

Два других примера приведены на рис. 22-39 и 22-40. Большая **субдуральная билатеральная гематома** продемонстрирована на рис. 22-39. Субдуральной гематомой называется скопление крови под твердой мозговой оболочкой, вызванное травмой черепа. Кровь становится причиной компрессии и повреждения ткани мозга, что приводит к оглушению или к потере сознания. Это состояние острое, или хроническое, может быть выявлено при КТ без контрастирования.

На рис. 22-40 дается пример гидроцефалии, вызванной нарушением оттока СМЖ из желудочков, что вызвало их увеличение и явилось причиной давления на мозг. Обратите внимание на увеличение желудочков и как хорошо это видно на КТ.

Контрастные вещества и гематоэнцефалический барьер.

Приблизительно 50-90% компьютерных томограмм головы требуют использования контрастного вещества. Применение контрастных препаратов сходно с их использованием при экскреторной урографии. Эти контрастные йодсодержащие препараты обычно применяют в виде болюсных инъекций, но они могут водиться и медленно, как внутривенная инфузия.

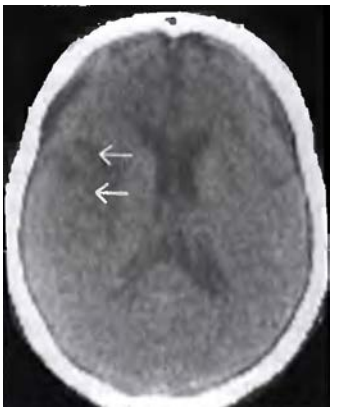


Рис. 22-37. Глиома без контрастирования



Рис. 22-38. КТ после введения контрастного вещества

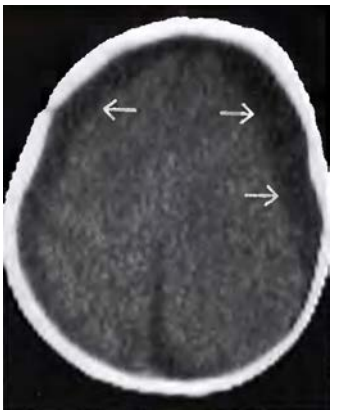


Рис. 22-39. Субдуральная гематома

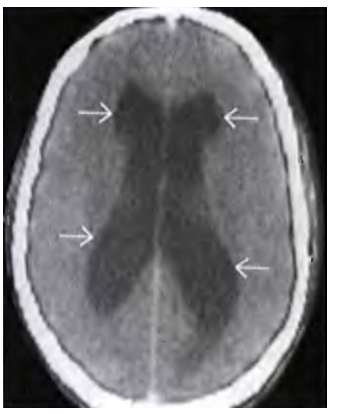


Рис. 22-40. Гидроцефалия

Мозг хорошо снабжен кровеносными сосудами. Кислород в него должен поступать постоянно, так как полное прекращение доставки кислорода на короткое время, около 4 минут, может привести к необратимому повреждению мозговых клеток. Так же постоянно необходима глюкоза, так как запасы углеводов в мозге ограничены. Глюкоза, кислород и некоторые ионы легко проходят из циркулирующей крови в межклеточную жидкость, а затем в клетки. Другие вещества, содержащиеся в крови в норме, проникают в клетки достаточно медленно. Некоторые вещества, такие как белки, большинство антибиотиков или контрастные вещества, вообще не могут проникнуть из нормальных капилляров кровеносной системы головного мозга в клетки мозга.

Таким образом, ткани мозга отличаются от других тканей тем, что являются естественным барьером для проникновения определенных веществ. Этот природный феномен назван гематоэнцефалическим барьером. Следовательно, появление контрастного препарата за пределами сосудистой системы указывает на то, что что-то не так.

ПРИНЦИПЫ УКЛАДОК ГОЛОВЫ ДЛЯ КТ

Базовые принципы укладок головы, применяющиеся в традиционной рентгенографии, также применимы в компьютерной томографии. Для компьютерной томографии головы важным условием является отсутствие наклонов и поворотов головы, так как любая билатеральная асимметрия может привести к ошибочной диагностике.

Наиболее распространенная позиция для КТ головы показана на рис. 22-41, где подбородок опущен, а под головой помещена специальная подставка таким образом, чтобы глазнично-ушная горизонталь (ГлзУГ) была наклонена на 25° от вертикали.

Для сканирования области глазницы применяется укладки с ГлзУГ, расположенной вертикально и параллельно рентгеновскому лучу (см. рис. 22-42)

Тип укладки головы и протокол исследования головы на КТ зависит от предпочтений рентгенолога и правил, принятых в отделении, и поэтому не описан в этом руководстве.

Современные КТ-сканеры позволяют наклонять гентри так, как это необходимо с точки зрения рентгенолога для исследования головы.

Для исследования головы так же, как и для КТ грудной клетки и живота, обычно используется топограмма, указывающая расположение первого и последнего срезов.



Рис. 22-41. Укладка для КТ головы с ГлзУГ, отклоненной на 25° от вертикали



Рис. 22-42. Укладка для сканирования глазничных полостей с вертикально расположенной ГлзУГ

АНАТОМИЯ СРЕЗОВ МОЗГА

Аксиальные срезы мозга

Общепринятая процедура для полного КТ сканирования головы включает исходную последовательность от 6 до 10 аксиальных срезов. Эти 6-10 срезов толщиной 13 мм охватывают весь мозг от основания до свода. В зависимости от используемого оборудования срезы могут быть тоньше (по 5, 8 или 10 мм), что потребует выполнения большего количества срезов (для КТ головы чаще используют 5-7 мм срезы).

На этой и следующей страницах приведено четыре примера аксиальных срезов мозга. На них ясно видны структуры, обозначенные как на КТ томограммах, так и справа, на срезах мозга трупа, выполненных на тех же уровнях. Рисунки справа сверху показывают уровень КТ-среза и помогут читателю идентифицировать указанные структуры на аксиальном (поперечном) изображении.

При просмотре компьютерных томограмм правая сторона пациента расположена слева от наблюдателя, как и на традиционной рентгенограмме. Аксиальные срезы рассматриваются так, как будто наблюдатель смотрит на срез со стороны ног пациента, лежащего на спине.

Хорошее учебное упражнение для изучения анатомии поперечных срезов — вначале попытаться идентифицировать как можно больше обозначенных структур перед тем, как посмотреть ответы, приведенные ниже.



Рис. 22-44. Уровень среза 1

Аксиальный срез 1 (рис. 22-43 — 22-45)

Аксиальный срез 1 — **это самый верхний** из аксиальных срезов. Обозначены следующие структуры.

А. Передняя часть верхнего сагиттального синуса.
Б. Полуовальный центр (белое вещество мозга).
В. Продольная щель (область серповидного отростка твердой мозговой оболочки).
Г. Борозда.
Д. Извилина.
Е. Задние отделы верхнего сагиттального синуса.

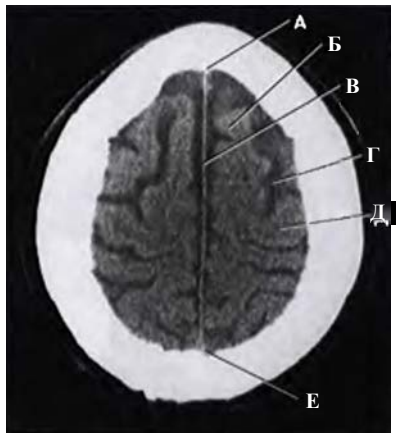


Рис. 22-43. Аксиальный КТ срез 1

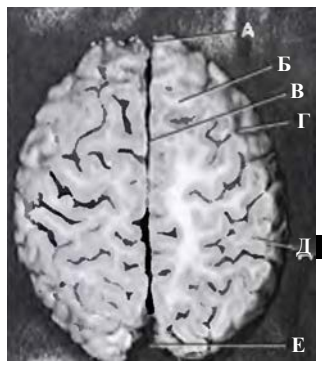


Рис. 22-45. Ткань мозга, срез 1

Аксиальный срез 4 (рис. 22-46 — 22-48)

Этот срез типичный четвертый аксиальный срез на **среднем желудочковом уровне**. Область глубоко залегающих мозговых ядер видна на этом уровне на томограмме и на фотографии среза препарата мозга. Обозначены следующие структуры.

А. Передняя часть мозолистого тела (колено).
Б. Передний рог правого бокового желудочка.
В. Область хвостатого ядра.
Г. Область таламуса.
Д. Третий желудочек.
Е. Шишковидная железа или тело (с небольшими обызвествлениями).
Ж. Задний (затылочный) рог левого бокового желудочка.

Аксиальный срез 5 (рис. 22-49 — 22-51)

Типичный аксиальный срез 5 показывает ткань мозга **на уровне третьего желудочка**. Обозначены следующие структуры.

А. Передняя часть мозолистого тела (колено).
Б. Передний рог правого бокового желудочка.
В. Третий желудочек.
Г. Область шишковидной железы.
Д. Внутреннее затылочное возвышение.

Аксиальный срез 7 — изображение глазниц (рис. 22-52 — 22-54)

Аксиальный срез 7 представляет изображение сечения тканей на уровне глазниц. Структуры на этом уровне значительно сложнее визуализируются на томограммах, и маркированный рисунок добавлен для лучшей их демонстрации. Для лучший визуализации глазничной полости используются различные углы наклона головы (см. рис. 22-42 на предыдущей странице). Обозначены следующие структуры.

А. Глазное яблоко.
В. Правый зрительный нерв.
В. Хиазма (только на рисунке).
Г. Височная доля.
Д. Мост, или средний мозг.
Е. Мозжечок.
Ж. Затылочная доля (только на рисунке).
З. Клетки сосцевидного отростка (только на КТ).
И. Пазуха клиновидной кости и решетки (только на КТ).



Рис. 22-47. Аксиальный срез 4

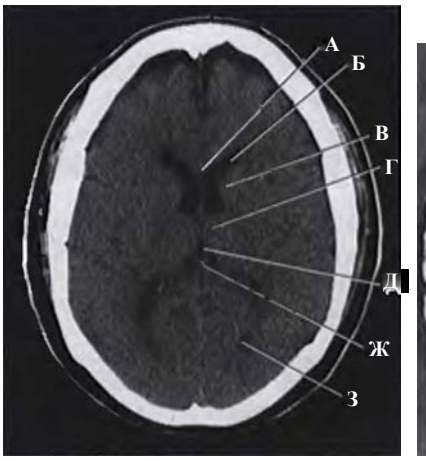


Рис. 22-46. Аксиальный срез 4

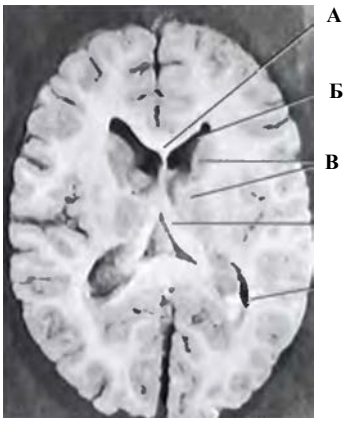


Рис. 22-48. Ткань мозга, срез 4



Рис. 22-50. Аксиальный срез 5

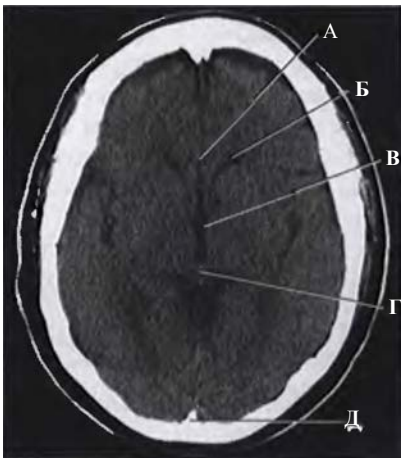


Рис. 22-49. Аксиальный срез 5

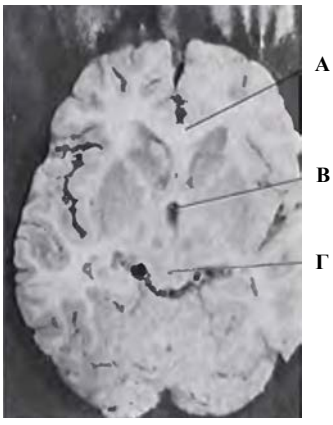


Рис. 22-51. Ткань мозга, срез 5

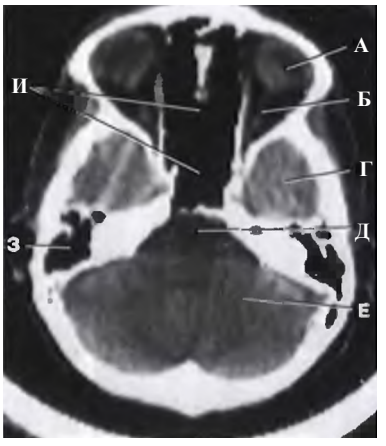


Рис. 22-52. Аксиальный срез 7

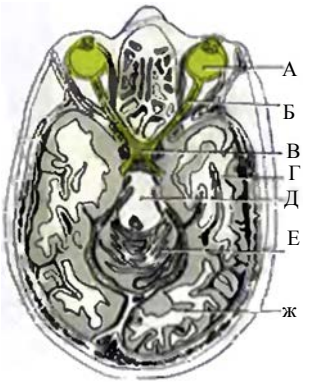


Рис. 22-53. Аксиальный срез 7



Рис. 22-54. Аксиальный срез 7

Компьютерная томография грудной клетки

НАЗНАЧЕНИЕ

Главное назначение компьютерной томографии грудной клетки — **диагностическое дополнение традиционной рентгенографии**. Однако традиционная рентгенография грудной клетки остается ведущим скрининговым инструментом при подозрении на заболевание органов грудной клетки, так как ее стоимость ниже.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

Следующие показания для КТ грудной клетки встречаются наиболее часто.

- Патолигические процессы в средостении и в области ворот легких.
- Аневризмы.
- Абсцессы или кисты (полости заполненные жидкостью).
- Заболевания сердца и перикарда.
- Патологические процессы в грудной клетке (например, асбестоз).
- Расслоение аорты.

ПРИМЕР ПАТОЛОГИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ (рис. 22-55 и 22-56)

Эти рисунки демонстрируют использование компьютерной томографии для получения диагностической информации об объемных процессах в средостении.

На рентгенограмме 53-дневного мальчика, выполненной в задней проекции (рис. 22-55), видно расширение средостения (стрелки) неизвестного происхождения. На аксиальной томограмме (рис. 22-56) видно образование с четкими границами, однородной структуры и заднем отделе средостения. Коэффициент поглощения излучения тканями этого образования немного выше, чем у воды, поэтому оно было определено как **бронхогенная киста**.

ПРОЦЕДУРА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Для определения местоположения срезов обычно делается топограф, когда трубка и детекторы зафиксированы, а пациент движется через апертуру гентри на столе (рис. 22-57). Пациент движется через апертуру гентри при работающей трубке, данные обрабатываются компьютером, а полученное изображение напоминает традиционную рентгенограмму (рис. 22-58).

После выполнения топограммы первый срез отмечается на верхушках (линия № 1) и выбирается конечный уровень (обозначен линией № 30). В случаях поражения средостения сканирование продолжается до уровня диафрагмы. Если предмет интереса — онкологические заболевания легких, то сканирование продолжается до уровня надпочечников. Это делается из-за того, что многие злокачественные опухоли легких метастазируют в надпочечники.

При обычном КТ исследовании грудной клетки обычно применяются срезы толщиной **10 мм** с шагом стола 10 мм. В отдельных случаях при поиске мелких патологических процессов используются более тонкие срезы: 3-5 мм.

Образования из мягких тканей часто суживают или сдавливают пищевод. Для дифференциальной диагностики часто используются вязкие контрастные препараты — кремы для контрастирования рельефа слизистой.

С появлением сканеров третьего и четвертого поколении, с коротким временем сканирования, артефакты от дыхания и сердцебиения на томограммах практически исчезли. Пациенты должны быть проинструктированы об **одинаковой задержке дыхания при каждом снимке**, каждом вдохе, выдохе и задержке. Этот шаблон последовательной задержки дыхания важен при проведении исследования для предотвращения смещения анатомических структур.

Однако на объемном (спиральном) сканере, который чаще используется для КТ грудной клетки, может применяться одна задержка дыхания. При этом пациента просят сделать два или три глубоких вдоха, а затем задержать дыхание на 20 -30 с.



Рис. 22-55. Рентгенограмма в задней проекции

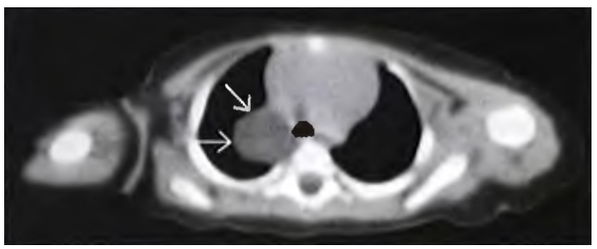


Рис. 22-56. Томограмма. Бронхогенная киста

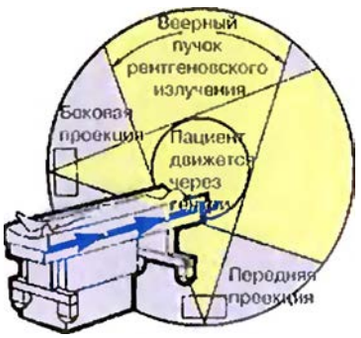


Рис. 22-57. Выполнение топограммы в передней и боковой проекциях (с разрешения Philips)



Рис. 22-58. Топограмма — передняя проекция

Анатомия срезов грудной клетки

Анатомия органов грудной клетки изложена в главе 2, в главе 10 изложена анатомия костей грудной клетки и в главе 23 изложена анатомия сердца и системы кровообращения грудной клетки. Читатель должен изучить анатомические разделы из этих глав перед продолжением изучения анатомии срезов грудной клетки.

АКСИАЛЬНЫЕ СРЕЗЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Пять примеров томограмм грудной клетки с толщиной среза 10 мм показаны в аксиальной проекции. Рентгенограмма грудной клетки и фотография модели показаны справа от каждого КТ-изображения, с уровнем выполнения среза, обозначенным зеленым цветом.

Томограммы выполнены при исследовании с внутривенным болюсным введением контрастного препарата.

АКСИАЛЬНЫЙ СРЕЗ 1 (рис. 22-59)

Аксиальный срез 1 демонстрирует уровень вырезки грудины. Отмечены следующие образования.

А. Правая внутренняя яремная вена.
Б. Правая общая сонная артерия.
В. Трахея.
Г. Грудина.
Ж. Грудинно-ключичное сочленение.
Е. Ключица.
Ж. Левая внутренняя яремная вена.
З. Левая подключичная артерия.
И. Левая общая сонная артерия.
К. Th2-Th3 позвонки.
Л. Правая подключичная артерия.
М. Ость и акромиальный отросток ключицы.
И. Головка плечевой кости.

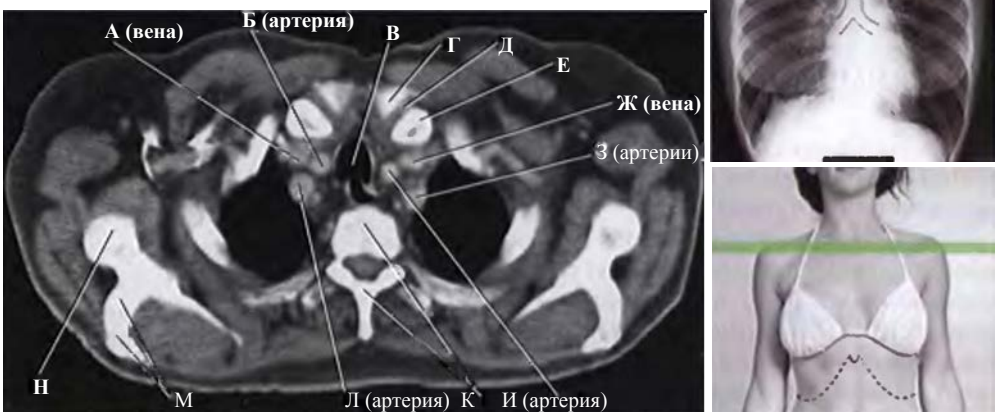


Рис. 22-59. Аксиальный срез 1

АКСИАЛЬНЫЙ СРЕЗ 3 (рис. 22-60)

Аксиальный срез 3 демонстрирует нижнюю часть рукоятки грудины. Отмечены следующие образования.

А. Верхняя полая вена (с контрастным препаратом).
Б. Брахицефальная артерия (плечеголовной ствол, или безымянная артерия).
В. Рукоятка грудины.
Г. Левая брахицефальная вена.
Д. Левая общая сонная артерия.
Е. Левая подключичная артерия.
Ж. Пищевод.
З. Th3 - Th4 позвонки.
И. Трахея.

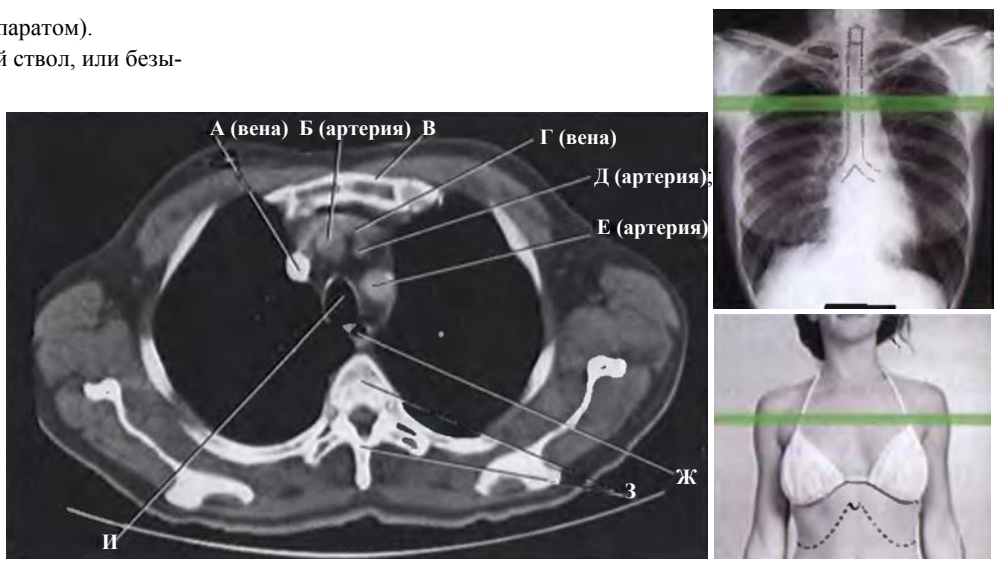


Рис. 22-69. Аксиальный срез 3

КОНТРАСТНОЕ УСИЛЕНИЕ

Внутривенное введение контрастного препарата часто используют при визуализации структур средостения. Правила рентгеновского отделения и/или личные пристрастия рентгенолога определяют способ, объем и место введения препарата.

АКСИАЛЬНЫЙ СРЕЗ 5 (рис. 22-61)

Аксиальный срез 5 демонстрирует уровень аортопульмонального окна. Аортопульмональное окно — это пространство между восходящей аортой и легочной артерией.

Отмечены следующие образования.

А. Верхняя полая вена.
Б. Восходящая аорта.
В. Тело грудины.
Г. Аортопульмональное окно.
Д. Пищевод.
Е. Нисходящая аорта.
Ж. Th4-Th5 позвонки.
З. Трахея.

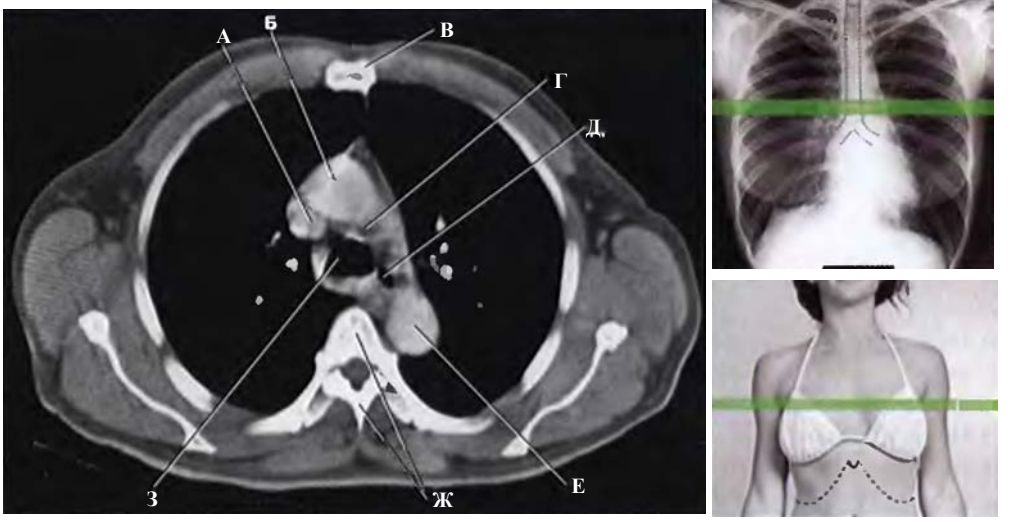


Рис. 22-61. Аксиальный срез 5

АКСИАЛЬНЫЙ СРЕЗ 7 (рис. 22-62)

Аксиальный срез 7 выполнен на 1 см ниже бифуркации трахеи. Отмечены следующие образования.

А. Верхняя полая вена.
Б. Восходящая аорта.
В. Легочный ствол.
Г. Левая легочная вена.
Д. Левая легочная артерия.
Е. Нисходящая аорта.
Ж. Th6-Th7 позвонки.
З. Непарная вена.
И. Пищевод.
К. Правая легочной артерия.

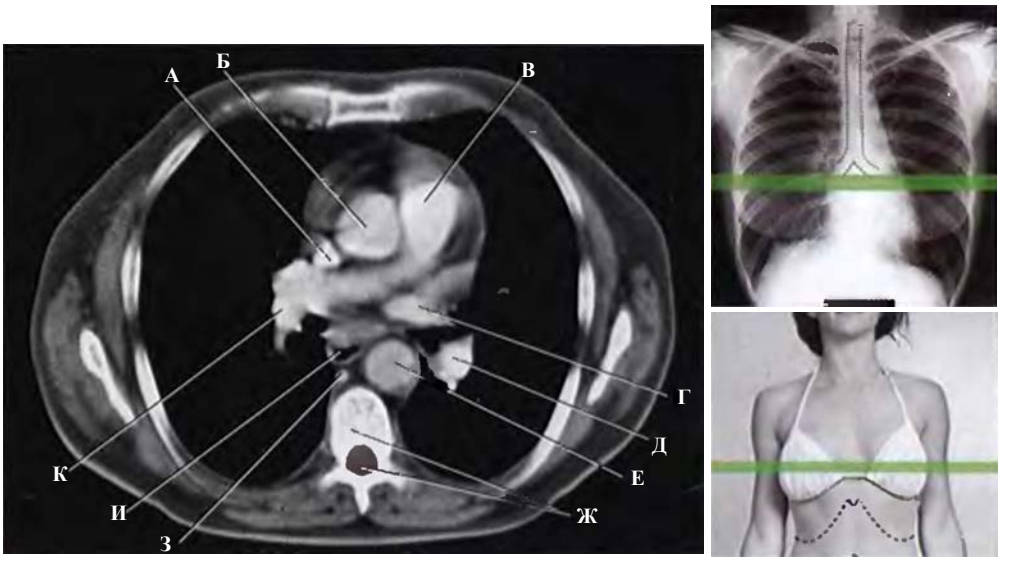


Рис. 22-62. Аксиальный срез 7

АКСИАЛЬНЫЙ СРЕЗ 10 (рис. 22-63)

На уровне аксиального среза 10 через основание сердца небольшая отмеченная кружком область — трехстворчатый клапан между правым предсердием и правым желудочком. Отмечены следующие образования.

А. Нижняя полая вена.
Б. Правое предсердие.
В. Трехстворчатый клапан.
Г. Перикард.
Д. Правый желудочек.
Е. Межжелудочковая перегородка.
Ж. Левый желудочек.
З. Левое предсердие.
И. Нисходящая аорта.
К. Th9-Th10 позвонки.
Л. Пищевод.
М. Правый купол диафрагмы и верхние отделы печени.

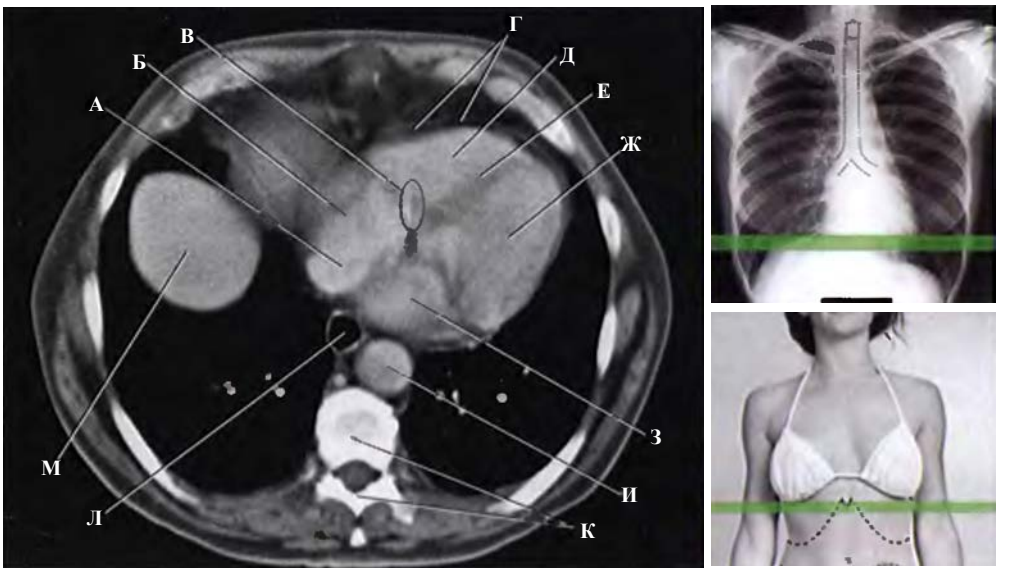


Рис. 22-63. Аксиальный срез 10

Компьютерная томография живота и таза

НАЗНАЧЕНИЕ

С появлением компьютерной томографии возможности диагностики поражений живота и таза значительно увеличились. Из-за быстроты и точности компьютерная томография стала эффективным диагностическим и лечебным инструментом при **заболеваниях таза и живота** и в особенности в случаях **онкопатологии**. Использование обычных диагностических средств, в частности эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии (ЭРХПГ), значительно сократилось из-за совершенства и экономической эффективности КТ исследования.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ И ПРИМЕРЫ

Живот

- **Подозрение на первичное или метастатическое поражение печени, поджелудочной железы, почек или селезенки** (рис. 22-64).
- **Патологические процессы в надпочечниках**.
- **Патологические процессы в лимфоузлах**, КТ заменила лимфографию в диагностике лимфоузлов, пораженных злокачественными образованиями.
- **Панкреатиты.**
- **Абсцессы.**
- **Гематомы печени и селезенки.**

Таз

- **Опухоли предстательной железы, шейки матки, мочевого пузыря и яичников.**
- **Мягкотканные образования и заболевания тазовых мышц.**
- **Подозрение на абсцесс.**
- **Оценка состояния тазобедренного сустава,** особенно у пациентов с травмой, как показано на рис. 23 -65 (стрелка).
- **Исключение или подтверждение скрытых заболеваний.**

ПРИМЕРЫ АБДОМИНАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ, ВЫЯВЛЯЕМОЙ ПРИ КТ

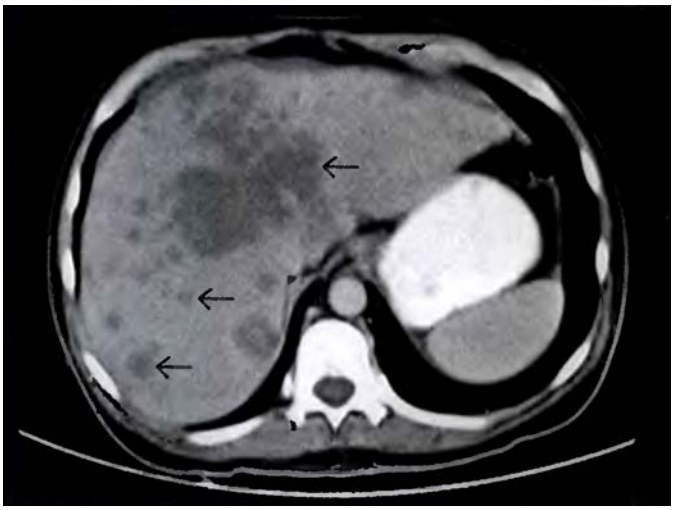


Рис. 22-64. Метастазы в печень — множественные низкоплотные очаги равного размера, говорящие о метастатическом поражении, видны в ткани печени

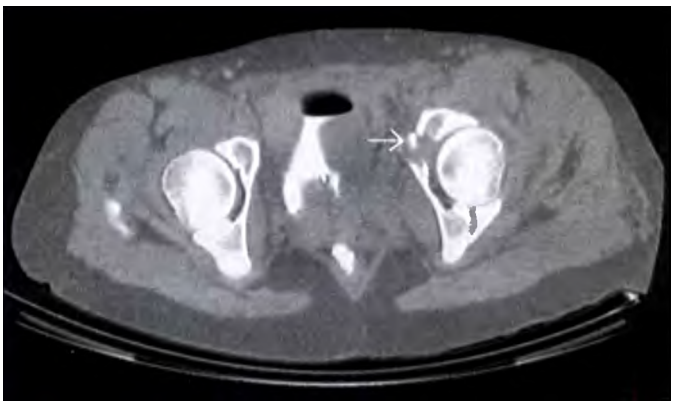


Рис. 22-65. Перелом левой вертлужной впадины — томограмма 18-летней женщины демонстрирует переломы переднего сегмента вертлужной впадины

КТ-ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИВОТА И ТАЗА

Топограмма

Топограмма (обзорный снимок) показана на рис. 22-66 и используется для определения уровней начала и конца сканирования. Например, если область интереса только в верхних отделах живота, то КТ-исследование обычно начинается с первого среза, расположенного на уровне мечевидного отростка грудины, и продолжается до гребня подвздошной кости. Если область интереса только таз, то первый срез выполняется на уровне гребня подвздошной кости и исследование продолжается до лонного сочленения.

Толщина среза и перемещение стола (последовательное сканирование)

При обычных исследованиях живота и таза обычно используется срез толщиной 10 мм. Параметры перемещения стола изменяются в соответствии с клинической задачей. Шаг стола, как описано ранее в этой главе, определяется перемещением стола после каждого сканирования. Для большинства стандартных исследований используется шаг стола 10 или 15 мм. Сканирование с шагом 20 мм порой используется для выявления крупных патологических процессов и/или когда важна скорость выполнения исследования. В отдельных случаях для детального исследования органов (поджелудочной железы, почек) могут использоваться малые значения шага (5-8 мм).

При **объемном (спиральном) сканировании**, которое обычно используется при сканировании живота, питч устанавливается исходя из оценки вида диагностируемого патологического процесса (см. стр. 699 для более подробного пояснения).

Время экспозиции и инструкции по дыханию

Время экспозиции при последовательном сканировании для исследования живота не должно превышать **1 секунды** для уменьшения влияния артефактов от перистальтики и дыхания на качество изображения. При исследовании живота для получения диагностических изображений высокого качества необходима **задержка дыхания**. Тот же метод задержки дыхания должен использоваться во время всего исследования. Неравномерная задержка дыхания может привести к искажению изображений исследуемых анатомических структур, что обусловлено эффектом движения диафрагмы, которое вызывает изменение положения внутренних органов при неравномерном дыхании. Поэтому при объемном сканировании пациента просят сделать два или три глубоких вдоха и затем задержать дыхание на 20- 30 с.

КОНТРАСТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Использование контрастного препарата, вводимого перорально или ректально, является необходимостью при КТ-исследовании живота и таза. (Ректальное введение используют только в тех случаях, когда принятый через рот контрастный препарат, не достигает примой кишки.) Неконтрастированные участки тонкой или толстой кишки могут быть ошибочно приняты за лимфатические узлы, абсцессы или плотные патологические образования.

Контрастный препарат должен быть принят до исследования за время, необходимое для того, чтобы он распространился по ЖКТ. Обычно пациент выпивает контрастный препарат в три этапа: (1) **на ночь перед исследованием**, (2) **за час до исследования** и (3) **непосредственно перед исследованием**. Причиной дробного приема является то, что препарат, введенный за ночь до исследования, будет находиться в толстой кишке в момент исследования, принятый за час — в тонкой, а принятый непосредственно перед исследованием — в желудке.

Виды контрастных препаратов

Существует два вида рентгенопозитивных контрастных препаратов, используемых для контрастирования желудочно-кишечного тракта. Это **суспензия сульфата бария и растворы контрастных водорастворимых препаратов** (диатризоат меглюмин или диатризоат натрия). Эффективность каждого доказана для конкретных видов КТ-исследования.

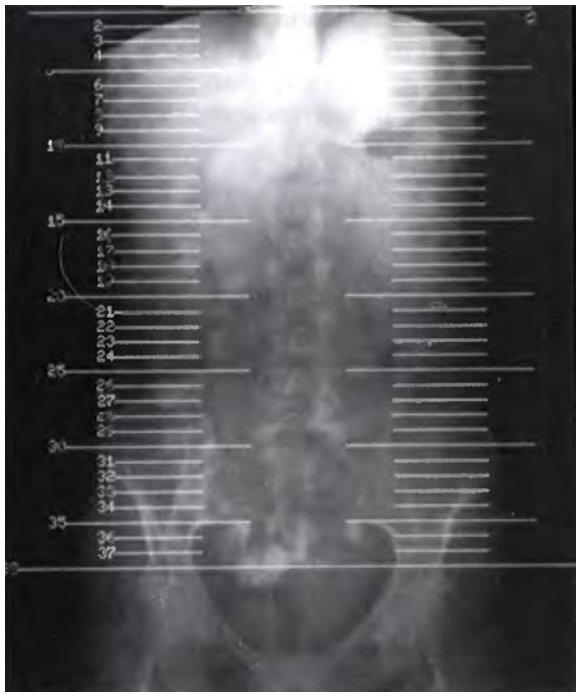


Рис. 22-66. Топограмма живота и таза (сплошные белые линии указывают положение срезов)

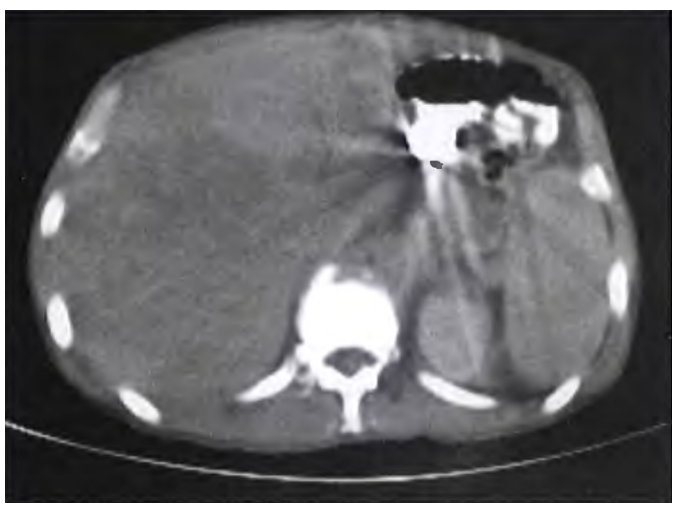


Рис. 22-67. Артефакты в виде лучей от слишком плотного бария

Суспензия сульфата бария

Существует много видов ароматизированных суспензий сульфата бария, приготовленных специально для КТ живота. При КТ живота суспензия сульфата бария должна иметь низкую концентрацию (1-3%) для предотвращения возникновения линейных артефактов от поглощения лучей. При приеме сульфата бария необходимо точно следовать инструкциям производителя. Обратите внимание на линейные артефакты от желудка на томограмме (рис. 22-67). Эти полосы — пример линейных артефактов из-за чрезмерно концентрированного бария.

Задержка выполнения исследования после приема бария приведет к всасыванию воды из суспензии в кишечнике, что тоже привело к увеличению плотности бария и вызовет появление артефактов.

АНАТОМИЯ СРЕЗОВ ЖИВОТА И ТАЗА

Анатомия живота и таза изложена в главах 3 и 7, соответственно, с добавлением анатомии органов пищеварения, желчных протоков и мочевыделительной системы в главах 14, 15, 16 и 17. Читатели должны хорошо освоить информацию из анатомических разделов этих глав, перед тем как начинать изучение этой главы об анатомии поперечных срезов живота и таза.

Аксиальные срезы живота

Показаны пять примеров аксиальных КТ-срезов живота толщиной 10 мм. Исследование проведено с болюсным введением 50 мл контрастного препарата с последующим капельным внутривенным введением еще 100 мл контрастного препарата. Также при подготовке использовался пероральный прием водорастворимого контрастного препарата.

Аксиальный срез 1 (рис. 22-68)

Аксиальный срез 1 проходит через **верхние отделы печени**. Печень разделена на 2 доли - правую (А) и левую (Б).

Отмечены следующие образования.

А. Правая доля печени.
Б. Левая доля печени.
В. Желудок (нижняя треть тела),
Г. Желудок (дно и верхняя треть тела).
Д. Селезенка.
Е. Th10 и Th11 позвонки.
Ж. Брюшная аорта.
З. Нижняя полая вена.

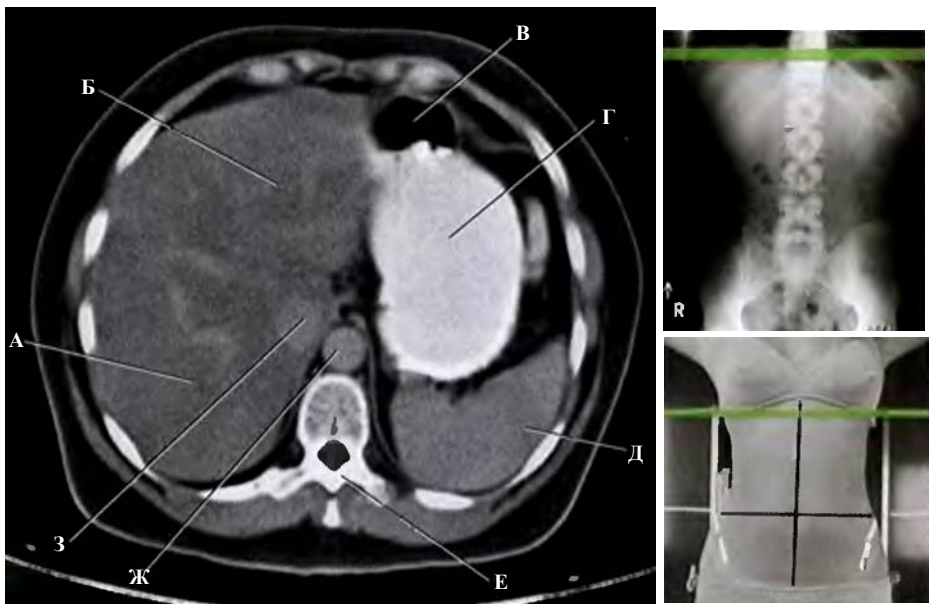


Рис. 22-68. Аксиальный срез 1. Вспомните главу 14, нижние отделы тела желудка заполнены воздухом в положении пациента лежа на спине, а дно и верхние отделы желудка заполнены барием

Аксиальный срез 3 (рис. 22-69)

Аксиальный срез 3 проходит на уровне хвоста поджелудочной железы (Е). Хвост поджелудочной железы находится в своем обычном месте — перед левой почкой. Обратите внимание на прекрасную визуализацию надпочечника и его форму в виде перевернутой буквы V (И).

Отмечены следующие образования.

А. Правая доля печени, задний сегмент.
Б. Желчный пузырь,
В. Левая доля печени.
Г. Желудок (нижняя часть тела).
Д. Толстая кишка (нисходящий отдел).
Е. Хвост поджелудочной железы.
Ж. Селезенка.
З. Верхний сегмент левой почки.
И. Левый надпочечник.
К. Th11-Th12 позвонки.
Л. Нижняя полая вена.
М. Верхний сегмент правой почки.



Рис. 22-69. Аксиальный срез 3

Аксиальный срез 5 (рис. 22-70)

Аксиальный срез 5 выполнен на уровне нисходящего отдела 12-перстной кишки (В). Головка поджелудочной железы (М) хорошо дифференцируется от 12-перстной кишки. Если нисходящий отдел 12-перстной кишки неадекватно контрастирован, то ею можно спутать с опухолью головки. Отмечены следующие образования.

А. Правая доля печени.
Б. Желчный пузырь.
В. Нисходящий отдел 12-перстной кишки.
Г. Левая доля печени
Д. Желудок (привратник).
Е. Тонкая кишка (тощая кишка).
Ж. Толстая кишка (нисходящий отдел).
З. Левая почка.
И. Брюшная аорта.
К. L1 позвонок.
Л. Нижняя полая вена.
М Головка поджелудочной железы.



Рис. 22-70. Аксиальный срез 5

Аксиальный срез 7 (рис. 22-71)

Аксиальный срез 7 был выполнен через средние отделы почек. Очень хорошо визуализируются правая и левая почечные лоханки (Ж). Отмечены следующие образования.

А. Нижние латеральные сегменты печени.
Б. Крючковидный отросток поджелудочной железы.
В. Желчный пузырь.
Г. Толстая кишка (восходящая и/или поперечная).
Д. Тощая кишка.
Е. Нисходящая оболочная кишка.
Ж. Лоханка левой почки.
З. Брюшная аорта.
И. L2 позвонок.
К. Нижняя полая вена.

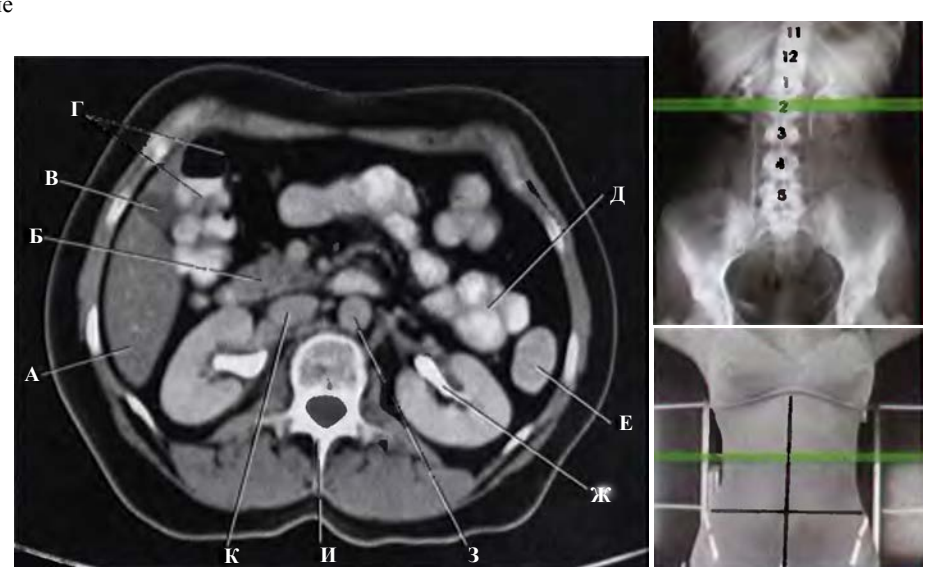


Рис. 22-71. Аксиальный срез 7

Аксиальный срез 8 (рис. 22-72)

Аксиальный срез 8 выполнен на 2 см каудальнее почечных лоханок и демонстрирует заполненные контрастным препаратом мочеточники, расположенные медиальнее почек. Отмечены следующие образования.

А. Нижние латеральные сегменты печени.
Б. Восходящий отдел ободочной кишки.
В. Нижняя полая вена.
Г. Аорта.
Д. Тощая кишка.
Е. Нисходящий отдел ободочной кишки.
Ж. Левая почка.
З. Левый мочеточник.
И. L2-L3 позвонки.
К. Большая поясничная мышца.
Л. Правый мочеточник.



Рис. 22-72. Аксиальный срез 8

Аксиальные срезы таза

Приведены три среза толщиной 10 мм в аксиальной проекции. Мужской таз исследован с внутривенным капельным введением 150 мл контрастного, препарата. При исследовании женщины внутривенное контрастирование не применялось из-за заболевания почек у пациентки. Контрастирование желудочно-кишечного тракта проведено пероральным приемом сульфата бария и через клизму у обоих пациентов.

Аксиальный срез 1, мужской таз (рис. 22-73)

Аксиальный срез 1 выполнен на 2 см каудальнее подвздошной ости. Это мужской таз. Отмечены следующие образования.

А. Средняя ягодичная мышца.
Б. Крыло правой подвздошной кости.
В. Восходящий отдел ободочной кишки.
Г. Большая поясничная мышца.
Д. Левая боковая масса крестца.
Е. L5 позвонок.

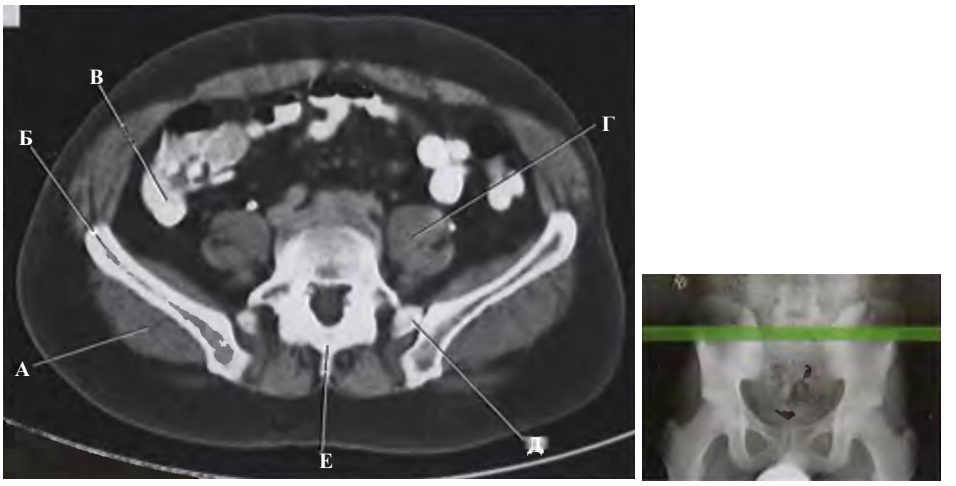


Рис. 22-73. Аксиальный срез 1, мужчина

Аксиальный срез 5, мужчина (рис. 22-74)

Аксиальный срез 5 на уровне крыши суставной впадины (Б). Парные овальные семенные пузырьки (Г) видны за мочевым пузырем (В). Это явно мужской таз.

Отмечены следующие образования.

А. Большая ягодичная мышца.
Б. Тело подвздошной кости (крыша суставной впадины).
В. Мочевой пузырь.
Г. Семенные пузырьки.
Д. Прямая кишка.
Е. Дистальные отделы крестца.

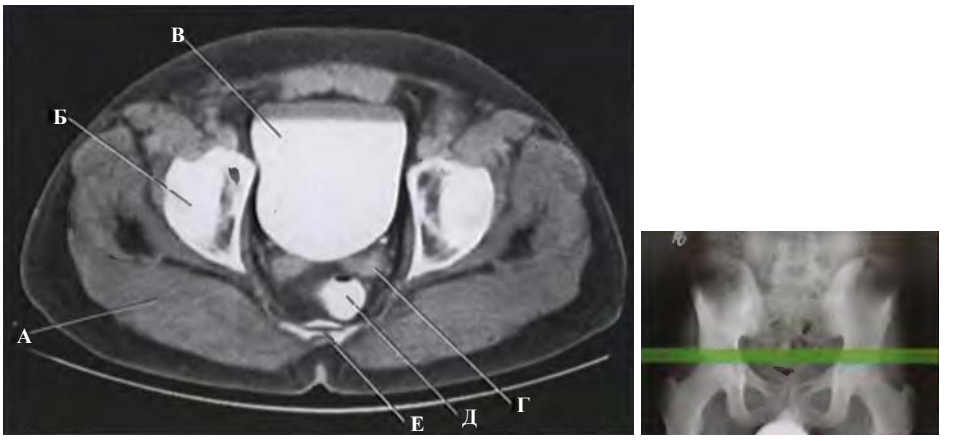


Рис. 22-74. Аксиальный срез 5, мужчина

Аксиальный срез 10, Женщина (рис. 22-75)

На аксиальном срезе 10 на уровне лонного сочленения (Г) этого женского таза благодаря введенному тампону хорошо визуализируется влагалище (Д).

Отмечены следующие образования

А. Седалищный бугор.
Б. Головка и шейка бедра.
В. Лонная кость.
Г. Лонное сочленение.
Д. Влагалище (со введенным тампоном).
Е. Прямая кишка.

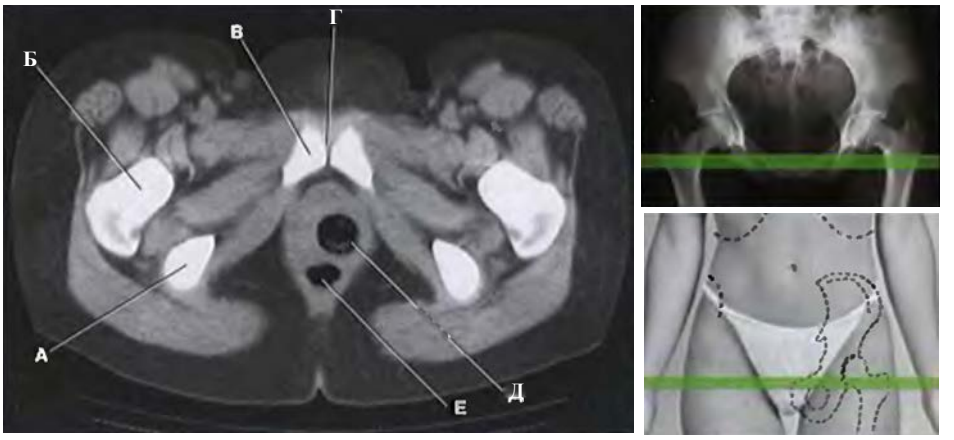


Рис. 22-75. Аксиальный срез 10, женщина

ГЛАВА 23

Дополнительные диагностические методы

СОАВТОРЫ: **Brenda Hoopingarner**, **MS**, **RT (R)**

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Marianne Tortorici, Ed D, RT (R), Patric Apfel, M Ed, RT (R)

СОДЕРЖАНИЕ

Артрография

Введение, 721

Артрография коленного сустава, 721

- Цепи, показания, оборудование и методика выполнения, 722
- Укладки, 723

Артрография плечевого сустава

- Цели, оборудование и методика выполнения, 725
- Укладки, 725

Гистеросальпингография

Введение, 726

Анатомия женской репродуктивной системы, 726

Определение, назначение, показания, противопоказания, оборудование и методика выполнения, 727

Укладки, 728

Миелография

Определение, назначение, показания и противопоказания, 729

Оборудование и методика выполнения, 730

Укладки, 731

- Шейный отдел, 732
- Грудной отдел, 732
- Поясничный отдел, 733

Сиалография

Введение, 734

Анатомия слюнных желез и протоков, 734

Определение, назначение, показания, противопоказания, оборудование и методика выполнения, 735

Укладки, 736

Орторентгенография — измерение длинных костей

Орторентгенография

- Показания — разница в длине конечностей, 737
- Измерения нижней конечности, 738
- Измерения верхней конечности, 739

Костная денситометрия

Введение, состав кости, назначение исследования, показания и противопоказания, 740

Основные методы костной денситометрии, 741

- Двухэнергетические рентгеновские денситометры, 741
- Количественная компьютерная томография, 742
- Количественное ультразвуковое сканирование, 742

Выбор области исследования и укладки, 743

Традиционная томография

Определение, назначение и терминология, 744

Линейная и многонаправленная траектории движения рентгеновской трубки, 745

Центр вращения, 746

Область нерезкости

- Параметры, влияющие на размеры области нерезкости (толщину выделяемого слоя), 747
- Толщина слоя среза, 748

Варианты традиционной томографии

- Автотомография (метод дыхания во время экспозиции) и ортопантомография, 749

АРТРОГРАФИЯ

Введение

Артрография — метод исследования синовиальных суставов и прилегающих к ним мягких тканей **посредством введения в их полость контрастных веществ**. Методика применяется при исследовании тазобедренного, коленного, голеностопного, плечевого, локтевого, лучезапястного и височно-нижнечелюстного суставов.

Некоторые врачи считают артрографию лучшим методом исследования перечисленных суставов, другие предпочитают магнитно-резонансную томографию (МРТ) вместо или и дополнение к артрографии, особенно при исследовании коленного и плечевого суставов.

Методика артрографического исследования одинакова для всех суставов, некоторые отличия связаны в первую очередь с особенностями анатомического строения каждого из них. Артрография височно-нижнечелюстного сустава (ВНС) выполняется редко, примеры артрограмм, выполненных при исследовании ВНС, приведены на рис. 23-1 и 23-2. При боковой укладке пациента с открытым и закрытым ртом просматривается полость сустава, заполненная контрастным веществом. Внутри суставной капсулы височно-нижнечелюстного сустава виден окруженный контрастным веществом мыщелок нижней челюсти (*указан маленькими стрелками*).

Наиболее часто артрография применяется сегодня при исследовании коленного и плечевого суставов, эти методики описаны и проиллюстрированы в данной главе.



Рис. 23-1. Закрытый рот

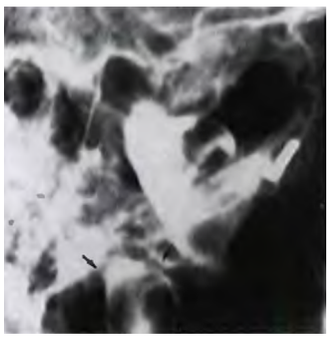


Рис. 23-2. Открытый рот

Артрограммы ВНС

Артрография коленного сустава

АНАТОМИЯ

Анатомические структуры, которые изучают при артрографии коленного сустава, описаны в Главе 6.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Артрография применяется **для выявление патологического процесса в суставе и окружающих его мягких тканях**. Предметом наибольшего интереса являются **суставная капсула, мениски, коллатеральные и крестообразные связки и некоторые второстепенные связки коленного сустава**. Для получения изображении этих структур в полость сустава вводят контрастное вещество и регистрируют изображение прицельной рентгенографией на пленку или на УРИ.



Рис. 23-3. Артрограмма коленного сустава в задней проекции



Рис. 23-4. Артрограмма коленного сустава в боковой проекции

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

Артрография применяется **при подозрении на разрыв суставной капсулы, повреждение менисков или суставных связок**. Коленный сустав чаще других подвергается значительной перегрузке, особенно во время спортивных занятий. Таким образом, самой распространенной формой патологии коленного сустава является **травматическое повреждение**.

Примером патологического процесса **нетравматической этиологии**, диагностируемого при помощи артрографии, является **киста Беккера**, которая образуется в подколенной области и сообщается с полостью коленного сустава.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Противопоказанием для артрографии любого сустава является наличие у пациента аллергических реакций на йодированные контрастные вещества или на местноанестезирующие препараты.

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

Для предотвращения ненужного беспокойства, возникающего у некоторых пациентов, им необходимо объяснить все предстоящие действия еще до начала исследования. Пациент должен быть осведомлен обо всех возможных осложнениях и выразить свое согласие на исследование в письменном виде.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АРТРОГРАФИИ

Оборудование, которое применяют для артрографии может быть различным, это зависит от метода получения изображения. Изображение может быть получено на мониторе при флюороскопии, на пленке и в цифровом виде. Единственным общим требованием является возможность выполнения снимка горизонтальным рентгеновским пучком.

АКСЕССУАРЫ

Набор дополнительных приспособлений для артрографии коленного сустава зависит от метода получения изображения за исключением устройств для введения контрастного вещества. Набор для артрографии имеет стандартный вид — см. рис. 23-5.

Набор для артрографии. Набор из-за соображений стерильности располагают **на одноразовом подносе.** В набор входит: **губка для стерилизации области инъекции, марлевые тампоны, пластырь с отверстием, один шприц 50 мл, два шприца 100 мл, гибкий шланг для шприца, несколько гиподермических игл (обычно калибров 18, 20, 21 и 25) и 5 мл ампула местного анестетика (например, ксилокаина)**. **Также на подносе находятся одноразовые стерильные перчатки и жидкость для дезинфекции (например, бетадин), одноразовая бритва и контрастное вещество**. Для артрографии коленного сустава иногда требуется **специальный бандаж**.

Область инъекции бреют, дезинфицируют, протирают сухим марлевым тампоном и наклеивают пластырь с отверстием в области инъекции. Затем локальным анестетиком (шприц 10 мл, игла 21-25) делают укол в область суставной капсулы. Контрастное вещество (примерно 5 мл) набирают в 10 мл шприц иглой калибра 18.



Рис. 23-5. Набор для артрографии

МЕСТО УКОЛА И ПРОЦЕСС ИНЪЕКЦИИ

Место укола может быть расположено сзади коленного сустава или сбоку, это зависит от выбора врача, выполняющего инъекцию.

Когда место инъекции подготовлено, врач шприцем 10 мл с иглой 20-го калибра вводит иглу в суставную полость и отбирает пробу суставной жидкости. Если жидкость выглядит нормально (прозрачная с желтоватым оттенком), то процедуру продолжают. Если жидкость мутная, ее надо отправить в лабораторию на анализ.

Контрастное вещество (набранное в шприц ранее) вместе с суставной жидкостью вводится в сустав через иглу, которую оставляют в месте ее введения для дальнейших инъекций. Если предполагается выполнить двойное контрастирование, то для введения воздуха можно использовать 5 мл шприц.

После окончания введения контрастного вещества следует удалить иглу и бандажом, наложенным на дистальный отдел бедра, пережать область поднадколенниковой сумки.



Рис. 23-6. Артрография коленного сустава с использованием фиксирующего устройства

КОНТРАСТНОЕ ВЕЩЕСТВО

Артрография коленного сустава может быть выполнена рентгенонепрозрачным (негативным) контрастным веществом или рентгенопоглощающим (позитивным) контрастным веществом или их комбинацией (двойное контрастирование). Двойное контрастирование более предпочтительно. При этом используют небольшое количество рентгенопозитивного контрастного вещества (примерно 5 мл) вместе с 80-100 мл двуокиси углерода, кислорода или комнатного воздуха.

После введения контрастного вещества колено слегка сгибают, что обеспечивает равномерное покрытие мягких тканей контрастным веществом.

Флюороскопия и рентгенография

При артрографии можно использовать как флюороскопию, так и рентгенографию. При рентгенографии на кассетодержатель стола снимков используют кассеты формата 18 x 24 см, при флюороскопии используют рабочее поле УРИ — 9 дюймов. Устройства для фиксации колена, такие как компрессионный пояс, на рис. 23-6 должны находиться под рукой. Фиксатор обеспечивает медиальное или боковое сжатие для того, чтобы открыть определенную область для лучшей визуализации мениска при флюороскопии. Рентгенография на снимочном столе вертикальным рентгеновским пучком, в общем, используется редко. Флюороскопия при артрографии более распространена, при этом рекомендуется использовать малый фокус труб и для уменьшения геометрической нерезкости изображения.



Рис. 23-7. Приспособления для артрографии горизонтальным рентгеновским пучком

Рентгенография горизонтальным рентгеновским пучком

Этот распространенный метод получения снимков при артрографии описан на стр. 724. Метод требует использования кассет форматом 18 x 43 см, специальной свинцовой диафрагмы, специальной подставки под колено, твердой подушки и мешка с песком (рис. 23-7 и 23-12).

УКЛАДКИ

Стандартные проекции

Укладка при артрографии зависит в первую очередь от метода визуализации — флюороскопии, рентгенаграфии или их сочетания.

Флюороскопия — аналоговая и цифровая

Во время флюороскопии рентгенолаборант выполняет серию снимков диафрагмированной области на кассету, расположенную в ЭСУ, каждого мениска, **поворачивая ногу пациента примерно на 20° после каждого снимка**. В результате получается серия из 9 снимков каждого мениска, позволяющая осмотреть мениск со всех сторон (рис. 23-9).

Если используют цифровую флюороскопию, то в результате исследования получают серию цифровых изображений, которые могут быть распечатаны на медицинском принтере или изучены на мониторе компьютера.

Критерии оценки рентгенограмм

- Каждый мениск должен быть отчетливо виден в разных проекциях на каждом из 9 снимков, Для выявления патологии могут потребоваться дополнительные проекции.
- Мениск должен быть расположен в центре области диафрагмирования.
- Для хорошей визуализации менисков и контрастного вещества должны быть обеспечены корректная экспозиция и адекватная проникающая способность рентгеновского пучка.
- Мениски должны быть помечены маркерами «М» (медиальный мениск) и «Л» (латеральный мениск), эти маркеры обычно меньше по размеру, чем маркеры анатомических сторон «П» и «Л».
- Маркеры идентификации пациента и анатомических сторон должны быть ясно видны и не накладываться на изучаемые структуры.

Традиционные проекции

Кроме выполнения серии снимков на ЭСУ или с помощью цифровою УРИ, могут быть выполнены традиционные проекции коленного сустава — задняя и боковая (рис. 23-10 и 23-11). Эти проекции выполняют после удаления бандажа с дистального отдела бедренной кости.

Критерии оценки ренттенограмм

- На задней или боковой проекции должна быть полностью видна суставная сумка с контрастным веществом.
- Критерии оценки укладки описаны в Главе 6.
- Маркеры идентификации пациента и анатомических сторон должны быть ясно видны и не накладываться на изучаемые структуры.



Рис. 23-8. Выполнение серии снимков на ЭСУ (левое колено)

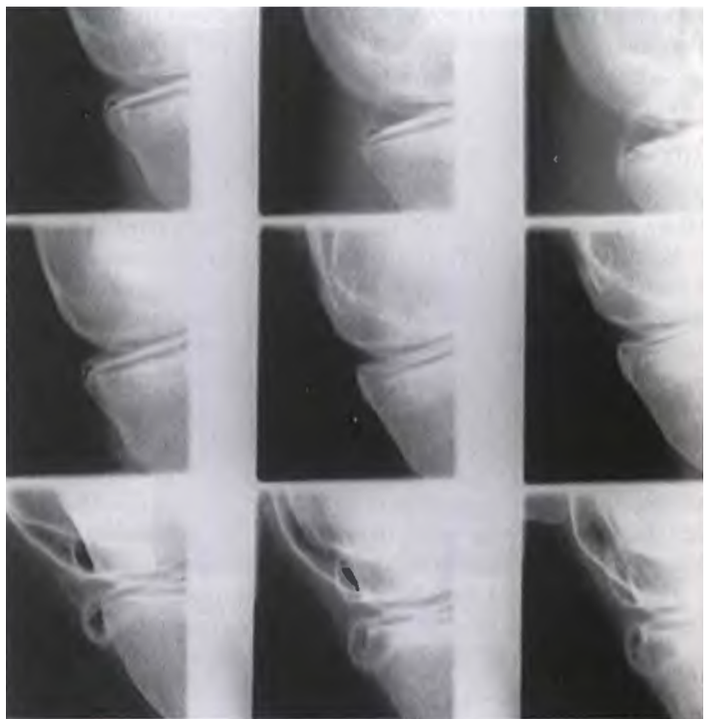


Рис. 23-9. Серия снимков, выполненная на ЭСУ (между снимками нога поворачивалась примерно на 20°)



Рис. 23-10. Рентгенограмма коленного сустава в задней проекции



Рис. 23-11. Рентгенограмма коленного сустава в боковой проекции

Рентгенография горизонтальным рентгеновским пучком

Это распространенный метод получения снимков при артрографии коленного сустава, требующий использования специальных приспособлений (рис. 23-12) и выполнения 6 проекций каждого мениска с применением:

- небольшой подставки под колено и твердой подушки;
- 2-2,5 кг мешка с песком.

С помощью названных приспособлений можно открыть суставную щель в определенном месте, чтобы получить изображение латерального и медиального менисков.

Все снимки выполняют на одну кассету с помощью специальной щелевой диафрагмы. После каждого снимка **ногу поворачивают на 30°**. Конечная рентгенограмма содержит 6 проекции (рис. 23-13)

Критерии оценки рентгенограмм

- Каждый мениск изображен в 6 разных проекциях.
- Области диафрагмирования не должны накладываться друг на друга.
- Мениск должен быть расположен в центре области диафрагмирования.
- Маркеры идентификации пациента и анатомических сторон должны быть ясно видны и не накладываться на изучаемые структуры.



Рис. 23-12. Рентгенография горизонтальным рентгеновским пучком

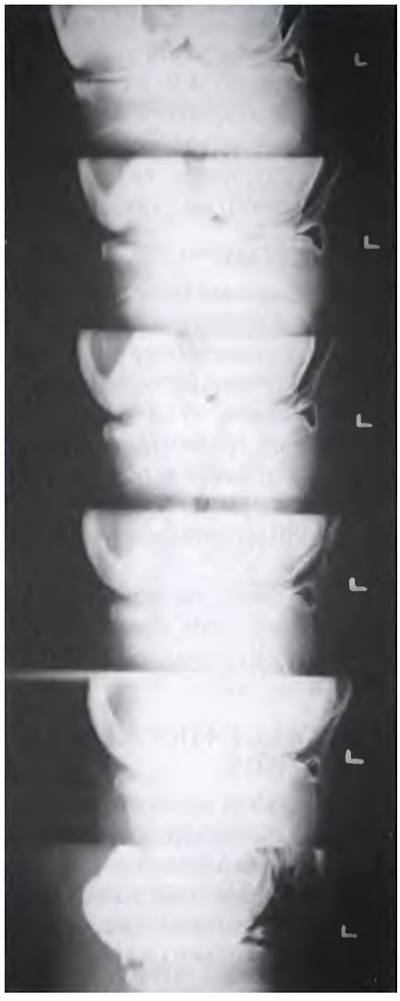


Рис. 23-13. Шесть проекций мениска (от задней на верхнем снимке до боковой — на нижнем)

Артрография плечевого сустава

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Артрографию плечевого сустава выполняют с одинарным или двойным контрастированием для исследования **суставной сумки, ротационной манжетки** (образованной сухожилиями четырех основных мускулов), **длинного сухожилия бицепса и суставного хряща**.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЦЕДУРА

Исследование проводится в кабинете, оснащенном такой же аппаратурой, что и для артрографии коленного сустава. Введение контрастного вещества выполняют под флюороскопическим контролем, рентгенографию выполняют на кассетодержатель под декой стола с помощью потолочного излучателя. В набор для артрографии следует добавить — 2½ и 3½-дюймовые иглы для спинальных пункций.

МЕСТО УКОЛА И ПРОЦЕСС ИНЪЕКЦИИ

Место укола расположено над плечевым суставом и подготавливается к процедуре теми же методами, как описано выше (рис. 23-14). После анестезии места укола врач под флюороскопическим контролем вводит иглу в сустав. Поскольку сустав залегает глубоко, то следует использовать иглы для спинальных пункций. Затем вводят небольшое количество контрастного вещества, чтобы определить, попала ли игла в суставную сумку. После введения контрастного вещества делают снимки.

КОНТРАСТНОЕ ВЕЩЕСТВО

Артрография плечевого сустава может быть выполнена рентгенопрозрачным (негативным) контрастным веществом или рентгенопоглощающим (позитивным) контрастным веществом или их комбинацией (двойное контрастирование). Для исследования одним контрастным веществом используют 10-12 мл такого рентгенопозитивного препарата, как «Ренографин М-60». Для двойного контрастирования используют небольшое количество рентгенопозитивного контрастного вещества (примерно 5 мл) вместе с 80-100 мл двуокиси углерода, кислорода или комнатного воздуха.

Двойное контрастирование, по отзывам практикующих врачей, лучше демонстрирует такие специфические области, как внутренний отдел ротационной манжетки на проекциях с вертикальной укладкой пациента.

СТАНДАРТНЫЕ УКЛАДКИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ СНИМКОВ

Укладка при рентгенографии варьирует и может быть как супинационной, так и вертикальной. Мы предлагаем выполнять снимки в следующей последовательности: **обзорная задняя проекция с внутренней и внешней ротацией** в качестве первоначальной, а также **проекция суставной впадины или проекция межбугорковой борозды** (согласно правилам отделения лучевой диагностики).

После введения контрастного вещества снимки в названных проекциях повторяют (рис. 23-15). Если на рентгенограмме патология не выявляется, пациенту предлагают подвигать рукой в суставе и вновь повторяют снимки. Иногда требуется каудальный наклон ЦЛ на 15-23° в зависимости от требований отделения лучевой диагностики,



Рис. 23-14. Место прокола



Рис. 23-15. Рентгенограмма плечевого сустава с контрастированием

ГИСТЕРОСАЛЬПИНГОГРАФИЯ

Введение

Гистеросальпингография (ГСГ) — метод исследования **матки и маточных (фаллопиевых) труб.** Органы малого таза женщины и их расположение относительно брюшной полости описаны в главе 17. Более детальная анатомия матки и маточных труб, о которой дает представление ГСГ и которая должна быть понятна рентгенологам, обсуждается далее.

Анатомия

Предметом исследования гистеросальпингографии является анатомия основных органов **женской репродуктивной системы — влагалища, матки, маточных труб и яичников**, но центральным объектом интереса являются матка и маточные трубы. Кроме того, метод позволяет рассмотреть все отделы, анатомические слои, а также фиксирующий аппарат женских половых органов. Женские половые органы располагаются в полости малого таза, которая отделена от полости большого таза плоскостью, проходящей через верхнее, или входное отверстие малого таза, как описано в главе 7, с. 252.

Матка: располагается в центре малого таза женщины. Это полый мышечный орган, грушевидной формы, граничащий с ректосигмовидным отделом толстой кишки сзади и мочевым пузырем спереди (рис. 23-16). Размер и форма матки различаются в зависимости от возраста женщины и ее акушерского анамнеза. Обычно матка располагается в полости таза по средней линии, тело ее наклонено кпереди, чему способствуют, главным образом, связки поддерживающего аппарата. Положение матки может изменяться при переполнении мочевого пузыря или прямой кишки, а также в зависимости от возраста женщины или от положения тела.

Анатомически в матке различают четыре отдела: (1) **дно** (fundus), (2) **тело** (corpus), (3) **перешеек** (isthmus) и (4) **шейку** (cervix) (рис. 23-17). **Дном** называется округлая верхняя часть матки. Самая большая центральная часть матки называется **телом**. Место соединения нижнего сегмента матки с шейкой сужено и носит название **перешейка**. Канал шейки открывается в полость матки **внутренним зевом**. Нижняя цилиндрическая часть матки, спускающаяся во влагалище, называется шейкой, она заканчивается **наружным зевом**.

Стенка матки состоит из внутреннего, среднего и наружного слоев. Внутренняя оболочка, **эндометрий**, выстилает **полость матки**. Она подвержена циклическим изменениям, зависящим от фазы женского менструального цикла. **Миометрий** — средний, наиболее мощный слой маточной стенки, образованный гладкими мышцами. Наружная, **серозная оболочка** матки покрыта брюшиной и образует окружающую матку капсулу.

Маточные трубы. Маточные (фаллопиевы) трубы соединяются с полостью матки в ее верхнебоковых отделах, между дном матки и ее телом. Эта область называется **рогом матки**. Длина маточных труб равна приблизительно 10-12 см, диаметр их составляет 1-4 мм. Они подразделяются на четыре сегмента. Проксимальный, **интерстициальный отдел** трубы открывается в полость матки. **Перешеек** (isthmus), узкий отдел трубы, постепенно расширяющийся к средней части, которая называется **ампулой** (ampulla). Ампула огибает **яичники**, расположенные по обеим сторонам матки. Дистальный конец маточной трубы, **воронка** (infundibulum) содержит пальцеобразные выросты — **бахромки** (fivbriae), одна из которых тянется к каждому яичнику, Яйцеклетка проходит через **яичниковую бахромку** (fimbria ovarica) в маточную трубу, где происходит ее оплодотворение. Затем она перемещается в матку для имплантации и дальнейшего развития. Дистальная воронка маточной трубы, содержащая бахромки, открывается в брюшную полость.

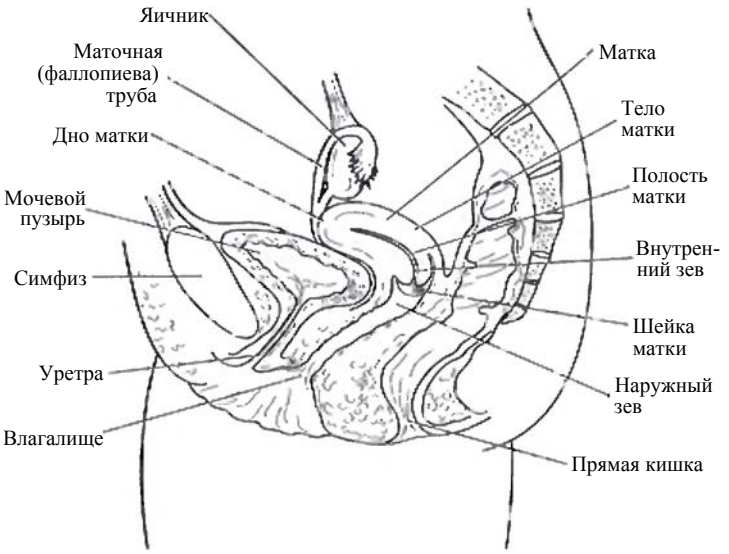


Рис. 23-16. Репродуктивные органы женщины — сагиттальный разрез

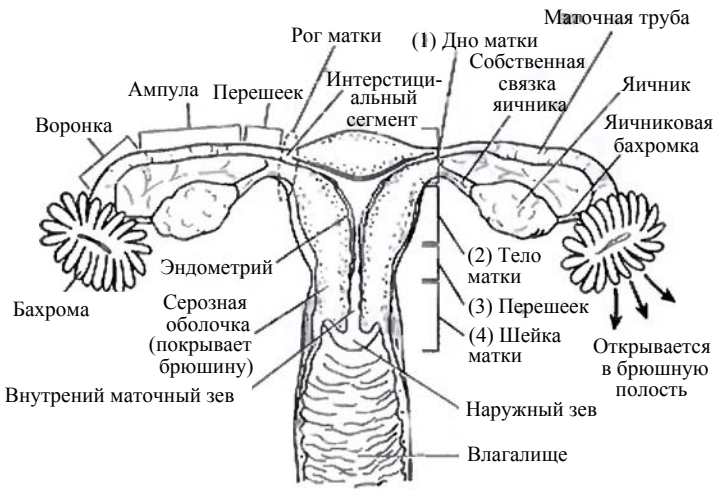


Рис. 23-17. Матка — фронтальный разрез

Определение и цели исследования

Гистеросальпингография — **метод рентгенологического исследования органов женской репродуктивной системы с использованием контрастного вещества**. Метод дает наиболее полное представление **о состоянии полости матки и проходимости маточных труб**. Контрастное вещество, введенное в полость матки через шеечный канал, дает изображение ее полости. Изменение формы полости матки или рельефа ее слизистой является признаком патологического процесса. При дальнейшем заполнении полости матки часть контрастного вещества попадает через маточные трубы в брюшную полость, что позволяет судить об их проходимости.

Клинические показания

Диагностика бесплодия. Основное показание к гистеросальпингографии — д**иагностика причин женского бесплодия**. Исследование выполняется для выявления функциональных и структурных дефектов. Блокада одной или двух маточных труб может препятствовать оплодотворению. В некоторых случаях ГСГ может рассматриваться как **терапевтический метод**. Введение контрастного вещества помогает расширить или немного выпрямить суженные, извилистые или закупоренные маточные трубы.

Выявление внутриматочной патологии. Хотя в этом случае рекомендовано использовать УЗИ, но гистеросальпингография также может выявить **внутриматочную патологию**. Патологическое маточное кровотечение, боли в области таза и ощущение наполненности в тазу — типичные симптомы, при которых показана ГСГ. Выявляются **опухоли** — полипы эндометрия, фибромы матки и спайки. ГСГ используется также в диагностике свищей, спонтанных абортов и врожденных дефектов.

Третье показание для гистеросальпингографии — **диагностика состояния маточных труб после их перевязки или реконструктивной хирургии**.

Противопоказания

ГСГ противопоказана при беременности. Для того чтобы избежать нарушения течения возможной беременности, процедуру выполняют на 7—10-й день после начала менструации.

Другие противопоказания — **острое воспаление в области таза и активное матичное кровотечение**.

Подготовка пациента

Обычно методика подготовки пациентки дается в протоколе конкретного отделения лучевой диагностики. Подготовка может включать очистку кишечника, чтобы газы или фекалии в кишечнике не затруднили визуализацию органов репродуктивной системы. Пациентке может быть назначен прием легких слабительных, а также очистительная клизма перед исследованием. В дополнение пациентка может принять легкое обезболивающее средство перед процедурой, чтобы облегчить реакцию на исследование.

Перед началом процедуры пациентку следует попросить опорожнить мочевой пузырь, так как наполненный пузырь смещает матку.

Пациентке следует разъяснить ход исследования и возможные трудности, связанные с ним, а также должно быть получено письменное согласие на его выполнение. В некоторых случаях врачу может потребоваться мануальное исследование таза перед ГСГ.

Оборудование

Гистеросальпингография выполняется в рентгеновском кабинете, оборудованном аппаратом с усилителем рентгеновского изображения (УРИ) (рис. 23-18). Новые аппараты оснащены функцией цифровой флюороскопии. В идеале стол должен позволять выполнять исследование в положении Тренделенбурга. На столе устанавливаются подставки для ног для гинекологических исследований.

Аксессуары и дополнительное оборудование

Для стандартной ГСГ используют стерильный набор одноразовых приспособлении (рис. 23-19). Обычно в набор входит: **влагалищное зеркало, чашка или лоток и ватные тампоны, стерильный бинт, стерильные покрытия, пинцет, шприцы 10 мл с иглами калибра 16 и 18, трубка-удлинитель и крем-смазка.**



Рис. 23-18. Рентгеновский кабинет для флюороскопии и рентгенографии с возможностью получений цифровых изображений (с разрешения GateWay Community College, Феникс, Аризона. Фотография Bill Timmerman)



Рис. 23-19. Набор для ГСГ

Также в набор входят **стерильные одноразовые перчатки жидкость для дезинфекции, канюля или баллон-катетер и контрастное вещество** по выбору врача.

В качество дополнения врач может попросить добавить к инструментам **расширитель**.

Контрастное вещество

Для гистеросальпингографии используют две категории рентгенопоглощающих (позитивных) контрастных йодсодержащих препаратов. Это либо масляный, либо водный раствор контрастного неионного вещества. **Сегодня наиболее предпочтительным является водный раствор** контрастного вещества. Он быстро абсорбируется организмом, не оставляет следов в репродуктивном тракте и дает хорошую визуализацию. При инъекции, однако, контрастное вещество вызывает болевые ощущения, которые сохраняются несколько часов после процедуры. Масляный раствор контрастного вещества лучше переносится пациенткой и сильнее поглощает рентгеновское излучение, но очень медленно абсорбируется организмом и долго остается в репродуктивном тракте после процедуры.

Количество контрастного вещества, необходимое для ГСГ, устанавливают производители этих препаратов. Обычно достаточно 5 мл, чтобы контрастировать полость матки, и еще 5 мл на контрастирование маточных труб.

Введение канюли или катетера и введение контрастного вещества

Пациентка лежит на столе, на спине, в литотомической укладке. Если нет гинекологических подставок для ног, то пациентка сгибает колени и ставит ступни на край стола. Область исследования закрывают стерильными покрытиями и вводят влагалищное зеркало. Стенки влагалища и область шейки матки должны быть обработаны антисептиком. В цервикальный канал водится зонд или баллон-катетер. Обтурация шейки баллоном катетера предотвращает вытекание контрастного вещества из полости матки во время его введения. Для фиксации катетера или зонда может потребоваться расширитель.

После установки зонда или катетера врач может убрать зеркало и перевести пациентку в положение Тренделенбурга (или близкое к нему). Такая укладка способствует поступлению контрастного вещества в полость матки. Шприц с контрастным веществом присоединяется к катетеру. Под контролем флюороскопии врач медленно вводит контрастное вещество в полость матки. Если маточные трубы проходимы, то контрастное вещество поступает из дистальных концов труб в брюшинную полость.

Укладки

СТАНДАРТНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Стандартные укладки для гистеросальпингографии зависят от метода визуализации — флюороскопии или рентгенографии.

ФЛЮОРОСКОПИЯ И РЕНТГЕНОГРАФИЯ НА УРИ

Визуализация репродуктивного тракта обычно осуществляется методами флюороскопии, а в последнее время — цифровой флюороскопии. Сначала на УРИ выполняют обзорный снимок, а затем по ходу введения контрастного вещества — снимки разных фаз заполнения матки и маточных труб (рис. 23-21). После завершения введения контрастного вещества выполняют снимок, документирующий прохождение контраста в брюшную полость (рис. 23-22). Пациентка во время исследования лежит на спине, но, если необходимы дополнительные снимки, ее переводят в левую или правую заднюю косую укладку для адекватной визуализации исследуемых анатомических структур.

ТРАДИЦИОННАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ

Выполняют обзорный снимок в задней проекции с помощью потолочного излучателя на кассету 24 х 30 см. Центральный луч направляют на центр кассеты, который располагают на 5 см выше лобкового симфиза. Если нет возможности выполнить флюороскопию, то контрастное вещество вводят в несколько приемов, выполняя снимок после каждой инъекции, чтобы документировать заполнение маточной полости, труб и брюшинной полости. Дополнительные снимки можно выполнить с пациенткой в левой или правой задней косой укладке.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕНТГЕНОГРАММЫ

- Тазовое кольцо должно быть расположено центрально и симметрично относительно области диафрагмирования,
- Катетер или зонд должен находиться внутри шейки матки.
- Контрастированная маточная полость и трубы должны быть расположены по центру снимка.
- Если маточные трубы проходимы с одной или двух сторон, то на снимках виден выход контрастного вещества в брюшинную полость.
- Адекватная плотность снимка с короткой шкалой контрастности должна отчетливо визуализировать анатомические структуры и контрастное вещество.
- Маркер идентификации пациента и маркеры анатомических сторон («П» и «Л») не должны перекрывать область интереса.



Рис. 23-20. Обзорный снимок таза



Рис. 23-21. Контрастное вещество введено в маточную полость

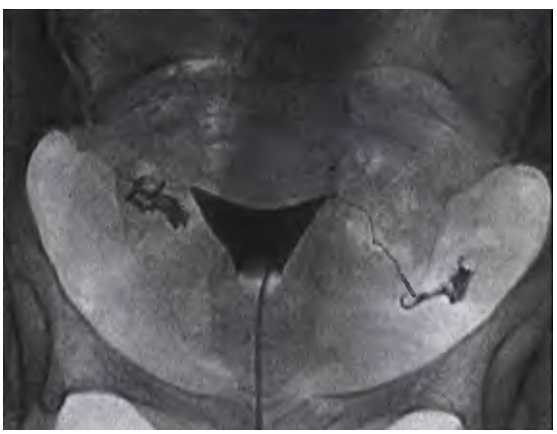


Рис. 23-22. Контрастное вещество поступило через маточные трубы в брюшину

Примечание: миелография в большинстве случаев заменяется неинвазивными КТ- и МРТ-исследованиями, но при необходимости рентгенолаборанты должны иметь опыт выполнения данной процедуры.

Анатомия

Анатомия костей шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника имеющая значение для миелографии, представлена в 8-й и 9-й главах. Дополнительная информация об анатомии спинного и головного мозга дана в главе 22.

Определение и цели

Миелография — рентгенологическое исследование спинного мозга и его нервных корешков с помощью контрастного вещества.

Введение в субарахноидальное пространство позвоночника контрастного вещества позволяет очертить контуры спинного мозга и его нервных корешков. По форме и контуру столба контрастного вещества судят о характере возможного патологического процесса. Поскольку патология, диагностируемая при помощи данного метода, встречается чаще в поясничном и шейном отделах позвоночника, то наиболее распространена миелография именно этих отделов.

Патологические показания

Миелография выполняется при наличии у пациента симптомов, указывающих на **патологический процесс внутри позвоночного канала или проникающего в его просвет извне**. При патологическом процессе, вызывающем компрессию спинного мозга, основными симптомами у пациента могут быть боль и нарушение чувствительности в верхних или нижних конечностях. Основные состояния, о которых дает представление миелография, — это **грыжа студенистого ядра, злокачественные или доброкачественные опухоли, кисты и (при травме) наличие костных фрагментов**. При наличии патологии миелография позволяет определить характер поражения, его степень и протяженность.

Другим серьезным преимуществом миелографии является возможность диагностики множественных поражений.

Противопоказания

Миелография противопоказана при следующих состояниях.

Кровь в спинномозговой жидкости. Наличие крови в спинномозговой жидкости может говорить о возможном патологическом процессе в канале, в этом случае контрастное вещество может вызвать дополнительное раздражение.

Арахноидит (воспаление паутинной оболочки). При арахноидите миелография противопоказана, поскольку введение контрастного вещества может усилить воспаление.

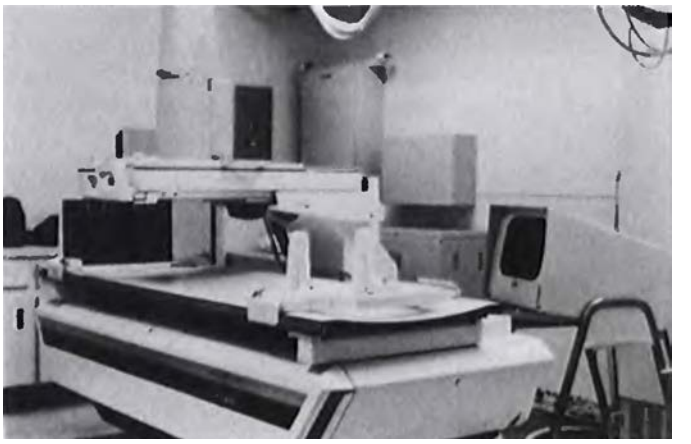


Рис. 23-23. Поворотный стол-штатив для миелографии

Повышение внутричерепного давления. При высоком внутричерепном давлении пункция субарахноидального пространства и введение в него иглы может вызвать у пациента серьезные осложнении из-за выравнивания давления между полостями головного и спинного мозга.

Недавняя люмбальная пункция (*давностью не более 2 недель*). При миелографии у пациента, которому недавно проводилась люмбальная пункция, возможно излияние контрастного вещества в субарахноидальное пространство через отверстие, оставленное от предшествующей пункции.

Подготовка пациента

При направлении пациента на миелографию ему необходимо объяснить ход предстоящей процедуры. Как правило, для уменьшения беспокойства и снятия напряжения пациенту за час до исследования назначается внутримышечное введение релаксантов. Вид и количество вводимого вещества определяется рентгенологом, проводящим исследование. До начала исследования врач должен рассказать пациенту о предстоящей процедуре и обо всех возможных осложнениях, а пациент должен дать свое согласие на исследование в письменном виде.

Оборудование

Для миелографии необходимо использовать оборудование, на котором можно выполнять флюороскопию. Диапазон поворота стола-штатива должен быть 90°/45° (или 90°/90°), на столе должны быть установлены упоры для плеч и подножка для пациента, которые обеспечивают безопасность пациента при поворотах стола-штатива во время исследования (рис. 23-23).

Аксессуары и дополнительное оборудование

Для миелографии используют: **кассеты с растрами и кассетодержатель для латеропроекций, набор для миелографии, стерильные перчатки, дезинфицирующим раствор, необходимый лабораторный реквизит и большую поролоновую подушку**. Количество кассет с растрами зависит от длины области исследования.

Комплект для миелографии обычно поставляется в виде готового набора стерильных одноразовых предметов (рис. 23-24). В типичный набор входит: **бритва, лоток и набор губок, стерильные покрытия, стерильная марля, шприцы 5 и 20 см³, иглы 22 и 25 калибра. спинальная игла 18 калибра, флакон с анестетиком и три пробирки**.



Рис. 23-24. Набор для миелографии

Введение иглы и контрастного вещества

Введение контрастного вещества при миелографии осуществляется пункцией субарахноидального пространства. Пункцию выполняют либо в **поясничной** (L3-L4), либо в **шейной области** (C1-C2) позвоночника. Наиболее безопасным для пациента и удобным для инъекции является поясничный отдел, который наиболее часто используется при миелографии. Пункция шейного отдела показана в случае противопоказаний к пункции в поясничном отделе, что бывает при симптомах блокады колонны позвоночного канала выше поясничного отдела, которая может препятствовать движению контрастного вещества в верхние отделы позвоночника.

После того как выбрано место пункции, врач под контролем флюороскопии выполняет пункцию.

Иглу вводят либо при положении пациента **лежа на животе**, с большой твердой подушкой под животом, для того, чтобы согнуть спину (рис. 23-25), либо **лежа на левом боку** с согнутой спиной. Сгибание спины увеличивает расстояние между остистыми отростками, что облегчает введение иглы.

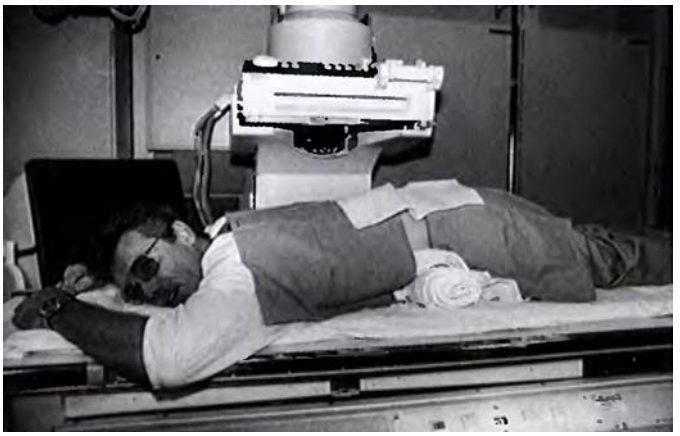


Рис. 23-25. Пациент в положении лежа на животе для поясничной пункции

При пункции шейного отдела пациент может сидеть вертикально (рис. 23-26) или лежать на животе с прижатым к груди подбородком, чтобы согнуть шею.

В обоих случаях место инъекции предварительно готовят — бреют, протирают антисептиком. Затем область инъекции протирается сухой стерильной марлей и закрывается стерильным покрытием с отверстием в месте инъекции. Место инъекции анестезируется локальным анестетиком с помощью шприца 5 см³ с иглой 22 или 25 калибра. Затем в субарахноидальное пространство вводится игла для спинномозговой пункции.

Попадание иглы в субарахноидальное пространство подтверждается выхождением из иглы спинномозговой жидкости (СМЖ). СМЖ должна поступать в шприц самотеком и не следует пытаться активно отсасывать ее, чтобы не повредить при этом кончиком иглы спинной мозг. Образец СМЖ отправляют в лабораторию на анализ. Количество отобранной жидкости определяет лаборатория. После отбора жидкости иглу оставляют на месте.

Контрастное вещество вводят в субарахноидальное пространство по той же игле 20 см³ шприцом. После инъекции иглу удаляют. Место инъекции закрывают повязкой и приступают к визуализации.



Рис. 23-26. Пациент сидит вертикально с наклоненной головой для пункции шейного отдела (C1-C2)

Контрастное вещество

Контрастное вещество для миелографии должно хорошо смешиваться со СМЖ, легко всасываться, быть нетоксичным и инертным и при этом обладать хорошими рентгенопоглощающими свойствами. Ни одно из контрастных веществ не обладает всем набором перечисленных свойств. В прошлом для миелографии использовали рентгенопрозрачные контрастные вещества (газ) и йодсодержащие масляные растворы (рентгенопоглощающие вещества). Сейчас предпочтение отдается **водным растворам контрастных йодсодержащих веществ неионного типа**, которые обладают низкой осмолярностью (см. главу 17).

Водные растворы позволяют хорошо визуализировать нервные корешки; они легко поглощаются сосудистой системой и выводятся через почки. Абсорбция начинается примерно через 30 минут после инъекции, а хорошая визуализация с высоким уровнем контрастирования длится около 1 часа. Спустя 4-5 часов контрастное вещество дает уже нечеткую контрастность изображения, а через 24 часа полностью выводится из организма.

Дозировка. Количество контрастного вещества, необходимого для миелографии, определяет производитель этого вещества, а также зависит от протяженности области исследования. Обычно на процедуру расходуется **от 6 до 17 см^3** контрастного вещества.

Следует предпринять меры предосторожности и не допустить попадания контрастного вещества в область головы. Например, во время исследования шейного отдела, когда пациент находится на животе или в положении по Тренделенбургу, шея должна быть разогнута так, чтобы предотвратить попадание контрастного вещества в черепной отдел субарахноидального пространства.

Укладки

ФЛЮОРОСКОПИЯ И РЕНТГЕНОГРАФИЯ НА УРИ

Во время флюороскопии стол с пациентом переводят в положение по Тренделенбургу, что направляет контрастное вещество в область исследования.

При достижении контрастным веществом заданной области, что подтверждается флюороскопией, врач может выполнить любой набор проекций, необходимых для диагностики (рис. 23-27 и 23-28). Снимки могут быть получены как в обычном пленочном, так и в цифровом виде. После флюороскопии рентгенолаборант выполняет набор проекций, которые заказал врач рентгенолог.

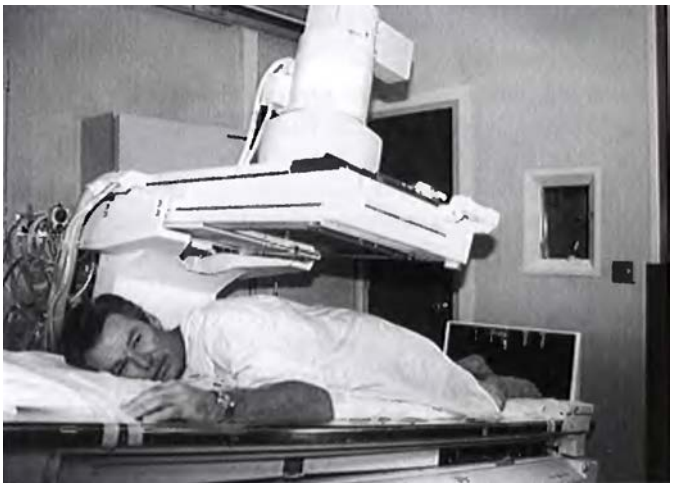


Рис. 23-27. Левая задняя косая укладка для рентгенографии на ЭСУ поясничного отдела при миелографии (рентгеновская трубка расположено под декой стола)



Рис. 23-28. Снимки на УРИ при миелографии поясничного отдела (левая и правая косая укладка)

РЕНТГЕНОГРАФИЯ (ПОСЛЕ ФЛЮОРОСКОПИИ)

Протоколы для выполнения миелографии существенно отличаются от отделения к отделению, мы предлагаем некий стандартный набор проекций для разных отделов позвоночника. Другие проекции выполняются по выбору рентгенолога.

Наклон стола перед рентгенографией должен обеспечить поступление контрастного вещества в область исследования.

ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ

Рентгенография горизонтальным пучком (рис. 23-29). Пациент лежит на животе, руки вытянуты вдоль тела, плечи опущены. Подбородок выдвинут вперед и лежит на небольшой подушке (или сложенном полотенце), что обеспечивает комфорт и стабильность укладки. Центральный луч направлен на уровень C4-C5. Поле облучения должно быть диафрагмировано, чтобы уменьшить интенсивность рассеянного излучения. Пациент на время выполнения снимка задерживает дыхание



Рис. 23-29. Шейный отдел — латерография

Латерография в позиции пловца (рис 23-30). Пациент лежит на животе, подбородок вытянут вперед. Для правой латерограммы правая рука должна лежать вдоль тела, плечо опущено. Левая рука вытянута вперед (лежит рядом с головой), Центральный луч направлен на C7. Поле облучения должно быть диафрагмировано, чтобы уменьшить интенсивность рассеянного излучения. Пациент на время выполнения снимка задерживает дыхание.

Примечание: могут быть выполнены дополнительные косые передние проекции.



Рис. 23-30. Шейный отдел (от C7 до Th1) — поза пловца (латерография)

ГРУДНОЙ ОТДЕЛ

Правая боковая латерограмма — в задней или передней проекции (рис. 23-31). Пациент лежит в истинной правой боковой укладке, правая рука согнута и лежит над головой. Левая рука вытянута вдоль тела. Чтобы выровнять позвоночник относительно деки стола, пациент может подложить правую руку под голову. Иногда между головой пациента и рукой помещают маленькую подушку или сложенное полотенце, чтобы выровнять позвоночник. Центральный луч направлен на Th7. Поле облучения должно быть диафрагмировано, чтобы уменьшить интенсивность рассеянного излучения. Пациент на время выполнения снимка задерживает дыхание.



Рис. 23-31. Грудной отдел — правая боковая латерография (задняя проекция)

Левая боковая латерограмма — в задней или передней проекции (рис. 23-32). Пациент лежит в истинной левой боковой укладке, левая рука согнута и лежит над головой. Правая рука вытянута вдоль тела. Чтобы выровнять позвоночник относительно деки, пациент может подложить левую руку под голову. Иногда между головой пациента и рукой помещают маленькую подушку или сложенное полотенце, чтобы выровнять позвоночник. Центральный луч направлен на Th7. Поле облучения должно быть диафрагмировано, чтобы уменьшить интенсивность рассеянного излучения. Пациент на время выполнения снимка задерживает дыхание.



Рис. 23-32. Грудной отдел — левая боковая латерография (передняя проекция)

Правая или левая боковые проекции (рис. 23-33). Пациент лежит в истинной боковой укладке, колени согнуты. Обе руки полусогнуты. Позвоночник должен быть выровнен относительно плоскости стола. Пациент может подложить под голову руки. Иногда между головой пациента и рукой помещают маленькую подушку или сложенное полотенце, чтобы выровнять позвоночник. Центральный луч направлен на Th7. Поле облучения должно быть диафрагмировано, чтобы уменьшить интенсивносnь рассеянного излучения. Пациент на время выполнения снимка задерживает дыхание.

Дополнительными укладками могут быть — лежа на спине (задняя проекция) и латерография горизонтальным лучом.

Примечание: задняя проекция в супинационной укладке и латерограмма горизонтальным лучом не рекомендованы, поскольку контрастное вещество собирается в средней области грудного отдела позвоночника из-за его естественной кривизны. Для некоторых пациентов это стекание контрастного вещества очень заметно. Следовательно, для наилучшей демонстрации всего грудного отдела в дополнение к **боковой проекции** следует использовать **заднюю и переднюю проекции в правой или левой боковой латерографической укладке**.



Рис. 23-33. Грудной отдел — левая боковая проекция

ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛ

Полунаклонная боковая проекция горизонтальным пучком (рис. 23-34). Пациент лежит на животе, руки согнуты и лежат над головой. Стол наклонен так, что пациент находится в полунаклонном положении. Рентгенолог под контролем флюороскопии устанавливает угол наклона стола так, чтобы контрастное вещество собралось в поясничном отделе.

Центральный луч направлен на L3. Поле облучения должно быть диафрагмировано, чтобы уменьшить интенсивность рассеянного излучения. Пациент на время выполнения снимка задерживает дыхание.

Дополнительными укладками могут быть косые с вертикальным или горизонтальным направлением рентгеновского пучка и задняя проекция в положении пациента лежа на спине.



Рис. 23-34. Поясничный отдел — полунаклонная трансабдоминальная проекция (горизонтальным пучком — правая латерограмма)

Рентгенография

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕНТГЕНОГРАММЫ (ДЛЯ ВСЕХ ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА)

- Визуализируется соответствующий отдел позвоночника с контрастным веществом.
- Корректная экспозиция и адекватная проникающая способность рентгеновского пучка для визуализации анатомических структур в условиях контрастирования.
- Маркер идентификации пациента и маркеры анатомических сторон («П» или «Л») должны быть ясно видны и не накладываться на область интереса.
- Должны быть видны границы области диафрагмирования.



Рис. 23-35. Латерограмма поясничного отдела (трансабдоминальная проекция)



Рис. 23-36. Латерограмма шейного отдела

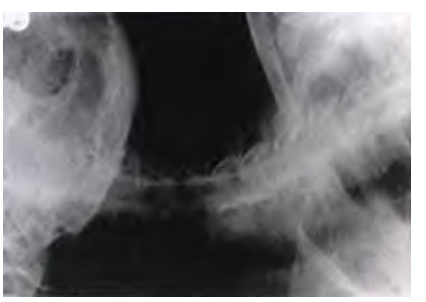


Рис. 23-37. Латерограмма шейного отдела — пациент в позе пловца

СИАЛОГРАФИЯ

Введение и результаты опроса

Рентгенография слюнных желез и их выводных протоков с помощью рентгеноконтрастных веществ в большинстве случаев заменяется КТ и МРТ. Однако при необходимости ренгенолаборанты должны уметь выполнить эту процедуру так, как описано в данной главе. Подтверждением такой необходимости являются результаты национальных опросов 1999 г. в США и Канаде. Около 55% респондентов в США и 80% в Канаде указывают на то, что метод достаточно широко применяется в настоящее время и, следовательно, должен быть внесен в данное Руководство.

Анатомия

К вспомогательным органам пищеварения, расположенным в преддверии и собственно и полости рта, относятся зубы и слюнные железы. Слюнные железы выделяют в полость рта слюну, которая обеспечивает расщепление пиши и способствует началу пищеварения. Железы располагаются в преддверии полости рта и соединяются с ним посредством выводных **протоков**. Каждая железа состоит из многочисленных маленьких долек, которые входят в состав более крупных долей. Слюна выделяется в полость рта через систему выводных протоков. Маленькие внутридольковые протоки слипаются между собой в более крупные ветви, которые затем объединяются в большой общий проток, открывающийся в полость рта. Сиалография позволяет исследовать анатомию **трех пар слюнных желез и их выводных протоков**.

Околоушная железа. Околоушные железы располагаются кпереди и ниже каждого уха. Они являются самыми большими слюнными железами и состоят из поверхностных и глубоких частей. Поверхностная часть располагается непосредственно кпереди и ниже уха. Она прилежит к ветви нижней челюсти, а задней своей поверхностью граничит с наружным слуховым проходом.

Общий проток, выводящий слюну из околоушной железы, называется околоушным протоком, или **протоком Стенсена**. Длина протока составляет приблизительно 5-7 см. Он идет медиально кпереди, проходит через жировое тело щеки и сообщайся с полостью рта отверстием на уровне верхнего второго коренного зуба.

Поднижнечелюстная железа. **Поднижнечелюстная** железа (glandula submandibularis, glandula submaxilaris) — вторая по величине слюнная железа. Она располагается медиальнее и ниже тела нижней челюсти и также имеет поверхностную и глубокую части. Поверхностная часть лежит впереди и ниже угла нижней челюсти, вдоль ее тела. Небольшая глубокая часть прилежит к челюстно-подъязычной мышце (мышца языка и дна полости рта) и огибает ее. Поднижнечелюстной проток, больше известный как **проток Вартона**, выходит из глубокой части подчелюстной железы. Длина протока составляет приблизительно 5 см, он направляется кпереди и медиально по отношению к нижней челюсти. Проток открывается в полости рта через небольшой мясистый бугорок (подъязычный сосочек, caruncula sublingualis), расположенный у основания уздечки языка (уздечка — центральная вертикальная складка слизистой, расположенная под языком).

Подъязычная железа. Самой маленькой из слюнных желез является узкая, продольно вытянутая подъязычная слюнная железа. Она располагается под слизистой оболочкой дна полости рта, сразу пол подъязычной складкой. Железа лежит медиальнее тела нижней челюсти и тянется кзади от края уздечки языка к подчелюстной железе. Особенностью подъязычной слюнной железы является наличие в ней приблизительно **12 малых протоков**, или **протоков Ривинуса**, которые облегчают выведение слюны в полость рта. Эти протоки берут начало в передней части железы и открываются у подъязычной складки дна полости рта. Один или два этих протоков, **проток(и) Бартолина**[1], больше по размеру, они могут соединяться с подчелюстные протоком.

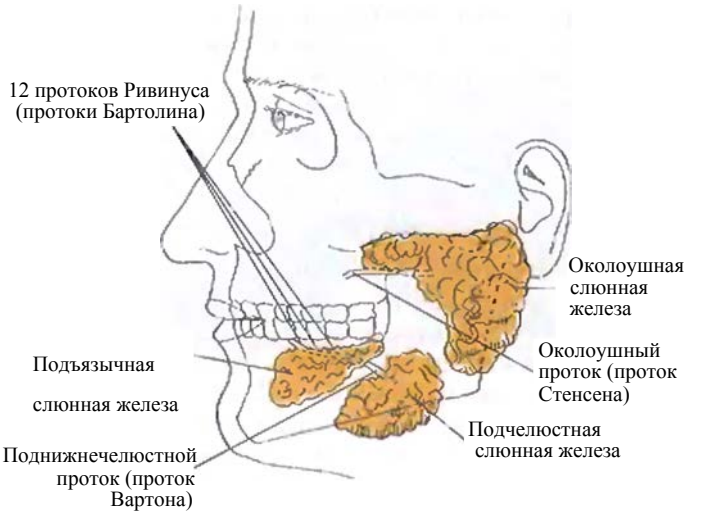


Рис. 23-38. Слюнные железы и протоки

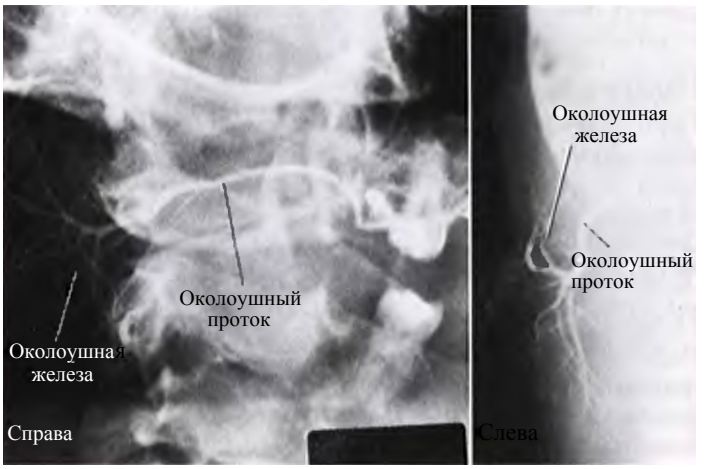


Рис. 23-39. Околоушная слюнная железа и проток



Рис. 23-40. Подчелюстная слюнная железа и проток

[1] Протоки передней группы долек соединяются в большой Бартолинов проток (описан К. Бартолином в 1698 г), который открывается одним отверстием с подчелюстные протокам, отдельное устье имеет редко. Из средних и задних долек берут начало малые подъязычные протоки (описаны Л. Вальтером в 1724 г). Малые протоки открываются у подъязычной складки отдельными отверстиями, число их колеблется от 4 до 30. — *Ред.*

Определение и цели исследования

Сиалография — метод рентгеновского исследования слюнных протоков и перенхимы слюнных желез. **Целью** сиалографии является **контрастирование интересующего слюнного протока и ткани слюнной железы для выявления возможного патологического процесса.** Контрастное вещество, заполнив выводной проток, поступает дальше в мелкие внутридольковые протоки, обрисовывая, таким образом, всю слюнную железу. В связи с близкой расположенностью всех трех пар желез одномоментно можно получить изображение только одного протока и соответствующей ему слюнной железы.

Патологические показания

Сиалография выполняется при наличии у пациента симптомов, **указывающих на возможный патологический процесс в выводном протоке или в слюнной железе**. Больные жалуются при этом на периодические боли и припухание слюнной железы. Сиалография позволяет выявить **нарушения проходимости** выводных протоков, связанные с наличием **слюнных камней**, **опухолей**, расположенных внутри протока, или с **их сужением.**

Кроме того, метод позволяет увидеть **сиалэктазию** (расширение просвета протоков), а также возможные **свищи**. Сиалография является неотъемлемой частью предоперационного обследования больного, требующего оценки патологического состояния слюнных желез.

Противопоказания

Противопоказанием к сиалографии служит **наличие острых воспалительных или инфекционных заболеваний** слюнных протоков или желез. Кроме того, поскольку процедура предполагает введение контрастного вещества, она противопоказана всем пациентам, имеющим повышенную чувствительность к йодсодержащим препаратам.

Подготовка пациента

Пациент должен удалить все снимаемые зубные протезы. Такие рентгенопоглощающие предметы, как украшения, должны быть удалены с шеи и головы. Пациенту следует объяснить ход исследования и получить от него письменное согласие на процедуру.

Основное оборудование

Оборудование для сиалографии — аппарат для флюороскопии и рентгенографии. С некоторых случаях эта процедура дополняется линейной или компьютерной томографией, для чего должен иметься доступ в рентгенкабинеты, где можно выполнить эти исследования.

Вспомогательное оборудование

Основной набор приспособлений для сиалографии можно найти в обычном рентгеновском кабинете. В некоторых отделениях имеются готовые наборы для сиалографии (рис. 23-41). Набор содержит: шприц 3 см^3, ватные тампоны, стерильный бинт, удлинительные трубки, липкую ленту и канюлю. Выбор канюли остается за лечащим врачом. Обычно используют канюлю с тупым носом или модифицированную канюлю-бабочку. Калибр зависит от диаметра протока. Количество протоков, которые надо выявить, также определяет набор аксессуаров. Дополнительно потребуются **стерильные перчатки и местный анестетик** и выбранное врачом контрастное вещество.

В некоторых случаях врачу может потребоваться ломтик лимона или лимонный сок, чтобы локализовать отверстия выбранных протоков. Для освещения рабочего поля при локализации часто используют медицинский светильник.



Рис. 23-41. Набор для сиалографии

Введение канюли/катетера контрастного вещества

Процедура начинается с локализации отверстия слюнного протока. Для этого врач может пальпировать железу или попросить пациента пожевать ломтик лимона. После этого проток может быть локализован либо зондом, либо расширителем. Чтобы воздух не попал в проток, канюля до введения в проток должна быть заполнена контрастным веществом. Затем в проток вводится игла-бабочка или катетер для сиалографии.

До начала инъекции канюля или любая трубка должны быть зафиксированы. Фиксацию можно выполнить подушечками из стерильного бинта, которые помещают между местом введения катетера и языком. Затем пациента просят аккуратно закрыть рот и зафиксировать трубку. Трубка-удлинитель и шприц с контрастным веществом могут быть зафиксированы затем липкой лентой на плече пациента.

После фиксации можно начать введение контрастного вещества. Под контролем флюороскопии контрастное вещество медленно вводится в проток. Выполняется последовательность снимков, и после окончания процедуры пациент освобождает слюнной проток от контрастного вещества. Это можно сделать с помощью дольки лимона.

Контрастное вещество

Для сиалографии используется рентгенопоглощающее (позитивное) контрастное йодосодержащее вещество. На выбор контрастного вещества влияют предполагаемая форма патологии и метод визуализации. Врач выбирает либо масляный, либо водный раствор контрастного вещества. Масляный раствор предпочтителен, если сиалография сопровождается линейной томографией. Он интенсивно поглощает рентгеновское излучение и очень долго выводится из слюнного протока, что позволяет хорошо визуализировать как сам проток, так и окружающие ткани. Если предполагается наличие камней слюнных протоков, то масляный раствор применять не следует, так как он может затруднять визуализацию камней и стриктур протоков. В таком случае **рекомендуется использовать контрастные водорастворимые** вещества. В случае если существует опасность экстравазации контрастного вещества или его длительной задержки в протоках, также следует использовать водорастворимые препараты.

Количестве контрастного вещества, вводимого в слюнной проток, определяет производитель препарата, оно зависит от типа протока. Для наполнения протока обычно достаточно 1-2 мл контрастного вещества.

Укладки

РЕНТГЕНОГРАФИЯ

Укладка при сиалографии зависит от метода визуализации — флюороскопии, рентгенографии, КТ или комбинации названных методов.

ФЛЮОРОСКОПИЯ И РЕНТГЕНОГРАФИЯ НА УРИ

Прицельные снимки на ЭСУ в ходе флюороскопии (просвечивания), так и цифровая рентгенография на УРИ — наиболее частый метод контроля введения контрастного вещества. В процессе заполнения слюнного протока контрастным веществом делается серия снимков. Пациент при этом обычно лежит на спине, голову поворачивают так, как удобно для визуализации слюнной железы и протока.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ

Перед сиалографией следует выполнить обзорные снимки области интереса. При подозрении на камни протоков такие снимки помогут выбрать вид контрастного средства. После прицельных снимков на ЭСУ во время флюороскопии можно сделать обычные рентгенограммы. Правила выполнения рентгенограмм во время и после сиалографии сильно изменяются от отделения к отделению. Снимок можно выполнить при различных укладках пациента: вертикальной, супинационной или пронационной так, как требует протокол отделения лучевой диагностики.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕНТГЕНОГРАММЫ

- Выбранный слюнной проток хорошо контрастирован, ткань железы хорошо просматривается в центре снимка.
- Параметры экспозиции должны обеспечивать короткую шкалу контрастности, так, чтобы были видны исследуемые анатомические структуры и контрастное вещество.
- Маркер идентификации пациента и маркеры анатомических сторон («П» или «Л») должны быть ясно видны и не накладывался на область интереса.



Рис. 23-42. Снимок на УРИ поднижнечелюстного слюнного протока и железы

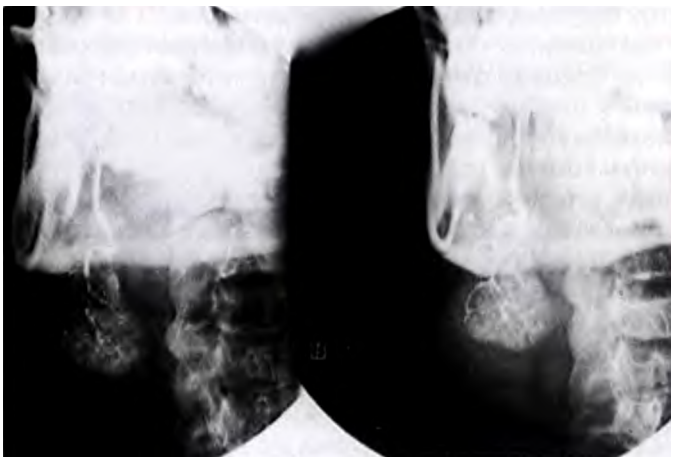


Рис. 23-43. Боковая косая проекция для визуализации поднижнечелюстной железы

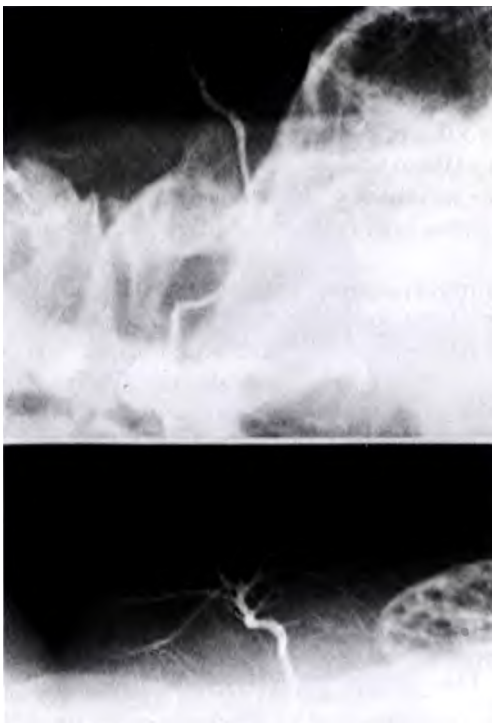


Рис. 23-44. Снимки на УРИ процесса наполнения околоушной слюнной железы

Измерение длинных костей

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Измерение разности длин конечностей может быть проведено по компьютерным томограммам, измерение выполняется автоматически, если задана начальная и конечная точка кости. Однако это достаточно дорогостоящее исследование, поэтому для измерений проще использовать обычные рентгенограммы, как будет описано ниже.

ОРТОРЕНТГЕНОГРАММЫ

Термин «орторентгенограмма» образован добавкой к термину «рентгенограмма» префикса «орто», что означает прямой или находящийся под прямым углом к чему-либо, то есть орторентгенограмма — это снимок, выполненный лучом, идущим под прямым углом к кости. Это позволяет получить изображение кости без искажений и измерить ее длину.

Как объяснено в главе 1, к разделе о принципах формирования рентгеновского изображения, при рентгенографии длинной кости ее изображение удлиняется из-за эффекта расхождения рентгеновского пучка. Это особенно проявляется на больших рентгенограммах, особенно если от снимаемой части тела до пленки есть некоторое расстояние, как бывает, когда кассета расположена в кассетодержателе с подвижным растром под декой стола, например при задней проекции бедра с включением тазобедренного и коленного суставов (рис. 23-45). Расстояние «Л» на рис. 23-45 равно удлинению дистального отдела бедренной кости при выполнении этой проекции. Удлинения кости не происходит только в месте прохождения центрального луча (ЦЛ) перпендикулярно к кости и кассете, на чем и основан принцип орторентгенографии конечностей: на одну кассету делают несколько снимков суставов так, чтобы ЦЛ каждый раз падал перпендикулярно суставу. Вдоль конечности располагают металлическую линейку с делениями[1]. По изображению линейки на рентгенограмме определяют длину кости (рис. 23-47).

ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ — РАЗНИЦА В ДЛИНЕ КОНЕЧНОСТЕЙ

Орторентгенограммы выполняют **взрослым с различной длиной ног**, что может вызвать боли в спине при ходьбе и другие симптомы. Однако чаще всего орторентгенограммы выполняют **детям, если наблюдается разница в росте конечностей**. Чаще всего проблемы роста связаны с развитием нижних конечностей.

Орторентгенография — распространенный и точный метод измерения длины конечностей. Если различия длины двух конечностей велико, то возможна операция по удлинению или укорачиванию кости. Операция по уменьшению длины кости называется **эпифизиодезис** и заключается в удалении ростовой эпифизарной пластинки, что останавливает рост кости. Удлинение кости также выполняется операционным путем — кость разрезают, несколько разводят отломки по длине и фиксируют на некоторое время, пока дефект не заполнится новой костной тканью.

[1] Это должна быть специальная линейка с рентгенопоглощающей шкалой и цифрами, так как деления на обычной металлической линейке на снимках не различить. — *Ред.*

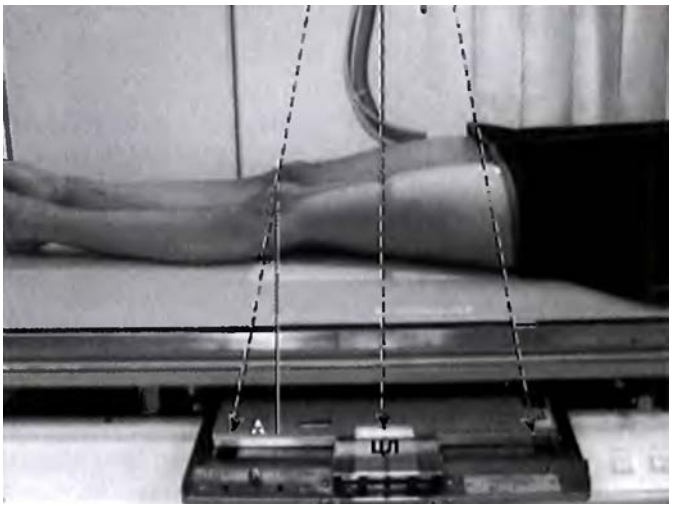


Рис. 23-45. Задняя проекция дистального отдела бедренной кости, демонстрирующая эффект удлинения изображения кости на снимке

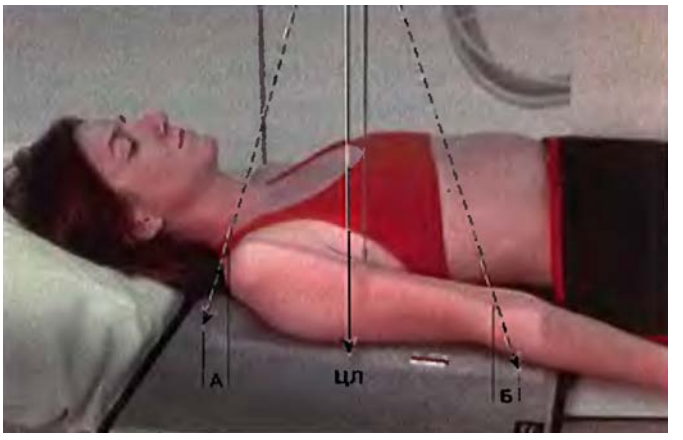


Рис. 23-46. Задняя проекция плечевой кости, демонстрирующая эффект удлинения изображения кости и областях «А» и «Б»



Рис. 23-47. Орторентгенограмма нижней конечности — три снимка на одну пленку; ЦЛ направлен на середину суставов; рядом с конечностью расположена специальная металлическая линейка

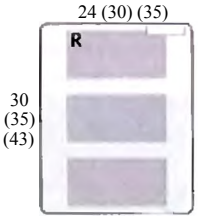
НИЖНЯЯ КОНЕЧНОСТЬ - ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИННОЙ КОСТИ

(Одностороннее или двухстороннее исследование на одну кассету)

Такое измерение обычно выполняют на каждой конечности по отдельности для сравнения и определения разности длины обоих конечностей. Исследование можно выполнить по общему (двухстороннему) снимку обоих конечностей, если рядом с каждой конечностью положить по линейке (или одну линейку посередине). В этом случае ЦЛ направляется на середину отрезка, соединяющего соответствующие суставы.

Измерения каждой конечности по отдельности более точны. Выбор метода измерения определяется протоколом отделения лучевой диагностики, но есть мнение, что если разница длин конечностей превышает 2,5 см, то они должны измеряться по отдельности.[1]

Технические условия исследования



- Размер кассеты 24 x 30 см, 35 x 35 см или 35 x 43 см, в зависимости от размера конечности, расположение продольное.
- 70 - 80 кВ при рентгенографии на снимочном столе с отсеивающим растром, так, чтобы можно было передвигать кассету с растром в процессе трех экспозиций, не двигая пациента или линейку.
- Специальная линейка с металлическими делениями.

Радиационная защита. Используются контактные защитные экраны для гонад, но так, чтобы не перекрыть деления линейки.

Укладка пациента и направление центрального луча (ЦЛ) при одностороннем исследовании

(См. замечание выше о двусторонней съемке)

- Пациент лежит на спине, ноги вытянуты, стопы направлены вверх. Бедро и вся исследуемая нога лежат вдоль средней линии стола, без ротации таза.
- Линейка лежит прямо под ногой пациента. Следует убедиться, что ее длины хватит для измерения.
- При необходимости зафиксируйте голень и стопу, чтобы между экспозициями нога не двигалась. Линейка должна быть закреплена на деке стола.

Задняя проекция — тазобедренный сустав

- ЦЛ направлен перпендикулярно на головку и шейку бедренной кости (2 см над уровнем лобкового симфиза или верхнего уровня большого вертела).
- ЦЛ направлен на центр верхней трети кассеты (следует проследить, чтобы три области экспозиции не перекрывались).
- Диафрагмирование должно быть выполнено максимально близко к области интереса так, чтобы была включена головка, и шейка бедренной кости вместе с областью большого вертела. Верхняя часть бедренной кости должна попасть на снимок для определения общей длины бедренной кости.

Задняя проекция — коленный сустав

- ЦЛ направлен перпендикулярно на середину коленного сустава, которая должна быть расположена в центре снимка (2 см дистальнее верхней точки надколенника).
- Диафрагмирование должно быть выполнено максимально близко к области интереса, центр области диафрагмирования расположен в центре кассеты.
- При съемке коленного сустава следует уменьшить параметры экспозиции по сравнению с предыдущим снимком тазобедренного сустава.

[1] Godderidge C: *Pediatric imaging*, Philadelphia, 1995, WB Saunders.

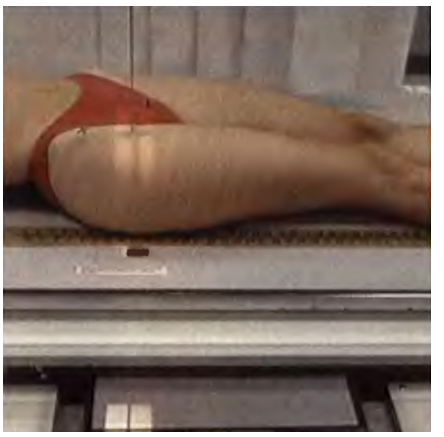


Рис. 23-48. Односторонняя задняя проекция — тазобедренный сустав



Рис. 23-49. Рентгенограмма части тазобедренного сустава в задней проекции



Рис. 23-50. Односторонняя задняя проекция — коленный сустав



Рис. 23-51. Рентгенограмма коленного сустава в задней проекции



Рис. 23-52. Односторонняя задняя проекция — голеностопный сустав



Рис. 23-53. Рентгенограмма голеностопного сустава в задней проекции

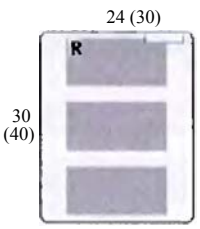
Задняя проекция — голеностопный сустав

- ЦЛ направлен перпендикулярно на середину голеностопного сустава (посередине между лодыжками).
- Диафрагмирование должно быть выполнено максимально близко к области интереса. ЦЛ направлен на центр нижней трети кассеты.
- Следует использовать соответствующие параметры экспозиции, как для съемки голеностопного сустава с растром.

ВЕРХНЯЯ КОНЕЧНОСТЬ - ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИННОЙ КОСТИ: ОРТОРЕНТГЕНОГРАФИЯ

Измерения верхней конечности выполняется редко по сравнению с нижней конечностью, но процедуры схожи — выполняются соответственно снимки плечевого, локтевого сустава и запястья. Каждая конечность исследуется отдельно. Линейку помещают под каждую конечность, при этом важно, чтобы ни рука, ни линейка не двигались между экспозициями.

Технические условия исследования



- Размер кассеты 24 x 30 см, расположение продольное или 30 x 40 см.
- 60 -70 кВ при рентгенографии на снимочном столе с отсеивающей решеткой.
- Специальная линейка с металлическими делениями укладывается продольно вдоль края конечности.

Радиационная защита. Используется гонадная защита, у женщин также защищают молочные железы.

Укладка пациента и направление центрального луча (ЦЛ)

- Пациент лежит на спине, руки вытянуты вдоль тела и лежат супинационно.
- Плечо, локоть и запястье лежат вдоль средней линии стола.

Задняя проекция — плечевой сустав

- ЦЛ направлен перпендикулярно на середину плечевого сустава (5 см кнутри и медиально к верхнему краю плеча).
- Убедитесь, что длины линейки хватит для измерения.
- Диафрагмирование должно быть выполнено максимально близко к области интереса так, чтобы была включена головка плечевой кости, которая расположена в центре снимка — верхней трети кассеты (убедитесь, что области снимков не перекрываются).

Задняя проекция — локтевой сустав

- ЦЛ направлен перпендикулярно на середину локтевого сустава.
- Диафрагмирование должно быть выполнено максимально близко к области интереса, центр области диафрагмирования расположен в районе центра кассеты.

Задняя проекция — запястье

- ЦЛ направлен перпендикулярно на середину запястья.
- Диафрагмирование должно быть выполнено максимально близко к области интереса. ЦЛ направлен на центр нижней трети кассеты.



Рис. 23-54. Задняя проекция — плечевой сустав



Рис. 23-55. Рентгенограмма плечевого сустава в задней проекции

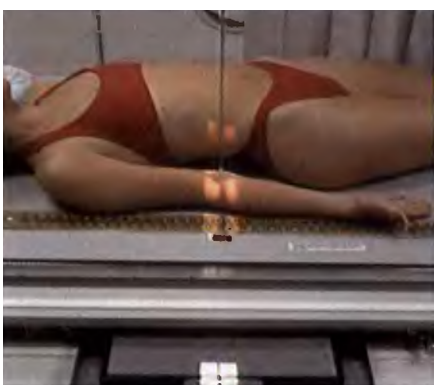


Рис. 23-56. Задняя проекция — локтевой сустав



Рис. 23-57. Рентгенограмма локтевого сустава в задней проекции

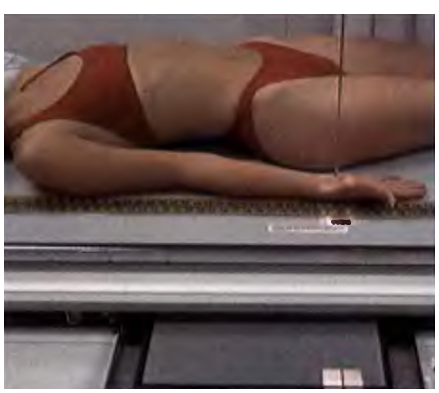


Рис. 23-58. Задняя проекция — запястье



Рис. 23-59. Рентгенограмма запястья в задней проекции

КОСТНАЯ ДЕНСИТОМЕТРИЯ (ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИЯ)

Введение

Костная денситометрия — это раздел диагностики, занимающийся измерениями **минеральной плотности кости** различными методами для выявления остеопороза. По разным оценкам, в США 28 миллионов людей страдают остопорозом или имеют риск им заболеть. Медицинские, экономические и социальные затраты, которые несет общество по лечению остеопороза, достигают 14 миллиардов долларов в год. Важность ранней диагностики остеопороза вызывает рост интереса к методикам измерения плотности кости. Современные методы диагностики позволяют также контролировать процесс лечения остеопороза.

История

До того как были разработаны точные методы измерения плотности кости, для регистрации видимого изменения плотности кости выполняли рентгенографию грудного и поясничного отделов позвоночника. Это был очень субъективный метод, поскольку на рентгенограммах различима потеря не менее 30-50% трабекулярной ткани кости[1], а при таких потерях костной массы лечение уже затруднительно. Современные методы позволяют фиксировать изменения плотности кости существенно раньше.

Состав кости

Для того чтобы понять принципы измерения плотности кости рентгенолаборант должен знать строение кости и причины возникновения остеопороза. Кость состоит из **двух типов ткани**. Наружный слой большинства костей состоит из плотного и твердого **компактного (или коркового) костного вещества.** Оно служит как бы плотной наружной оболочкой кости и играет важную роль в поддержании веса тела.

Внутри оболочки из коркового вещества находится губчатое, или трабекулярное, вещество, которое имеет губчатую структуру и придает прочность кости. Это вещество находится в динамическом процессе формирования и разрушения костных клеток, в котором участвуют **остеобласты и остеокласты**. Остеобласты отвечают за создание нового костного вещества. Удаление старого костного вещества и распад костной ткани связывают с остеокластами. **Соотношение процессов образования и разрушения костного вещества определяет плотность кости**.

Если рост костной ткани идет интенсивнее ее разрушения, то плотность кости увеличивается, и наоборот. Ранняя диагностика нарушении плотности кости является основной целью костной денситометрии и позволяет остановить болезнь до того, как будет потеряна значительная часть костной массы.

Цель исследования

Костная денситометрия выполняется **для измерения минеральной плотности кости** с целью выявления лиц с пониженной плотностью кости, что увеличивает вероятность переломов. Существует несколько методов денситометрии, как с использованием ионизирующего излучения, так и с помощью ультразвука.

Чаще всего используют метод рентгеновского сканирования выбранной области скелета с последующим компьютерным анализом полученного изображения. Определение костной плотности помогает врачу оценить общее состояние скелета, выявить остеопороз и в дальнейшем следить за эффективностью его терапии, позволяет прогнозировать риск перелома. Кроме костной денситометрии необходимо изучение всей истории заболевания пациента, изучение факторов риска, проведение ряда лабораторных анализов, а также при необходимости других методов визуализации.

Измерение костной плотности выполняют в нескольких определенных участках скелета. При методике **центрально-аксиального анализа** исследуют **поясничный отдел позвоночника или проксимальный отдел бедренной кости. Суставы пальцев, запястье, предплечье, пяточную кость** или **голень** исследует при анализе **периферического** скелета. Иногда выполняют полное **сканирование всего тела**.

Патологические показания

Остеопороз — заболевание костной системы, характеризующееся низкой плотностью костной ткани и разрушением ее микроархитектуры. Разрушение ткани делает кость более хрупкой и более подверженной риску перелома.[2] В первую очередь остеопорозу подвержены женщины в период менопаузы. При остеопорозе кости теряет кальций и коллаген. Развитие болезни идет незаметно, поэтому важна ее своевременная диагностика.

Денситометрия показана пациентам с заболеваниями, которые нарушают метаболизм и могут затронуть костную ткань, женщинам перед началом гормонотерапии.

Факторами риска для остеопороза служат следующие.

- Наличие семейной склонности к остеопорозу.
- Низкий вес тела.
- Курение.
- Потребление алкоголя.
- Недостаточная физическая активность.
- Переломы костей в анамнезе.
- Низкое потребление кальция.

Противопоказания

Костная денситометрия не выполняется, если методы контроля качества и стандартизация процедуры не гарантируют точных результатов измерения. Другими ограничениями могут быть слишком низкая масса анализируемой кости или большая толщина исследуемой части тела. Деформация исследуемого анатомического отдела, в частности позвоночника, тоже может привести к неточным результатам. В качестве примера можно указать на тяжелые формы сколиоза или кифоза.

Как и при любом рентгенодиагностическом исследовании, следует принять меры предосторожности при исследовании беременных. В дополнение заметим, что денситометрия выполняется не ранее чем через неделю после радионуклидных исследований или рентгенологических исследований с контрастными веществами.

Подготовка пациента

Пациент должен снять все плотные объекты на теле (ремень, одежду с металлическими застежками и т.п.) перед процедурой. Протокол отделения лучевой диагностики может требовать, чтобы пациент переоделся в специальный халат.

---

[1] Sturtridge W, Lentle B, Hanley DA: The use of bone density measurement in diagnosis and management of osteoporosis; *Can Med Assoc J* 115 (suppl): 924-929, 1996.

[2] WHO Technical Report Series 843, World Health Organization (WHO) Study Group: *Assessment of fracture risk and its implementation to screening for post menopausal osteoporosis*, Geneva, Switzerland, 1994.

Основные методы костной денситометрии

Существует несколько типов сканеров, в которых используются разные физические методы определения плотности кости.

- Радиоденситометры.
- Моноэнергетические гаммаденситометры.
- Двухэнергетические гаммаденситометры.
- Моноэнергетические рентгеноденситометры.
- Двухэнергетические рентгеноденситометры.
- Количественная компьютерная томография.
- Количественное ультразвуковое сканирование.

Последние три метода наиболее востребованы и будут описаны ниже.

ДВУХЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ ДЕНСИТОМЕТР

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) — распространенная методика в клиниках общей практики. Физический принцип измерения основан **на выполнении двух снимков исследуемой области рентгеновским пучком высокой и низкой энергии**, что позволяет по разнице поглощения излучении в кости и мягких тканях вычислить плотность кости. Изменение энергии пучка выполняется специальной системой, которая подает на рентгеновскую трубку аппарата высокое и низкое напряжение. Пучки разной энергии регистрируются разными детекторами, оснащенными специальными фильтрами.[1]

Исторически первые системы использовали тонкий цилиндрический пучок рентгеновского излучения, который регистрировался одним детектором. Современные системы используют **веерный пучок рентгеновского излучения**, который регистрируется **линейкой детекторов**, либо используют принцип аппарата со штативом типа **С-ДУГА**. Такие современные денситометры позволяют выполнить измерение очень быстро, в течение нескольких минут.

Доза, которую получает **пациент при денситометрии**, существенно ниже, чем при рентгенографии, и составляет примерно от 1 до 30 мкЗв[2]. Таким образом, выгода от диагностической информации, получаемой этим методом, значительно превышает риск, связанный с этим измерением.

ДРА, как и другие рентгенологические исследования, начинают **с выполнения обзорного снимка** для выбора правильной укладки и обнаружения предметов, которые могут исказить результаты измерения (рис. 23-61). Затем выполняется денситометрия и формируется отчет. В отчете **приводится изображение исследуемой области, результаты денситометрии и стандарты для сравнения, информация о пациенте и данные контроля качества измерения** (рис. 23-62). Сравнение с измерениями, выполненными ранее, позволяет судить о динамике плотности кости.

Используют два показателя состояния кости: **Z-показатель** и **Т-показатель**. Z-показатель сравнивает денситометрические данные пациента со статистически усредненными показателями лиц того же возраста и пола. Т-показатель сравнивает денситометрические данные пациента со статистически усредненными показателями для лиц юношеского возраста, на который приходится пик плотности кости.[3] Эти оценки позволяют оценить риск возникновения остеопороза.



Рис. 23-61. Обзорный снимок на двухэнергегическом рентгеновском денситометре (с разрешения Hologic Inc.)

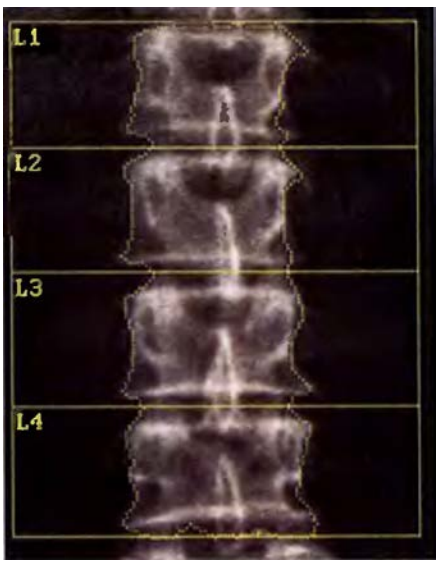


Рис. 23-62. Отчет о результатах денситометрии (с разрешения Hologic Inc.)

Результаты:

Общая плотность	**0,797 г/см³**		
Отношение к максимальной плотности	**76%**	Т-показатель	-2,3
Отношение к возрастной группе	**94%**	Z-показатель	-0,4

Регион	Площадь, см²	Вес,г	Плотность, г/см³	Т-показатель	% к максимуму	Z-показатель	% по возрасту
L1	10,47	6,18	0,591	-3,0	64%	-1,4	79%
L2	11,77	9,47	0,805	-2,0	78%	-0,2	97%
L3	12,15	10,37	0,853	-2,1	79%	-0,2	98%
L4	15,03	13,37	0,889	-2,1	80%	-0,1	99%
Всего	49,43	39,39	0,797	-2,3	76%	-0,4	94%

Рис. 23-63. Зависимость плотности кости от возраста (с разрешения Hologic Inc.)

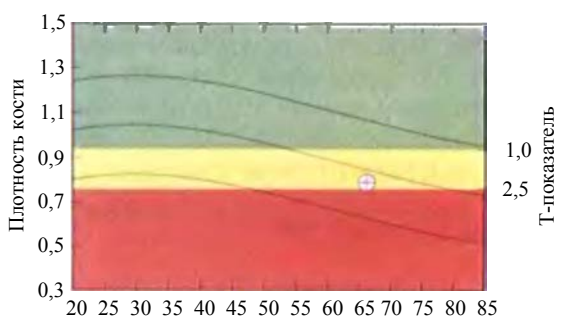


Рис. 23-60. Двухэнергетический рентгеновский денситометр (с разрешения Hologic Inc.)

---

[1] Увеличение кВ увеличивает проникающую способность рентгеновского пучка, который меньше задерживается в тканях. Но также он меньше задерживается и в детекторе. Компенсацию (выравнивание) показаний детекторов выполняют с помощью фильтров. - *Ред*.

[2] Kalender WA: Effective dose values in bone mineral measurements by photon absorptiometry and computed tomography, *Ostwporosis Int* 2:82-87, 1992

[3] Genant HK, Gugliemi G, and Jergas M: *Bone desitometry and osteoporosis*, New York, 1998, Springer Verlag.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Физический принцип измерения основан на регистрации поглощения ионизирующего излучения в области исследования. Сначала выполняют обзорный снимок, чтобы локализовать область интереса. Затем делают компьютерный срез толщиной **8-10 мм** через четыре разных позвонка, или **20-30-пятимиллиметровых срезов** через 2-3 позвонка в районе Th12-L5[1] (см. пример среза на рис. 23-64).

Одновременно сканируется калибровочный фантом стандартной плотности, компьютерная программа усредняет изображение по всем срезам. Уникальность метода количественной томографии в том, что плотность **коркового и трабекулярного** вещества определяется по отдельности. Также можно выполнить трехмерный, или **объемный, анализ** данных.

Количественная томография применяется достаточно широко, но стоимость процедуры очень высока. Также высока доза, получаемая пациентом, — до 60 мкЗв.

С ростом интереса к периферическому сканированию были разработаны специальные компьютерные томографы малого размера.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ СКАНИРОВАНИЕ

Ультразвуковое сканирование относится к методам диагностики, которые **не используют ионизирующее излучение** для измерения минеральной плотности костей **периферических отделов** скелетной системы. Методика позволяет достаточно быстро и просто измерить плотность кости в областях, где нет большого слоя мягких тканей, покрывающего кость. Для этих целей наиболее часто используется пяточная кость (см. рис. 23-66).

Пучок ультразвуковых волн проходит через выбранную область, и по его затуханию и изменению частоты определяют плотность объекта. С развитием технологии этот метод может вытеснить методы определения костной плотности в периферическом скелете.

[1] Johnston: Clincal indication for bone mass measurements, J Bone Miner Res 4:2-28, 1989.



Рис. 23-64. Томографический срез через область L1 с калибровочным фантомом

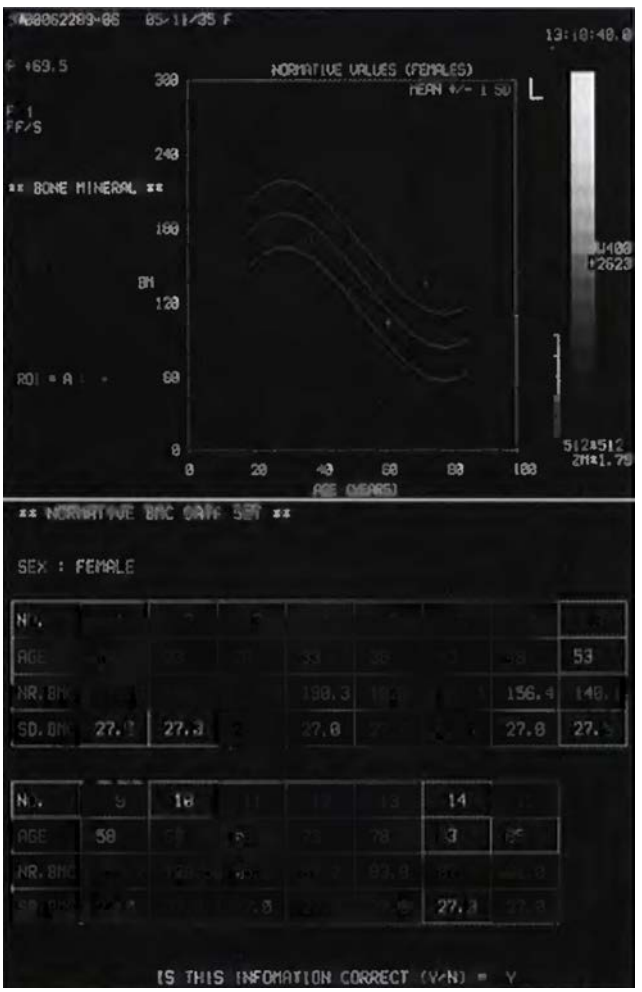


Рис. 23-65. Верх — отчет о плотности кости (BMC) после сеанса количественной КТ. **Внизу** — нормативная зависимость плотности костей женщины от возраста



Рис. 23-66. Ультразвуковой сканер для измерения плотности пяточной кости (с разрешения Hologic Inc.)

ВЫБОР ОБЛАСТИ И МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ плотности кости может быть выполнен как в отдельной области тела, так и при сканировании всего тела. Выбор области исследования может определяться историей болезни и факторами риска. Если для исследования выбирается **трабекулярная кость**, то лучшим методом исследования является **количественная компьютерная томография.** Этот метод позволяет выполнить трехмерный анализ кости.

Выбор метода исследования зависит от области исследования. Для **центральных/аксиальных** исследований используют **как количественную компьютерную томографию, так и двухэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию (ДРА)**.

Исследование периферического скелета можно произнести любым из названных методов, но ультразвуковое сканирование в данном случае — наилучший метод.

УКЛАДКИ (ДЛЯ ДРА)

Рассмотрение укладок для ДРА вызвано тем обстоятельством, что этот метод денситометрии на сегодняшний день является превалирующим. Укладки помогают нивелировать анатомические особенности пациентов и описаны в протоколе исследования.

Позвоночник. Исследование **позвоночника** методом ДРА часто выполняют для оценки риска перелома позвоночника. Пациент лежит на спине, срединная сагиттальная плоскость выровнена по средней линии стола. Рентгенолаборант укладывает ноги пациента на специальную подставку так, чтобы они составляли угол примерно в 90° с декой стола, чтобы убрать лордотическую кривизну позвоночника (рис. 23-67).

Позвоночник должен лежать прямо и быть выровнен относительно области сканирования, что должно быть видно на обзорном снимке. После обзорного снимка можно еще раз выровнять позвоночник. Исследуют область от Th12 до подвздошного гребня, суммирование данных в этом случае выполняется начиная от L1 или L2 до L4 (рис. 23-68). Обычно данные по абнормальным позвонкам не рассматривают при расчете плотности кости.

Тазобедренный сустав. Эту область исследуют для оценки риска перелома шейки бедра. Пациент лежит на спине, срединная сагиттальная плоскость выровнена по средней линии стола. Ноги пациента вытянуты, ботинки сняты. Для анализа выбирают тазобедренный сустав, который ранее подвергался переломам или имел врожденную патологию. Если нет предварительных указаний для выбора сустава — можно исследовать любой.

Ноги пациента расположены как для **прямой задней проекции тазобедренного сустава**. То есть они должны быть повернуты кнутри на 15-20°, так, чтобы шейка бедра была параллельна плоскости стола. Обычно денситометры оснащаются устройствами для фиксации ног, чтобы обеспечить правильную укладку. Пациент должен быть неподвижен во время исследования.

Сначала выполняют обзорный снимок, по нему корректируют укладку и исключают наличие артефактов. В центре снимка должна быть шейка бедра, а тело бедренной кости должно быть параллельно внешнему краю снимка (рис. 23-69).

Телосложение играет важную роль при измерении плотности кости. Например, если у пациента в области тазобедренного сустава имеется только небольшой объем мягких тканей (у пожилых пациентов), то анализ мягких тканей будет затруднен. Рентгенолаборант должен учитывать телосложение при выборе области исследования, чтобы в области измерения оказалось достаточное количество мягких тканей и результаты измерения были корректными.

Костная денситометрия требует от рентгенолаборанта глубокого понимания метода измерения и хорошей подготовки,



Рис. 23-67. Укладка для исследования позвоночника (с разрешения Hologic Inc.)



Рис. 23-68. Обзорный снимок позвоночника (с разрешения Hologic Inc.)



Рис. 23-69. Обзорный снимок проксимального отдела бедренной кости (с разрешения Hologic Inc.)

чтобы были максимально использованы возможности оборудования. Укладка пациента, технические параметры исследования и уставки сканера должны детально регистрироваться, чтобы в будущем при повторных измерениях их можно было воспроизвести для получения корректных сравнительных данных.

Использование денситометрии в качестве диагностического средства становится все более популярным, технология денситометрии непрерывно улучшается, что обеспечивает все лучшие результаты в борьбе с остеопорозом.

ТРАДИЦИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ

Определение и цели исследования

Томография — специальный метод визуализации, **позволяющим получить изображение отдельного слоя ткани или объекта, который окружен другими тканями или объектами**. Изображение слоя получается с помощью специальных приспособлений, которые позволяют рентгеновской трубке и приемнику рентгеновского изображения (кассете) двигаться во время экспозиции вокруг общего центра вращения. При этом на рентгенограмме (**томограмме**) четким остается только один слой, расположенный в плоскости на уровне центра вращения, остальные структуры получаются нерезкими. На рис. 23-70 изображена укладка пациента на снимочном столе при томографии грудной клетки. Устройство для выполнения линейной томографии видно на рисунке за пациентом — это стержень, соединяющий рентгеновскую трубку и кассетодержатель. Основные принципы традиционной томографии начнем с объяснения терминологии.



Рис. 23 -70. Устройство для линейной томографии

Терминология

Томограмма представляет собой изображения сечения тела человека в выбранной плоскости. Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (ICRU) в 1962 году установила термин «**томография**» в применении к любому лучевому методу получения послойных изображений.

Терминология может изменяться, ниже приведен список терминов, которые используются в нашем Руководстве.

Томограмма: рентгенограмма, полученная на томографическом устройстве.
Центр вращения: общая точка вращения рентгеновской трубки и кассетодержателя (приемника рентгеновского изображения).
Высота слоя (среза): расстояние от деки стола до центра вращения.
Фокальная плоскость — плоскость среза: плоскость на высоте оси вращения, в которой детали объекта имеют наибольшую резкость, и изображение получается резким,
Толщина слоя: толщина слоя объекта, в пределах которой получается достаточно резкое изображение элементов объекта (зависит от угла томографии и траектории движения трубки).
Угол томографии (угол качания): угол, образующийся при угловом перемещении центрального пучка в процессе качания трубки, центром вращения и крайними положениями трубки.
Пробег трубки (сдвиг): дистанция, которую проходит трубка при томографии.
Скорость томографии: скорость движения трубки.
Траектория трубки: геометрическая форма пути, который проходит трубка при томографии (рис 23-71).
Область нерезкости: область вне фокальной плоскости, в которой изображения структур на томограмме выглядят размытыми.
Границы области нерезкости: внешние границы объекта, изображение которого размыто при томографии.

Каждый из терминов подробно рассматривается в этой главе.

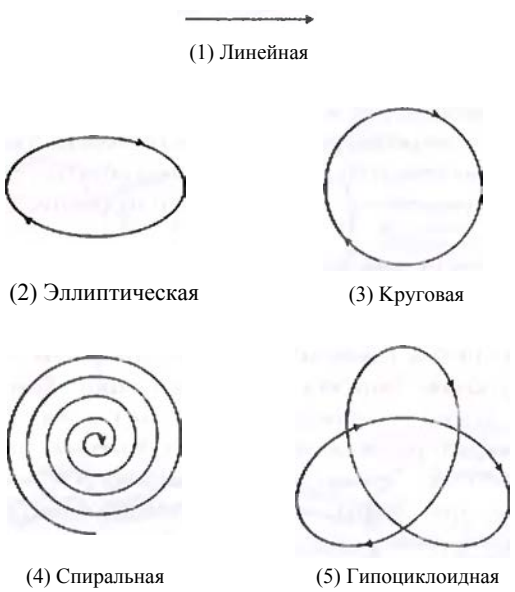


Рис. 23-71. Пять основных траекторий движения трубки (из Tortorici M: *Concepts in medical radiographic imaging*, Philadelphia, 1992, WB Saunders)

Траектория трубки

Существует пять типов траекторий движения трубки (рис. 23-71). Они описаны ниже от простого к Сложному.

1. Линейная (Однонаправленная)
2. Эллиптическая
3. Круговая
4. Спиральная
5. Гипоциклоидная

} (многонаправленная)

Линейное движение трубки

Линейная томография использует простейшие приспособления для получения послойного изображения (рис. 23-72): снимочный стол с кассетодержателем, который соединяют с рентгеновской трубкой металлическим стержнем. Стержень проходит через устройство, задающее центр вращения (рис. 23-73). Изменение высоты среза производится вручную или мотором.

Движение колонны излучателя с трубкой осуществляется мотором. Трубка и кассетодержатель движутся в продольном направлении вдоль стола, при этом должны быть разблокированы все тормоза, препятствующие этому движению.

Пульт управления

Для управления режимом томографии предусмотрены специальные кнопки, которые могут быть собраны на отдельном пульте или быть частью общего пульта управления. Обычно при томографии управляют следующими параметрами.

- Скорость движения трубки (если есть такая возможность).
- Толщина слоя (угол томографии).
- Направление движения или тип траектории трубки (если есть такая возможность).
- Центровка трубки.
- Высота слоя среза.

Некоторые аппараты устроены так, что все параметры издаются с пульта в комнате управления, кроме высоты слоя. В этом случае изменение высоты можно выполнить только с пульта, расположенного в процедурной, возле стола снимков (рис. 23-73). На некоторых аппаратах выбор угла томографии осуществляется с пульта управления, расположенного на рентгеновском излучателе.

При линейном движении трубки многие объекты расположены параллельно линии движения трубки. Это создает ограничения для «размытия» окружающих структур. Также при линейном движении трубки возникают линейные артефакты — полоски на изображении. Четкость томограммы может быть улучшена, если добавить перпендикулярную составляющую движения трубки, что реализовано в многонаправленных томографических системах. Пример многонаправленной системы дан на рис. 23-74, этот аппарат используется преимущественно для томографии черепа.

Многонаправленные траектории движении трубки

Из четырех типов многонаправленного движения самым простым является **эллиптическое**, которое легко получается из линейного. **Круговое** движение немного сложнее эллиптического. Самыми сложными для реализации являются **спиральное** и **гипоциклоидное** движение. Чем сложнее движение, тем меньшая толщина слоя может быть достигнута (см. с. 748) и тем резче получается изображение.



Рис. 23-72. Оборудование для линейной томографии

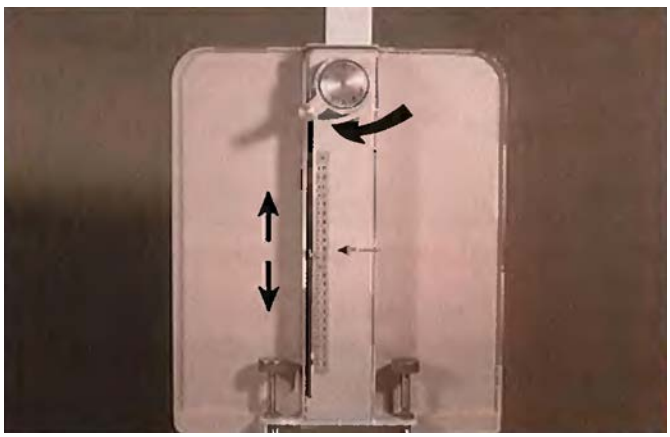


Рис. 23-73. Устройство для изменения высоты слоя среза



Рис. 23-74. Оборудование для многонаправленной томографии

Центр вращения

Центр вращения — общая точка вращения рентгеновской трубки и кассетодержателя (приемника рентгеновского изображения). Все объекты, которые находятся в фокальной плоскости плоскости среза), которая находится на уровне центра вращения, получаются на томограмме резкими, потому что они остаются неподвижными относительно трубки и приемника изображения в процессе их движения (см. точку Б на рис. 23-75). Наоборот, все объекты, которые находятся вне фокальной плоскости, ниже или выше ее, проецируются в разные места приемника изображения. Например, точка А на рис. 23-75 при движении трубки из положения 1 в положение 2 начинает проецироваться на левую сторону кассеты, а заканчивает проецироваться на правой стороне кассеты. То есть ее изображение размазывается.

Точка С, расположенная ниже фокальной плоскости, также размазывается при томографии.

Чем дальше точка от фокальной плоскости, тем сильнее движется и размазывается ее проекция. Объекты, расположенные в фокальной плоскости проецируются в одни и те же точки на приемнике изображения и в результате получаются на томограмме четкими. Этот принцип получения изображения называется **принципом томографического размытия**.

ИЗМЕНЯЕМЫЙ И ФИКСИРОВАННЫЙ УРОВНИ ЦЕНТРА ВРАЩЕНИЯ

Уровень плоскости среза изменяют в зависимости от целей диагностики. Это выполняют двумя способами. Самым простым способом является **изменение положения центра вращения относительно деки стола** (рис. 23-76).

Вторым способом является изменение высоты стола снимков при **фиксированной высоте центра вращения** над уровнем пола (рис. 23-77). Фиксированный центр вращения используется в многонаправленных томографических системах.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРА ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ И ВЫСОТЫ ФОКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Для определения области исследования и стартовой высоты фокальной плоскости выполняют два снимка под углом 90°. Например, переднюю и боковую проекцию грудной клетки при исследовании легких. По передней проекции локализуется область интереса и расположение объекта относительно средней линии (например, 5 см вправо от позвоночника) По боковой проекции локализуется положение объекта в переднезаднем направлении (например 10 см кнутри от грудины). То есть по прямой и боковой проекциям рентгенолаборант локализует объект исследования внутри тела. Первая обзорная томограмма выполняется на уровне объекта исследования. Диафрагмирование области исследования выполняется по топографическим маркерам тела.

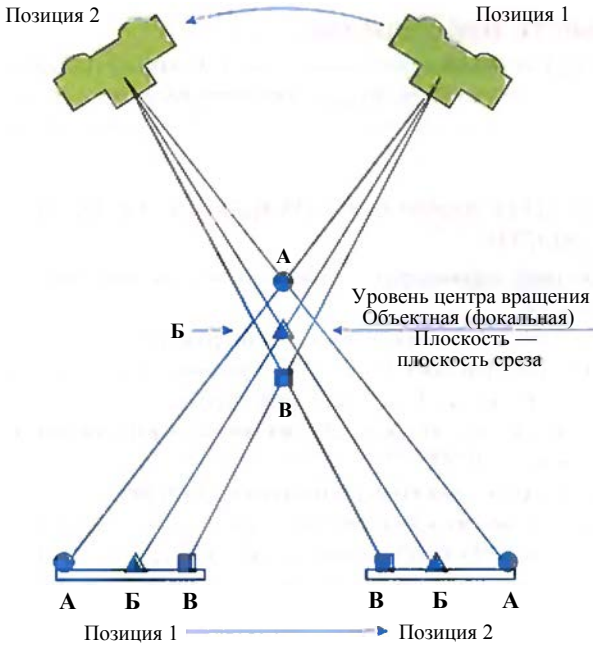


Рис. 23-75. Принцип томографического размытия (из Tortorici M: *Concepts in medical radiographic imaging*, Philadelphia, 1992, WB Saunders)



Рис. 23-76. Изменяемая высота центра вращения (из Tortorici M: *Concepts in medical radiographic imaging*, Philadelphia, 1992, WB Saunders)

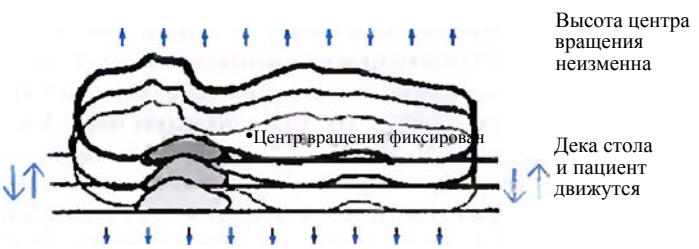


Рис. 23-77. Фиксированная высота центра вращения (из Tortorici M: *Concepts in medical radiographic imaging*, Philadelphia, 1992, WB Saunders)



Рис. 23-78. Рентгенограмма грудной клетки в задней проекции для локализации области исследования



Рис. 23-79. Рентгенограмма грудной клети в боковой проекции для локализации области исследования

Область нерезкости

Томография делает нерезкими (размазанными) изображения структур, которые лежат выше или ниже плоскости среза и тем устраняет эффект суперпозиции (наложения) объектов друг на друга.

ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗМЕРЫ ОБЛАСТИ НЕРЕЗКОСТИ

Есть **четыре параметра**, которые влияют на величину области нерезкости.

(1) **Расстояние объекта от плоскости среза** (d).

(2) **Угол томографии** (θ) (угол, образуемый центральным лучом во время экспозиции с качанием трубки).

(3) **Расстояние от объекта до приемника рентгеновского изображения — РОП**.

(4) **Траектория движения рентгеновской трубки**.

Степень, размытия изображения определяется первыми двумя параметрами, (1) расстоянием от объекта до плоскости среза (d) и (2) углом томографии (θ), которые имеют следующую зависимость (рис. 23-80):

$$\text{Сдвиг} = 2\ d\ \text{tg}(\theta/2)$$

Сдвиг проекции объекта определяет степень размытия его изображения.

(1) Расстояние от объекта до плоскости среза (d)

Как следует из формулы, увеличение d — расстояния от плоскости среза до объекта — увеличивает нерезкость изображения объекта, лежащего вне фокальной плоскости. Это демонстрируется на рис. 23-80 и 23-81, где угол томографии остается постоянным (θ = 30°), а d — изменяется.

Очевидно, что чем дальше объекты от плоскости среза, тем более нерезкими получаются их изображения.

(2) Угол томографии (θ)

Как следует из формулы, увеличение угла гомографии при сохранении остальных параметров неизменными, увеличивает нерезкость изображения объекта, лежащего вне фокальной плоскости. На рис. 23-82 при θ = 60° сдвиг проекций точек A и C больше, чем на рис. 23-81 при θ = 30°, при одинаковом d.

Резюме. Формула, приведенная выше, показывает, что **при увеличении расстояния от объекта до плоскости среза и/или при увеличении угла томографии возрастает размытие изображения рассматриваемого объекта**.

То есть **толщина среза уменьшается при увеличении угла томографии**, как это будет описано на с. 748 (рис. 23-84).

(3) Расстояние от объекта до приемника рентгеновского изображения — РОП

Третий параметр, влияющим на размытие изображения, — РОП **Увеличение РОП — увеличивает размытие изображения объекта.** Этот параметр может быть неконтролируемым, так как может определяться толщиной исследуемой части тела или расположением объекта внутри тела. Укладка пациента влияет на РОП: например, при боковой укладке черепа нижняя сторона будет отображаться на томограмме лучше, чем верхняя.

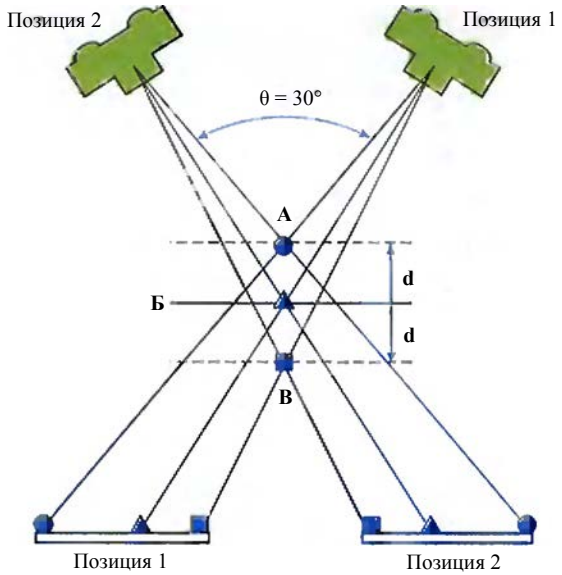


Рис. 23-80. Увеличение d увеличивает нерезкость изображений объекта (из Tortorici M: *Concepts in medical radiographic imaging*, Philadelphia, 1992, WB Saunders)

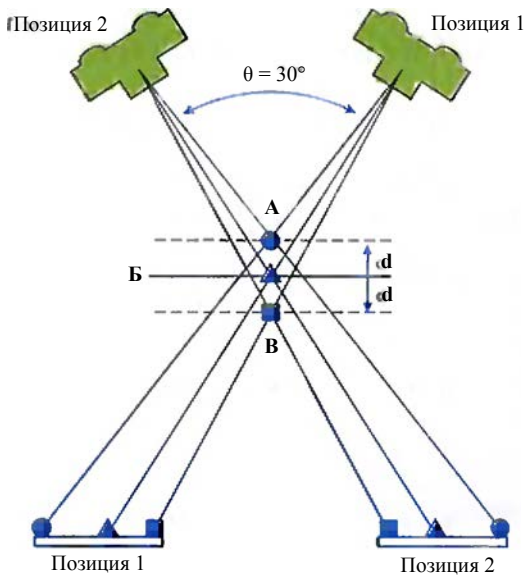


Рис. 23-81. Уменьшение d уменьшает нерезкость изображения объекта (из Tortorici M: Concepts in medical radiographic imaging, Philadelphia, 1992, WB Saunders)

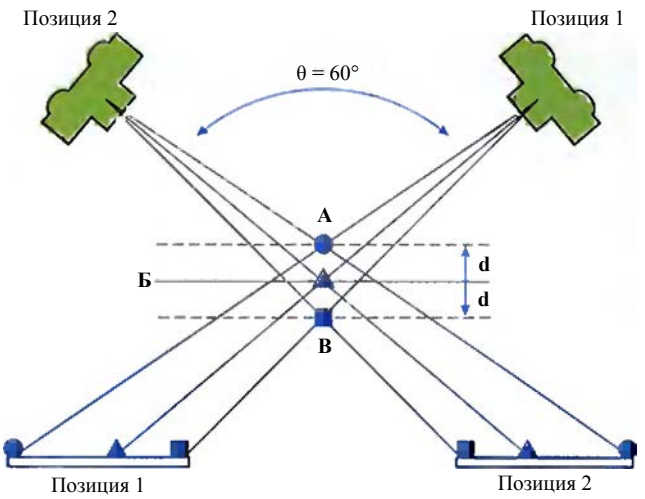


Рис. 23-82. Увеличение угла томографии увеличиваем нерезкость изображения объекта (из Tortorici M: *Concepts in medical radiographic imaging,* Philadelphia, 1992, WB Saunders)

(4) Траектория движения рентгеновской трубки

Последним факторам влияющим на размывание изображения объекта, является траектория движения рентгеновской трубки. Максимальное размытие объекта происходит, если **он расположен перпендикулярно движению трубки**. При линейном движении трубки изображение всех объектов, расположенных параллельно направлению движения **размывается в меньшей степени**, чем объектов, расположенных перпендикулярно линии движения.

При многонаправленном движении степень размытия объектов больше, **чем при линейном движении.**

Траектория, обеспечивающая максимальное размытие

Спиральное и гипоциклоидное движение трубки обеспечивает максимальное и равномерное размытие объектов, лежащих вне фокальной плоскости. Этот тип томографического движения применяют при исследовании среднего и внутреннего уха, когда требуется использовать толщину слоя менее 1 мм.

ТОЛЩИНА СЛОЯ

Рис. 23-84 демонстрирует, что нерезкость изображения объекта возрастает с удалением объекта от плоскости среза. Кроме того, человеческий глаз имеет определенные пределы при оценке степени нерезкости отличать резкие и нерезкие объекты, то есть до определенной степени глаз не замечает некоторую нерезкость и воспринимает ее как резкие очертания. Эта способность носит субъективный и индивидуальный характер. Сочетание подобных факторов в конечном счете и определяет такое понятие, **как толщина выделяемого слоя**.

Чем больше томографическое размытие, тем тоньше выделяемый слой. Параметром, с помощью которого рентгенолаборант может изменить толщину слоя, является угол томографии (рис. 23-84). Толщина слоя должна соответствовать размеру исследуемого объекта. Небольшие объекты следует визуализировать с помощью тонкого слоя при большом угле качания. Для томографии больших объектов, таких как легкие, следует использовать небольшие углы томографии.

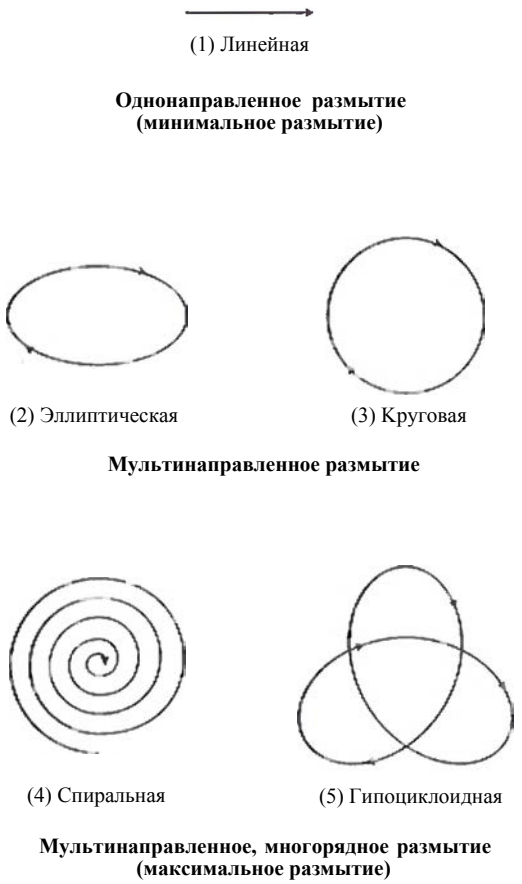


Рис. 23-83. Типы траекторий движения рентгеновской трубки (из Tortorici M: *Concepts in medical radiographic imaging*, Philadelphia, 1992, WB Saunders)

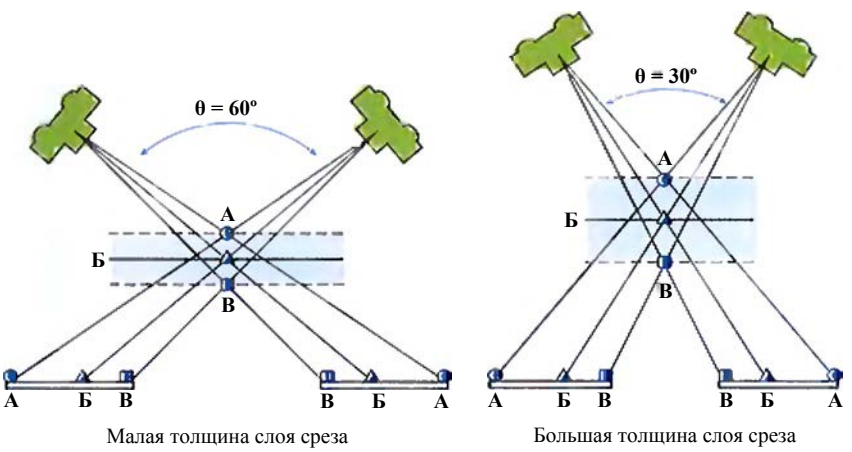


Рис. 23-84. Толщина слоя среза (из Tortorici M: *Concepts in medical radiographic imaging*, Philadelphia, 1992, WB Saunders)

Варианты традиционной томографии

Есть несколько методик визуализации, которые также используют методы размытия анатомических структур, мешающие визуализации объекта исследования. Они используют фундаментальные принципы традиционной томографии.

МЕТОД ДЫХАНИЯ ВО ВРЕМЯ ЭКСПОЗИЦИИ

В этом случае **пациент движется, а трубка и кассета остаются неподвижными**. Этот метод визуализации не требует дополнительного оборудования и может быть выполнен на любом рентгенографическом аппарате. Смыслом метода является движение анатомических объектов, которые закрывают область интереса. Метод применяется при рентгенографии грудного отдела позвоночника в боковой проекции, при выполнении косой проекции грудины и трансторакальной проекции проксимального отдела плечевой кости (рис. 23-85). Пациент дышит во время выполнения экспозиции, что позволяет сделать нерезкими изображения ребер и структуры легких. Время экспозиции составляем 2-3 с, и это дает возможность движущимся структурам существенно поменять положение во время экспозиции, что обеспечивает их нерезкое изображение.

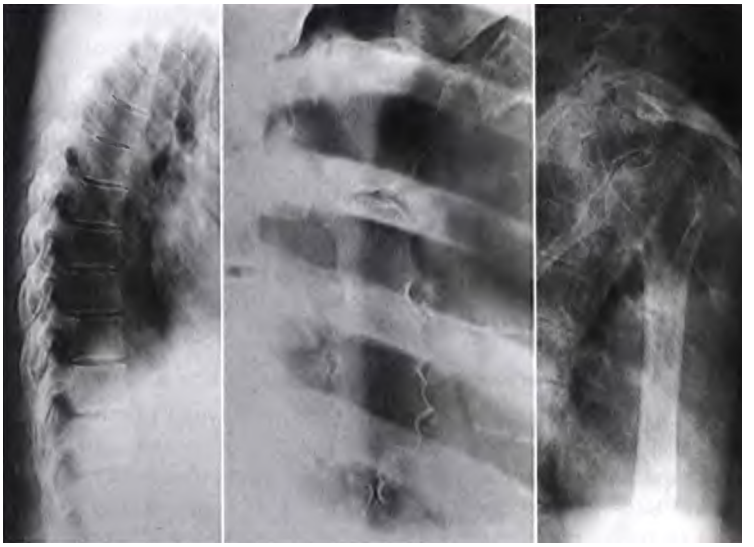


Рис. 23-85. Автотомограмма — метод дыхания во время экспозиции

ОРГОПАНТОМОГРАФИЯ

Ортопантомография позволяет получать изображение изогнутых частей тела, преимущественно нижней челюсти и зубов. Этот тип исследований выполняется на дентальных панорамных аппаратах, как показано на рис. 23-86 и 23-87. При ортопантомографии пациент неподвижен, а двигаются трубка и приемник рентгеновского изображения. Эта процедура детально описана в главе 12.

В ортопантомографе используется щелевая диафрагма (белые стрелки на рис. 23-86), которая формирует веерный пучок рентгеновского излучения. Это уменьшает эффект полутени и позволяет получить более четкое изображение, похожее на обычную рентгенограмму (рис. 23-88).



Рис. 23-86. Дентальный аппарат для панорамных снимков



Рис. 23-87. Дентальный аппарат для панорамных снимков



Рис. 23-88. Ортопантомограмма нижней челюсти

ГЛАВА 24

Дополнительные лучевые диагностические и терапевтические методы

СОАВТОРЫ: **John P. Lampignano, M Ed, BS, RT (R), (CT)**

СОАВТОРЫ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ИЗДАНИЯМ: Joan Radke, BS, RT (R), Russel Ritenour, PhD

СОДЕРЖАНИЕ

Радионуклидные методы

Введение и определение, 751
Клиническое применение, 751
Персонал для выполнения радионуклидного исследования, 752

Лучевая терапия

Введение и определение, 753
Брахитерапия, телетерапия и линейные ускорители, 753
Персонал для выполнения лучевой терапии, 753

Ультразвуковые исследования (УЗИ)

Введение, определение и история, 754
Принципы УЗИ, 755
Персонал для выполнения УЗИ, 755
Клиническое применение, 756
Определение терминов и литература, 757

Магнитно-резонансная томография (МРТ)

Введение и определение, 758
Сравнение с рентгенографией и компьютерной томографией, 758
Физические принципы МРТ, 759
- Взаимодействие ядер с магнитным полем, 760
- Прецессия, 760
- Взаимодействие радиосигнала с прецессирующим ядром, 760
- Резонанс, 761
- Регистрация сигнала от тканей тела, 761
- T1- и T2-релаксация и спиновая плотность, 762
- Градиентные магнитные поля, 763
- Многослойное изображение, 763

Компоненты магнитно-резонансного томографа
- Магниты
  - Резистивные магниты, 764
  - Постоянные магниты, 765
  - Сверхпроводящие магниты, 765
- Градиентные катушки, 766
- Радиочастотные катушки, 766
- Электронная система обеспечения, 767
- Компьютер и дисплей, 767

Резюме по МРТ-визуализации и компонентам системы, 767
Клиническое применение
- Противопоказания, 768
- Подготовка пациента, 768
- Снижение тревожности пациента, 768
- Контроль состояния пациента, 768

Основные меры предосторожности
- Потенциальная опасность метательного эффекта, 769
- Дополнительные меры предосторожности, 770

Профессиональная вредность, 770
История болезни пациента, 770
Контрастные вещества, 771
Внешний вид анатомических структур, 771
- T1-взвешенные изображения, 771
- T2-взвешенные изображения, 771
- Плоскости ориентации, 772

Примеры МРТ-исследований, 772
- Исследование головного мозга, 773
- Исследование позвоночника, 774
- Исследование суставов и конечностей, 775
- Исследование органов брюшной полости и малого таза, 776

Терминология, 777
Литература, 779

Назначение этой главы — дать общее представление о четырех методах визуализации, которые можно отнести к лучевой диагностике и терапии: радионуклидное сканирование, лучевая терапия, ультразвуковое исследование и магнитно-резонансная томография.

В современных медицинских учреждениях врачи и технический персонал должны обладать навыками, относящимися не только к своей специализации, но и уметь работать в смежных областях. В радиологии предполагается, что рентгенолаборант имеет навыки работы не только на одном виде оборудования, но также проходит дополнительное обучение для работы в смежных областях. Все способы визуализации должны быть поняты им хотя бы в общих чертах.

Информация, данная в этой главе, должна помочь рентгенолаборанту выбрать направление для своего дальнейшего обучения. Всегда есть возможность пройти дополнительные курсы и получить сертификат на право работы с другими лучевыми методиками.

РАДИОНУКЛИДНЫЕ МЕТОДЫ

Введение и определение

Радионуклидные методы исследования основаны на применении радиофармпрепаратов. Радиофармпрепараты содержат изотопы (изотопная метка), которые при попадании в организм с помощью инъекции, при ингаляции или перорально концентрируются в определенных органах. Концентрацию изотопов можно регистрировать гамма — камерой. Интенсивность сигнала помогает оценить метаболизм и функционирование различных органов.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография — ОФЭКТ (SPECT[1]) — была разработана в 1979 году. ОФЭКТ позволяет формировать трехмерное радионуклидное изображение органа. Для этого используют от одной до трех гамма-камер, которые вращают вокруг пациента, собирая информацию о концентрации изотопов в теле. Данные затем обрабатывает компьютер и представляет их в виде определенных срезов или сканов анатомических структур.

Клиническое применение

Применение радионуклидных методов растет с развитием алгоритмов обработки цифрового изображения и улучшением радиофармпрепаратов. Различные препараты позволяют создать концентрацию радионуклидных меток в различных органах и тканях, достаточную для оценки их функции. Одной из самых распространенных изотопных меток является технеций 99m (^{99m}Tc). Различные соединения технеция используют для исследования мозга, сердца, почек, печени и скелета.

Сканирование кости

Сцинтиграфия кости — исследование костной системы при внутривенном введении технеция 99m. Технеций поглощается костной тканью, что позволяет выявить такие патологические изменения костей, как метастазы, компрессионные переломы и другие повреждения. После обнаружения горячих очагов накопления радионуклида следует выполнить рентгенографию этих областей.



Рис. 24-1. Гамма камера для ОФЭКТ (с разрешения Gateway Community College, фото Bill Timmerman)



Рис. 24-2. А — косой сагиттальный ОФЭКТ, срез мозга. Б — косой трансаксиальный ОФЭКТ, срез мозга (с разрешения Bernadette Hanko)

[1] SPECT — single photon emission computed tomography. — Ред.

Исследование мочеполовой системы

Радионуклидные исследования мочеполовой системы позволяют оценить функциональные возможности почек. Такое исследование бывает неоценимым при определении приживаемости трансплантированной почки.

Сканирование мозга

Исследование перфузии мозга с помощью ОФЭКТ позволяют оценить состояние мозга при инсульте, болезни Альцгеймера и болезни Паркинсона (на рис. 24-2 приведены изображения мозга, полученные с помощью ОФЭКТ).

Исследование ЖКТ

Число исследований желудочно-кишечного тракта с помощью радионуклидов непрерывно растет. Радиофармпрепараты принимают перорально или вводят внутривенно, что помогает изучить опорожнение желудка, выполнить сканирование печени и желчного пузыря, печени и селезенки, изучить пищеводный рефлюкс. В большинстве случаев результатом исследования является как общая, так и функциональная оценка состояния органа.

Одним из наиболее распространенных радионуклидных исследований ЖКТ является сканирование **Меккелева дивертикула**. Меккелев дивертикул — врожденная патология в виде мешковидного образования на стенке подвздошной кишки. Обычно Меккелев дивертикул асимптоматичен, но может быть источником кровотечения или местом инфекции. Радионуклидные методы стали золотым стандартам локализации Меккелева дивертикула.

Исследование сердца

Одной из самых распространенных ОФЭКТ — исследований сердца является исследование **перфузии миокарда**, при котором препарат радиоактивного **таллия** вводится внутривенно и поступает в систему кровообращения сердца. Пациента затем заставляют выполнять упражнения на беговой дорожке или дают препараты, расширяющие сосуды и тем самым усиливающие кровоток, что позволяет оценить степень перфузии радионуклида в миокарде. Эта процедура вместе с исследованием сердца в спокойном состоянии может показать дефекты кровообращения миокарда или признаки инфаркта сердечной стенки вследствие резкого ограничения кровотока через миокард и некроз сердечной мышцы вследствие этого.

Исследование легких

Исследование вентиляции и перфузии легких — распространенная радионуклидная процедура для выявления легочной эмболии и опухолей. Для исследования вентиляции легких пациент вдыхает газ ксенон-133, после чего получают общее изображение легких для выявления возможных патологических изменений (рис. 24-3). Затем исследуется перфузия легких. Исследование вентиляции легких должно предшествовать исследованию перфузии. Радиоактивный альбумин вводят внутривенно во время сканирования легких. Исследование перфузии позволяет обнаруживать эмболию легочной артерии.

Для ранней диагностики рака легких FDA[1] признало пригодным к применению радиоактивный пептид **Neo Tect**, который помогает различать доброкачественные и злокачественные опухоли размерам менее 1 см

Исследование щитовидной железы

Радионуклидное исследование щитовидной железы применяют для изучения ее функции (рис. 24-4). Радиофармацевтический препарат, содержащий изотоп йод-131, принимается перорально, затем специальным оборудованием через 6 и 12 часов считываются показания концентрации йода в щитовидной железе. Гиперактивность железы (гипергиреоз) и большая концентрация в ней йода могут говорить о болезни Грэйвса (токсический множественный узловой зоб, известный также как болезнь Пламмера). Низкий уровень поглощения железой йода свидетельствует о гипотиреозе, который чаще наблюдается у женщин.

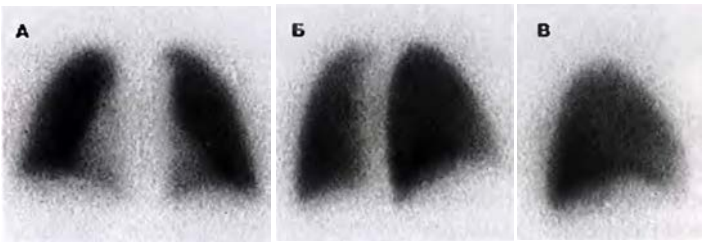


Рис. 24-3. Сканограммы легочной перфузии: А — вид спереди; Б — косая проекция в правой задней косой укладке; В — правая боковая проекция (с разрешения Bernadette Hanko)

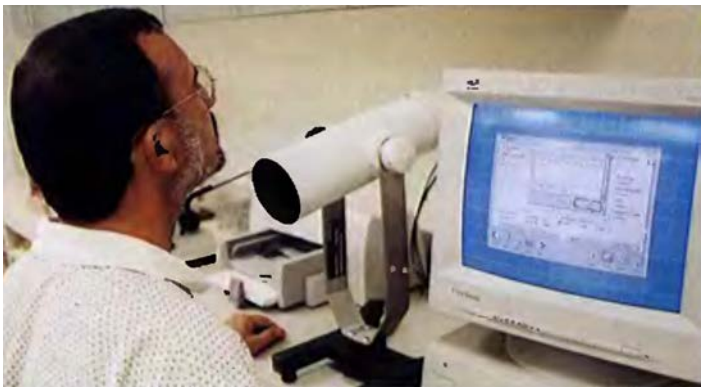


Рис. 24-4. Исследование щитовидной железы

Персонал для выполнения радионуклидного исследования

Радионуклидные исследования обычно выполняет бригада профессионалов.

1. **Технолог** — специалист с хорошими знаниями в области радиационной физики, анатомии и физиологии, радиационной безопасности, компьютеров и медицинской визуализации. Он отвечает за обращение с радиофармпрепаратами. Радиационная безопасность при радионуклидном исследовании — важнейшая задача, и количество препарата, которое получает пациент, существенным образом влияет на дозовую нагрузку. Избыточное количество изотопов, поступивших в организм, может повредить исследуемому органу.

После получения изображения технолог должен выполнить статистический анализ полученных данных и обработать цифровое изображение.

В случае утечки радиоактивных материалов технолог должен локализовать область утечки и выполнить дезактивацию пораженной зоны с последующей передачей всех радиоактивных отходов в специальное хранилище.

2. **Врач-радиолог** — специалист, получивший дополнительное образование в области интерпретации изображений, полученных при радионуклидных исследованиях. Он имеет лицензию на доступ к радиоактивным материалам и их использование.

3. **Медицинский физик** — специалист в области ядерной физики, компьютерной техники и радиационной защиты. Он отвечает за подготовку радиоактивных препаратов и калибровку оборудования для визуализации.

Часто медицинский физик является начальником отдела радиационной безопасности ЛПУ.

[1] FDA (Food and Drag Administration) - организация в США, отвечающая за сертификацию и допуск на рынок лекарственных средств и медицинской техники — *Ред.*

ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ

Введение и определение

Лучевой терапией обычно называют лечение раковых опухолей и некоторых доброкачественных заболеваний с использованном ионизирующей радиации. Злокачественные опухоли — второй по значимости источник смертности после заболеваний сердца в США и Канаде.

Хирургия, химиотерапия и лучевая терапия — методы борьбы с раковыми опухолями. Облучение, как правило, сочетают с химиотерапией в сложных случаях, когда опухоль неоперабельна. После хирургического удаления опухоли обычно назначают химиотерапию или лучевую терапию или и то и другое. К сожалению, в некоторых случаях опухоль бывает слишком развита и сложна для любого вида терапии. В таких случаях лучевая терапия является паллиативным методом, позволяющим уменьшить, размер опухоли и обеспечить относительный комфорт пациенту.

Брахитерапия и телетерапия

Существует два типа лучевой терапии: с помощью радиоактивных источников, помещаемых **внутрь** тела, — **брахитерапия** и с помощью **внешних пучков ионизирующего излучения — телетерапия**.

При внутреннем введении радиоактивных источников их помещают вблизи от опухоли. Рак простаты — один из кандидатов на брахитерапию.

Телетерапия использует три вида ионизирующего излучения: **рентгеновское, гамма-излучение от кобальта-60 и излучение от линейных ускорителей**.

Кобальт-60 излучает **гамма-лучи** с энергией около **1,25 МэВ**, и кобальтовые пушки долгие годы являлись стандартом для терапии глубоко расположенных опухолей. Рентгеновские терапевтические аппараты и кобальтовые пушки применяются кое-где до сих пор, но в целом они вытеснены линейными ускорителями, которые способны генерировать излучение с энергией от 4 до 30 МэВ.

Линейные ускорители

Линейные ускорители способны генерировать пучок рентгеновских лучей высокой энергии или пучок электронов. Рентгеновское излучение образуется при попадании пучка электронов на мишень. Энергию пучка электронов (и следовательно, энергию вторичного рентгеновского излучения) можно изменять так же, как это происходит в рентгеновских аппаратах.

Если убрать мишень, то ускоритель излучает пучок электронов заданной энергии, который может быть использован для терапии заданной области.

Использование электронного пучка более эффективно для терапии по сравнению с использованием гамма- или рентгеновского излучения, если опухоль залегает неглубоко. Электроны поглощаются в верхнем слое ткани и не поражают глубокие слои, как это происходит при использовании гамма-излучения высоких энергий.

Глубоко залегающие раковые опухоли требуют использования рентгеновского излучения высокой энергии или гамма-излучения от кобальта-60. Излучение высокой энергии поглощается раковой опухолью с минимальным поражением прилегающих тканей.

СИМУЛЯЦИЯ

Симуляция — первый важный шаг в определении расположения и объема области для терапии. Эту процедуру можно выполнить на рентгеновском диагностическом аппарате с УРИ (с возможностью флюороскопии) и/или на рентгеновском компьютерном или магнитно-резонансном томографе. Для обработки полученной информации используют специальные компьютерные программы, позволяющие разработать план лучевой терапии, определить углы направления ионизирующего излучения и длительность процедуры. Перманентные или временные татуировки сегодня полностью заменили ранее применявшиеся методы нанесения пометок на кожу пациента[1]. Если областью облучения является голова или шейный отдел, то маркировку наносят на специально изготовленную для пациента маску.



Рис. 24-5. Линейный ускоритель — источник высокоэнергетического рентгеновского или электронного пучка. Вставка - внутреннее устройство ускорителя (с разрешения Vanan Medical System, Oncology System, Пало Альто, Калифорния)

Персонал для выполнения радиационной терапии

Радиационную терапию обычно выполняет бригада профессионалов.

1. **Радиационный технолог** — специалист, отвечающий за исполнение плана облучения, наблюдение за областью облучения и ведение журнала терапии. Технолог отвечает также за получение обзорных рентгенограмм пораженной области. Он может выполнить флюороскопию для определения размеров опухоли, после чего пометит на коже пациента специальным образом область облучения.

Технолог должен обладать хорошими навыками общения и уметь расположить к себе пациента, хорошо понимать состояние пациента, чтобы эффективно общаться с ним и всей бригадой в процессе терапии, осознавая, что пациент может быть болен неизлечимо.

2. **Врач — лучевой терапевт** назначает метод лечения и область терапии.

3. **Дозиметрист** — специалист, имеющий знания в области дозиметрии; он готовит план облучения так, чтобы опухоль получила дозу, назначенную врачом — лучевым терапевтом.

4. **Медицинский физик** — консультирует онколога и дозиметриста по методу облучения и расчету дозы. Он же отвечает за настройку и калибровку оборудования.

[1] Зеленкой. — *Ред*.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ (СОНОГРАФИЯ)

Определение и введение

Ультразвуковое исследование (УЗИ) — метод визуализации, использующий высокочастотные звуковые волны для получения изображения внутренних органов и структур человеческого тела. Изображения получают путем регистрации отраженных от внутренних органов ультразвуковых волн (эхо), которые генерируются снаружи и направляются внутрь тела.

Часто для определения УЗИ используют другие названия: **сонография** (буквально — звукография) или **ультрасонография** (буквально — ультразвукография). Иногда используют термин эхосонография.

Звуковые волны с частотой, воспринимаемой человеческим ухом, называют акустическими. Звуковые волны с частотой, превышающей акустический порог, называют ультразвуковыми, или сверхзвуковыми. Диапазон звуковых волн, воспринимаемых человеческим ухом, составляет приблизительно от 20 Гц до 20 кГц (20-20000 Гц). Для медицинского ультразвука диапазон частот составляет от 1 до 17 МГц (1-17 миллионов герц). Звуковые волны с такой частотой хорошо распространяются только в жидкой или твердой среде, в воздухе они быстро затухают.

Ультразвуковая визуализация является безболезненной и безопасной, поскольку не связана с использованием ионизирующего излучения. Исследования показали отсутствие отрицательных биологических эффектов, связанных с воздействием ультразвука. Поэтому в ряде случаев, когда использование рентгеновского излучения не рекомендовано (например, в акушерстве), УЗИ считается предпочтительным диагностическим методом.

История

Рождением УЗИ можно считать создание эхолота (сонара) во время Первой Мировой войны или вскоре после нее. Во время Второй мировой воины развитие теории ультразвука продолжалось, а на практике совершенствовался гидролокатор. Гидролокатор является прибором, который посылает звуковые волны через воду к погруженным в нее объектам и воспринимает отраженные от этих предметов эхо-сигналы.

После войны исследователи нашли способы применения этих концепций в медицинской диагностике.

А-тип: первый ультразвуковой аппарат А-типа был разработан в Японии в начале 50-х годов. Ультразвуковые изображения А-типа представляют собой набор бликов (отметок), отображенных на мониторе. Высота этих отметок соответствует интенсивности отраженного сигнала.

В-тип: позднее, в 50-х годах, исследователи США, Японии и Европы разработали метод получения двухмерного ультразвукового изображения, названные В-типом. Конвертация интенсивности отраженного сигнала в оттенок серого цвета позволила создавать двумерное изображение на экране черно-белого монитора.

Динамическое изображение в режиме реального времени: в 70-х годах достижения в электронике и появление компьютеров позволили врачам и исследователям получать УЗИ-изображения в динамике, в режиме реального времени.

Доплерография: ультразвуковой сканер, использующий эффект Доплера[1], впервые был применен в Японии для изучения структуры сосудов и определения параметров потока крови. Позднее, и 80-х годах, достижения в технологии привели к созданию цветового УЗИ-сканера с доплеровской системой, которая отображает кровяной поток различными цветами в зависимости от его скорости и направления движения.

Цифровые системы: новые цифровые системы были впервые применены в начале 90-х годов. Они преобразуют ультразвуковое изображение в цифровой формат для обработки, визуализации и хранения. Изображение потом может быть передано на удаленное устройство, как и любое другое цифровое изображение.

[1] Изменение частоты отраженного сигнала в зависимости от скорости отражающего объекта. - *Ред.*



Рис. 24-6. Ультразвуковое исследование органов брюшной полости (с разрешения Philips Medical System and ATL Ultrasound)

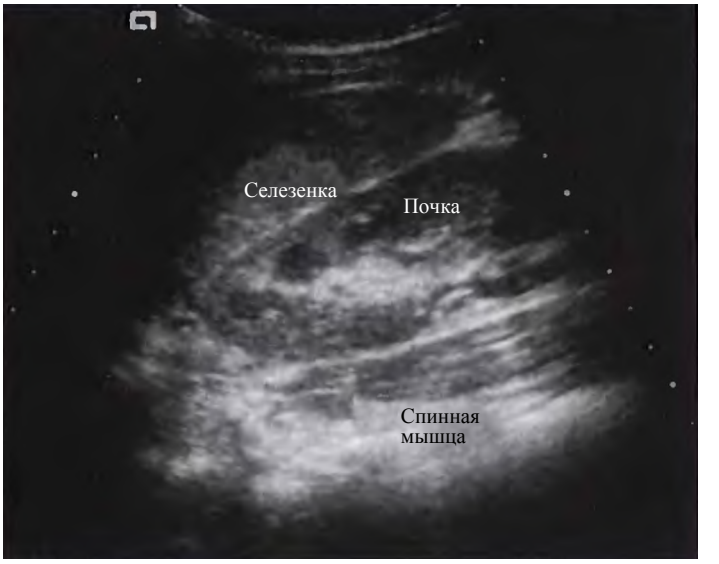


Рис. 24-7. Абдоминальное исследование: селезенка, почка и поясничная мышца (с разрешения Shpetin Tltgrafi, New York University)



Рис. 24-8. Система HDI (с разрешения Philips Medical System and ATL Ultrasound, Bothell, Wash.)

В настоящее время доступны усовершенствованные цифровые системы высокого разрешения, которые имеют существенно **расширенный динамический диапазон** от самого слабого до самого сильного сигнала, который может быть зарегистрирован и отображен этими системами.

Основы ультразвукового сканирования

Преобразователь: переводит одну форму энергии в другую. Ультразвуковой преобразователь переводит электрическую энергию в энергию ультразвуковых колебаний. Электрический ток вызывает колебания специального керамического элемента, расположенного в преобразователе, что приводит к возникновению звуковых волн высокой частоты. Этот процесс называется пьезоэлектрическим эффектом. Этот термин описывает свойство некоторых кристаллов, таких как кварц, расширяться или сжиматься в зависимости от напряженности приложенного к ним электрического поля.

Во время ультразвукового исследования датчик, создающий ультразвуковые волны, помещается непосредственно на поверхность кожи, покрытой специальным гелем. Этот гель предотвращает потерю сигнала, возникающую в воздушной прослойке между датчиком и поверхностью кожи.

Для различных целей применяются различные частоты ультразвукового сигнала. Например, высокочастотные датчики 5-7 МГц используются для исследования органов, расположенных на средних или малых глубинах в брюшной полости. Они обладают высоким разрешением, но небольшой глубиной проникновения. Для более крупных пациентов применяются датчики с пониженной частотой — 3,5 МГц, что уменьшает разрешение, но увеличивает глубину проникновения.

Сверхвысокочастотные датчики до 17 МГц дают высочайшее разрешение при проникновении на минимальную глубину.

Эхо. Возникающие звуковые волны проникают в тело и распространяются по телу, пока не достигают границы между тканями различной плотности, отражающей звуковые волны обратно к датчику. Отраженные звуковые волны называются эхом. Таким образом, датчик выступает одновременно и как излучатель, и как приемник — он излучает и принимает отраженные волны, преобразуя их в электрический сигнал. Во время сканирования датчик излучает короткий ультразвуковой импульс, после которого следует период затишья, во время которого он принимает отраженное эхо. Это так называемая импульсная система сканирования, в отличие от непрерывной, обычно применяемой в ультразвуковых терапевтических системах.

Эхо-сигнал затем измеряется и отображается на мониторе различными оттенками серого цвета в зависимости от интенсивности и времени возврата эха к датчику.

Ультразвуковые изображения могут непосредственно отображаться на мониторе в режиме реального времени и/или записываться на видеопленку для хранения и дальнейшее о просмотра. В настоящее время запись может выполняться в цифровом формате.

Каждое изображение представляет собой двумерное отображение тонкого среза органа, что аналогично КТ и МРТ, хотя и сильно отличается от них по виду.

Плоскость сканирования: изменяется в зависимости от положения датчика. Поперечное сканирование дает изображение, похожее на поперечное КТ-изображение. Продольное сканирование дает сагиттальный срез органа.

Достоинства и недостатки

Ультразвук имеет определенные достоинства и недостатки по сравнению с другими технологиями визуализации. Кости и структуры, наполненные воздухом, являются непреодолимыми барьерами для высокочастотных ультразвуковых волн. Таким образом, ультразвуковое исследование органов, окруженных костью, сильно затруднено. Большое количество газов, скапливающихся в кишечнике, также снижает эффективность ультразвукового исследования брюшной полости. Ультразвук, однако, позволяет различить **твердые и кистообразные (наполненные жидкостью) структуры внутри тела**. Преимущество ультразвука так же в **динамической оценке суставов** в движении.



Рис. 24-9. Примеры разных типов ультразвуковых датчиков (С разрешения Philips Medical System and ATL Ultrasound).

Ультразвук стал золотым стандартом в исследованиях под желудочной железы, печени, желчного пузыря и матки. Так как ультразвук не связан с использованием ионизирующего излучения, он безопасен для исследования органов малого таза и зародыша во время беременности и заменил рентгеновские методы в оценке позиций плода и тазового выхода.

Персонал для выполнения УЗИ

Лаборант. Роль лаборанта при выполнении УЗИ отличается от роли технологов рентгенологического, радионуклидного и радиотерапевтического профилей. Хотя все они должны быть высококомпетентными в области анатомии, физиологии, специального оборудования, в проведении соответствующих исследований, лаборант ультразвукового кабинета должен **уметь интерпретировать получаемые изображения**[1].

Врач-радиолог. Большинство сертифицированных радиологов могут интерпретировать ультразвуковые изображения[2]. В отделении лучевой диагностики может работать доктор, специализирующийся на ультразвуке.

---

[1] В российском здравоохранении лаборант не имеет права проводить УЗ-исследование и интерпретировать его результаты. Он является помощником врача-специалиста в области УЗ-диагностики в ходе подготовки и проведении последним исследования - *Ред.*

[2] В соответствии с российским законодательством право проводить и интерпретировать результаты УЗ-исследования имеют только врачи, прошедшие специальный курс по УЗ-диагностике и соответствующим образом сертифицированные. - *Ред.*

Клиническое применение

Различные типы тканей отображаются различными оттенками серого цвета на изображении. Многие мягкотканные структуры дают внутреннее эхо, что в основном связано с наличием в них сосудов или железистой ткани.

ПЕЧЕНЬ И ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ

На ультразвуковом изображении печени видно множество внутренних отражений. Печень — пример вариабельной эхогенной структуры, образованной желчными протоками, ветвями печеночных и воротной вен.

Кистозные образования отображаются как хорошо отграниченные области, лишенные эхо-сигналов (анэхогенные). Желчный пузырь является прекрасным примером жидкостной, анэхогенной структуры. Камень внутри желчного пузыря или желчных протоков может быть обнаружен по анэхогенной зоне позади него — так называемой тени.

ЖИВОТ

Ультразвук широко используется при исследовании органов живота. Кроме желчного пузыря и печени исследуются селезенка, поджелудочная железа, почки. Так как ультразвук может различать твердые и кистозные образования, с его помощью можно выявлять патологическое скопление жидкости и выбрать направление иглы для биопсии. Для устранения артефактов, создаваемых газом в желудке, перед исследованием пациенту дают жидкости или контрастные вещества.

ГИНЕКОЛОГИЯ И АКУШЕРСТВО

Очень широко применяется ультразвук в акушерстве и гинекологии, в частности, очень распространено трансвагинальное исследование, так как оно дает более информативное изображение матки и яичников по сравнению с обычным трансабдоминальным сканированием. При ультразвуковом исследовании хорошо определяются объемные образования в матке и в прилегающих к ней областях, а также патологическое скопление жидкости вокруг нее.

Ультразвуковое исследование стало самым распространенным методом выявления беременности и оценки плода. С помощью ультразвука еще до рождения можно определить врожденные дефекты плода, ранние признаки spina bifida, гидроцефалии и пороков сердца. Под контролем ультразвука с помощью иглы можно получить амниотическую жидкость из полости матки для генетического анализа с целью обнаружения генетических аномалий плода (амниоцентез). Ранняя диагностика внутриутробных нарушении позволит скорректировать или хотя бы наблюдать плод до рождения.

СЕРДЦЕ

Эхокардиография является ультразвуковым методом исследования сердца. При эхокардиографии можно обнаружить выпот в полость перикарда, получить информацию о камерах сердца, диагностировать дефекты перегородок и патологию клапанов сердца. Можно также измерить фракцию выброса, ударный объем сердца, оценить движение створок клапанов.

МОЛОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

Так как УЗИ может дифференцировать кистозные и плотные образования, его часто используют как дополнение к маммографии.

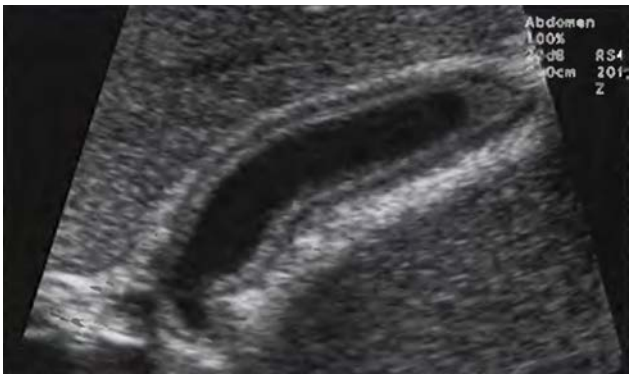


Рис. 24-10. Желчный пузырь (утолщенная стенка)



Рис. 24-11. Беременность единственным плодом. (С разрешения Philips Medical System, Inc, Iselin, NJ.)



Рис. 24-12. Камеры сердца (из книги «Диагностический ультразвук» Hagen-Ansert)



Рис. 24-13. Трехмерной изображение лица плода (третий триместр беременности) (из книги «Диагностический ультразвук» Hagen-Ansert)



Рис. 24-14. Киста молочной железы (стрелка)



Рис. 24-15. Ткань молочной железы в норме (с разрешения Robert Kuo)

ГЛАЗ

В офтальмологии ультразвук используется для выявления отслоения сетчатки, кровоизлияния в стекловидное тело и обнаружения инородных внутриглазных тел.

СОСУДЫ

Ультразвуковая доплерография — (УЗДГ доплерография, доплеросонография) позволяет изучать сосуды и кровоток в них. Доплеровский датчик излучает ультразвук фиксированной частоты в движущийся объект (поток крови). В результате такого взаимодействия отраженный сигнал имеет сдвиг по частоте. Этот частотный сдвиг получил название эффект Доплера. Доплеровский сдвиг помогает определить направление и скорость кровяного потока. Для наглядного отображения направления кровяного потока можно использовать цвет. Эти цвета не нужно путать с артериальным и венозным потоком — они обозначают лишь направление кровяного потока относительно датчика, а не источник.

Используя цветовую технологию, внутри сосуда можно обнаружить сужения сосудов, снижение скорости потока, сосудистые бляшки, аневризмы, тромбоз глубоких вен, аномалии сосудов. Доплерография приходит на смену рентгеновской венографии нижних конечностей. Она позволяет эффективно обнаруживать тромбоз глубоких вен голеней без использования йодированных контрастных веществ.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

В настоящее время в США УЗИ широко применяется для исследования скелетно-мышечной системы, суставов — плечевого, лучезапястного, тазобедренного, коленного и голеностопного. Это неинвазивное исследование позволяет дать динамическую оценку состояния суставных мягких тканей — повреждение суставной сумки, нервов, сухожилий, связок. Эти исследования могут быть использованы как дополнение или скрининг перед более дорогостоящим МРТ-исследованием. Преимущество ультразвука — динамическое наблюдение движения в суставе — позволило использовать его как дополнительный диагностический инструмент в спортивной медицине.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Акустическая тень: потеря акустического сигнала от структур, расположенных за объектом, блокирующим или искажающим сигнал, например тень, создаваемая камнем, расположенным внутри желчного пузыря.

Анэхогенная область: анатомическая область или структура, не дающая эхо-сигналов.

Артефакт: отраженный сигнал, не соответствующий реальному объекту или структуре.

Волна: звуковая энергия, проходящая через среду.

B-тип: аббревиатура для системы модуляции яркости. Основа всех ультразвуковых черно-белых систем; яркость точек эхо-сигналов пропорциональна силе отраженного сигнала.

Гиперэхогенный: анатомическая область или структура, дающая аномально сильные эхо-сигналы.

Гипоэхогенный: анатомическая область или структура, дающая аномально слабые эхо-сигналы.

Двумерное изображение: изображение, имеющее высоту и ширину.

Длина волны: расстояние между пиками звуковой волны.

Доплерография: применение эффекта Доплера в УЗИ для определения изменения частоты и скорости движущихся структур; используется для исследования потока крови.

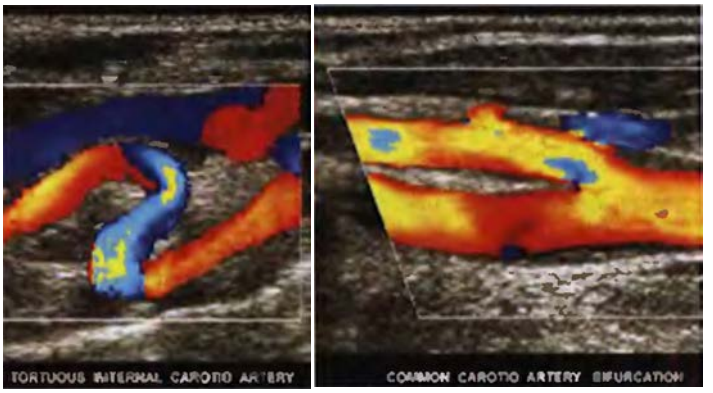


Рис. 24-16. Цветные доплерограммы сосудов (из книги «Диагностический ультразвук» Hagen-Ansert)

Изоэхогенный: анатомическая область или структура, дающая приблизительно такие же эхо-сигналы, как и окружающая среда.

Импульсная эхосонография: ультразвуковая технология, использующая единый датчик для излучения коротких ультразвуковых импульсов и обнаружения эха.

Коэффициент рассеивания: отношение отраженной звуковой энергии к изначальной.

Отображение в реальном времени: ультразвуковые изображения, показывающие динамическое движение или изменение внутри структуры в реальном времени.

Отражение: звуковая энергия, отраженная от структуры взаимодействующей со звуковой волной.

Серая шкала: отображение различной интенсивности эхо-сигналов в топах серого цвета.

Скорость звука: скорость прохождения звуковых волн через различные среды; сильно зависит от типа сред, содержащих газ, воздух, жир, кость.

Сонар: гидролокатор — устройство для обнаружения объектов под водой.

Сонография: создание изображений с помощью ультразвука.

Трансмиссионное сканирование: построение изображения посредством пропускания акустического сигнала через объект или структуру с регистрацией его энергии на противоположной стороне.

Ультразвуковой датчик: устройство, содержащее особый тип кристаллов, излучающих ультразвуковые волны при механическом воздействии, служит как передатчик и приемник ультразвуковых сигналов.

Ультразвук: звуковые волны с частотой, более 20 кГц, для диагностики используется ультразвук с частотой от 1-17 МГц.

Цветовая доплерография: ультразвуковая технология, которая измеряет скорость и направление тока крови в сосуде; изменение скорости и направления отображаются изменением яркости красного и синего цвета.

Частота: количество ультразвуковых колебаний в секунду.

Эффект Доплера: изменение частоты и длины волны звука, отраженного от движущегося предмета.

Эхо: измерение интенсивности звуковой энергии, полученной от внутренних структур.

Эхогенная: анатомическая область или структура, дающая эхо.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Введение и определение

Магнитно-резонансной томографией (МРТ) называют **использование магнитного поля и радиоволн для получения изображения, восстановленного математическими методами**. При этом на изображении фиксируется как разница плотности тканей (количество атомных ядер на единицу объема), так и разность в скорости восстановления состояния этих ядер после их возбуждения радиочастотным излучением.

Все более популярной становится тенденция воспринимать отделения лучевой диагностики как **центры диагностической визуализации**. Эта новая терминология возникла благодаря широкому использованию МРТ. Спрос на лаборантов-технологов, имеющих базовые знания о МРТ, еще более высок, так как диагностические возможности МРТ продолжают расширяться.

С увеличением доступности МРТ-сканеров лаборанты-технологи МРТ в будущем будут являться штатными сотрудниками в кабинетах МРТ. Многие студенты, изучающие диагностическую радиологию, будут иметь возможность наблюдать и участвовать в МРТ-исследованиях пациента, и всем лаборантам-технологам МРТ следует знать основные принципы МРТ, которые отличаются от принципов рентгенологического исследования.

Сравнение с рентгенографией

Рентгеновские лучи являются электромагнитными волнами и, соответственно, могут быть описаны длиной волны, частотой и энергией, которые несет каждый гамма-квант (фотон). Типичный рентгеновский гамма-квант, использующийся в рентгенодиагностике, имеет длину волны 10^{11} метров, частоту 10^{19} герц (Гц, циклов/с) и энергию 60000 электрон-вольт (эВ) (рис. 24-17).

Пучок рентгеновского излучения, прошедший через пациента, несет информацию о внутреннем распределении поглощения рентгеновских квантов в теле пациента, и эта информация может быть зафиксирована на пленке или на цифровом детекторе. Визуализация при помощи рентгеновских лучей возможна благодаря тому, что гамма-квант имеет достаточную энергию для ионизации атомов. Но рентгеновский пучок ионизирует не только атомы детектора, но и атомы тела пациента, что создает небольшое, но неблагоприятное воздействие на организм пациента

В МРТ для визуализации используются радиоволны с частотой, существенно ниже той, которая требуется для ионизации атомов. Длина волны составляет от 10^{3} до 10^{-2} метра, а частота — лишь от 10^{5} до 10^{10} Гц. Типичный фотон, использующийся в МРТ, имеет энергию только 10^{-7} эВ (десятая миллионная часть электрон-вольта) (см. рис. 24-18).

Сравнение с компьютерной томографией

В клинике МРТ часто сравнивают с компьютерной томографией (КТ), потому что при МРТ, так же как и при КТ, получается изображение поперечного среза (рис. 24-19). И в КТ, и в МРТ можно реконструировать срезы во фронтальной и сагиттальной плоскости.

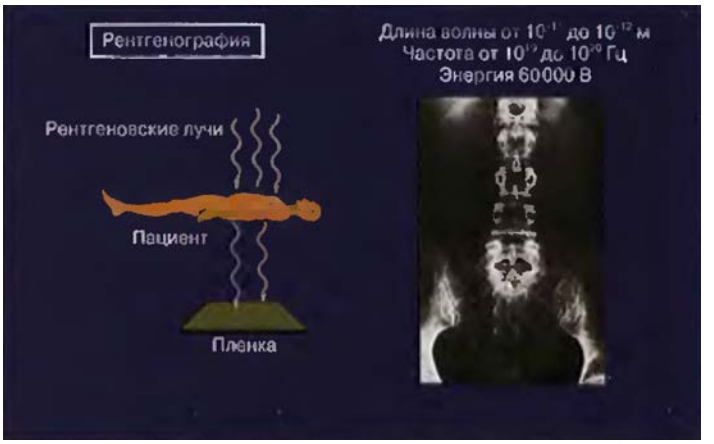


Рис. 24-17. Стандартная рентгенография — энергия гамма-квантов 60000 эВ (создаст неблагоприятное воздействие на организм пациента)

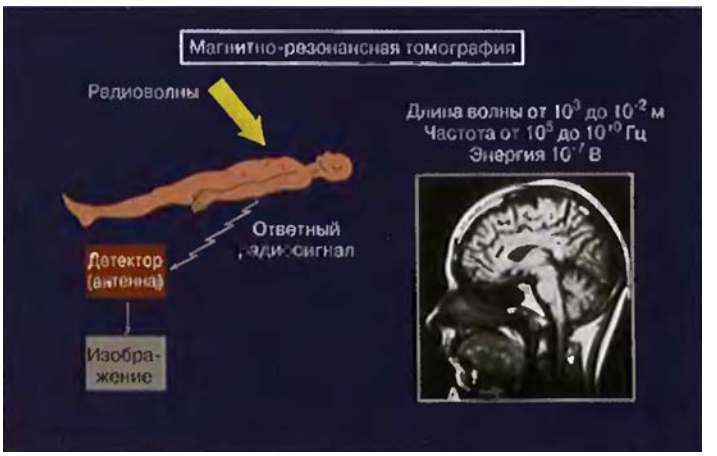


Рис. 24-18. МРТ-0,0000001 (энергия гамма-кванта 10^{-7} эВ)

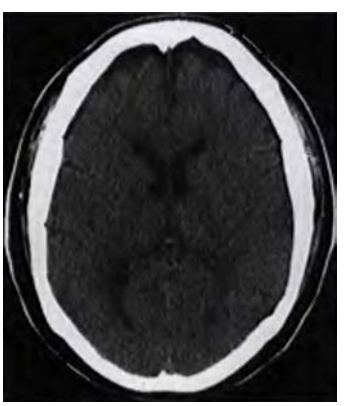


Рис. 24-19. Компьютерная томограмма в аксиальной плоскости

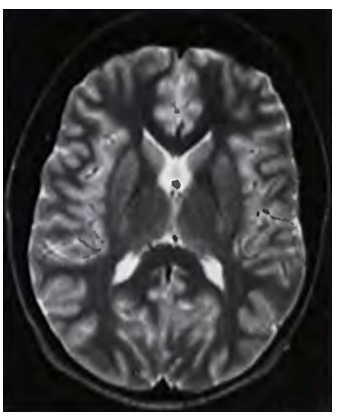


Рис. 24-20. МР-томограмма в аксиальной плоскости

Клиническое применение

Лаборантам-технологам МРТ и КТ требуются глубокие знания анатомии (включающей анатомию сечений) для правильной интерпретации изображений, получаемых при различных плоскостях срезов. Основательное знание топографических костных ориентиров и локализации органов и сосудов дает, соответственно, возможность технологам определить, выполняется ли адекватное сканирование интересующей области.

Лаборантам-технологам МРТ необходимо понимать, как технические параметры исследования влияют на получение ответного сигнала. Эти техническое факторы влияют на контраст и пространственное разрешение изображения, поэтому технологу необходимо использовать свои знания для получения изображения оптимального качества.

КТ демонстрирует лучшую контрастность в изображении мягких тканей по сравнению с обычным рентгенографическим изображением. Способность демонстрации контрастности мягких тканей называется **контрастным разрешением**. Способ получения изображения в МРТ более чувствителен к молекулярной природе ткани и, таким образом, приводит к отличному контрастному разрешению, что и продемонстрировано на этих МР-томограммах. Например, методика МРТ чувствительна к незначительному различию в составе тканей нормального серого и белого вещества головного мозга. Поэтому при заболеваниях ЦНС более предпочтительна МРТ, чем КТ, особенно при исследовании патологических состояний белого вещества головного мозга.

Метод КТ и обычная рентгенография измеряют коэффициент ослабления рентгеновского пучка, а МРТ использует методику, которая заставляет атомные ядра организма излучать радиосигнал, который регистрируется «антенной» или «приемной катушкой».

Нормальная и патологическая ткань имеют различные магнитные свойства и излучают различные по интенсивности радиосигналы, что и делает возможной диагностику. Поскольку в этом случае не используется ионизирующее излучение, МРТ считается более безопасной методикой, чем КТ, если говорить о биологическом повреждении ткани. Однако к МРТ тоже существует ряд противопоказаний, о чем будет сказано ниже.

Физические принципы МРТ

Физические принципы МРТ основаны на том, что ядра атомов тканей тела могут поглощать и ответно излучать радиоволны определенной частоты, когда эти ядра находятся под воздействием внешнего магнитного поля. Эти ответные радиосигналы регистрируются приемником или антенной и содержат информацию о тканях тела. Электрические сигналы, зарегистрированные антенной, обрабатываются аналого-цифровым преобразователем (ЛЦП) и передаются на компьютер, где математическим способом из этих данных формируется изображение.

Основные компоненты МРТ сканера представлены на рис. 24-23 и будут детально рассматриваться ниже в этой главе. Однако до начала изучения компонентов МРТ сканера обсудим физические принципы МРТ.



Рис. 24-21. МР-томограмма в сагиттальной плоскости

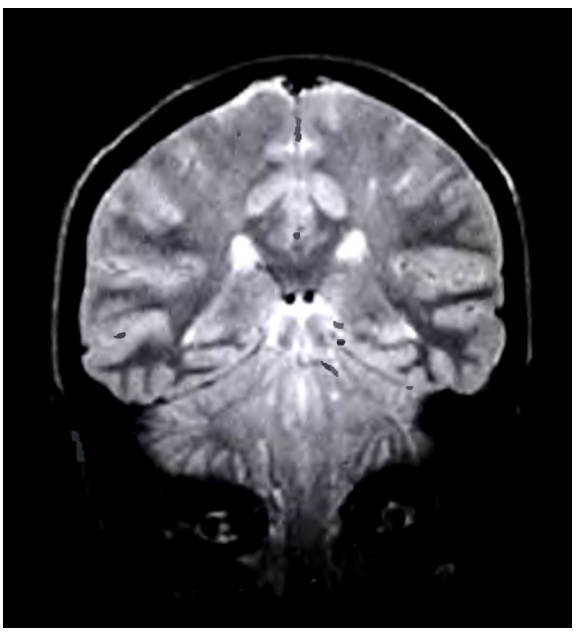


Рис. 24-22. МР-томограмма в корональной плоскости

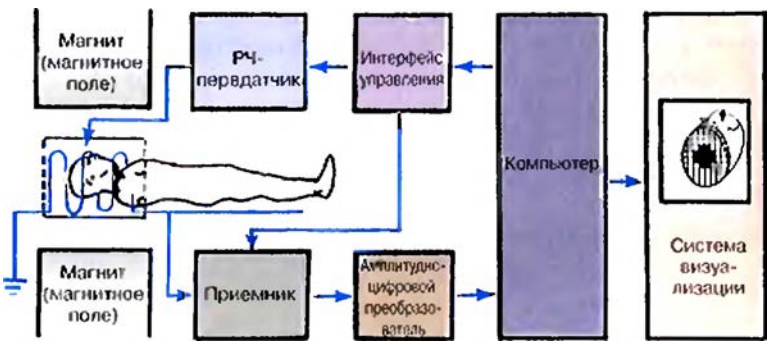


Рис. 24-23. Схема устройства МР-томографа

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЯДЕР С МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ (ОСНОВЫ МРТ)

При рентгенографии происходит взаимодействие рентгеновских лучей с электронами, окружающими ядра атомов, в то время как при МРТ происходит взаимодействие радиоволн (и статических магнитных полей) непосредственно с атомным ядром. Не все ядра реагируют на магнитное поле. Перечень ядер атомов, образующих человеческий организм и которые могут быть использованы для МРТ-диагностики (имеющих нечетное число протонов или нейтронов), представлен справа. Практически изо всего списка используется только ядро атома водорода (состоит из одного протона и одного нейтрона[1]).

Причина этого предпочтения состоит в том, что водород в большом количестве содержится в любом организме, так как каждая молекула воды содержит 2 атома водорода, а тело человека приблизительно на 85% состоит из воды. Водород также содержится в составе многих других молекул. Таким образом, один кубический сантиметр воды содержит около 10^{22} атомов водорода, который способен принимать и излучать радиоволны. Более удобного атома для МРТ-диагностики в теле человека нет.

ПРЕЦЕССИЯ

Магнитно резонансная визуализация возможна вследствие физического эффекта — прецессии ядер вокруг вектора напряженности сильного статического (постоянного) магнитного поля. Явление прецессии возникает всякий раз, когда вращающийся объект подвержен действию внешней силы. Три примера прецессии показаны на рис. 24-24. Вертящийся волчок при воздействии силы гравитации испытывает прецессионное движение или колеблется около линии, определяемой направлением силы тяготения. При МРТ вращающийся[2] протон (ядро водорода) прецессирует в сильном магнитном поле. Третьим примером является планета Земля, которая совершает прецессионное движение под воздействием гравитационных сил Солнца и планет.

Скорость прецессии протона в магнитном поле увеличивается по мере увеличения силы магнитного поля. Скорость прецессии протонов в МРТ-системе очень велика. Протоны в системе слабого магнитного поля могут совершать прецессионное движение с частотой в 5 МГц[3] (см. рис. 24-24), вертящийся волчок совершает прецессионное движение с частотой 1 Гц, а Земля совершает только 0,004 цикла прецессии в столетие.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАДИОСИГНАЛА С ПРЕЦЕССИРУЮЩИМ ЯДРОМ

На ядро, прецессирующее в приложенном магнитном поле, можно воздействовать внешним переменным электромагнитным полем (радиоволной). Воздействие радиочастотного излучения увеличивает угол наклона оси прецессии ядра. Величина этого угла зависит от частоты, интенсивности, продолжительности и направления внешнего переменного электромагнитного поля (радиоволны).

На рис. 24-25 показано, как достаточно длительное воздействие радиочастотного излучения отклоняет ось прецессии от почти вертикального направления (параллельного направлению статического магнитного поля) до горизонтального (под прямым углом к статическому магнитному полю).

Длительность импульса, изменяющего направление оси прецессии, очень невелика и составляет доли секунды. Эту фазу МРТ-исследования можно назвать фазой «посылки» МР-сигнала.

---

[1] Ядро дейтерия имеет два нейтрона, а трития - три. — *Ред.*

[2] Элементарные частицы в случае атомного ядра это нуклоны — протон и нейтрон) обладают квантово-механическим параметром — спином, который имеет в классической физике аналог — вращательный момент. Это позволяет авторам упрощенно представлять ядро как вращающийся объект во внешнем поле. — *Ред.*

[3] Из уравнения Лармора следует, что частота прецессии для ядер водорода составляет 42,58 МГц/Тесла. — *Ред.*

ЯДРА, ПОДХОДЯЩИЕ ДЛЯ МРТ

$^{1}_{1}$	H	Водород
$^{13}_{6}$	C	Углерод
$^{14}_{7}$	N	Азот
$^{17}_{8}$	O	Кислород
$^{39}_{19}$	K	Калий
$^{19}_{9}$	F	Фтор
$^{23}_{11}$	Na	Натрий
$^{31}_{15}$	P	Фосфор

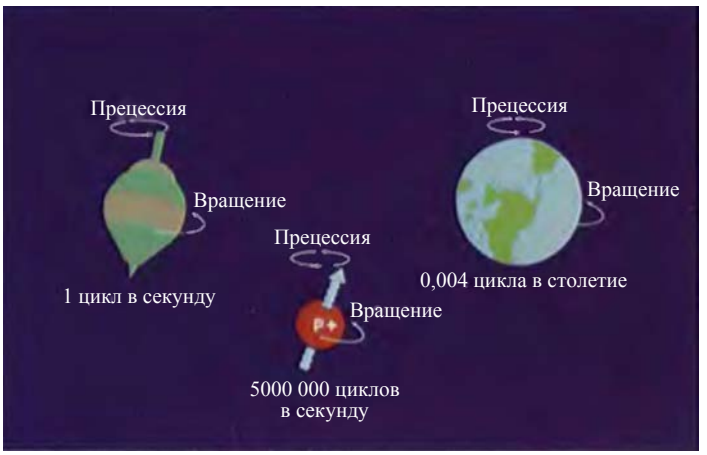


Рис. 24-24. Примеры прецессионного движения



Рис. 24-25. Радиоволны увеличивают угол прецессии

РЕЗОНАНС [1]

Радиоволны воздействуют на прецессирующие ядра вследствие совпадения частоты этого излучения с собственной частотой прецессии. Такое совпадение воздействующей силы с собственной частотой системы называется резонансом. Примером резонанса могут служить качели. Чтобы увеличить амплитуду качания, нужно, чтобы раскачивающий качели человек толкал их в соответствии с собственной частотой качания качелей (рис. 24-26). Воздействие энергии другой частоты не окажет на систему никакого воздействия. Таким образом, частота радиоволн должна быть в резонансе с частотой прецессирующего ядра. Принцип резонанса объясняет, почему мы используем радиочастотные волны с частотой прецессии ядра водорода для получения эффекта ядерного магнитного резонанса.



Рис. 24-26. Пример резонанса

РЕГИСТРАЦИЯ МР-СИГНАЛА ОТ ТКАНЕЙ ТЕЛА

После выключения внешнего электромагнитного сигнала ядра возвращаются в свое первоначальное положение и при этом излучают электромагнитные волны. Эти радиоволны улавливаются антенной или принимающей катушкой во время фазы регистрации МР-сигнала (рис. 24-27). Электрический сигнал, полученный принимающей катушкой, пересылается в компьютер, где и происходит математическая реконструкция полученных данных в изображение. Для этого используются различные математические методики, некоторые из которых аналогичны тем, которые используются в КТ.

Антенна регистрирует не только полезный сигнал, но и так называемый шум. Коэффициент отношения интенсивности полезного сигнала к интенсивности шумов влияет на качество получаемого МРТ-изображения.

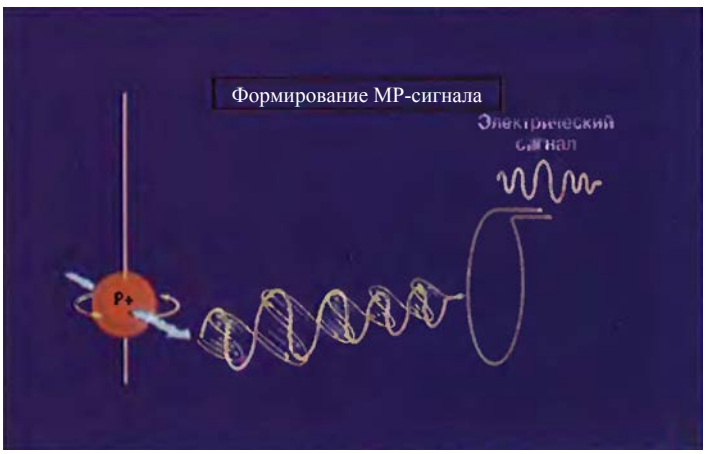


Рис. 24-27. Формирование МР-сигнала

РЕЛАКСАЦИЯ

Когда подан радиочастотный импульс, то ядра прецессируют в одной фазе. После отключения радиочастотного импульса ядра начинают возвращаться к первоначальному энергетическому состоянию. Этот процесс называется релаксацией. По мере того как ядра возвращаются в первоначальное состояние, МРТ-сигнал затухает.

Скорость релаксации дает информацию о состоянии ткани и позволяет выявить патологический процесс в тканях. Таким образом, релаксация влияет на вид МРТ-изображения. Релаксация может быть разделена на два типа, как показано на рис. 24-28. Они называются Т1- и Т2-релаксация.

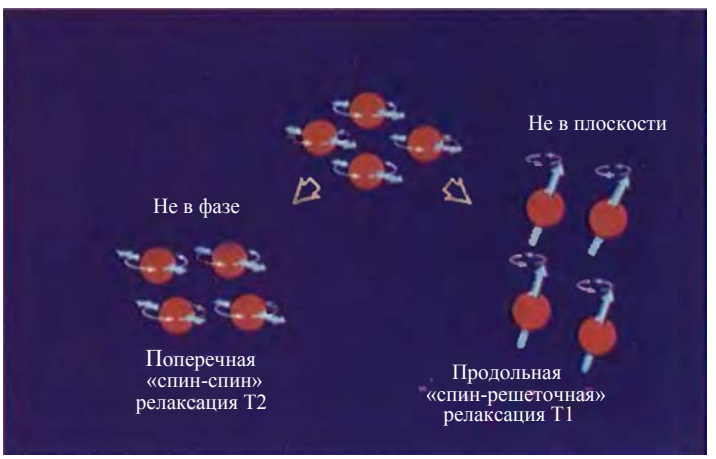


Рис. 24-28. Два типа релаксации

---

[1] Приложение внешнего статического магнитного поля вызывает поляризацию ядер, примерно половина ядер водорода выстраивается по полю.

При 1,5 Тесла на каждые 2 миллиона ядер водорода группа атомов водорода, выровненных по полю, примерно на 10 штук больше другой группы, которая выровнена против поля. При этом на 1 мм^3 воды количество протонов, выровненных по полю, будет на 3 x 10^{15} больше, чем тех, что против поля. Эти ядра находятся на энергетическом уровне, который немного ниже, чем ядра, выровненные против поля (с житейской точки зрения выстраиваться по полю легче).

Если переменное электромагнитное поле (радиочастотный сигнал) имеет частоту Лармора (см. прим. на стр. 760), то ядра, прецессирующие вокруг вектора напряженности магнитного поля, смогут поглотить энергию радиоволны и перейти на более высокий энергетический уровень, то есть развернуться против поля. Это и есть эффект ядерного магнитного резонанса. — *Ред.*

T1-релаксация. Этот вид релаксации происходит, когда спины[1] ядер начинают прецессировать на всё меньшие и меньшие углы и переходят из состояния горизонтальной или поперечной прецессии в более вертикальную (рис. 24-29). Этот процесс называют продольной или спин-решеточной релаксацией (T1), она приводит к уменьшению интенсивности МР-сигнала. Время, необходимое для уменьшения этого сигнала до 37% от его максимального значения, обозначают как T1 (рис. 24-29).

T2-релаксация. Когда спины[1] ядер начинают прецессировать не в фазе друг с другом результатом является поперечная или спин-спиновая релаксация, которую называют T2-релаксацией. Как показано на рис. 24-30, ядра изображены «в фазе» в начале процесса и «не в фазе» — в конце (см. направления стрелок). Во время T2-релаксации интенсивность МР-сигнала уменьшается. Время, требующееся для уменьшения МР-сигнала до 37% от его максимального значения, обозначается как T2 (см. рис. 24-29).

Отношение времен релаксации T1 и T2 зависит от параметров радиосигнала (резонансной частоты) и составляет первичную основу для реконструкции МРТ изображения. Однако третий фактор, спиновая плотность, также играет некоторую роль в МРТ.

Спиновая плотность. Чем больше ядер водорода в объеме ткани, тем сильнее МР-сигнал. Однако «плотность протонов» или «спиновая плотность», является второстепенным фактором при получении МРТ-изображения, так как все ткани организма имеют приблизительно одинаковую «спиновую плотность». Более важным фактором является различное отношение времен релаксации T1 и T2, которое зависит от типа ткани.

РЕЗЮМЕ

Интенсивность МР-сигнала, регистрируемого антенной или принимающей катушкой, используется как основа расчета степени яркости каждой точки изображения. Таким образом, различные значения показателей T1, T2 и спиновой плотности тканей трансформируются в различную яркость точек конечного изображения.

Первичными факторами, которые определяют силу сигнала и яркость каждой точки изображения или контрастность изображения, являются **спиновая плотность и время релаксации T1 и T2.** Другие факторы, такие как скорость кровотока или наличие контрастных материалов, также имеют значение, но рассмотрение их роли выходит за рамки этого предварительного обсуждения.

Магнитно-резонансная томография — фундаментально отличный от других метод визуализации. Например, внешний вид изображения в *рентгенографии* определяется физической плотностью (грамм/см^3) и ядерным весом атомов ткани. В *рентгенографии* не играет роли скорость восстановления атомов после их взаимодействия с рентгеновскими лучами. Однако в МРТ **скорость восстановления ядер** после воздействия радиоволн (скорость релаксации) является самым важным фактором в формировании МРТ-изображения, что и служит основой МРТ-визуализации, как показано на рис. 24-31. Высокая плотность ткани, например костей, не влияет на контраст изображения в МРТ. Как видно на этой сагиттальной МР-томограмме головы, мягкие ткани — серое и белое вещество головного мозга, ствол головного мозга и мозолистое тело четко визуализируются вследствие различных времен релаксации ядер в этих тканях, о чем было сказано выше.

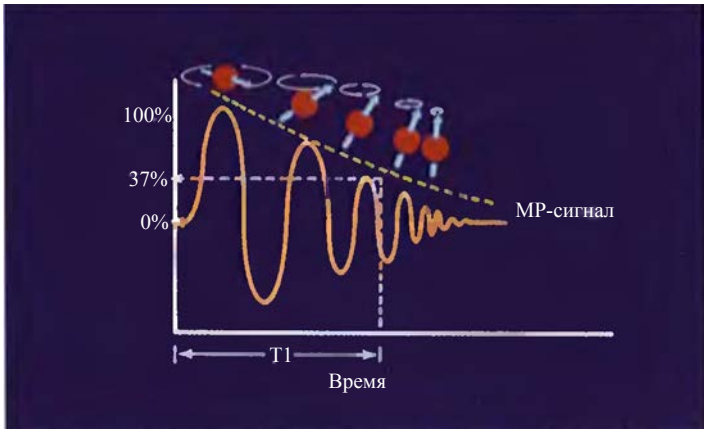


Рис. 24-29. T1-релаксация (продольная или спин-решеточная)

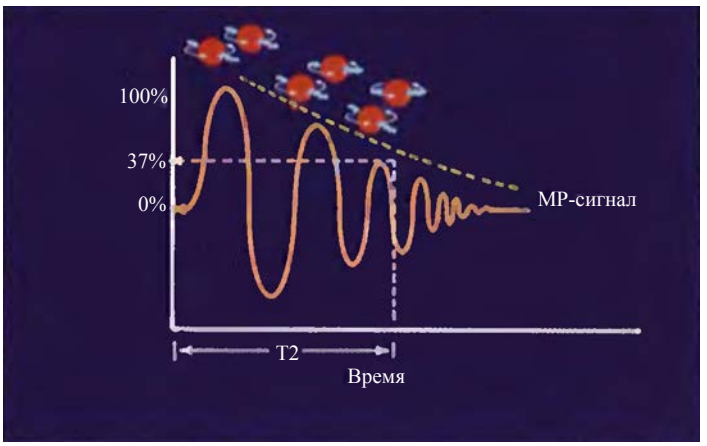


Рис. 24-30. T2-релаксация (поперечная или спин-спиновая)



Рис. 24-31. Сагиттальная МР-томограмма головы (T1-взвешенное изображение)

[1] Спин — квантово-механический параметр ядра, который имеет в классической физике аналог — вращательный момент. — *Ред.*

ГРАДИЕНТНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

Важным для понимания техники реконструкции МРТ изображения является концепция градиента, или изменения силы магнитного поля через некую область или «срез» тканей организма.

Градиентное магнитное поле используется для получения информации из определенных областей или срезов. Знание точного расположения источника полученного МР-сигнала от тела пациента позволяет компьютеру реконструировать МРТ-изображение.

Как говорилось ранее, сила внешнего магнитного поля определяет частоту прецессии ядер. Частота прецессии определяет точное значение частоты радиоволны, которая будет находиться в резонансе с ядром. МРТ-система посылает и получает радиоволны с резонансной частотой. Таким образом, **чтобы регистрировать сигнал только от ядер, расположенных в пределах некоей области,** МРТ-система **изменяет градиент или силу магнитного поля и этой области организма**. Компьютер использует информацию о пространственном изменении магнитного поля, учитывает такие параметры, как спиновая плотность, Т1- и Т2-релаксация и в итоге восстанавливает МРТ-изображение.

Использование градиентного магнитного поля в МРТ сходно во многом с использованием щелевых диафрагм в компьютерной томографии (КТ), при которой информация с определенных срезов облученной ткани используется для реконструкции КТ-изображения. Градиентное магнитное поле создается градиентными катушками, помещенными в канал главного магнита.

Градиентные магнитные поля намного слабее внешнего статического магнитного поля, которое создает главный магнит МРТ-системы. Градиентное поле увеличивает интенсивность статического магнитного поля в одних областях тела пациента и уменьшает силу статического поля в других его областях. Интенсивность магнитного поля определяет частоту прецессии ядра, а это в свою очередь определяет частоту МРТ-сигнала, исходящего из данной области. Таким образом, **градиентное поле несколько изменяет частоту радиосигналов, излучаемых различными областями пациента** (см. рис. 24-32).

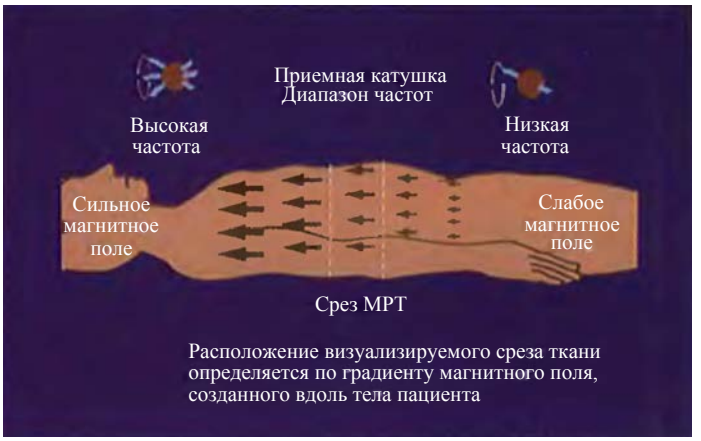


Рис. 24-32. Градиентные магнитные поля (основа для реконструкции изображения в МРТ)

Резюме

Интенсивность МР-сигнала определяется количеством ядер в единице объема (**спиновая плотность**), ориентацией ядер относительно статического магнитного поля (**Т1-релаксация**) и по отношению друг к другу (**Т2-релаксация**).

Локализация источника МР-сигнала в организме пациента может быть определена по его частоте. Наложение градиентного магнитного поля гарантирует нам пространственное изменение частоты МР-сигнала внутри области среза, и на основе этого компьютер способен сформировать конкретное изображение.

МНОГОСЛОЙНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

Рис. 24-33 демонстрирует многослойные МР-томограммы головы. Обратите внимание, что изображения различных анатомических структур, которые реконструировал компьютер в виде различных срезов, получены при приложении градиентного магнитного поля (см. на рис.).

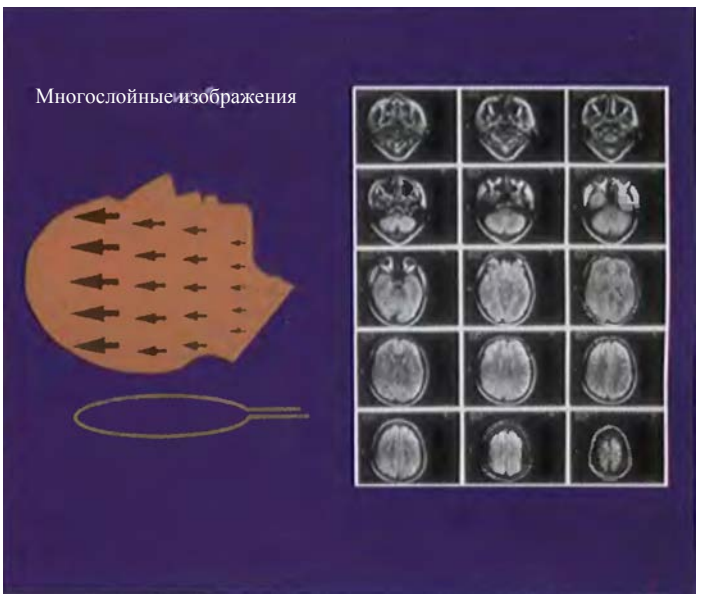


Рис. 24-33. Многослойные изображения

Компоненты магнитно-резонансного томографа

Для внедрения магнитно-резонансной томографии в современной больнице требует размещения в ней достаточно впечатляющего высокотехнологичного комплекса. На рис. 24-34 показаны пять основных компонентов МР-томографа, которые более подробно описаны ниже.

1. Магнит.
2. Градиентные катушки.
3. Радиочастотные катушки.
4. Электронная система обеспечения.
5. Компьютер и дисплей



Рис. 24-34. Главные компоненты МРТ

Магниты

Наиболее видимым и, похоже, наиболее часто обсуждаемым компонентом МР-томографа является магнит, создающий мощное статическое (постоянное) магнитное поле, вокруг вектора напряженности которого прецессируют ядра. Существует **три типа** магнитов для МРТ, причем каждый из них имеет уникальные характеристики. Их объединяет общая задача, однако они отличаются способом создания магнитного поля, которое измеряется в единицах Тесла[1]. В основном в клинических МР-томографах используют напряженность магнитного поля от 0,1 до 3,0 Тесла. Для сравнения, магнитное поле Земли составляет приблизительно 0,00005 Тесла (рис. 24-35).

Напряженность статического поля, окружающего магнит, называется периферическим магнитным полем, иногда измеряется в единицах Гаусса[2] (1 Тл = 10000 Гаусс).

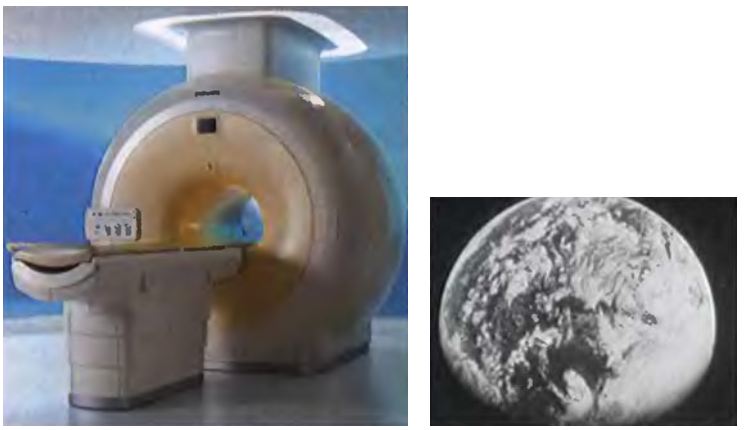


Рис. 24-35. Сравнение силы магнитного поля. МРТ-0,1-3,0 Тесла (1000-30000 Гаусс), Земля - 0,00005 Тесла (0,5 Гаусс)

Резистивные магниты. Первый типом магнита считается резистивный магнит (рис. 24-36), который работает по принципу электромагнита. Магнитное поле создается электрическим током, протекающим через катушку. Резистивные магниты требуют большого количества электроэнергии, во много раз превышающие потребности в электроэнергии типичного рентгенологического оборудования, для того чтобы обеспечить большое количество тока, необходимого для получения сильных магнитных полей. Затрата этой электроэнергии должна быть учтена как часть стоимости работы устройства.

Кроме того, высокие электрические токи нагревают магнит, образуют тепло, которое должно быть удалено системой охлаждения. Высокая температура образуется из за того, что провода магнита имеют электрическое сопротивление. Чем больше сопротивление проводов, тем большая часть тока преобразуется в тепло. Типичная резистивная система вырабатывает магнитное поле напряженностью до 0,3 Тесла.

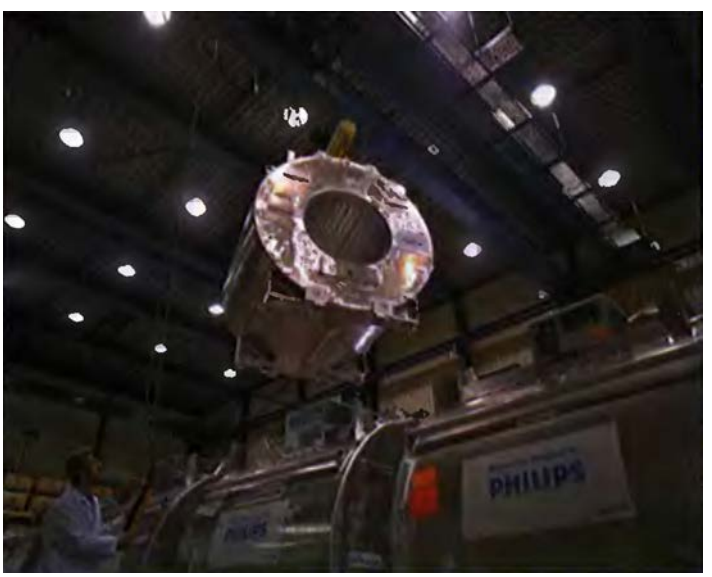


Рис. 24-36. Резистивный магнит состоит из катушки провода, окружающего центр канала (сила поля — до 0,3 Тесла)

---

[1] Никола Тесла, 1856-1943. (рожденный в Хорватии и работавший в США) исследователь электромагнитного феномена.

Тесла является единицей плотности магнитного потока, равная 1 Веберу на квадратный метр (в системе СИ).

[2] Карл Ф. Гаусс, немецкий физик, 1777-1855. Гаусс является единицей плотности магнитного потока на квадратный сантиметр (в системе СГС).

Постоянные магниты. Вторым типом магнита, который может быть использован в МРТ, является постоянный магнит. Содержание постоянного магнита не требует высоких эксплуатационных расходов, как это случается при использовании двух других типов магнитов, то есть расходов на электроэнергию и криогенные материалы (рис. 24-37). Некоторые материалы создают постоянное магнитное поле. Такие магниты часто используют в повседневной жизни, например закрепляя записку на двери холодильника. Некоторые большие постоянные магниты могут генерировать поле с напряженностью **до 0,3 Тесла**, такое же, как и в резистивных магнитах.

Стоимость покупки МРТ с постоянным магнитом находится между стоимостью аппаратов с магнитами двух других типов. Но эксплуатационные расходы для аппаратов с этим типом магнита невелики. Недостатком в этом случае может быть неспособность выключать магнитное поле. Если металлический объект случайно окажется в канале магнита, то его будет сложно удалить.

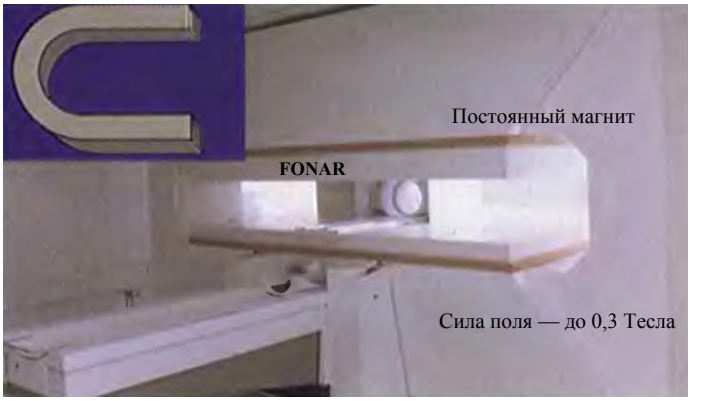


Рис. 24-37. Постоянный магнит (сила поля — до 0,3 Тесла)

Сверхпроводящие магниты. Третьим и **наиболее распространенным типом** магнита является сверхпроводящий магнит, который также является электромагнитом. Но он использует свойство сверхпроводимости, которое присуще некоторым материалам при очень низких температурах. Сверхпроводящий материал практически не имеет электрического сопротивления. При этом поддержание мощного потока электричества в катушке магнита почти не требует энергетических затрат. Таким образом, затраты на электроэнергию для работы сверхпроводящего магнита незначительны.

Существенным фактором в данном случае является стоимость снабжения магнита низкотемпературными охлаждающими криогенными материалами. Ими служат либо жидкий азот (-195,8° С), либо жидкий гелий (-268,9° С). Стоимость содержания криогенной системы охлаждения стоит столько же или даже выше, чем стоимость электроэнергии для резистивных магнитов. Стоимость покупки МР-томографа со сверхпроводящим магнитом также является самой высокой среди трех типов МР-томографов.

Сверхпроводящие магниты создают магнитное поле высокой напряженности — до 2,0-3,0 Тесла и более.

Более сильное магнитное поле позволяет увеличить соотношение сигнал-шум, что значительно улучшает качество изображения.



Рис. 24-38. Сверхпроводниковый магнит (сила поля — до 2-3 Тесла) (пациент находится в канале магнита)

Короткий канал с раструбом. Рис. 24-39 демонстрирует современный сверхпроводящий магнит с коротким (60 см) каналом, имеющим на конце раструбообразное расширение, что помогает избежать клаустрофобии у пациентов.



Рис. 24-39. Раструбообразный короткий канал, 1,5-3,0 Тесла (с разрешения Philips Medical Systems)

Открытый МР-томограф. Полностью открытый тип МР-томографа с резистивным магнитом 0,23 Тесла показан на рис. 24-40. Некоторые другие производители выпускают открытые системы такого же размера с постоянными магнитами. Существуют открытые МР-томографы с магнитом сверхпроводящего типа.

Открытые системы особенно удобны для исследования детей, а также взрослых с тяжелой клаустрофобией, которые не могут находиться в системах закрытого типа.



Рис. 24-40. Открытая МР-система 0,23 Тесла (с разрешения Philips Medical Systems)

ГРАДИЕНТНЫЕ КАТУШКИ

В дополнение к мощным магнитам вторым главным компонентом МРТ является **градиентная катушка.** Как уже было сказано, градиент магнитного поля **задает разную частоту прецессии ядер в различных участках тела**, что позволяет компьютеру определять локализацию источника получаемого из организма сигнала. Эта информация является, конечно, определяющей при реконструкции изображения. **Градиентные поля намного слабее** статического внешнего магнитного поля и могут относительно легко создаваться проволочными катушками.

Типовая конфигурация градиентной катушки показана на рисунке 24-41. МР-томограф может иметь три набора градиентных катушек, позволяющих изменять градиент поля в трех направлениях — x, y и z. Катушки, создающие градиент в x, y и z направлениях, **расположены внутри канала главного магнита системы и не видны снаружи**. С помощью этих катушек можно создать градиент магнитного поля в любом направлении, что позволяет получать изображения слоев любой ориентации.

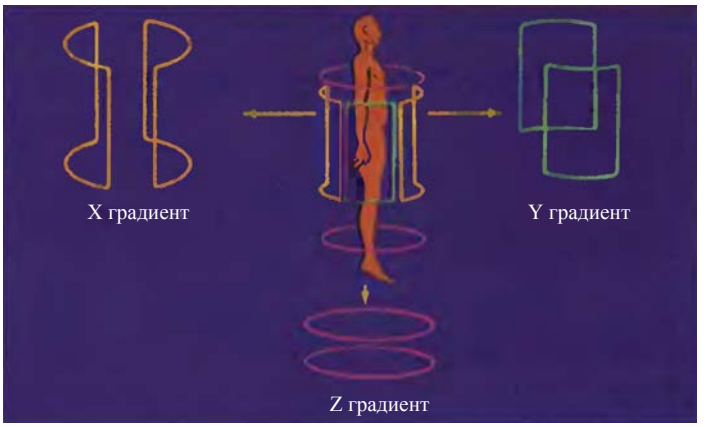


Рис. 24-41. Градиентные катушки

РАДИОЧАСТОТНЫЕ (РЧ) КАТУШКИ

Третий основной элемент МР-томографа — радиочастотные (РЧ), или отправляющие-принимающие катушки. Радиочастотные катушки выполняют функции антенны для создания и регистрации радиоволн, которые мы называем МР-сигналом.

Типичная радиочастотная катушка также находится под кожухом магнита и не видна. Расположение радиочастотных катушек, которые полностью окружают пациента, включая стол, на котором пациент лежит, указано стрелками на рис. 24-42.

Дизайн радиочастотных катушек варьирует от названной большой катушки для тела до отдельных маленьких катушек, которые также окружают исследуемую область. Примерами служат катушки для головы и конечностей (соответственно А и Г на рис. 24-43).

Некоторые поверхностные катушки, такие как катушка для плеча, размещаются на исследуемой области. Такой тип поверхностных катушек используется для изображения поверхностных структур. Ассортимент объемных и поверхностных катушек показан на рис. 24-43.

Другим типом часто применяемой радиочастотной катушки является фазированная линейная катушка (не показана). Она состоит из нескольких катушек и приемников, которые сгруппированы вместе. Каждая катушка независима от другой и имеет свой собственный приемник, что увеличивает зону охвата, и используется при исследовании позвоночника.

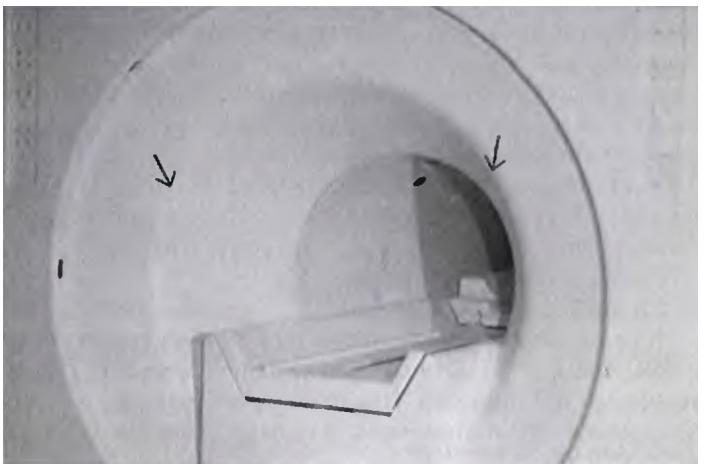


Рис. 24-42. Радиочастотные катушки или катушки для тела внутри магнита

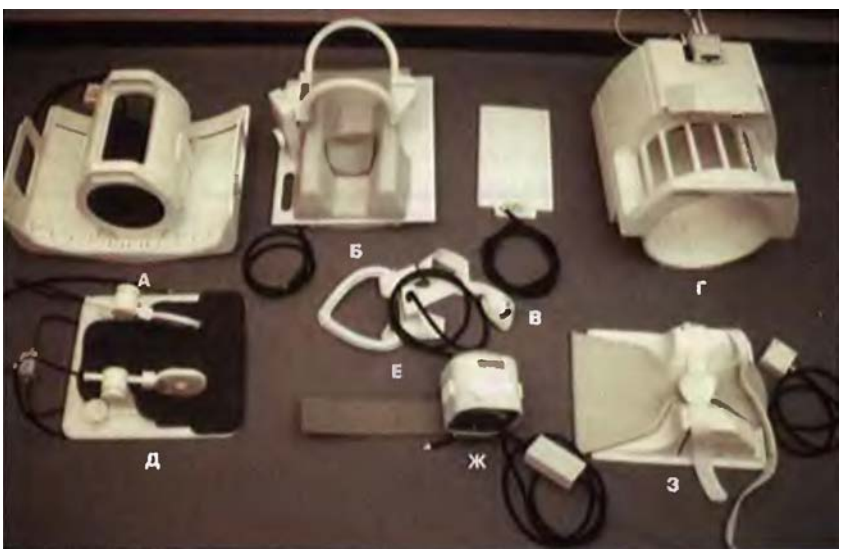


Рис. 24-43. Примеры катушек, окружающих область исследования и поверхностных катушек.

А. Катушка для конечности.
Б. Объемная катушка для шеи.
В. Плоская поверхностная катушка (запатентованная плоская катушка).
Г. Катушка для головы.
Д. Катушка для височно-нижнечелюстного сустава (двухсторонняя)
Е. Катушка для плеча.
Ж. Катушка для запястья.
З. Катушка для задней поверхности шейного отдела позвоночника.

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Электронная система обеспечения — четвертый компонент МРТ подает электропитание всем компонентам МР-томографа: градиентным катушкам, системе охлаждения, магниту и компьютеру. Потребление мощности варьирует от примерно 25 кВт в системе с постоянным магнитом до свыше 150 кВт и резистивных системах.

РЧ-передатчик и приемник также являются частью электронной системы обеспечения. Эта часть системы исполняет функции радиочастотного передатчика и приемника. Она посылает радиоволны в тело пациента и получает ответный сигнал от тканей пациента. РЧ-приемник оснащен усилителем, который усиливает относительно слабые радиосигналы из глубокорасположенных областей.

КОМПЬЮТЕР И ДИСПЛЕЙ

Пятый и последний компонент МРТ состоит из компьютера и дисплеев (мониторов). Компьютер обрабатывает информацию, собранную антеннами. Во время сканирования он контролирует продолжительность импульсов для того, чтобы они совпадали с изменениями интенсивности градиентного поля. После сканирования он реконструирует изображение, используя принципы аналогичные компьютерной томографии.

Компьютер содержит внутреннее и внешнее устройства памяти. Оперативная память позволяет компьютеру манипулировать большим объемом информации, требующейся для реконструкции изображения. Внешняя память включает различные типы носителей информации (жесткие и оптические диски).

Пульт оператора, через который он управляет компьютером и монитором, часто расположен в комнате, смежной с той, где установлен МР-томограф. Пультовая имеет большое окно для наблюдения. Пульт управления позволяет изменять последовательность импульсов, устанавливать различные параметры настройки, такие как среднее количество сигналов и время повторения импульсов, а также инициировать процесс сканирования. Средства управления на дисплее позволяют изменять яркость и контраст изображения.

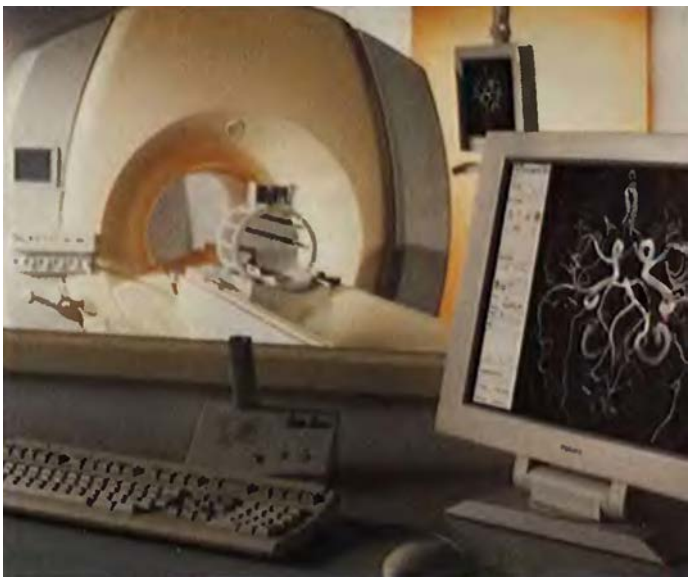


Рис. 24-44. Пульт и монитор оператора МР-томографа (с разрешения Philips Medical Systems)

В других отдаленных от МРТ-системы помещениях могут устанавливаться независимые дополнительные станции просмотра и обработки изображений в то время, когда уже сканируются другие пациенты.

РЕЗЮМЕ ПО МРТ-ВИЗУАЛИЗАЦИИ И КОМПОНЕНТАМ СИСТЕМЫ

ШАГ	КОМПОНЕНТ	РЕЗУЛЬТАТ
1. Приложение статического магнитного поля	Магнит	Выравнивание ядер в магнитном поле и прецессия
2. Приложение градиента магнитного поля (изменение напряженности статического магнитного поля по области исследования пациента)	Градиентные катушки	Ядра прецессируют с определенной частотой, что позволяет выделить определенный слой
3. Передача РЧ-импульсов	РЧ-передающая катушка или антенна	Ядра в возбужденном слое начинают прецессировать в одной фазе с увеличенным углом прецессии
4. Получение РЧ-сигнала	РЧ-принимающая катушка или антенна	Регистрация электрического сигнала от ядер и передача его на обработку в компьютер
5. Преобразование сигнала в изображение	Компьютер и дисплей	Реконструкция изображения и воспроизведение его на дисплее

Клиническое применение

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Существуют некоторые абсолютные противопоказания, список которых приведен справа

Беременность, хотя и не является абсолютным противопоказанием, но часто рассматривается как противопоказание. Если во время беременности проводится МРТ-исследование, необходимо получить от пациентки информированное согласие, которое должно быть отражено в медицинской документации.

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА

От правильности и качества подготовки пациента к МРТ зависит успех исследования. При назначении даты исследования пациенту можно выдать листовку или брошюру, объясняющую методику исследования. Доверие и спокойствие пациента является одним из главных условий успешного исследования. Перед МР-исследованием необходимо уделить время ознакомлению с историей болезни, объяснению пациенту порядка сканирования, **удалению всех металлических предмето**в и обеспечению комфорта пациента.

В ходе подготовки исследования пациенту следует разъяснить следующее.

1. Устройство МРТ-сканера.
2. Важность сохранения неподвижного положения.
3. Природу стуков, которые он будет слышать.
4. Продолжительность исследования.
5. Правила пользования двухсторонней системой связи и контроля.
6. Об отсутствии ионизирующего излучения.
7. Необходимость удаления перед исследованием всех металлосодержащих предметов.

Некоторые последовательности импульсов сопровождаются громким стуком, что связанно с включением градиентных катушек. Пациент должен быть проинформирован об этом, ему может также потребоваться защита ушей во время процедуры.

СНИЖЕНИЕ ТРЕВОЖНОСТИ ПАЦИЕНТА

Пациент на выдвижной деке стола помещается в канал магнита (гентри) (см. рис. 24-45). Канал может быть довольно узким и у некоторых пациентов со склонностью к клаустрофобии (боязни замкнутого пространства) это может вызвать беспокойство или лаже тревогу. Существуют различные мнения о том, сообщать или нет пациенту о возможности клаустрофобии, но обычно считают, что сообщать не следует. Врач-специалист по МРТ должен быть подготовлен на случай, если пациент сообщит о клаустрофобии. В этом случае следует принять необходимые меры для уменьшения тревожности у пациента. Клаустрофобия может быстро появиться после помещения пациента в магнит. Для уменьшения беспокойства могут быть использованы следующие приемы.

1. Музыка и различные способы расслабления (например, пациент закрывает свои глаза и думает о чем-нибудь приятном).
2. Медленная подача пациента внутрь магнита.
3. Разрешение родственникам находиться в помещении во время исследования. Член семьи может держать пациента за руку или за ногу и напоминать пациенту, что канал открыт с обеих сторон.

В некоторых случаях может потребоваться применение седативных средств. Тип седативных средств и противопоказания к этому изменяются в зависимости от установленной практики отделения.

АБСОЛЮТНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К МРТ[1]

- Водители ритма сердца
- Ферромагнитные аневризматические клипсы
- Внутриглазные металлические объекты
- Кохлеарные импланты
- Искусственные клапаны сердца типа Starr-Edwards
- Внутренние инфузионные насосы для лекарственных препаратов
- Нейростимуляторы
- Металлические приспособления для стимуляции роста кости.

[1] Sshellock FG, Crues JV: Safety consideration in Magnetic Resonance Imaging, MRI Dicisions 2:25, 1988.



Рис. 24-45. Снижение обеспокоенности пациента (возможна клаустрофобия)

Пациент должен находиться под внимательным наблюдением, если он находится под воздействием седативных средств, и ему не следует разрешать возвращаться домой одному.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА

Контроль состояния пациента может потребовать частого успокаивающего обращения к пациенту во время сканирования или во время перерывов между последовательностями импульсов. Если врач обращается к пациенту во время исследования, пациенту можно напомнить, чтобы он не двигался и не разговаривал во время сбора данных.

Визуальный мониторинг состояния пациентов, находящихся под воздействием седативных средств, затруднен из-за длины канала магнита. В основном следует контролировать дыхание пациента, проверять, хватает ли ему кислорода. Простого наблюдения за дыханием пациента обычно достаточно, но с помощью пульсоксиметра можно проверить адекватный обмен O_2 и CO_2. Магнитное поле и высокочастотные импульсы могут оказывать негативное воздействие на работу контрольной аппаратуры и создавать в связи с этим определенные проблемы.

Резюме. Основные вопросы при подготовке пациента к МР-исследованию приведены ниже.

1. Выявление противопоказаний.
2. Объяснение технологии исследования (для уменьшения тревожности пациента).
3. Удаление металлосодержащих предметов.
4. Обеспечение комфорта пациенту.

Основные меры предосторожности

Меры предосторожности в отношении персонала кабинета МРТ, пациента и другого медицинского персонала вызваны **влиянием магнитных полей на металлические объекты и ткани организма.** Во время сканирования пациенты, а также другой персонал, находящийся в непосредственной близости от магнита, подвергаются действию статического и переменного магнитного поля, а также действию высокочастотного электромагнитного излучения.

Следует помнить о следующих факторах опасности.

1. Потенциальная опасность «метательного» эффекта.
2. Электромагнитное воздействие на импланты.
3. Вращение металлических предметов.
4. Локальный нагрев тканей и металлических предметов.
5. Электрическое воздействие на нормальное функционирование нервных клеток и мышечных волокон.

Ниже рассматривается каждый из этих пунктов.

«МЕТАТЕЛЬНЫЙ» ЭФФЕКТ

Статическое магнитное поле, которое окружает магнит, называют периферическим магнитным полем. Некоторые предметы не должны попадать в сферу действия этого поля, поэтому необходим строгий контроль над персоналом и пациентами, имеющими допуск в процедурную комнату с МР-томографом. Необходимо использовать предупредительные плакаты и систему предупреждения входа в процедурную без соответствующего допуска.

Периферическое магнитное поле обычно измеряется в Гауссах (Г). Сила этого поля обратно пропорциональна кубу расстояния от канала магнита, поэтому опасность резкого притяжения металлического объекта к магниту увеличивается по мере приближения к магниту. Например, при магните 1,5 Тесла ферромагнитный объект, находящийся на расстоянии 1 метр, будет притягиваться к магниту с силой, в 10 раз превышающей силу притяжения Земли (рис. 24-47). Если небольшой ферромагнитный объект отпустить вблизи магнита, то для пациента возможен летальный исход, так как в центре магнита конечная скорость летящего предмета достигнет 70 км в час[1].

В случае остановки дыхания или сердца пациента его необходимо в первую очередь вынести из процедурной. Весь персонал при входе в процедурную с магнитом должен проходить стандартную процедуру удаления любых металлических предметов с себя, которые могут стать опасными.

Как правило, такое оборудование для пациентов, как кислородные подушки, внутривенные катетеры, устройства для контроля состояния пациента, инвалидные кресла и каталки, не разрешается помещать ближе к магниту, чем расположена изолиния напряженности периферического магнитного поля в 50 Гаусс, хотя существует специальное оборудование, предусмотренное для использования в процедурной МРТ.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ИМПЛАНТАТЫ

Второй серьезной опасностью является возможность повреждения электронных компонентов и функций **сердечных имплантатов** (водителей ритма, кардиостимуляторов), поэтому приближаться к магниту ближе расположения изолинии **в 5 Гаусс** лицам с кардиостимуляторами запрещается. Кроме статического магнитного поля повредить кардиостимуляторы могут радиочастотные импульсы за счет наведения повышенного напряжения на их контакты.

Другими устройствами, которые могут быть подвержены действию МР-томографа, являются **кохлеарные имплантаты, нейростимуляторы, имплантированные инфузионные насосы для лекарственных препаратов, металлические приспособления для стимуляции роста**.

Также магнитные ленты, кредитные карточки и механические часы могут быть повреждены магнитным полем и поэтому должны находиться далее, чем линия в 10 Гаусс.



Рис. 24-46. Предупреждающие плакаты и система охраны двери



Рис. 24-47. Демонстрация потенциального вреда от «метательного» эффекта. Металлический предмет (гаечный ключ) повис в воздухе из-за сильного притягивания к магниту. Без надежной веревки ключ стал бы опасным метательным снарядом. (Данный пример не рекомендуется повторять без соблюдения адекватных мер осторожности и безопасности.)

[1] Williams KD, Drayer BP: *BNI quarterly* 5:1, 1989.

ВРАЩЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Третью опасность представляют такие металлические объекты, как хирургические клипсы, расположенные внутри или на теле пациента, и их взаимодействие со статическим магнитным полем. Магнитное поле может вызвать вращение или выкручивание металлических предметов и повреждение тканей вокруг места их крепления.

Важнейшим противопоказанием в этой категории служит наличие у пациентов клипсов на внутричерепных аневризмах. Необходимо знать виды клипсов для предотвращения их вращения под воздействием статического магнитного поля МР-томографа. В случае отсутствия данных о точном виде клипсов и их ферромагнитном составе наличие их должно рассматриваться как противопоказание[1].

Рекомендуется уделять особое внимание всем пациентам, которые недавни перенесли хирургическую операцию. Протезы стремечка могут рассматриваться как противопоказание для МРТ. Должна быть выполнена тщательная проверка пациентов на инородные металлические предметы (пули, шрапнель) и в особенности на наличие внутриглазных металлических объектов. В этих целях можно использовать рентгенографию.

ЛОКАЛЬНЫЙ НАГРЕВ ТКАНЕЙ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Четвертым опасным факторам служит **локальный нагрев тканей и металлических объектов внутри тела пациента.** РЧ — импульсы, которые проходят через тело пациента, могут вызвать нагрев тканей. Этот нагрев измеряется в Вт/кг (ватт на килограмм) и обозначается как СКП или специфический коэффициент поглощения. Лучевые технологи должны знать продельные допустимые значения СКП, хотя МР-сканеры могут быть оборудованы системой измерения этого параметра так, чтобы предельные значения СКП не были превышены. Часто технолог должен перед сканированием вводить в компьютер через пульт управления вес пациента для выполнения системой необходимых расчетов.

Количество выделяемого тепла зависит от количества выполняемых срезов, угла наклона магнитного вектора (flip angle), среднего числа сигналов, времени релаксации и типа ткани. Тело может рассеивать высокую температуру с помощью нормальных процессов кровообращения и испарения. При той интенсивности РЧ-излучения, которое используется в МР-томографах, биологически значимого нагрева тканей не происходит,

Вместе с тем это служит единственной причиной запрещения сканирования беременных женщин в каждодневной практике. Увеличение температуры плода может быть вредным, но такое воздействие МРТ на плод окончательно не подтверждено.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НОРМАЛЬНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НЕРВНЫХ КЛЕТОК И МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

Быстро изменяющееся градиентное магнитное поле может вызвать появление электрического тока в тканях. Электрический ток может воздействовать на нормальное функционирование нервных клеток и мышечных волокон. Примером этого служат ощущения световых вспышек и возникновение фибрилляции желудочков. Максимальные изменения градиента магнитного поля в МР-томографах в 10 раз ниже пороговых значений для фибрилляции, и поэтому эта проблема не рассматривается как серьезная.

Профессиональная вредность

К настоящему времени нет документированных данных о долговременном вредном биологическом воздействии на организм человека при его работе в кабинете МРТ. В качестве мер предосторожности в некоторых МРТ-центрах рекомендуют беременному персоналу не находиться в комнате, где расположен работающий магнит. Радиобиологи продолжают исследовать неблагоприятные эффекты воздействия электромагнитных полей на организм человека.

История болезни пациента

Перед сканированием должна быть получена подробная история болезни пациента. Если показано исследование с введением контрастного вещества, необходимо иметь данные об аллергологическом анамнезе. Для решения возникающих в последствии вопросов пациенту перед МРТ-исследованием предлагается подписать документ о информированном его согласии на исследование. Пациенту задаются вопросы относительно хирургического травматического и профессионального анамнеза. Если неизвестен вид имеющегося у него имплантата, исследование следует отложить, пока не будут получены точные данные.

В первую очередь могут понадобиться обычные рентгенограммы. Протезы конечностей могут намагничиваться, и их необходимо снять перед входом в комнату сканирования. Косметика для глаз и другие виды макияжа могут содержать металлосодержащие частицы, что может вызвать дискомфорт у пациента во время сканирования.

ОБРАЗЕЦ ИНФОРМИРОВАННОГО СОГЛАСИЯ ПРИ МРТ

Вы обратились в центр магнитно-резонансной томографии для исследования, так как Ваш врач считает что данное исследование может дать диагностическую информацию о состоянии Вашего здоровья. Магнитно-резонансная томография (МРТ) - метод, который показывает состояние внутренних органов организма. Суть данного исследования состоит в размещении Вас внутри большого магнита. Радиоволны будут воздействовать на Ваш организм. Это заставит Ваше тело испускать слабые радиосигналы, которые будут улавливаться антенной, и компьютер сформирует изображение Ваших внутренних органов. Исследование займет приблизительно час. Единственным неудобством для Вас является пребывание в центре магнита в положении лежа в течение определенного времени и некоторый шум при исследовании.

Исследование может стать опасным, если в вашем теле имеются металлические предметы после хирургической операции или травмы.

Пожалуйста, сообщите нам, если вы подвергались хирургической операции на внутреннем ухе или имеете любой из следующих аппаратов или состоянии.

- Сердечный водитель ритма.
- Электронные имплантаты.
- Клипсы после операций при аневризме головного мозга.
- Металлические частицы.
- Внутриглазные металлосодержащие объекты и/или удаление из глаз в прошлом.
- Глазные протезы.
- Беременность.

Нельзя вносить в комнату исследования ничего, что может притягиваться к магниту. Вам может быть введено или не введено контрастное вещество для повышения диагностической значимости исследования. Контрастное вещество вводится внутривенно. Большинство пациентов не испытывает никаких необычных эффектов от инъекции. Специалист-радиолог будет рад ответить до или во время исследования на любые вопросы, которые могут возникнуть у Вас о процедуре. Перед исследованием, пожалуйста, уберите всё из карманов, снимите часы, серьги, ожерелья, цепочки и заколки для волос, содержащие металл.

Вас могут попросить переодеться в больничную одежду.

Ваше имя:_____

Ваш вес:_____

(С разрешения Госпиталя и клиники университета, Айова)

[1] Heiken JP, Brown JJ. *Manual of clinical magnetic resonance imaging*, ed 2,1991, Raven Press.

Контрастные вещества

Контрастные вещества становятся всё более популярными при МРТ-исследовании. Наиболее широко используется комплексное соединение гадолиния — Cd-DTPA[1]. Препарат обычно вводится внутривенно в дозе 0,2 мл/кг со скоростью, не превышающей 10 мл/мин. За инъекцией может последовать промывка солевым раствором. Пациент может испытывать неприятные ощущения в месте инъекции и должен наблюдаться во время и после инъекции из-за появления возможных реакций. Cd-DTPA менее токсичен, чем контрастные йодсодержащие вещества, и дает меньше побочных эффектов.

Основным путём выведения контрастных веществ из организма являются почки, поэтому почечная недостаточность является противопоказанием для этого вида исследовании. Беременность также может служить противопоказанием для использования Cd-DTPA.

Cd-DTPA является парамагнитным агентом и сокращает T1- и T2- время релаксации протонов воды Cd-DTPA ускоряет выравнивание ядер по внешнему магнитному полю, что усиливает МР-сигнал и контраст изображения, особенно в областях, где гадолиний проходит через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ). (Гематоэнцефалический барьер отделяет кровь от паренхимы центральной нервной системы). Контрастное вещество остается во внутрисосудистом русле на некоторый период времени, если ГЭБ не был поврежден патологическими процессами. При визуализации с использованием Gd-DTPA регистрируется в основном время T1 релаксации, и применяют для этой цели специальные последовательности радиочастотных импульсов (T1-взвешенные).

Gd-DTPA улучшает визуализацию небольших опухолей и опухолей, имеющих такую же интенсивность сигнала, что и нормальные ткани мозга. Наиболее часто Gd-DTPA используется при исследовании центральной нервной системы. Gd-DTPA используется для выявления **менингиом, неврином слухового нерва, Шванном, хордом и опухолей гипофиза** (см. терминологический список в конце главы).

Это контрастное вещество часто помогает отличить первичное (опухолевое) заболевание от вторичных эффектов (отека). оценить метастазы, воспалительные процессы и подострые мозговые инфаркты. При исследовании позвоночника Gd-DTPA увеличивает вероятность выявления первичных и вторичных опухолей и может помочь дифференцировать в послеоперационном периоде рецидив заболевания межпозвоночных дисков.

Внешний вид анатомических структур

T1-ВЗВЕШЕННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Для увеличения до максимума разницы между интенсивностью сигналов, связанных со временем релаксации T1, сокращают время повторения последовательности импульсов (TR). Короткое время повторения и короткое время эха (TE) дают T1-взвешенное изображение, что позволяет визуализировать структуры, имеющие короткое время релаксации T1 (жир, белоксодержащие жидкости, кровь при кровоизлиянии в подострой фазе), оттенком серого, близким к белому цвету, а структуры с длительным временем релаксации T1 — темными оттенками серого (новообразования, отек, воспаление, чистая жидкость, спинномозговая жидкость). Следует запомнить, что при получении T1-взвешенных изображений TR сокращается, что приводит к уменьшению отношения сигнал/шум.

[1] Гадолиний (Gd) — редкоземельный элемент, обладает магнитными свойствами.



Рис. 24-48. Без контрастного вещества (T1-взвешенное изображение) (Опухоль имеет серый цвет, указана стрелками.)

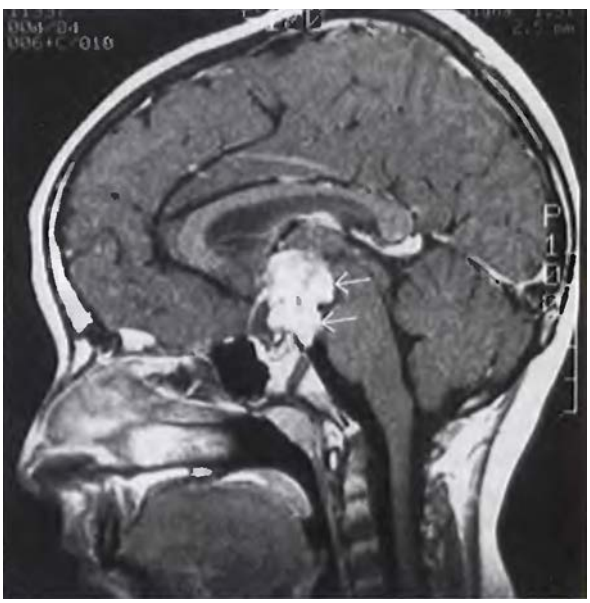


Рис. 24-49. С контрастным веществом Cd-DTPA. (T1-взвешенное изображение). (Опухоль представлена светлой зоной в центре мозга, указана стрелками).

T2- ВЗВЕШЕННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

При получении T2-взвешенных изображений используют длительное TR и длительное TE. По мере увеличения TR увеличивается T2-контрастность, а отношение сигнал/шум уменьшается. T2-взвешенные изображения имеют обратную контрастность относительно T1-взвешенных изображений.

Структуры с длительным временем релаксации T2 выглядят светлыми (новообразования, отек, воспаление, чистая жидкость, спинномозговая жидкость). Структуры с коротким временем релаксации T2 выглядят темными (железосодержащие структуры, в частности продукты разложения крови).

РЕЗЮМЕ: T1- И T2 ВЗВЕШЕННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Хотя T1- и T2-релаксация происходит одновременно, они независимы друг от друга. T1 большинства биологических тканей находится в диапазоне от 200 до 2000 ml. T2-релаксация в большинстве тканей находится в диапазоне от 20 до 300 мс, хотя вода имеет время T2-релаксации до 2000 мс (смотри диаграмму ниже).

Следует отметить, что время релаксации T1 больше или равно времени T2 для любой рассматриваемой ткани. Импульсные последовательности обычно выбираются так, чтобы подчеркнуть разницу между временем релаксации в различных тканях. Контраст между тканями, полученный на конечном МРТ-изображении, подчеркивает эту разницу. Однако независимо от типа импульсной последовательности при малом числе подвижных протонов водорода в ткани (как и случае кортикального слоя кости или воздуха) конечное изображение этой ткани будет черным.

Эти различия во времени релаксации позволяют компьютеру дифференцировать различные типы тканей. Помните, что внешний вид определенного типа тканей на МРТ-изображениях не связан со степенью ослабления в них рентгеновского излучения как в КТ, поскольку при МРТ рентгеновское излучение не используется. Визуализация при помощи МРТ отражает скорость отклика и силу сигнала, возникающего при релаксации стимулированных ядер определенных тканей. Представленная ниже таблица отражает внешний вид различных тканей для T1 и T2-взвешейных изображений.

Кость обычно не дает радиочастотный сигнал при МР-сканировании, и поэтому выглядит черной на всех МРТ-изображениях. Это вызвано малой плотностью протонов водорода в кортикальном слое кости. Красный костный мозг однако, может быть выведен на дисплее серым цветом на T1-взвешенном изображении.

Воздух также выглядит черным, поскольку время релаксации T1 и T2 для воздуха существенно больше, чем времена использующиеся при МР-визуализации. Движущаяся кровь в сосудах или спинномозговая жидкость оттекает из области действия приемных катушек-антенн еще до того, как сигнал мог бы быть зарегистрирован. Таким образом, кортикальным слой кости, воздух, движущаяся кровь, спинномозговая жидкость из-за отсутствия от них сигнала отображаются черным цветом на T1 -взвешенных изображениях.

Однако некоторые из этих типов тканей — спинномозговая жидкость и вода — при T2-вилуализации отображаются светлыми тонами, как это видно при сравнении T1- и T2-изображений.

ПЛОСКОСТИ ОРИЕНТАЦИИ

В отличие от КТ-изображений в МРТ различные ориентации плоскостей среза могут достигаться без изменения положения тела пациента. Ориентацию плоскости среза определяют градиентные катушки. Данные могут быть собраны как в поперечном, так и в сагиттальном или фронтальном сечении. В МРТ-изображения слоев любой ориентации имеют одинаковое качество в отличие от КТ, где изображение, реконструированное в корональной или сагиттальной плоскости, имеет более зернистый характер.

Примеры МРТ-исследований

С помощью МРТ исследуются **головной мозг, позвоночник, конечности и суставы, живот, таз**, что будет описано на следующих страницах.

Возрастающее число программ обработки изображения позволяет выбирать способ визуализации в зависимости от пациента и подозреваемой патологии. Для полноты исследования и диагностики установки диагноза используются оба вида взвешенности изображения — T1 и T2.

Главной целью является **получение изображения хорошего качества за достаточно приемлемое время.** При выборе программного обеспечения внимание уделяется длительности сканирования, пространственному разрешению, коэффициенту сигнал/шум и числу срезов в приемлемых пределах.

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОТНОСТИ ПРОТОНОВ[1]

ТКАНЬ	ПЛОТНОСТЬ ПРОТОНОВ	T1, мс	T2,мс
Спинномозговая жидкость	10,8	2000	250
Серое вещество головного мозга	10,5	475	118
Белое вещество головного мозга	11,0	300	133
Жир	10,9	150	150
Мышцы	11,0	450	64
Печень	10,0	250	44

[1] Сравнение показателей плотности протонов, значений T1 и T2 для различных тканей при сильной силе поля.

ВНЕШНИЙ ВИД T1- И T2- ВЗВЕШЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

ТИП ТКАНИ	T1	T2
Кортикальный слой кости	Темный	Темный
Красный костный мозг	Светло-серый	Темно-серый
Воздух	Темный	Темный
Жир	Белый	Темный
Белое мозговое вещество	Светло-серый	Темно-серый
Серое мозговое вещество	Темно-серый	Светло-серый
Спинномозговая жидкость/ вода	Темный	Белый
Мышцы	Темно-серый	Темно-серый
Сосуды	Темный	Темный

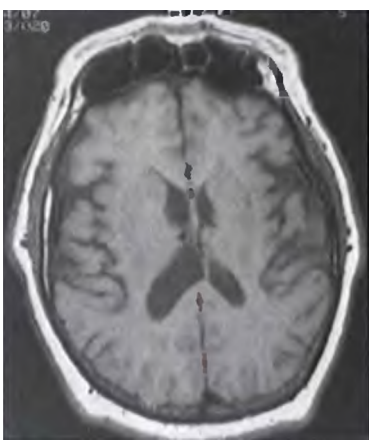


Рис. 24-50. T1-взвешенное изображение

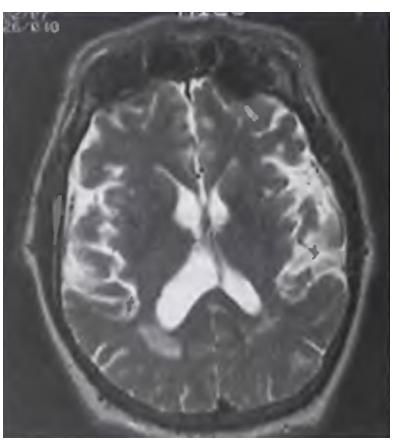


Рис. 24-51. T2-взвешенное изображение

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Структуры, которые визуализируются наилучшим образом

Серое и белое вещество головного мозга, нервная ткань, базальные ганглии, желудочки, ствол головного мозга.

Выявляемая патология

Заболевания белого вещества головного мозга, в особенности рассеянный склероз и другие демиелинизующие заболевания; новообразования; инфекции, в том числе связанные со СПИДом и вирусом герпеса; геморрагические нарушения; сосудистые аневризмы и ишемические нарушения.

Контрастное вещество Gd-DTPA с T1-взвешенными изображениями. Эффективность Gd-DTPA доказана при диагностике многих заболеваний головного мозга.

Технические условия исследования

- Стандартная катушка для головы.
- Поверхностные катушки, используемые для меньших анатомических областей, таких как глазница или височно-нижнечелюстной сустав.
- T1-взвешенные последовательности импульсов.
- T2-взвешенные последовательности импульсов.

Укладка снимаемой области

- Пациент в положении лежа на спине, головой вперед.
- Удобное расположение головы в головной катушке.
- Центральное расположение головы и катушки по отношению к главному магниту.

T1-взвешенные изображения используются для демонстрации анатомических структур. Применение Gd-DTPA в этом случае позволяет улучшить выявление патологических изменений, обнаруженных на T1- и T2-взвешенных изображениях, и облегчить их дифференциальную диагностику.

T2-взвешенные изображения эффективны для демонстрации патологических изменений и связанного с ними отека. На T2-взвешенных изображениях видны инфаркт, травмы, воспаления, дегенеративные заболевания, новообразования и кровоизлияния.

Сравнение с компьютерной томографией. По сравнению с КТ МРТ отличается лучшим контрастным разрешением мягких тканей, возможностью выполнения мультипланарных срезов и отсутствием ионизирующего излучения. МРТ превосходит КТ при изображении задней ямки и ствола головного мозга из-за отсутствия артефактов от костных структур и в обнаружении мелких изменений, связанных с изменением содержания воды в тканях.

В тех случаях, когда важно обнаружить мелкие кальцинаты, КТ является наилучшим методом по сравнению с МРТ, так как МРТ обычно нечувствительна к мелким кальцинатам. КТ и обычная рентгенография остаются лучшими методами диагностики переломов свода черепа. Пациенты с травмой в тяжелом состоянии, находящиеся на мониторинге и с системами жизнеобеспечения, чаще подвергаются КТ-исследованию, что связано с более коротким временем исследования, отсутствием ограничений из-за движения пациента, с возможностью в большей степени контролировать пациента, а также с возможностью визуализации острого кровотечения и переломов без отключения системы жизнеобеспечения.



Рис. 24-52. Пациент с головной катушкой (пациент и катушка будут вдвинуты в центр магнита)

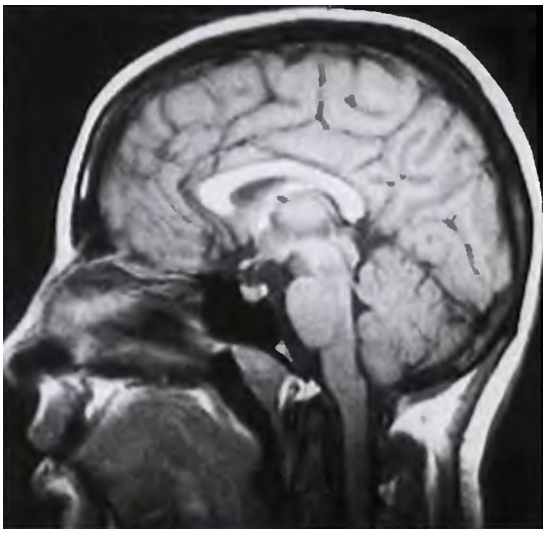


Рис. 24-53. Сагиттальный срез (T1)

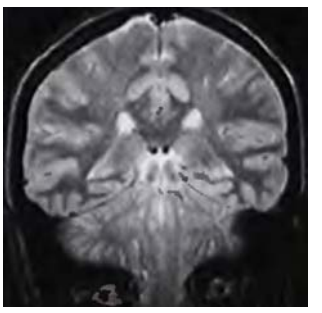


Рис. 24-54. Корональный срез (T2)

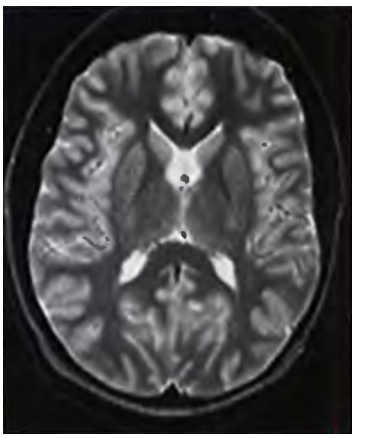


Рис. 24-55. Аксиальный срез (T2)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗВОНОЧНИКА

Структуры, которые визуализируются наилучшим образом

Спинной мозг, нервная ткань, межпозвоночные диски, костный мозг, суставные полости, краниовертебральные вены, желтые связки.

Выявляемая патология

Грыжа межпозвоночного диска, дегенеративные изменения костей и костного мозга, новообразования, воспалительные и демиелинизирующие заболевания, врожденные аномалии.

Контрастное вещество

- Gd-DTPA с T1-взвешенным изображением.
- Эти изображения должны захватывать область патологических изменений. Cd-DTPA усиливает контрастность опухолей и применяется в послеоперационном периоде для диагностики рецидива заболевания межпозвоночных дисков.

Технические условия исследования

- Шейный отдел позвоночника, планарная, контурная или квадратурная поверхностная катушка.
- Грудной/поясничный отдел позвоночника: планарная поверхностная катушка (указано стрелками).
- T1-взвешенные последовательности импульсов.
- T2-взвешенные последовательности импульсов.
- Сердечное стробирование (при подозрении на миелопатию).

Укладка снимаемой области

- Пациент в положении лежа на спине, головой вперед для шейного отдела позвоночника, головой или ногами вперед для грудного отдела позвоночника, ногами вперед для поясничного отдела позвоночника.
- Анатомическая область интереса центрируется по отношению к поверхностной катушке.
- Пациент и поверхностная катушка центрируются по отношению к главному магниту.

T1-взвешенные изображения эффективны при визуализации анатомических деталей — корешков нервов, окруженных жиром, дисков, позвонков, дугоотростчатых суставов и межпозвоночных отверстий. Их применяют для оценки кист, патологических полостей в спинном мозге и липом.

T2-взвешенные изображения требуются при оценке заболеваний межпозвоночных дисков, аномалий спинного мозга, опухолевых и воспалительных изменений. Градиент-эхо (ГЭ) или спин-эхо последовательности с T2-взвешенностью дают миелографический эффект с резким контрастом между спинным мозгом и спинномозговой жидкостью.

Сравнение с компьютерной томографией. Основные преимущества МРТ по сравнению с КТ заключаются в отсутствии необходимости подоболочечного введения контрастного вещества для оценки состояния спинного мозга и субарахноидального пространства, а также в охвате большей области позвоночника в сагиттальной плоскости. Но КТ остается обязательным исследованием в диагностике тяжелых травм позвоночника.

Несмотря на уменьшение необходимости в миелографии, в некоторых случаях она все же показана. Миелография в сочетании с КТ показана, когда подвижность пациента или выраженный сколиоз делают МРТ не столь эффективной.



Рис. 24-56. Исследование шейного отдела позвоночника (Пациента с установленной катушкой для задней поверхности шейного отдела позвоночника вдвигают внутрь центра магнита.)



Рис. 24-57. Исследование поясничного отдела позвоночника. (Пациента с планарной поверхностной катушкой под ним (указано стрелкой, вдвигают в центр магнита)



Рис. 24-58. Сагиттальный срез шейного отдела позвоночника (T1)

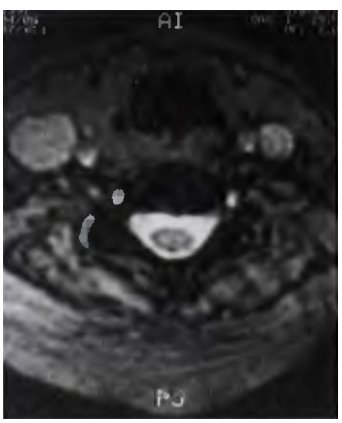


Рис. 24-59. Аксиальный срез шейного отдела позвоночника (T1)



Рис. 24-60. Сагиттальный срез поясничного отдела позвоночника (T2)



Рис. 24-61. Аксиальный срез поясничного отдела позвоночника (T2)

ИССЛЕДОВАНИЕ СУСТАВОВ И КОНЕЧНОСТЕЙ

Структуры, которые визуализируются наилучшим образом

Жир, мышцы, связки, сухожилия, нервы, кровеносные сосуды, костный мозг.

Выявляемая патология

Патология костного мозга, опухоли мягких тканей, остеонекроз, разрывы связок и сухожилии

Технические условия исследования

- Поверхностные катушки для конечностей.
- T1-взвешенные последовательности импульсов.
- T2-взвешенные последовательности импульсов.
- При глубоком расположении исследуемой анатомической области выбирают катушку, окружающую выбранную анатомическую область. При поверхностном расположении структур выбирают катушку, которую можно расположить на выбранной анатомической области.

Укладка снимаемой области

- Пациент головой или ногами вперед.
- Положение на животе или на спине, в зависимости от удобства для пациента.
- Центральное расположение исследуемой анатомической области по отношению к катушке.
- Центральное расположение катушки по отношению к главному магниту.

T1-взвешенные изображения показаны для визуализации анатомических деталей — суставных хрящей, связок и сухожилий. При визуализации остеонекроза показаны также T1-взвешенные изображения.

T2-взвешенные изображения показаны для визуализации опухолей, воспалительных изменений, отека, сопровождающего разрыв связок и сухожилий. T2-взвешенные изображения также используют при диагностике патологии костного мозга, костных опухолей и распространенности патологического процесса в мышцах.

Замечание. МРТ является первичным методом диагностики поражения внутренних структур коленного сустава, патологии менисков, аваскулярных некрозов, мягкотканных образований, патологии костного мозга. Доказана ценность МРТ в диагностике патологии плечевого сустава.



Рис. 24-62. Местоположение катушки для коленного сустава (пациент и катушка вдвигаются внутрь центра магнита)



Рис. 24-63. Местоположение катушки для плеча



Рис. 24-64. Сагиттальный срез коленного сустава (взвешенность по протонной плотности)



Рис. 24-65. Фронтальный срез коленного сустава (T1)

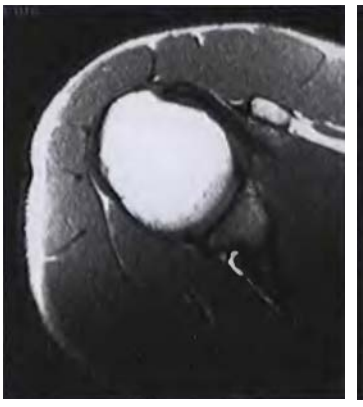


Рис. 24-66. Аксиальный срез плечевого сустава (T1)



Рис. 24-67. Корональный срез плечевого сустава (T1)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И МАЛОГО ТАЗА

Структуры, которые визуализируются наилучшим образом

Печень, поджелудочная железа, селезенка, надпочечники, желчный пузырь, почка, сосуды, половые органы.

Выявляемая патология

Размер и стадия развития опухолей, в особенности у детей, таких как нейробластома, опухоль Вильсона; ретроперитонеальные структуры и гемангиома печени.

Подготовка к исследованию

Пациента могут попросить голодать или пить только воду за 4 часа до исследования. Для уменьшения перистальтики кишечника может быть введен глюкагон.

Технические условия исследования

- Катушка для всего тела.
- T1-взвешенные последовательности импульсов.
- T2-взвешенные последовательности импульсов.
- Дыхательное стробирование.
- Задержка дыхательных движении в верхнем отделе брюшной полости.

Обычно используется стандартная катушка для тела; поверхностные катушки могут использоваться для поверхностных структур. Для исследования простаты и половых органов может использоваться трансректальная катушка.

Укладка снимаемой области

- Пациент в положении лежа на спине, ногами вперед при исследовании органов брюшной полости и малого таза.
- Центральное расположение исследуемой анатомической области по отношению к главному магниту.

T1-взвешенные изображения применяются для визуализации анатомических деталей. T1-взвешенные изображения помогают также идентифицировать опухоли, содержащие жир и кровоизлияние.

T2-взвешенные изображения полезны для оценки содержания воды в тканях при опухолях и других патологических состояниях.

Замечание. МР-исследование брюшной полости в прошлом было ограничено вследствие артефактов, вызванных дыхательными, сердечными и перистальтическими движениями. Однако новые МРТ-сканеры с использованием дыхательного и сердечного стробирования имеют существенно более короткое время сканирования, сопоставимое со временем сканирования в КТ, что позволило проводить МР-исследования этих областей. УЗИ и КТ будут, вероятно, оставаться лучшими методами в диагностике почечных кист. МРТ показано при оценке приживаемости почек после их трансплантации.

При МРТ хорошо визуализируются анатомические структуры малого таза. Ультразвук остается золотым стандартом при патологии матки, яичников и мошонки.

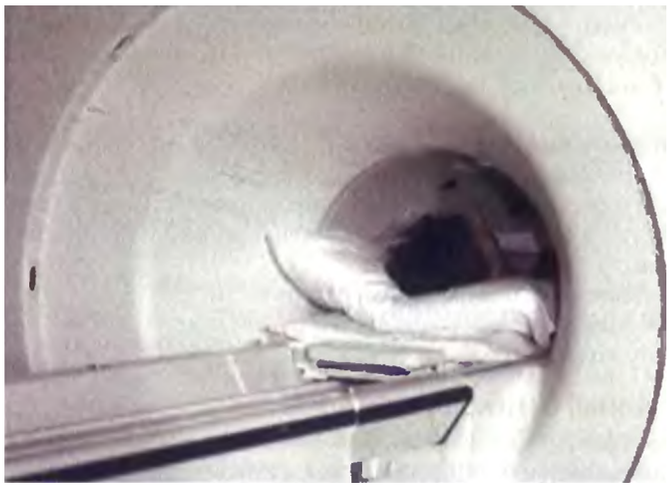


Рис. 24-68. Положение пациента при МРТ брюшной полости

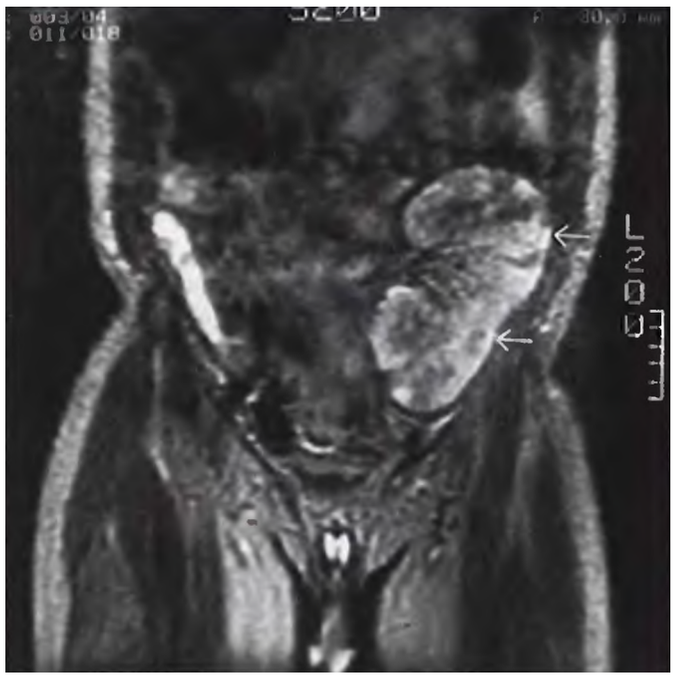


Рис. 24-69. Фронтальный срез (T2). (После трансплантации левой почки, указано стрелками.)

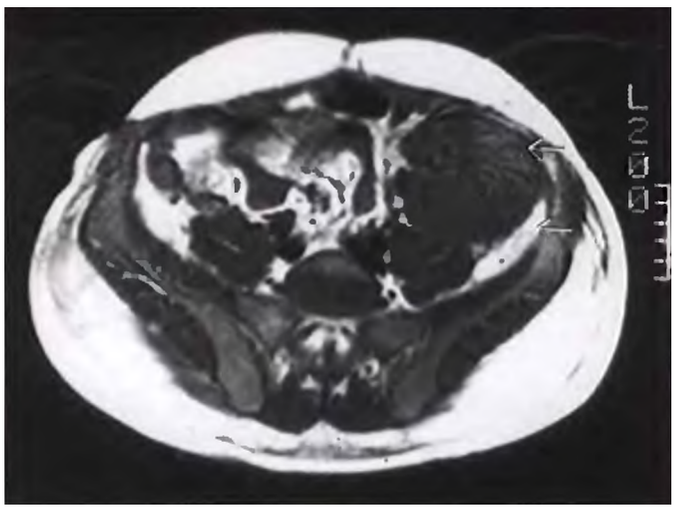


Рис. 24-70. Аксиальный срез (T2). (Трансплантированная почка слева.)

Терминология[1]

ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

Невринома слухового нерва: опухоль, произрастающая из нервных клеток и нервных волокон и влияющая на чувство слуха.

Хордома: злокачественная опухоль из эмбриональной хорды (стержнеподобное тело, определяющее первичную ось эмбриона).

Менингиома: плотная медленно растущая сосудистая опухоль, появляющаяся прежде всего вдоль менингеальных сосудов и верхнего продольного синуса, прорастающая в твердую мозговую оболочку и вызывающая эрозии и истончение черепа.

Остеонекроз: отмирание или некроз кости.

Шваннома: новообразование из шванновской оболочки нервного волокна Шванны (периневрия).

ТЕРМИНЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К МРТ

- **Артефакты:** фальшивые объекты на изображении, вызванные движением пациента или недостатками оборудования.[2]
- **Биполярные поток-кодированные градиенты:** градиенты, чья полярность инвертирована для декодирования скорости объекта по изменению фазы ответного сигнала, — методика, используемая при ангиографии [3].
- **Воксел:** элемент объема, соответствующий пикселу для данной толщины среза.
- **Время релаксации:** после возбуждения ядро стремится вернуться к своему равновесному положению в соответствии с этой временной постоянной.
- **Гаусс (Г):** единица плотности магнитного потока в системе СГС, в настоящее время предпочитают использовать единицу Тесла (Т) (1Т = 10000 Г).
- **Градиент-индуцированное магнитное поле:** магнитное поле, изменяющееся по напряженности в заданном направлении, необходимо для расшифровки локализации исходящего МР-сигнала.
- **Градиентные катушки:** токопроводящие катушки, разработанные для создания желаемого градиента магнитного поля. [2]
- **Преобразование по Фурье:** математическая процедура частотного разложения двумерного сигнала.
- **Импульсные последовательности:** набор радиочастотных импульсов определенной интенсивности, направленности и длительности.
- **Катушка:** одна или множество петель провода, предназначенные для создания магнитного поля при протекании через них электрического тока или регистрирующие изменения магнитного поля через индукцию напряжения в проводе [2].
- **Кинопетля:** в МРТ — получение последовательного во времени набора изображений, например сердечного цикла, и последующее последовательное выведение изображений на монитор в манере, имитирующей движение.[3]
- **Контрастное разрешение:** способность отличать смежные мягкие ткани друг от друга на изображении. Является главным достоинством МРТ [2].
- **Коэффициент сигнал-шум:** отношение интенсивности полезною сигнала к интенсивности шумового сигнала.
- **Криогены:** атмосферные газы — азот, гелий, охлажденные до температуры сжижения.

---

[1] Все определения, кроме тех, что названы особо, взяты из *Dorland's illustrated medical dictionary*, ed. 28, Philadelphia, 1994, WB Saunders.

[2] Bushong, Stewart C: **Magnetic resonance imaging physical and biological principles**, ed. 2, Mosby, 1995.

[3] Signa Applications Guide: **Vascular magnetic resonance imaging**, vol. 3, GE Medical systems, Cat. #E8804DB, 1990.

- **Периферическое магнитное поле:** магнитное поле за пределами магнита МР-сканера.
- **Пиксел:** акроним для элемента изображения: наименьшая дискретная частица цифрового и изображения дисплея.
- **Плотность протонов:** см. спиновую плотность.
- **Поле обзора (поле зрения):** отображенная анатомическая область (обычно выраженная в см); произведение количества элементов матрицы изображения на размер ее пикселов. [1]
- **Поток-связанное усиление:** процесс при котором интенсивность сигналов от движущихся тканей, таких как кровь, можно увеличить по сравнению с сигналом стационарной ткани [1].
- **Прецессия:** медленный поворот оси вращения по конической поверхности. Осью конуса является направление внешней приложенной силы.
- **Принимающая катушка:** катушка РЧ-приемника, регистрирующая МР-сигналы.
- **Радиочастота (РЧ):** электромагнитное излучение с энергией меньше, чем у инфракрасного излучения; в мРТ обычно используется РЧ в диапазоне от 10 до 100 МГц[2].
- **РЧ-катушка:** используется для передачи РЧ-импульсов и/или для получения МР-сигналов.
- **Спиновая плотность:** плотность спинов ядер в заданной области, один из определяющих факторов интенсивности МР-сигнала.
- **Стробирование:** методика МРТ, используемая для минимизации артефактов от движения, при которой электрокардиография или датчик сердечного пульса синхронизирует включение МРТ сканирования[1].
- **T1:** время продольной релаксации; характеризуется временем выравнивания спинов ядер по внешнему магнитному полю.
- **T2:** спин-спиновое или поперечное время релаксации; время потери фазовой когерентности ядер благодаря взаимодействиям между их спинами; никогда не превосходит T1.
- **TE:** время от начала одной последовательности импульсов до начала следующей.
- **Тесла (Т):** предпочитаемая единица плотности магнитного потока или силы магнитного поля; 1 Тесла равна 10000 Гаусс.
- **Угол отклонения (flip angle):** угол между результирующим направлением вектора намагниченности под воздействием РЧ-импульса и направлением статического магнитного поля B_0[2].
- **Усреднение (усреднение сигналов):** методика увеличения коэффициента сигнал/шум, при котором тот же МР-сигнал регистрируется 2 или более раз, затем складывается и усредняется.[1]
- **Фазово-контрастная ангиография:** двух- или трехмерный метод визуализации, в основе которого лежит фазовый сдвиг, вызванный скоростью движения жидкости, позволяющий отличать движущуюся кровь от статичных тканей [1].
- **Фактор заполнения:** мера геометрического отношения РЧ-катушки и тела влияет на эффективность облучения тела и регистрации МР-сигналов, таким образом влияет на отношение сигнал/шум; высокий фактор заполнения требует расположения катушки близко к телу[2].
- **Фурье-преобразование:** математическая процедура частотного разложения сигнала; является основной для большинства методик визуализации.

---

[1] Bushong, Stewart C: **Magnetic resonance imaging physical and biological principles**, ed. 2, Mosby, 1995.

[2] Signa Applications Guide: **Vascular magnetic resonance imaging**, vol. 3, GE Medical systems, Cat. #E8804DB, 1990.

Литература по МРТ

КНИГИ

Berquist, Ehman, Richardson: *Magnetic resonance of the musculoskeletal system*, 1987, Raven Press.

Brant-Zavadski M, Norman D: *Magnetic resonance imaging of the CNS*, 1987, Raven Press.

Bushong SC: *Magnetic resonance imaging physical and biological principles*, 1995, Mosby

Heiken JP, Brown JJ: *Manual of clinical magnetic resonance imaging*, ed. 2, 1991, Raven Press.

Kaiser R: *MRI of the spine: a guide to clinical applications*, 1990, Theime Medical Publishers.

Lufkin RB: The MRI manual, 1990, Year Book Medical Publishers

Maravilla, Cohen: *MRI, atlas of the spine*, 1991, Raven Press.

Partain et al: *Magnetic resonance imaging*, volume 1, ed 2, 1998, WB Saunders.

Runge VM: Clinical magnetic resonance imaging, 1990, JB Lippincott.

Start DD, Bradley WG, editors: Magnetic resonance imaging, St Louis, 1987, Mosby.

ПЕРИОДИКА

BNI Quarterly 5:1, 1989.

Brant-Zavaddski M: MR imaging of the brain, *Radiology* 166:• • •, 1988.

GE Medical Systems: *Signa application guide, vascular magnetic resonance imaging*, Vol. 3, 1990.

Marqulis, Higgins, Kaufman, Crooks: *Clinical magnetic resonance imaging*, San Francisco, 1983, Radiology Research and Education Foundation.

Shellock FG, Crues JV: Safely considerations in magnetic resonance imaging, *MRI Decisions* 2:25, 1988.

Shellock F, Emanual MD: *Polices, guidelines, and recommendations for MR imaging safety and patient management*, SMRI Report Journal of Magnetic Resonance Imaging 1: :• • •, 1991.

Shellock F: MR imaging of metallic implants and materials: a compilation of the literature *AJR* Oct. 1985.

Underwood R, Firmin D: *Magnetic resonance of the cardiovascular system*, London. 1991, Blackwell Scientific Publications.

Литература по УЗИ

Ballinger PW, Frank ED: *Merrill's atlas of radiographic positions and radiologic procedures*, ed 9, St Louis, 1999, Mosby.

Hedrick WR, Hykes DL, Sarchman DE: *Ultrasound physics and instrumentation*, ed 3, St Louis, 1995, Mosby.

Hendee WR, Ritenour ER: *Medical imaging physics*, ed 3, St Louis, 1992, Mosby.

Zwiebel WJ, Sohaey R: *Introduction to ultrasound*, Philadelphia, 1998, WB Saunders.

Библиография

Ballinger PW, Frank ED: *Merrill's atlas of radiographic positions and radiologic procedures*, ed 9, vols. 1, 2, 3, St Louis, 1999, Mosby.

Berkow R, Beer M, Fletcher A: *The Merck manual of medical information*, Whitehouse Station, NJ, 1997, Merck Research Laboratories

Bushong SC: Radiologic science for technologists, ed 6, St Louis, 1997, Mosby.

Cahill DR, Orland MJ: *Atlas of human cross-sectional anatomy*, Philadelphia, 1984, Lea & Febiger.

Carlton RR, Adler AM: *Principles of radiographic imaging*, ed 2, Albany, l996, Delmar.

Carrol QB: *Fuchs's principles of radiographic exposure, processing and quality control*, ed 4, Springfield, iLL, 1990, Charles C Thomas.

Clark KC: *Positioning in radiography*, ed 11, London, 1986, Ilford Ltd., William Heinemann Medical Books.

Compere W: Radiogiapnic atlas of the temporal bone, book 1, ed 1, St Paul, Minn, 1964, H.M. Smyth.

Cornuelle AG, Gronefeld DH: Radiographic anatomy & positioning, Stanford, 1998, Appleton & Lange.

Cullinan AM: *Optimizing radiographic positioning,* Philadelphia, 1992, JB Lippincott.

Eisenberg RL, Dennis CA, May CR: Radiographic pathology, ed 2, St Louis, 1995, Mosby.

Gerhart P, Van Kaich G: Total body computed tomography, ed 2, Stuttgart, 1979, Georg THIEME.

Godderidge C: *Pediatric imaging*, Philadelphia, 1995, WB Saunders.

Gray H: *Anatomy of the human body*, ed 30, Philadelphia, 1985, Lea & Febiger.

Hedrick WR, Hykes DL, Starchman DE: *Ultrasound physics and instrumentation*, ed 3, St Louis, 1995, Mosby.

Hendee WR, Ritenour ER: *Medical imaging physics*, ed 3, St Louis, 1992, Mosby.

Linn-Watson TA: *Radiographic pathology*, Philadelphia, 1996, WB Saunders.

Long BW, Rafert JA: *Orthopaedic radiography*, Philadelphia, 1995, WB Saunders.

Monaster BJ: *Handbook of skeletal radiology*, ed 2, St Louis, 1997, Mosby.

McQuillen-Martinsen K: *Radiographic critique*, Philadelphia, 1996, WB Saunders.

Meschan I: An atlas of anatomy basic to radiology, ed 1, Philadelphia, 1975, Lea & Febiger.

Meschan I: *Radiographic positioning and related anatomy*, ed 2, Philadelphia, 1978, WB Saunders.

Netter FH: *Atlas of human anatomy*, ed 2, East Hannover, 1997, Novartis.

Norman D, Korobkin M, Newton T, editors: *Computed tomography*, ed 1, St Louis, 1977, Mosby.

Statkiewicz MA, Ritenour LR: Radiation protection in medical radiography, ed 3, St Louis, 1998, Mosby.

Tortora GR, Anagnostakos NP: *Principles of anatomy and physiology*, ed 4, New York, 1984, Harper & Row.

Tortorici M : *Administration of imaging pharmaceuticals*, Philadelphia, 1996, WB Saunders.

Tortorici M: *Medical imaging*, Philadelphia, 1996, WB Saunders.

Tortorici MR, Apfel PJ: Advanced radiographic and angiographic procedures with an introduction to specialized imaging, Philadelphia, 1995, FA Davis.

Watkins GL, Moore TE: *Atypical orthopaedic procedures*, St Louis, 1993, Mosby.

Woodburne RT, Burkel WE: Essentials of human anatomy, ed 8, New York, 1988, Oxford University Press.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Практические аспекты рентгенографии

АВТОР: Уваров В.В., Генеральный директор ЗАО «ИНТЕЛМЕДТЕХНИКА»

СОДЕРЖАНИЕ

А. Рентгеновская пленка и усиливающие экраны

Строение рентгеновской пленки, 781
- Спектральная чувствительность рентгеновской пленки, 781
- Форма «зерна» галогенида серебра и ее влияние на свойства пленки, 782
- Эмульсии с плоскими зернами галогенидов и их преимущества, 782
  - Т-МАТ эмульсии КОДАК, 782
  - Эффект кроссовера («crossover»), 782
  - «Структурированной близнецы» (АГФА) и прочие эмульсии с плоскими зернами, 782

Усиливающие экраны, 783
- Люминесценция, флюоресценция и фосфоресценция, 783
- Сцинтилляторы для усиливающих экранов, 783
- Строение усиливающего экрана, 784
- Коэффициент усиления, 784

ЗАО РЕНЕКС, г. Новосибирск, 785
- Усиливающие экраны и катеты ЗАО «РЕНЕКС», г. Новосибирск, 785

Б. Фотообработка рентгеновской пленки

Ручная и автоматическая фотообработка пленки, 786
- Анализ временных затрат, 786
- Эффективность работы рентгенолаборанта, 786
- Преимущества ручного метода, 787
  - Устройство бака-танка для ручной обработки рентгеновской пленки, 787
  - Сушильный шкаф, 787
- Технология ручной обработки пленки, 787
- Преимущества автоматического метода, 788
  - Закон эквивалентности экспозиции и его нарушение, 788
- Устройство проявочной машины, 788
  - Загрузочный лоток, 789
  - Система регенерации растворов, 789
  - Транспортная система, 790
  - Длительность цикла обработки пленки, 790
  - Обработка маммографической пленки, 790
  - Система циркуляции и нагрева химикатов, 791
  - Система подачи воды для промывки пленки, 791
  - Модуль сушки пленки, 791
- Проблемы при использовании проявочной машины и уход за ней, 792
  - Типичные проблемы при переходе от ручного к автоматическому методу обработки пленки, 792
  - Проблемы, связанные с работой транспортной системы проявочной машины, 792
  - Уход за машиной, 792
- Артефакты, возникающие при фотообработке рентгеновской пленки, 793
- Контроль качества фотопроцесса, 794
- Качество рентгеновского изображения, 897
- Негатоскопы, 803
- Литература, 803

В. Оборудование для оснащения рентгеновского кабинета

Завод VILLA SISTEMI MEDICALI, Италия, 899
- История завода ВИЛЛА СМ, 800
- ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ в России, 800

Стационарный аппарат для рентгенографии MOVIPLAN (МОВИПЛАН), 801
- Состав аппарата для рентгенографии (2 рабочие места), 801
  - Стол снимков MOVIPLAN (МОВИПЛАН), 801
  - Стойка снимков TELERADIOCRAPHI (ТЕЛЕРАДИОГРАФИ), 803
  - Высокочастотный рентгеновский генератор G100, 803
    - * Разновидности рентгеновских генераторов, 803
    - * Выбор параметров экспозиции (технических условий исследования), 804
  - О проекциях, описанных в Руководстве, 804
  - Система автоматического контроля экспозиции (АКЭ),805
  - Ионизационные камеры для системы АКЭ, 805
  - Дозовая нагрузка на пациента - терминология и принципы, 806
  - Дозиметрия на рентгеновском генераторе G100, 806
- Рентгеновские излучатели, 807
- Рентгеновские трубки, 807

Поворотные столы-штативы (первое рабочее место), 808
- Поворотный стол-штатив VIROMATIC (ВИРОМАТИК), 808
- Поворотный стол-штатив VISION (ВИЖН), 809

Аппараты на три рабочих места, 809
- Усилитель рентгеновского изображения (УРИ), 810

Цифровые системы получения и обработки рентгеновского изображения, 811
- Устройство цифровой системы и ее интеграция с рентгеновским аппаратом, 811
- Цифровые системы семейства DIVA (ДИВА), 811
- Сравнение цифровой системы и АРМ рентгенолога, 811

Дистанционно управляемые (ДУ) столы-штативы, 812
- Стол-штатив APOLLO (АПОЛЛО), 812
- Стол-штатив MERCURY (МЕРКУРИ), 812

Рентгеновские аппараты для стоматологии, 813
- Дентальный снимочный аппарат ENDOS (ЭНДОС), 813
- Рентгеновские аппараты для панорамной дентальной съемки - STRATO (СТРАТО), 813

Маммограф MELODY (МЕЛОДИ), 814

Завод TECHNIX, Италия, 815
- Мобильные аппараты серии TMS, 815
- Мобильные аппараты со штативом С-дуга серии TCA, 816

Средства радиационной защиты ЗАО РЕНЕКС, г. Новосибирск, 817

А. РЕНТГЕНОВСКАЯ ПЛЕНКА И УСИЛИВАЮЩИЕ ЭКРАНЫ

Введение

Несмотря на успехи «цифровой революции» в ретгенодиагностике, которая имеет место в Японии, США и Европе, на сегодняшний день в мире **с помощью рентгеновской пленки выполняется более 70% всех исследований**. Поэтому нашим рентгенолаборантам следует хорошо понимать как структуру рентгеновских пленок, так и процесс их фотообработки — ручным способом или с помощью проявочной машины.

Лаже если рентгеновский аппарат был самый современный, и рентгенолаборант идеально выполнил укладку и подобрал наилучшие параметры экспозиции — **качество конечной рентгенограммы будет зависеть от мастерства технолога фотолаборатории**[1].

Все уставки, приведенные в настоящем Руководстве, работают отлично, если налажен процесс фотообработки пленки.

СТРОЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКОЙ ПЛЕНКИ

Наиболее часто в практике встречаются рентгеновские пленки, покрытые эмульсией с двух сторон (рис. А-1). Опишем основные элементы структуры пленки:

Защитное покрытие — тонкий слой прозрачного вещества, защищающего эмульсию от царапин.

Эмульсия — смесь желатины и галогенидов серебра (в основном бромида и йодида). Толщина эмульсии около 5 микрон.

Клеящий слой — тонкий (в несколько молекул) слой специального вещества адгезивного и к полиэстеру, и к эмульсии.

Основание пленки (подложка) — это чаще всего тетрафталат полиэтилена (полиэстер). Это инертное, не горючее, оптически прозрачное вещество, стабильное в агрессивных средах, гибкое, но сохраняющее форму. Полиэстер сам по себе бесцветен, но в него добавляют голубой краситель, чтобы изображение на снимке лучше воспринималось глазом при рассматривании снимка на негатоскопе с цветовой температурой ламп 6500 К. Толщина основы 180-250 микрон.

Спектральная чувствительность рентгеновской пленки

Галогениды серебра (чаще всего бромид с примесью йодида), внедренные в желатин эмульсии пленки, реагируют на свет определенного диапазона длин волн. Типичная спектрограмма приведена на рис. А-2.

В качестве стартовой длины волны для спектрограммы рентгенонской пленки обычно выбирают 350 нм (1 нм = 10^{-9} м), которая соответствует ультрафиолетовой области спектра. Важной точкой является — **пик чувствительности и граница области чувствительности** (рис. А-2).

Сам по себе бромид серебра имеет границу области чувствительности — 480 нм (синяя область спектра). Добавки йодида серебра смещают границу к 530 нм (ближе к зеленому), но в целом **бромид серебра чувствителен к синему цвету** (рис. А-2)

Принципы изменения спектральной чувствительности фотоэмульсий были разработаны еще в 19 веке и заключаются в добавлении красителей в эмульсию. Краситель покрывает кристалл галогенида серебра (тонким слоем в 1-3 молекулы) и поглощает кванты света своего цвета. На рис. А-3 приведен один из вариантов графика чувствительности «зеленой» пленки. Пик чувствительности соответствует цвету добавленного красителя.

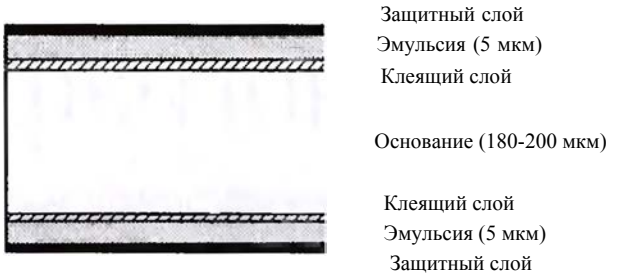


Рис. А-1. Структура рентгеновской пленки, покрытой эмульсией с двух сторон

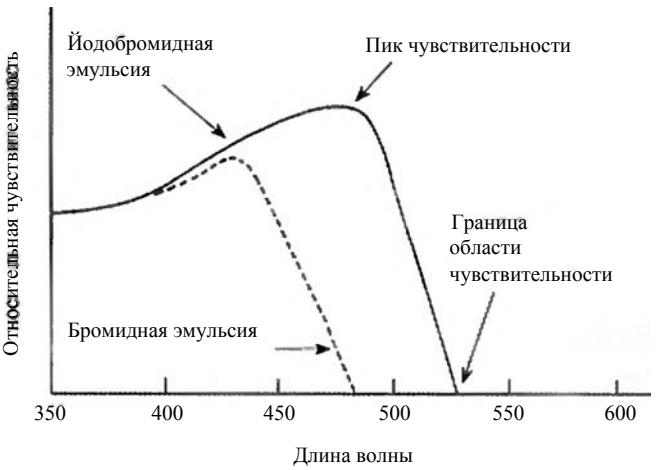


Рис. А-2. Спектральная чувствительнсть бромидной и йодобромидной эмульсий («синяя» пленка)

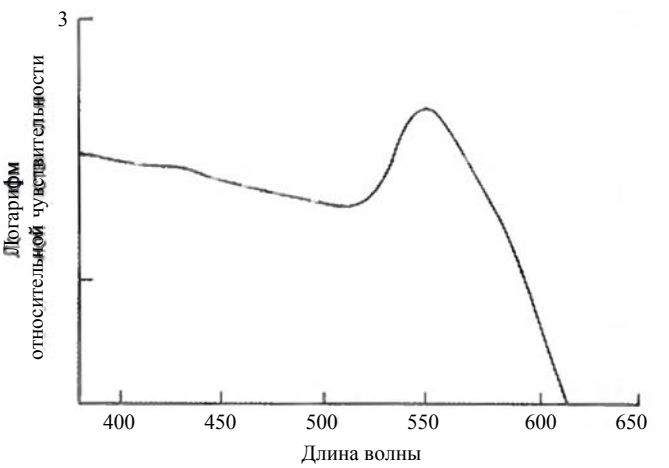


Рис. А-3. Спектральная чувствительность «зеленой» пленки

[1] В мире принято выделять работника фотолаборатории в отдельную единицу платного расписания - «Dark room technologist». - *Авт.*

Форма «зерна» галогенида серебра и ее влияние на свойства пленки

Немаловажным фактором для чувствительности рентгеновской пленки является форма «зерна» галогенида серебра. Оно может быть либо комочком неправильной формы (**трехмерное зерно**), либо напоминать плоскую пластинку (**двумерное зерно**) (рис. А-4).

Синечувствительные пленки обычно имеют трехмерные, шарообразные зерна галогенидов серебра. В этом случае количество поглощенного света зависит от объема зерен, а не от их поверхности, так как работает весь объем зерна галогенида серебра чувствительного к синему цвету.

При сдвиге спектральной чувствительности пленки в зеленую область спектра после добавления красителя начинает играть роль площадь зерен, так как сам галогенид нечувствителен в этой области спектра. На поглощение света работает лишь краситель, нанесенный на поверхность зерна. В этом случае выгоднее использовать плоские, двумерные зерна.

Эмульсии с плоскими зернами галогенидов и их преимущества

Т-МАТ эмульсии КОДАК

Эмульсии с плоскими зернами галогенидов серебра первой зарегистрировала фирма КОДАК. Т-МАТ эмульсия содержит практически идентичные зерна специальной формы (рис. А-4, Б). **Плоские зерна** работают как очень эффективные поглотители света и **уменьшают эффект «кроссовера»** примерно в 2 раза[1].

Эффект кроссовера («crossover»)

Рентгенография сегодня немыслима без кассет с усиливающими экранами. **Конечное изображение на пленке на 95% создается усиливающими экранами** и лишь на 5 % непосредственно рентгеновскими лучами.

На рис. А-5 изображено воздействие светового пучка, возникающего в толще люминофора экрана, на пленку. Изображение возникает с двух сторон, причем изображение на эмульсии 2 — нежелательное, так как оно делает снимок нечетким. Эта засветка противоположного слоя эмульсии называется кроссовером, от английского — crossover. Добавление красителя в полиэстер только на 50% уменьшает кроссовер.

Разработаны специальные вещества, которые полностью поглощают свет в спектральном диапазоне светимости усиливающего экрана. Этот антикроссоверный слой наносится между эмульсией и клеящим слоем.

Маммографические пленки, которые разработаны для получения изображения высочайшей четкости, имеют только один слой эмульсии. Вместо антикроссоверного слоя наносится вещество, поглощающее свет, отраженный от основы пленки.

«Структурированные близнецы» (АГФА) и прочие эмульсии с плоскими зернами

Основные компании, производящие рентгеновские пленки, также разработали свои варианты плоских зерен эмульсии. Так АГФА разработала эмульсию с зернами типа ST (structured twins) — «структурированные близнецы», представляющие собой комбинацию двух плоских зерен (рис. А-6).

Эмульсии с плоскими зернами имеют следующие преимущества:

1. Высокая четкость изображения (большое пространственное разрешение) по сравнению с обычными эмульсиями при одинаковой чувствительности;
2. Уменьшение содержания серебра в пленке;
3. Меньше серебра — выше скорость обработки пленки (45-секундный цикл).

В таблице на рис. А-7 приведен список плоских эмульсий от различных производителей. Отметим творчество разработчиков в борьбе с патентом КОДАК.

[1] Кроссовер увеличивается при уменьшении содержания серебра и эмульсии. - *Авт.*

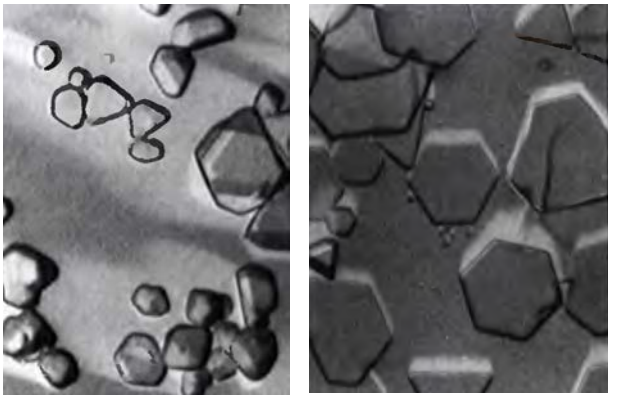


Рис. А-4. Микрофотография эмульсии пленки: А — трехмерные зерна неправильной формы, Б — плоские зерна эмульсии Т-МАТ, КОДАК

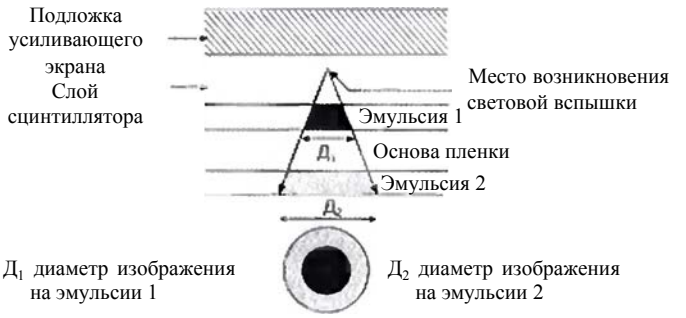


Рис. А-5. Влияние кроссовера на четкость снимка

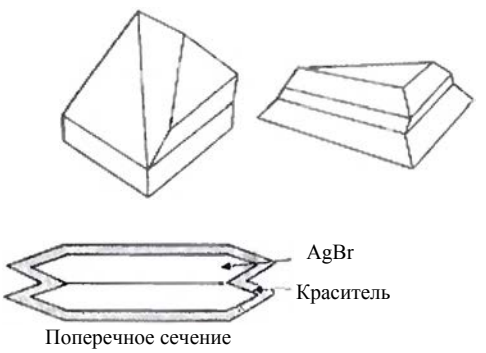


Рис. А-6. «Структурированные близнецы» фирмы АГФА

Название эмульсии	Перевод названия	Фирма производитель
T-MAT (homogenous tabular grains)	Однородные плоские зерна эмульсии	КОДАК
ST (structured twin grains)	«структурированные близнецы»	АГФА
SMG (surface modified grains)	поверхностно модифицированные зерна	ФУДЖИ
CLG (concentrated latent image grains)	зерна с повышенной концентрацией латентного изображения	ФУДЖИ
HMG (high ortho mono-dispersed grains)	высокомонодисперсные ортозерна	КОНИКА

Рис. А-7. Таблица названий эмульсий с плоскими зернами

УСИЛИВАЮЩИЕ ЭКРАНЫ

Как уже было сказано выше, на 95% конечное изображение на рентгенограмме обязано усиливающим экранам, которые превращают рентгеновское излучение в световое.

Люминесценция, флюоресценция и фосфоресценция

Эти три термина часто путают. В рентгенографии люминесценция может быть определена как способность вещества преобразовывать рентгеновское излучение (с короткой волной) в видимый свет (с длинной волной).

Люминесценция включает в себя два эффекта:

- Флюоресценция;
- Фосфоресценция.

О материале говорят, что он флюоресцирует, если он светится под воздействием (в нашем случае) рентгеновского излучения и свечение мгновенно (10^{-8} сек) прекращается после выключения экспозиции.

Фосфоресценция или послесвечение — это продолжительное (более 10^{-8} сек) свечение материала после выключения экспозиции. Послесвечение — нежелательный эффект для усиливающего экрана, так как оно приводит к большой нечеткости снимка.

Сцинтилляторы (люминофоры) для усиливающих экранов

Само люминесцентное вещество называют **сцинтиллятором** (или люминофором). На рис. А-8 приведено сравнение двух люминофоров, один из которых пригоден для усиливающего экрана, а другой — нет, из-за длительного послесвечения.

Основными люминофорами для усиливающих экранов служат: вольфрамат кальция ($CaWO_4$) и оксисульфиды редкоземельных элементов (в основном иттрия и гадолиния).

Вольфрамат кальция долгое время считался базовым люминофором для усиливающих экранов. Спектр его свечения приведен на рис. А-9. Как мы видим, он идеально подходит для пленок, чувствительных в синей области спектра.

Оксисульфиды редкоземельных элементов до последнего времени использовались только для экранов высокой чувствительности, которые было рекомендовано применять в педиатрии. Переход на пленку, чувствительную в зеленой области спектра, расширил область их применения. На рис. А-10 приведен спектр свечения экрана из оксисульфида гадолиния и спектральная чувствительность «зеленой» пленки.

Если внимательно рассмотреть графики свечения экранов на рис. А-9 и рис. А-10, то видно, что «синий» экран на 80% светится в синей области и на 20% в зеленой, обратное утверждение верно для «зеленых» экранов. Из этого следуют два вывода:

1. Распространенной ошибкой является использование «синей» пленки с «зелеными» экранами и наоборот. При этом можно получить хорошую рентгенограмму, увеличив экспозицию в 5 раз от нормы, что недопустимо.
2. Если один экран в кассете «зеленый», а другой — «синий», то получается **универсальная кассета**. Эту идею первой в мире реализовала фирма РЕНЕКС, г. Новосибирск (см. ниже).

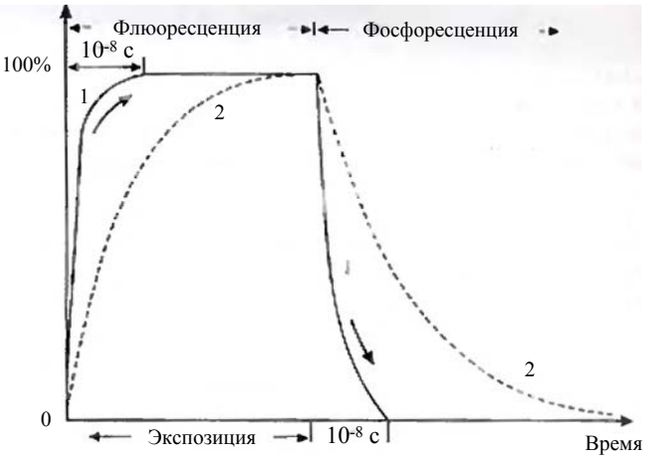


Рис. А-8. Определение пригодности сцинтиллятора (люминофора) для усиливающего экрана: 1 — пригоден; 2 — не пригоден

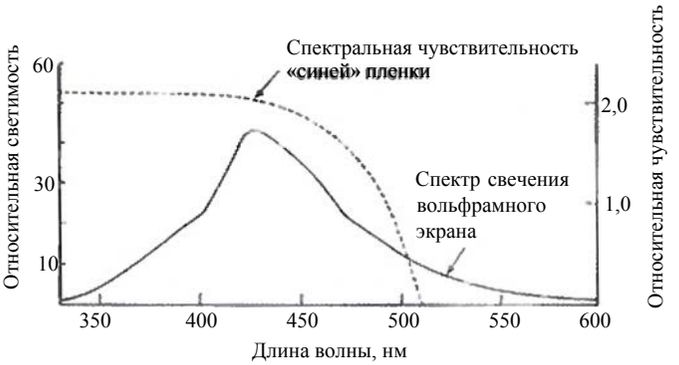


Рис. А-9. Спектр свечения вольфрамата кальция и спектральная чувствительность «синей пленки»

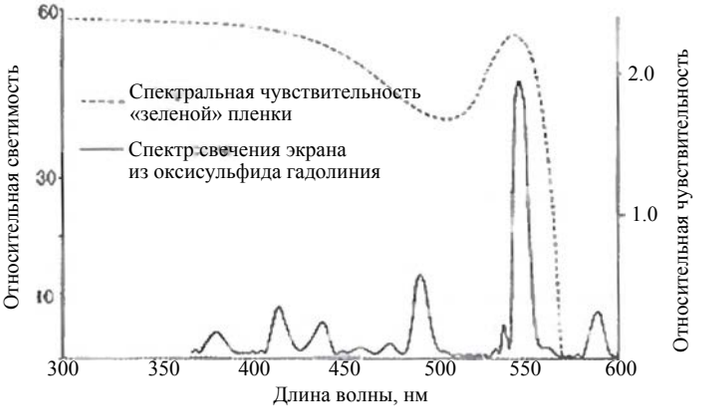


Рис. А-10. Спектр свечения оксисульфида гадолиния и спектральная чувствительность «зеленой пленки»

Строение усиливающего экрана

На рис. А-11 приведена схема строения усиливающего экрана. Для основания экрана чаще всего используют полиэстер, тот же, что для основы пленки.

В зависимости от того, какие характеристики требуются производителю, на основание наносят отражающий (чаще всего диоксид титана TiO_2) или поглощающий слой. Отражающий слой увеличивает светоотдачу (чувствительность) экрана, но уменьшает четкость конечного изображения.

Слой люминофора, смешанного с наполнителем, имеет толщину около 150 мкм. Соотношение объёма наполнителя к объему люминофора составляет примерно 1:9. Увеличение толщины этого слоя ведет к увеличению чувствительности экрана. На самом деле ситуация несколько сложнее, особенно если к наполнителю добавляют краситель (см. ниже).

Защитный слой не только предохраняет экран от царапин, но и защищает от накопления электростатического заряда. Степень шероховатости защитного слоя тщательно контролируется, так как обе крайности: чрезмерная гладкость или чрезмерная шероховатость имеют свои недостатки. Так, гладкая поверхность имеет свойство прилипать к пленке и образовывать воздушные пузыри.

Коэффициент усиления

Коэффициент усиления — это отношение величины экспозиции, которая необходима для получения оптической плотности снимка = 1,0 без экранов к экспозиции, которая потребуется для получения такой же оптической плотности с усиливающими экранами. То есть коэффициент усиления говорит о том, по сколько раз можно уменьшить экспозицию при съемке с экранами.

Коэффициент усиления зависит от энергии квантов рентгеновского пучка, потому что от энергии гамма-квантов зависит их степень поглощения веществом.

Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом происходит в основном за счет фотоэффекта — выбивания электрона с оболочки за пределы атома. В областях энергий, соответствующей ионизации электронных оболочек наблюдается скачок степени поглощения гамма-квантов.

На рис. А-12 показана зависимость поглощения рентгеновских квантов вольфраматом кальция. Мы видим К-скачок в области 69,5 кэВ[1] соответствующей потенциалу ионизации К-оболочки атома вольфрама.

Большинство рентгенолаборантов знают, что для вольфраматных экранов в диапазоне рабочих напряжении 60-90 кВ увеличение напряжения на 10 кВ позволяет в два раза уменьшить экспозицию. То есть плотность снимка будет одинаковой для следующих сочетаний параметров экспозиции: 50 мАс и 70 кВ; или 25 мАс и 80 кВ.

На рис. А-13 приведен график изменения чувствительности редкоземельных усиливающих экранов в зависимости от высокого напряжения на трубке. Например, экраны (график 2) имеют максимальную чувствительность в области 90 кВ (класс 240), при значениях кВ, близких к 60 кВ, их чувствительность падает до 130.

Чувствительность вольфраматного экрана в сравнительных целях представлена прямой линией, хотя, как мы уже указали выше, это не совсем так. Но зависимость чувствительности вольфраматных экранов от кВ существенно ниже, чем у редкоземельных экранов.

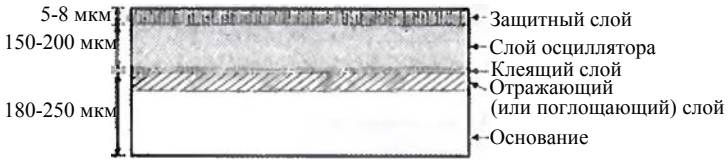


Рис. А-11. Поперечное сечение усиливающего экрана

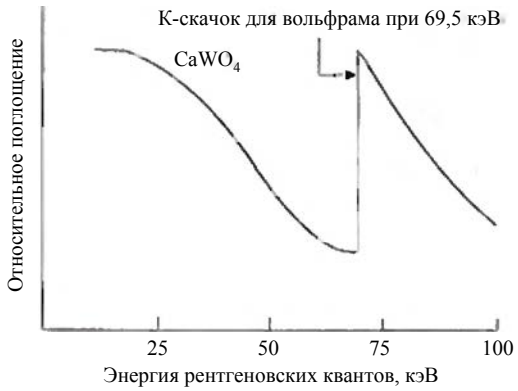


Рис. А-12. Зависимость степени поглощения рентгеновского излучения вольфраматом кальция. (К-скачок для иттрия — 17 кэВ, для гадолиния — 50 кэВ)

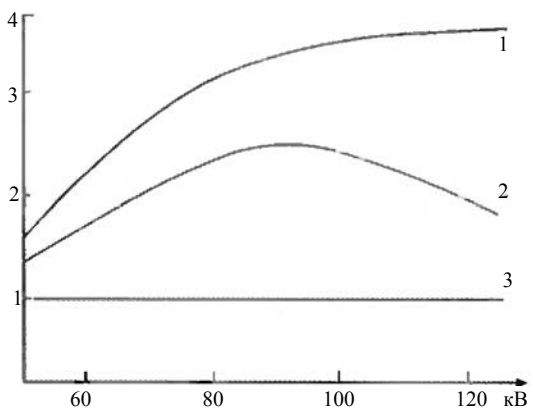


Рис. А-13. Чувствительность экранов Cd_2O_2S. Tb: 1 — класс чувствительности 350-400; 2 — класс чувствительности 130-240; 3 — для сравнения приведена чувствительность экрана из $CaWO_4$ в упрощенном виде без К-скачка, класс чувствительности 100

[1] эВ — электронвольт — энергия, которую приобретает электрон, пройдя разность потенциалов 1 Вольт. Например, если вы выбрали рабочее напряжение на генераторе 100 кВ, то максимальная энергия электронов в пучке будет 100 кэВ. — *Авт.*

Единственным отечественным производителем усиливающих экранов, кассет и защитной одежды европейского уровня качества является ЗАО «РЕНЕКС», г. Новосибирск.

ЗАО «РЕНЕКС», г. Новосибирск

Закрытое акционерное общество «РЕНЕКС»[1] работает в Новосибирске с 1992 года. За сравнительно короткое время построена производственная база с уникальным оборудованием (рис. А-14) по поливу усиливающих экранов, освоен выпуск усиливающих экранов, успешно конкурирующих с лучшими мировыми образцами, а также сборка кассет всех типов и пошив рентгенозащитной одежды, соответствующей европейским стандартам (рис. А-15).

Усиливающие экраны и кассеты

С 2003 года внедрен в производство и запатентован новый тип кассет, с асимметричными по спектру светимости экранами — РЕНЕКС ЭУ-ИЗ/ЭУ-Г300, что позволяет использовать с ними пленку, чувствительную как в синей, так и в зеленой областях спектра. Эти универсальные кассеты подходят для всех видов рентгенодиагностических исследований (кроме маммографии). Чувствительность комбинации РЕНЕКС ЭУ-ИЗ/ЭУ-Г300 соответствует классу 300 при рабочем напряжении 70 кВ. При этом достигается пространственное разрешение не менее 8,5 п.л./мм. Характеристики новых экранов приведены на рис. А-16.

Метрологическая лаборатория фирмы РЕНЕКС не имеет аналогов в России. Все данные, которые фирма публикует о своей продукции, отличаются исключительной точностью. А с учетом того, что в ЛПУ страны работает более 100000 кассет фирмы РЕНЕКС — графики на рис. А-17 имеют для рентгенолаборантов большое практическое значение.

ЗАО РЕНЕКС, г. Новосибирск выпускает все виды усиливающих экранов для рентгенографии:

- РЕНЕКС ЭУ-В1 — экраны повышенной разрешающей способности (класс 50), вольфраматные с красителем, предназначены для рентгенографии тонкоструктурных объектов, периферических отделов скелета;
- РЕНЕКС ЭУ-В2 — экраны среднего усиления (класс 100), вольфраматные, предназначены для универсального применения в сочетании с высокочувствительными радиографическими пленками;
- РЕНЕКС ЭУ-ВИЗ — экраны повышенного усиления (класс 200), вольфраматно-иттриевые, предназначены для универсального применения в сочетании со стандартными радио графическими пленками;
- РЕНЕКС ЭУ-ИЗ — экраны повышенного усиления (класс 200), иттриевые с красителем, предназначены для применения в детской рентгенологии;
- РЕНЕКС ЭУ-И4 — экраны высокого усиления (класс 400), иттриевые, предназначены для работы с мобильными рентгеновскими аппаратами.

[1] ЗАО «РЕНЕКС», г. Новосибирск не имеет отношения к ЗАО «Научно-производственное объединение РЕНЕКС», г. Москва. — *Авт.*



Рис. А-14. Линия для полива усиливающих экранов, ЗАО «РЕНЕКС», г. Новосибирск



Рис. А-15. Швейный цех по производству средств радиационной защиты, ЗАО «РЕНЕКС», г. Новосибирск

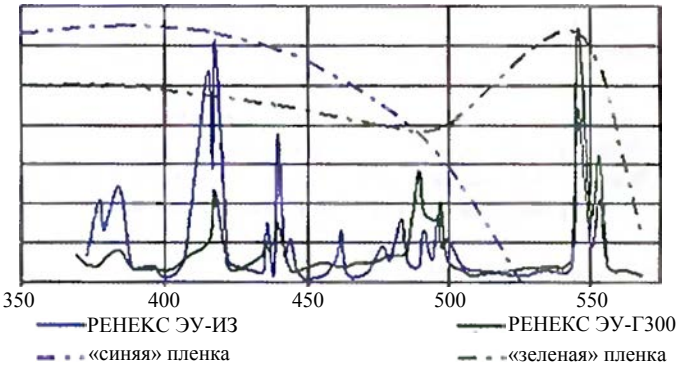


Рис. А-16. Спектральные характеристики экранов РЕНЕКС ЭУ-ИЗ/ЭУ-Г300 и чувствительность «синей» и «зеленой» пленки

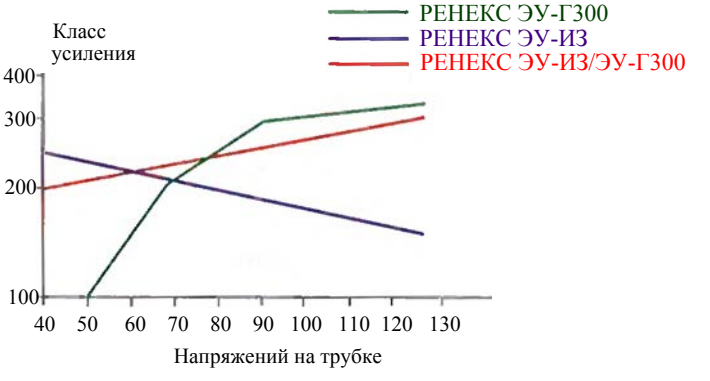


Рис. А-17. Изменение чувствительности редкоземельных экранов РЕНЕКС от рабочего напряжения на рентгеновской трубке

Б. ФОТООБРАБОТКА РЕНТГЕНОВСКОЙ ПЛЕНКИ

В России до сих пор господствует ручной метод фотообработки пленки, хотя автоматические проявочные машины, еще недавно считавшиеся у нас роскошью, все настойчивее вытесняют традиционные баки-танки. Немалую роль в этом процессе сыграла фирма КОДАК, которая вывела в 2002 г. на отечественный рынок экономичную проявочную машину KODAK Medical X-ray film Processor 102 (рис. А-18)

Появление проявочной машины в ЛПУ обычно приводит к полному изменению как режимов исследований, так и фотопроцесса. **Автоматическая обработка пленки допускает погрешность в экспозиции не более чем ±25%**.

Технические условия, которые рекомендованы **в Руководстве**, обеспечивают минимальную дозовую нагрузку на пациента, но **требуют точного выбора температуры** проявления пленки[1].



Рис. А-18. Проявочная машина KODAK Medical X-ray film Processor 102

РУЧНАЯ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ ФОТООБРАБОТКА ПЛЕНКИ

Анализ временных затрат

В таблице на рис. А-19 приведены сравнительные данные о времени обработки рентгеновской пленки ручным и автоматическим методом.

Процесс	Ручной	Автоматический
Проявление	4-8 мин	22-25 с
Ополаскивание с остановкой проявления	20-30 с	нет
Закрепление	7-10 мин	22-25 с
Промывка	10-30 мин	22-25 с
Сушка	20 мин	24-30 с
ИТОГО	~ 60 мин	90-105 с

Рис. А-19. Сравнение фотообработки рентгеновской пленки ручным и автоматическим методами по времени

Процесс ручной обработки пленки состоит из 7 основных операций:

1. Пленка достается из кассеты;
2. Пленка закрепляется в рамке;
3. Проявка (4-8 мин);
4. Ополаскивание с остановкой проявления;
5. Закрепление (7-10 мин);
6. Промывка (10-15 мин),
7. Сушка (15-20 мин).

Перед сушкой рекомендуется погрузить пленку в специальный смачивающий раствор, который предотвращает образование капель и появление пятен на пленке (8-я операция).

Рентгенолаборант также обязан зарядить пустую кассету пленкой, и при ручном методе эта операция часто выполняется влажными руками.

Автоматическая обработка пленки состоит из двух операций:

1. Пленка достается из кассеты;
2. Пленка устанавливается в приемный лоток машины.

Затем загрузка новой пленки выполняется всегда сухими руками.

Эффективность работы рентгенолаборанта

Длительность ручного процесса обработки пленки около 60 мин. Один рентгенолаборант может обработать в день в ручном режиме примерно 5 м^2 пленки, а в автоматическом — в три раза больше.

Результаты экономического анализа в общем очевидны. В странах, где ежемесячная зарплата рентгенолаборанта фотолаборатории сравнима со стоимостью недорогой проявочной машины, ручной метод дороже автоматического.

Заметим, что количество эмульсий, которые невозможно обработать ручным методом, неуклонно растет.

Если параметры экспозиции выбраны правильно, а затем рентгенолаборант соблюдал инструкции производителя пленки и химикатов, то **качество конечной рентгенограммы не будет зависеть от метода обработки** — ручного или автоматического.

[1] Изменение температуры проявителя всего на 1°С примерно на 10% изменяет скорость проявления пленки. - *Авт*.

Преимущества ручного метода

В поддержку ручного метода часто приводят следующие аргументы: возможность прервать процесс проявления в любой момент и тем самым компенсировать как погрешности при выборе параметров экспозиции, так и использование старого проявителя; дешевизна химикатов для ручной обработки; дешевизна баков-танков.

Первый аргумент противоречит основному принципу профессионального кодекса рентгенолаборанта — заботе о дозовой нагрузке, получаемой пациентом. Не следует надеяться на то, что рентгенолаборант всегда «вытянет» плохой снимок. Следует действовать по инструкции — проявлять по времени, а не «на глазок». А стабильные параметры обработки пленки может обеспечить только автоматическая проявочная машина.

Относительно высокая стоимость химикатов для проявочной машины компенсируется: их качествам, уменьшением количества повторных исследований (кстати, при этом снижается дозовая нагрузка на пациентов), повышением диагностического качества рентгенограмм, что увеличивает эффективность лечебного процесса, увеличением производительности труда рентгенолаборанта, комфортом рентгенолаборанта.

Детальный экономический анализ рентгенодиагностического процесса с учетом стоимости оборудования за его срок жизни, а также зарплаты персонала говорит, что вклад от пленки и химикатов в общую стоимость рентгенограммы, обычно составляет не более 5%.

Отрыв по стоимости комплекта баков-танков и сушильного шкафа сегодня, когда стоимость проявочных машин достигла своих исторических минимумов, не компенсирует разницу в комфорте и качестве работы рентгенолаборанта.

Сегодня, когда практически все пленки, поступающие на российский рынок, имеют сравнимые характеристики и низкое содержание серебра ручной метод начнет быстро уступать свои позиции. Но мы рекомендуем будущим рентгенолаборантам изучать также и ручной метод фотообработки пленки. Знания всегда рентабельны.

Устройство бака-танка для ручной обработки рентгеновской пленки

Температура воздуха в фотолаборатории должна поддерживаться с помощью кондиционеров, так как она влияет как на ручной, так и на автоматический метод проявки (см. ниже).

В последние годы появились отечественные разработки пластиковых баков-танков с нагревательными элементами (рис. А-20). Это безусловный прогресс. Пластиковые баки-танки не подвержены коррозии, которая является основной проблемой для баков танков, выполненных из нержавеющей стали (коррозии в этом случае подвержены швы).

У некоторых производителей бачок с проявителем напрямую контактирует с емкостью с проточной (холодной) водой, что сводит на нет усилия по нагреву проявителя. Более того, отсутствие насосов принудительно перемешивающих раствор проявителя приводит к неоднородному распределению температуры по объему бачка. Это частично компенсируется перемешиванием раствора вручную перед началом процесса проявления.

Температура фиксажа также играет существенную роль и должна соответствовать температуре проявителя. При высокой температуре фиксажа происходит избыточное разбухание эмульсии, что увеличивает время сушки и может привести к дефектам эмульсии. Низкая температура фиксажа увеличивает время диффузии растворенного серебра из эмульсии в раствор, что может привести к преждевременному пожелтению пленки.

Перед сушкой пленку рекомендовано обработать увлажняющим раствором, что предотвратит образование капель, а следовательно, пятен на рентгенограмме,



Рис. А-20. Установка для фотохимической обработки рентгеновских пленок, укомплектованная таймером, фонарем и негатоскопом (предоставлено ЗАО РЕНЕКС, г. Новосибирск)



Рис. А-21. Сушильный шкаф на 28 пленок из АБС-пластика (предоставлено ЗАО РЕНЕКС, г. Новосибирск)

Сушильный шкаф

Сушильный шкаф (рис. А-21) оснащен нагревателем и вентилятором. Температура сушки должна находиться в диапазоне, рекомендованном производителем пленки во избежание повреждения эмульсии. Пленки не должны соприкасаться в процессе сушки. Мы рекомендуем выбирать шкафы из АБС-пластика (рис. А-21), а не винипласта (материал желтого цвета), который при нагревании становится хрупким.

Технология ручной обработки пленки

Проявление. После того как пленка закреплена в рамке, технолог перемешивает проявитель для обеспечения его температурной и химической однородности и помещает рамку с пленкой в бачок с проявителем.

Ополаскивание. После проявления пленку помещают в стоп-раствор или проточную воду минимум на 20-30 с.

Закрепление. Время закрепления зависит от температуры фиксажа и превышает время проявления примерно в два раза.

Промывка. Окончательная промывка — длительный и очень важный процесс. От качества промывки зависит время хранения снимка в архиве.

Сушка. Пленки не должны соприкасаться при сушке, а температура сушки должна соответствовать рекомендациям производителей пленки. Двусторонний обдув пленок теплым воздухом позволяет эмульсии отвердеть равномерно и без дефектов.

РЕЗЮМЕ

Ручной метод постепенно вытесняется автоматическим. Количество эмульсий, пригодных для ручной обработки, неуклонно сокращается. Но рентгенолаборант должен иметь навыки ручной обработки пленки.

Автоматическая проявочная машина обеспечивает стабильные результаты обработки пленки, если температура воздуха в фотолаборатории не становится сравнима или не начнет превышать заданную температуру проявителя. Ни одна проявочная машина не оснащена системой охлаждения проявителя.

Такое часто случается летом. Мы рекомендуем установить кондиционер в фотолаборатории, либо использовать ручной метод обработки пленки.

Преимущества автоматического метода

1. Проявочная машина обеспечивает стабильные параметры обработки пленки.
2. Автоматический метод увеличивает скорость обработки пленки и обеспечивает комфортные условия труда рентгенолаборанту.
3. Проявочная машина потребляет воды существенно меньше, чем ручные баки-танки, потребление электроэнергии не сильно отличается от баков, оснащенных нагревателями.
4. При нормальных комнатных условиях температура и проявителя и фиксажа в машине одинакова и контролируется с большой точностью.
5. Восстановление качества растворов происходит автоматически.
6. Сушка обеспечивает равномерное отвердение эмульсии без дефектов.
7. Выполнение снимков с коротким временем экспозиции, улучшает четкость снимка и сопровождается увеличением анодного тока (мА). Обеспечить стабильное качество рентгенограмм, выполненных с короткой экспозицией, может только автоматический метод.

Закон эквивалентности экспозиции и его нарушение

Последний аргумент требует дополнительного объяснения.

Закон эквивалентности экспозиции был предложен Bunson и Roscoe в 1862 году. Утверждается, что плотность почернения пленки зависит от произведения интенсивности падающего потока фотонов на время экспозиции. В нашем случае — это произведение силы тока (мА) на время (сек) — мАс. Однако Abney обнаружил нарушение этого закона при очень коротких и очень длительных временах экспозиции.

На рис. А-22 приведена иллюстрация нарушения закона эквивалентности — изменение чувствительности системы «экран пленка» от времени экспозиции.

Получение качественных рентгенограмм выполненных на краях области стабильной чувствительности системы «экран-пленка», требуют высокой стабильности параметров обработки пленки.

Устройство проявочной машины

Типичная проявочная машина состоит из следующих основных элементов:

1. Загрузочный лоток (рис. А-23);
2. Система регенерации растворов (см. рис. А-26);
3. Транспортная система (см. рис. А-27);
4. Система циркуляции и нагрева растворов;
5. Система подачи воды для промывки пленки;
6. Модуль сушки пленки.

Все эти системы будут рассмотрены нами далее.



Рис. А-22. Иллюстрация нарушения закона эквивалентности — изменение чувствительности системы «экран-пленка» на краях диапазона времени экспозиции

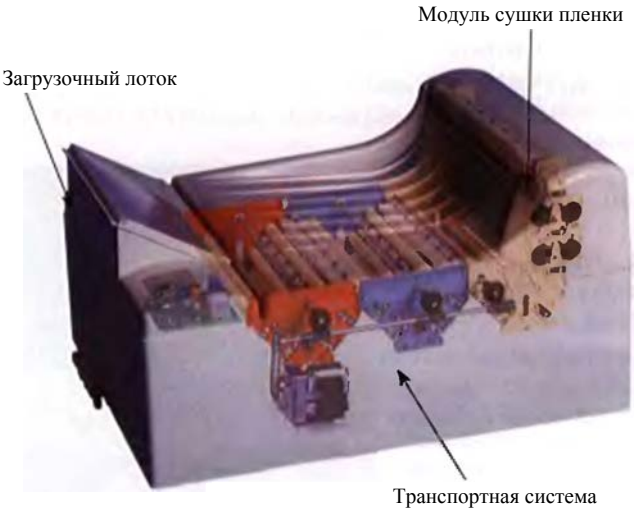


Рис. А-23. Внутреннее устройство проявочной машины (показаны не все системы)

Загрузочный лоток

Ширина лотка обычно составляет 36 см, этого достаточно для обработки всех форматов медицинских рентгеновских пленок. Лоток оснащен датчиками подачи пленки, а в некоторых случаях — системой определения ширины подаваемой пленки.

Из основных типов датчиков подачи пленки можно назвать: инфракрасные сенсоры и микрореле.

Датчики загрузочного лотка обычно связаны с системой регенерации растворов (см. ниже). В простейшем случае насосы подают свежий проявитель и фиксаж пропорционально длине пленки, поданной в лоток. Ширина ее при этом принимается равной 35 см. Если при этом следовать правилу подачи в лоток пленки широкой стороной вперед, то перерасход химикатов будет небольшой.

В таблице на рис. А-24 приведен образец расчета перерасхода химикатов. Можно взять данные по расходу пленки в ЛПУ (3 колонка) и определить, сколько можно было бы обработать пленки при существующей скорости подачи растворов (5 колонка) и сколько на самом деле обработано пленки (6 колонка). Перерасход (колонка 4) это отношение расчетной ширины подачи химикатов (35 см) к реальной ширине пленки.

Как мы видим, можно компенсировать перерасход химикатов уменьшением скорости подачи свежих растворов примерно на 15-25% при инсталляции машины.

Следует обратить внимание на обработку форматов 35 х 35 см. Их нельзя проявлять подряд более 2-3 листов, так как при этом существенно истощается содержимое бачков с химикатами.

Некоторые машины оснащены 2-мя либо 4-мя детекторами, определяющими реальную ширину пленки.

Система регенерации растворов

Существуют два типа систем регенерации растворов.

- Системы, использующие принцип самонаполнения бачков с химикатами по мере их истощения из перевернутых бутылей с раствором (см. машину CURIX CP1000, AGFA на рис. А-25);
- Система подачи растворов насосами из специальных баков (рис. А-26).

Простые системы регенерации очень востребованы во многих городах России, где подача воды днем осуществляется с перерывами, либо не осуществляется вовсе. Кроме того, такие машины недороги и по стоимости близки к цене комплекта «бак-танк и сушильный шкаф». Система использует принцип сообщающихся сосудов - емкости с химикатами стоят открытыми горлышками вниз. Жидкость самотеком поступает в бачок по мере уменьшения уровня раствора. К недостаткам таких систем относятся невысокая производительность и неудобство подачи новых растворов и воды.

Система пополнения с насосами тоже может работать в условиях нерегулярной подачи воды, но в этом случае требуется оснастить машину специальным баком.

Бак с проявителем обычно снабжен дополнительной плавающей крышкой, которая предохраняет проявитель от окисления.

Формат пленки, см х см	В пачке 100 листов м^2	Расход пачек в год	Перерасход	Перерасход по химикатам м^2	Расход нормативный, м^2
1	2	3	4	5	6
13 х 18	2,34	10	1,94	45,40	23,40
18 х 24	4,32	20	1,46	126,14	86,40
24 х 30	7,20	20	1,17	168,48	144,00
40 х 30*	12	30	1,17	421,20	360,00
35,5 х 35,5	12,6	5	0,99	62,37	63,00
ИТОГО				823,59	676,80

* Этот формат можно поместить в лоток только меньшей стороной.

Рис. А-24. Таблица расчета перерасхода химикатов



Рис. А-25. Проявочная машина CURIX-CP1000, AGFA



Рис. А-26. Система подачи растворов насосами из специальных баков

Транспортная система

На рис. А-27 представлена типичная транспортная система проявочной машины, состоящая из трех модулей:

- Красный модуль — проявление;
- Синий модуль — закрепление;
- Белый модуль — сушка.

Шестеренки всех модулей связаны между собой и с мотором, что обеспечивает равномерность движения пленки.

Пленка транспортируется по системе валиков, мягких и жестких. Жесткие валики обычно выполнены из нержавеющей стали или твердого пластика. Твердые валики легко поцарапать при чистке, что вызовет появление продольных царапин на пленке.

Продольные царапины могут появиться также, если загрязнены направляющие пластины, расположенные в областях изгиба пленки, или если на мягких роликах, которые находятся частично над поверхностью раствора, образовались кристаллы.

Удаление кристаллов в некоторых машинах выполняется специальной системой, которая каждые несколько минут вращает валики, даже если нет подачи пленки.

На входе и выходе из модуля, а также на участках поворота пленки, используют мягкие валики из неопрена либо другого мягкого пластика, они помимо транспортной выполняют функцию «отжима» — удаляют химический раствор с пленки.

Увеличение объема бачков проявителя и закрепителя позволяет достичь большей стабильности параметров обработки пленок, но при этом стоимость машины увеличивается. Стабильность параметров обработки и высокая надежность машин с большими бачками приобретает особое значение в маммографии или при оснащении отделений скорой помощи.

Так CURIX CP 1000 имеет объем бачков — 0,9 литра, KODAK Medical X-ray film Processor 102 имеет объем бачков 4,5 литра, а машина фирмы AFP (рис. А-28), имеет бачки по 7 литров, еще больший объем баков — 8,3 литра имеет машина KODAK X-OMAT 2000. При этом цена машин растет в геометрической прогрессии.

Длительность цикла обработки пленки

Длительность цикла обработки пленки чаще всего определяют как время между поступлением переднего края пленки в транспортную систему и его появлением из модуля сушки. Иногда окончанием процесса обработки пленки считают время, когда задний край пленки выходит из машины и пленка «падает» в контейнер (рис. А-12). В этом случае указывают обрабатываемый формат пленки.

Для обычной пленки длительности циклов обработки лежат в диапазоне 90-150 с[1].

После температуры проявителя вторым важнейшим параметрам является скорость протяжки пленки по транспортной системе, которая определяет время нахождения пленки в проявителе и общую продолжительность цикла обработки пленки. Существуют проявочные машины с фиксированной и с регулируемой скоростью протяжки пленки.

Мелкие бачки (1 литр) позволяют стабильно работать при невысоких скоростях транспортировки пленки — с общей длительностью цикла обработки — 150-180 с, при этом, очевидно, падает производительность машины.

В таблице на рис. А-30 приведены рекомендованные температуры проявителя и время нахождения пленки в проявителе при этих температурах для нескольких стандартных длительностей циклов обработки пленки.

Влияние температуры на свойства пленки (чувствительность, контраст и вуаль) будет обсуждено ниже.

[1] Существуют сверхбыстрые машины с циклом обработки пленки — 30-45 с, а также машины с циклом обработки пленки — 210 с. — *Авт.*



Рис. А-27. Транспортная система проявочной машины



Рис. А-28. Проявочная машина Minimed фирмы AFP, США (бачки для проявителя и фиксажа имеют объем 7 литров)



Рис. А-29. Система подачи обработанной пленки из фотолаборатории в светлую комнату

Длительность цикла обработки пленки, с	150	120	90
Время проявления, с	33	27	21-25
Температура проявителя, °С	33,5	34,4	35,6-35

Рис. А-30. Рекомендации фирмы КОДАК по обработке своих пленок в проявочных машинах

Обработка маммографической пленки

Для обработки маммографической пленки (с односторонним покрытием эмульсией) используют более длительный цикл обработки (135-140 с), чем для обычной пленки (90 с). Температура проявителя при этом не изменяется, но это не приводит к усилению вуали.

Не все машины могут обрабатывать одновременно и маммографическую и обычную пленки.

Резюме по транспортной системе

Основными параметрами транспортной системы являются:

- Скорость протяжки пленки, которая может быть фиксируемой или регулируемой в некотором диапазоне.
- Объем баков проявителя и закрепителя: чем меньше баки, тем длительнее цикл обработки пленки и меньше производительность машины.

Система циркуляции и нагрева химикатов

Для поддержания постоянной температуры растворы проявители и фиксажа непрерывно циркулируют, приходя через нагреватели.

Самыми инертными и точными нагревателями являются водные теплообменники (рис. А-31). Они позволяют как нагреть, так и охладить раствор. В этом случае машина подключается как к холодной, так и к горячей воде с помощью специального управляемого смесителя, который может с большой точностью (±0,3 °С) поддерживать температуру воды.

Большинство современных проявочных машин используют для нагрева химикатов металлические трубки, соединенные с электронагревательным элементом. Через трубки, нагретые до определенной температуры, прокачивают химикаты. Это позволяет быстро установить необходимую температуру растворов, но не позволяет охладить проявитель или фиксаж по необходимости. Например, в случае если температура воздуха в фотолаборатории превышает заданную температуру обработки пленки.

Система подачи воды для промывки пленки

Проявочная машина подключена обычно к водопроводу через фильтр. Подходит любой фильтр с порами 50 микрон, очищающий воду от твердых частиц, которые могут повредить насосы и пленку. Рекомендуется менять фильтрующий элемент не реже чем раз в три месяца.

В режиме ожидания вода не подается. Расход воды при работе машины составляет от 1 до 5 литров в минуту.

Основная промывка пленки происходит перед сушкой.

Модуль сушки пленки

Устройство для сушки пленки представляет собой независимый модуль (рис. А-32). Чаще всего пленку сушат горячим воздухом, но также могут быть использованы инфракрасные нагреватели (в CURIX CP 1000 и Minimed, фирмы AFP).

Модуль сушки пленки состоит из следующих элементов:

- **Транспортная система;**
- **Вентилятор с нагревательным элементом (фен);**
- **«Воздушные ножи».**

Транспортная система модуля сушки такая же, как и модулей проявления и закрепления. Перед сушкой пленка промывается водой.

Черные трубы с прорезями направленными внутрь модуля - на пленку, на рис. А-32 — «воздушные ножи», они предназначены для увеличения скорости потока теплого воздуха.

Температура воздуха для сушки лежит в диапазоне от 30 до 60 °С. Рекомендуется не пересушивать эмульсию во избежание возникновения артефактов.

Если пленка выходит из машины влажной, то чаще всего это происходит из-за недостаточного закрепления, например, по причине обеднения раствора фиксажа.

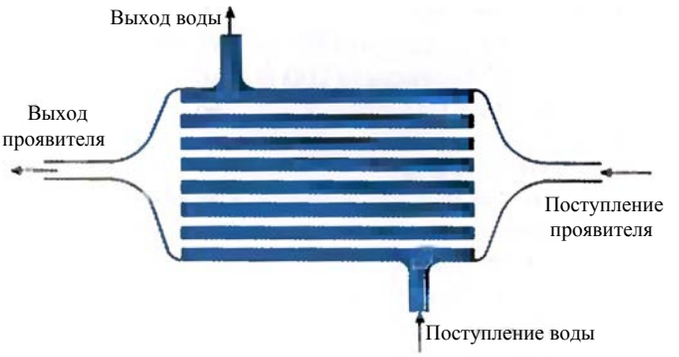


Рис. А-31. Водный теплообменник

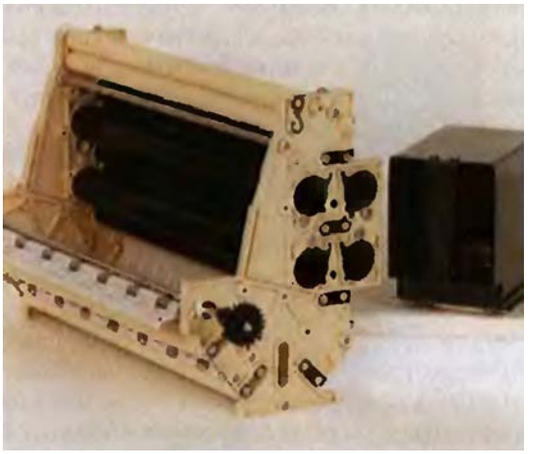


Рис. А-32. Слева — модуль для сушки пленки; справа — фен (показан отсоединенным от модуля сушки)

Проблемы при использовании проявочной машины

Типичные проблемы при переходе от ручного к автоматическому методу обработки пленки

Установка проявочной машины, во-первых сопровождается этапом подгонки температуры обработки пленки под технические параметры экспозиции. Поскольку выбор уставок температуры велик (от 28 до 37 °С, например), а три параметра экспозиции — мА, кВ и секунды меняются иногда бессистемно, без понимания их смысла (см. главу 1). то этот процесс может затянуться на долгое время и окончиться возвратом к ручному методу обработки. Правильная методика выбора режима обработки описана ниже.

Мы рекомендуем рентгенолаборанту работать в режиме двух параметров — кВ (определяются по толщине исследуемого органа) и мАс (определяет степень почернения пленки).

Изменение технических параметров экспозиции в соответствии с требованиями Руководства должно сопровождаться увеличением температуры обработки пленки в область, рекомендованную производителем: 31-35 °С.

Во-вторых, рентгенолаборант может начать экономить химикаты. Обычно это выглядит как многократное использование отработанного раствора. В лучшем случае это приводит к преждевременному износу машины, в худшем — к пересъемке плохо проявленных снимков.

Перерасход химикатов может быть вызван:

- неправильной установкой машины (не строго горизонтально, что приводит к перетеканию химикатов из бачков в канализацию);
- неправильным выбором скорости подачи растворов для регенерации при инсталляции машины;
- обработкой флюорографической рулонной пленки.

Первые две причины может исправить сервисный инженер, а пленочная флюорография отживает свой век, и в скором времени рентгенодиагностика органов грудной клетки будет выполняться так же, как и во всем мире — на стойке снимков стационарного рентгеновского аппарата.

Редкое использование проявочной машины — третья распространенная ошибка рентгенолаборанта. Растворы (которые обычно готовят на одну неделю использования) истощаются, и результаты обработки становятся нестабильными.

Помимо субъективных ошибок встречаются проблемы, связанные с работой транспортной системы проявочной машины.

Проблемы, связанные с работой транспортной системы проявочной машины

Продольные царапины

Царапины возникают из-за повреждения либо направляющих пластин в местах поворота пленки, либо из-за царапин или кристаллов химикатов на транспортных валиках. Для определения места возникновения царапины снимают крышку машины и последовательно прогоняют пленку через бачки.

Заметим, что поперечные царапины обычно возникают в фотолаборатории и не связаны с работой транспортной системы

Белые или черные пятна

Возникновение пятен вызвано повреждениями валиков при чистке. Обнаружение повреждения требует тщательного осмотра всех валиков.

Периодические пятна

Инода за счет загрязнения валиков или отличия их формы от формы цилиндра на пленке остаются пятна, расстояние между которыми равно длине окружности валика.

Дефекты эмульсии из-за неправильной сушки

Эти дефекты можно обнаружить, если рассматривать рентгенограмму в отраженном свете. Они выглядят, как тусклые продольные полосы и вызваны засорами «воздушных ножей».

Влажная пленка

Как уже было замечено ранее — если из машины выходит влажная пленка, то, скорее всего, проблема с фиксажом. Надо проверить его кислотность (pH) и содержание серебра. Если кислотность и содержание серебра не в норме — следует проверить работу насоса подачи свежего фиксажа.

Уход за машиной

Большинство проблем с проявочной машиной в ЛПУ чаще всего связано с ненадлежащим уходом за ней.

Растворы следует готовить на 2-3 дня использования (не более 5 дней), а транспортную систему и крышки бачков фиксажа и проявителя ежедневно промывать водой и чистить после выключения машины вечером (рис. А-33).



Рис. А-33. Ежедневная чистка транспортной системы (из книги [2], см. список литературы)

Артефакты, возникающие при фотообработке рентгеновской пленки

Черные артефакты

Черные брызги — могут быть вызваны тем, что на пленку попали капли проявителя или воды до начала проявления. Например, стол, на который положили пленку после извлечения из кассеты, был мокрый.

Черные пятна

В виде полумесяца — от ногтей рентгенолаборанта, который сжал пленку очень крепко после экспозиции (эти пятна могут быть белыми, если повреждение пленки совершено до экспозиции).

Черные отпечатки пальцев — если пленку вынимали из кассеты влажными руками.

Следы электростатических разрядов — напоминают ветви дерева. Могут быть вызваны как типом покрытия пола в фотолаборатории, одеждой, которую носит рентгенолаборант, сухостью воздуха в фотолаборатории, так и отсутствием ухода за усиливающими экранами кассет, которые должны обрабатываться специальной антистатической жидкостью.

Инородные вещества, прилипшие к эмульсии — это могут быть водоросли, которые выросли в бачках, так и куски эмульсии, которые остались в растворах.

Артефакты, вызванные горизонтальным хранением пленки — могут быть белыми (появились до экспозиции) и черными (появились после экспозиции), различной формы. Характер появления — случайный.

Повреждение пленки излучением или светом — обычно затрагивает большую область снимка. Если пленка засвечена рентгеновским излучением, то изображение оберточной бумаги будет слабо видно на рентгенограмме. Кроме того, засвеченная область будет одинаковой для всех листов пачки. Черная кайма по краю пленки говори г о засветке.

Общее почернение пленки

Этот дефект может быть вызван разными причинами:

1. Температура воздуха в помещении, где хранится рентгеновская пленка, не должна превышать 20°С. Более чем трехмесячное нахождение пленки в помещении с более высокой температурой может существенно усилить вуаль.
2. Срок годности пленки обычно составляет 1,5-2 года, после чего она может стать непригодной к применению.
3. Неактиничный фонарь в фотолаборатории должен быть правильного цвета (зеленый фильтр нельзя использовать с эмульсиями, чувствительными в зеленой области спектра), мощность лампы фонаря не должна превышать 25 Вт. Проверьте фильтр фонаря на наличие трещин.
4. Фоновый уровень радиации. В некоторых подвалах или зданиях из гранита фоновый уровень радиации может превышать рекомендованное значение для хранения рентгеновской пленки — 7 мкР/час.
5. Наличие паров ртути в воздухе хранилища или фотолаборатории. Никогда не используйте ртутный термометр в фотолаборатории.
6. Пары проявителя. Не храните пленку и химикаты в одном помещении.
7. Пары красок с содержанием свинца, газ СО, пары формальдегида и некоторых лаков также могут вызвать общее почернение пленки.

Белые артефакты

Белые брызги — могут быть вызваны тем, что на пленку попали брызги закрепителя до проявления. Второй причиной может быть масляное загрязнение поверхности пленки.

Часто пятна возникают от жидкости, которая находится на столе, на который кладут сухую пленку, только что извлеченную из кассеты.

Белые пятна

Белые отпечатки пальцев — бывает, что рентгенолаборант ест что-то на рабочем месте, например, чипсы, а потом грязными руками берется за пленку. Масло препятствует проявлению пленки.

Белые пятна четкой формы — часто вызваны дефектом усиливающих экранов кассеты. Они появляются в одних и тех же местах на рентгенограммах, что подтверждает наше предположение.

Поиск дефектов на усиливающих экранах рекомендовано выполнять с помощью ультрафиолетовой лампы.

Общая рекомендация — **следовать инструкции производителя по уходу за экранами кассеты.**

Прочие артефакты

Рентгенолаборанту следует хорошо знать физику рентгенодиагностического процесса и химию на уровне понимания процесса фотообработки, чтобы понять причину возникающих артефактов. К сожалению, невозможно классифицировать все типы артефактов.

Приведем несколько случаев:

Дихроическая вуаль — выглядит как розовые пятна на рентгенограмме в проходящем свете и как зеленые пятна в отраженном свете. Вызвана тем, что процесс проявления не был остановлен, перед тем как пленка попала в закрепитель. Это происходит, если pH закрепителя слишком велик, что чаще всего вызвано попаданием проявителя в закрепитель.

Эта проблема встречается только при ручной обработке пленки. Рекомендуется использовать стоп-раствор после проявлении.

Белые молочные пятна — дефекты закрепления. Либо закрепитель истощен, либо пленка находилась в закрепителе недостаточно долго.

Коричневые пятна — возникают во время хранения пленки и вызваны тем, что пленка была плохо промыта. Часто уходят при повторной обработке в закрепителе.

Резюме

Приведенный список артефактов неполон. Определение причины возникновения артефакта требует глубокого понимания процесса фотообработки пленки. В расчет должно быть принято очень много параметров — работоспособность рентгеновского оборудования, тип эмульсии пленки (маммографические пленки более капризны в обработке), работоспособность проявочной машины и т.п.

Внедрения системы контроля качества фотопроцесса помогает устранить большинство проблем.

Контроль качества фотопроцесса

За неимением места мы рассмотрим только один элемент общей системы контроля качества рентгенодиагностического процесса — контроль качества фотопроцесса.

Цели

Целью создания системы контроля качества фотопроцесса является получение рентгенограмм хорошей диагностической значимости при минимальной деловой нагрузке на пациента.

Основным объектом для проверки служит проявочная машина.

Технические средства для контроля:

- Термометр;
- Сенситометр;
- Пачка рентгеновской пленки для контроля;
- Денситометр;
- Контрольная карта для записи значений параметров.

Термометр

Утром, после того как машина вышла на заданный уровень температуры и сообщила об этом оператору, следует проверить температуру проявителя. Для этого используют спиртовой или цифровой термометр (ни в коем случае не следует использовать ртутный термометр) с точностью измерения температуры ± 0,3 °C.

Обычно место для измерения температуры определяет производитель проявочной машины, чаще всего это в углу бачка проявителя со стороны противоположной от транспортной.

Сенситометр (рис. А-34) — устройство для засветки пленки «ступенчатым» способом. Он имитирует экспозицию пленки с алюминиевым клином с 21 ступенькой. Логарифмическая разница оптической плотности между двумя соседними «ступеньками» составляет — 0,15.

Сенситометр работает в режиме засветки как синечувствительной, так и зеленочувствительной эмульсий, а также может учитывать односторонний и двухсторонний характер нанесения эмульсий на пленку (рис. А-35).

Некоторые сенситометры могут изменять степень засветки (экспозиции), что удобно для работы с эмульсиями разной чувствительности.

Следует обратить внимание, что спектр светового излучения сенситометров отличается от спектра светимости экранов (рис. А-36), поэтому с помощью сенситометра нельзя определить истинный контраст и чувствительность рентгеновских пленок. Мы будем определять «индекс» контраста и чувствительности пленки для контроля стабильности параметров ее обработки.

Пачка рентгеновской пленки для контроля

Если на проявочной машине проявляют как маммографические, так и обычные пленки, то для контроля выбирают маммографическую пленку, так как она более чувствительна к параметрам обработки.

Выбирают пачку пленки формата 24 х 30 и пишут на коробке — «КОНТРОЛЬ».

После проверки температуры проявителя, пленку из коробки «КОНТРОЛЬ» засвечивают сенситометром и проявляют.



Рис. А-34. Сенситометр



Рис. А-35. Переключатели спектра свечения сенситометра и коррекции под одностороннее и двухстороннее нанесение эмульсии на пленку

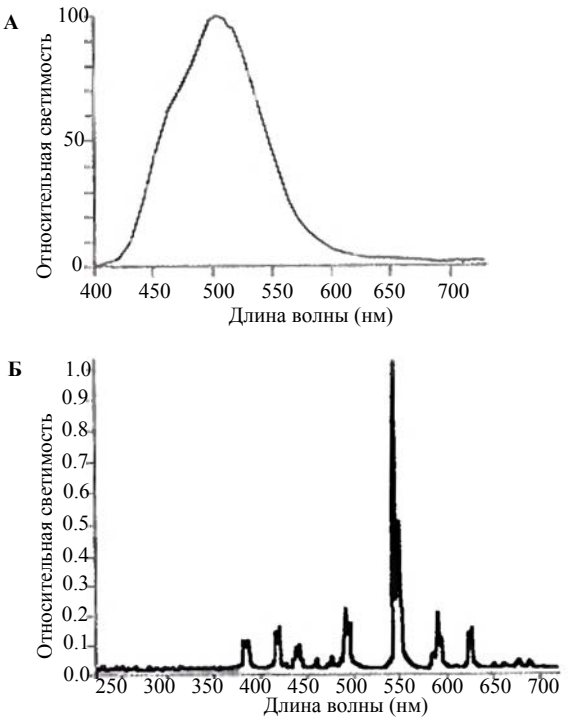


Рис. А-36. А — типичный спектр свечения панели сенситометра в зеленой области спектра с пиком в области 510 нм. Б — спектр свечения зеленого усиливающего экрана

Денситометр — устройство для определения оптической плотности пленки выпускается в двух модификациях:

- Точечный денситометр для измерения оптической плотности в любой точке рентгенограммы (рис. А-37);
- Автоматический сканирующий денситометр.

Точечные денситометры иногда поставляются с различными апертурами светового источника (1, 2 и 3 мм). Следует измерять оптическую плотность как можно ближе к середине области каждой ступени сенситометрического клина.

Автоматические сканирующие денситометры имеют много сервисных возможностей и оснащены специальными программами, облегчающими ежедневный контроль качества фотопроцесса.



Рис. А-37. Точечный денситометр

Если денситометром измерить оптическую плотность «ступенек», которые засветил сенситометр, то можно построить характеристическую кривую для пленки (рис. А-38).

Первая ступень сенситометрического клина не засвечивается и представляет собой самый прозрачный участок пленки, оптическая плотность которого определяется плотностью подложки пленки и вуали эмульсии. Это значение (D_{min}) — «основа + вуаль» является одним из параметров, которое надо записать в «контрольную карту» — рис. А-39. Оно обычно не превышает 0,2.

Напомним, что оптическая плотность измеряется в середине «ступени». Для получения более надежного результата измеряют 3-5 точек в области середины «ступени», а результат усредняют.

Обычно в середине линейного участка характеристической кривой расположена ступень №11. Следует выбрать ступень, наиболее близкую по плотности к значению 1,2 ($D_{md} = D_{min} + 1$). и затем снимать показания только с нее. Это будет **индекс чувствительности пленки**.

С определением индекса контрастности есть разночтения. Германский стандарт DIN требует, чтобы ступень для определения верхней границы линейного диапазона была найдена в области оптической плотности 2,4 + D_{min} (см. рис. А-38). При этом обмечается, что старый подход — брать четвертую вверх ступеньку от ступеньки со средней плотностью может создать проблемы при работе с контрастными пленками.

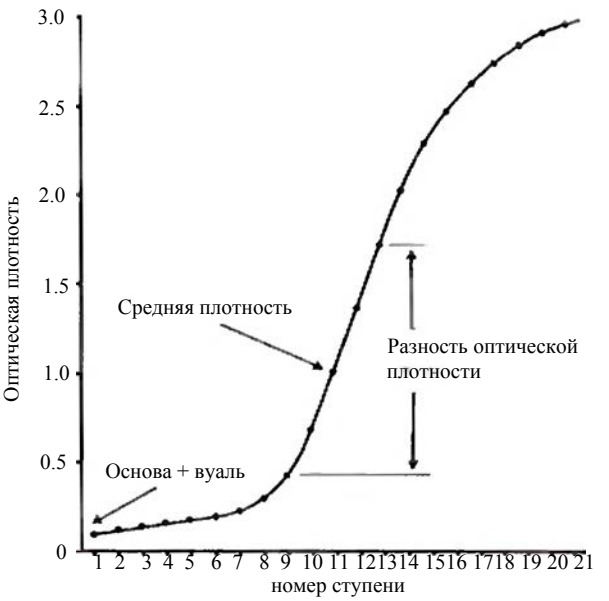


Рис. А-38. Характеристическая кривая отклика пленки на засветку сенситометром. На ступени 1 мы видим плотность, соответствующую самому прозрачному участку пленки — «Основа + вуаль». В области 11 ступени — середина линейного участка кривой. Края линейной области дают нам параметр разности оптической плотности

Американские эксперты (КОДАК) предлагают следующий способ:

Следует нанести на график всю кривую, чтобы определить ее линейный участок. Затем определяют границы линейного участка. Для пленки нормальной контрастности верхняя граница будет примерно на две единицы оптической плотности выше вуали. То есть следует искать ступеньку с плотностью 2,20. Затем следует найти ступеньку с плотностью не ниже 0,45 — это будет нижняя граница линейной области.

Индексом контрастности в этом случае будет **разность показаний денситометра на верхний и нижней границе области линейности характеристической кривой**.

Следует выполнять измерения как минимум одну неделю, чтобы определить средние значения.

Нормальный диапазон изменений значения «основа + вуаль»: ±0,15, а для индексов чувствительности и контраста пленки: ±0,30.

Температура проявителя не должна выходить за пределы заданного значения ±0,3 ºС.

ЛПУ	Машина:	Месяц	X				
		Новая пачка					
Тип пленки	Проявитель:	Смена проявителя				X	
	Температура:	Смена фиксажа				X	
№ эмульсии	Фиксаж:	Простой					
		Сервис					
		День	1	2	3	4	5
А	0,30						
Основа + вуаль	0,20					•	•
	0,10		•	•	•		
	0,0						
Б	Верхняя граница:	+ 0,20					
Индекс средней плотности		+ 0,10		•			
	Ступень: **11**					•	
	Средняя плотность: **1,3**				•		•
		- 0,10					
	Нижняя граница:	- 0,20	•				
В	Верхняя граница:	+ 0,20					
Индекс контраста		+ 0,10					
	Ступень: **15**			•		•	
	Средняя плотность:	2,95			•		
		- 0,10	•				•
	Нижняя граница:	- 0,20					

Рис. А-39. Начало «контрольной карты» по DIN6868

Влияние температуры на вуаль, чувствительность и контраст рентгеновской пленки.

Если не изменять время нахождения пленки в проявителе (как это происходит в большинстве случаев при использовании проявочной машины), а увеличивать температуру проявителя в области рабочих температур, то мы будем наблюдать несколько очевидных тенденций (рис. А-40): будет увеличивать плотность вуали и чувствительность эмульсии, а ее контраст будет падать (из-за роста вуали). Рост контраста наблюдается в указанном диапазоне температур только для односторонней эмульсии определенного типа (см. комментарии к рис. А-40).

Эти базовые тенденции помогут определить причину отклонения измеренных характеристик от средних значений.

Рис. А-41 предоставляет объяснения некоторых тенденций изменения контрольных параметров.

Стыковка результатов по разным контрольным пачкам пленки

Сенситометрические характеристики эмульсии пленки в каждой пачке немного различаются. На заводе эмульсию поливают партиями. Пачки могут иметь разный возраст и храниться в разных условиях.

Для процедуры стыковки результатов потребуется как минимум 5 пленок из старой контрольной пачки и 5 пленок из новой. Пленки, экспонированные сенситометром, подают в машину в следующей последовательности: старая, новая и т.д.

Как правило, эту процедуру проводят, когда в старой пачке остались 10-15 листов.

Вычисляют среднее значение всех контрольных параметров и делают запись в контрольной карте о смене контрольной пачки и разности в средних параметрах.

Контроль состояния химикатов

Для понимания ситуации и поиска возможных причин изменения контрольных параметров следует контролировать состояние химикатов (их pH) в проявочной машине.

Измерения следует выполнять ежедневно либо автоматическим pH-метром, либо тест-полосками[1]. Результат должен быть записан в лабораторный журнал.

pH проявителя может изменяться в диапазоне 9,0-10,6 со средним значением 10,0 в бачке проявочной машины и 10,3 в баке для подачи свежего раствора.

Увеличение pH проявителя приводит к росту вуали, что приводит к падению контраста и говорит о чрезмерной регенерации проявителя. Уменьшение pH проявителя приводит к падению контраста (проявитель менее активен) и падению чувствительности эмульсии (по той же причине) и говорит о его недостаточной регенерации.

pH закрепителя может изменяться в диапазоне 4,0-5,0 со средним значением 4,4 как в бачке проявочной машины, так и в баке для подачи свежего раствора.

Избыточная регенерация фиксажа не вызовет серьезных изменении качества рентгенограммы, а вот обеднение раствора закрепителя будет иметь серьезные последствия. pH закрепителя в этом случае увеличивается за счет поступления проявителя и это может вызвать следующие проблемы:

- Транспортные проблемы из-за излишнего разбухания эмульсии, за счет уменьшения концентрации отвердителя в фиксаже, например, продольные царапины или застревание пленки;
- Пленка выходит из модуля сушки влажной, так как разбухшая эмульсия не отдает воду;
- В худшем случае резкое падение контраста за счет молочной вуали, возникновение которой связано с недостаточной фиксацией изображения.

[1] В лабораториях, где обрабатывают любительскую фотопленку, состояние химикатов проверяют каждый час и это считается нормой. - *Авт.*

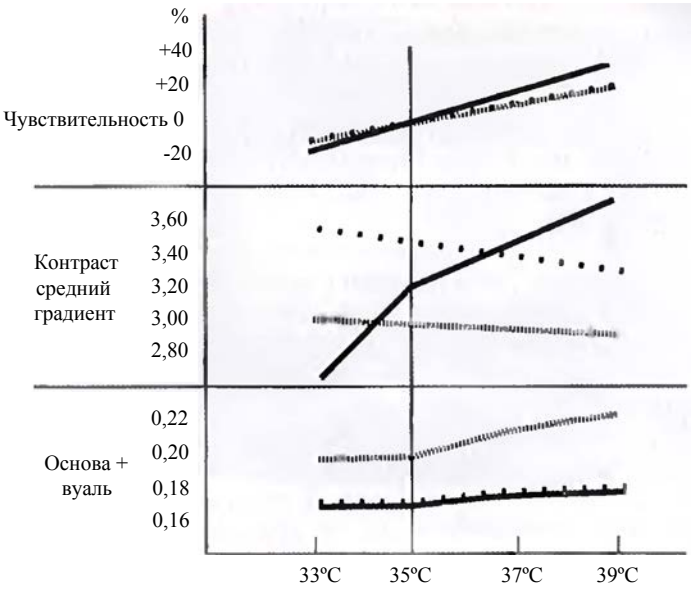


Рис. А-40. Влияние температуры проявителя на плотность вуали, чувствительность эмульсии и ее контраст.
- Маммографическая (односторонняя) эмульсия (сплошная линия: зерна эмульсии — 3D, линия из квадратных точек — эмульсия с кубовидными зернами);
- Двухсторонняя эмульсия — прерывистая линия

Тенденция	Параметр	Возможная причина
↑	Вуаль	Попадание проявителя в закрепитель В свежий проявитель не был добавлен стартер Температура проявителя очень велика
↓	Вуаль	Температура проявителя очень мала
→	Вуаль	Проявитель слишком сильно разбавлен
↑	Индекс чувствительности	Проблемы с разведением проявителя
↓	Индекс чувствительности	Уровень регенерации проявителя слишком высок Недостаточен уровень регенерации проявителя Полное окисление проявителя
→	Индекс чувствительности	Недостаточен уровень регенерации фиксажа
↓	Индекс контраста	Недостаточное перемешивание растворов Полное окисление проявителя Недостаточен уровень регенерации проявителя или фиксажа

Рис. А-41. Тенденции изменения контрольных параметров и предположительные причины

Качество рентгеновского изображения

Четкость, пространственное разрешение и МПФ (ЧКХ)

Одним из основных параметров, определяющих качество рентгенограммы, является ее четкость. Не следует воспринимать четкость как пространственное разрешение, которое измеряется в парах линий на мм с помощью специального рентгеноконтрастного фантома — миры (рис. А-42). Четкость — субъективный параметр.

Пространственное разрешение говорит о минимальном расстоянии между двумя полосками, которые различает наблюдатель. Но при этом остается неясно насколько хорошо система передает исходное изображение.

Если исследовать рентгенограмму фантома рис. А-42 микроденситометром, то мы получим результат, изображенный на рис. А-43. Из-за того, что рентгеновский пучок имеет коническую форму, края свинцовых полосок будут давать полутени, которые с ростом пространственной частоты полосок все сильнее будут накладываться друг на друга. Контраст изображения будет падать с ростом пространственной частоты объекта (более плотного расположения полосок).

Система, превращающая рентгеновский сигнал в видимое изображение гораздо полнее описывается графиком своей модуляционной передаточной функцией — МПФ (частотно-контрастной характеристикой — ЧКХ). График этой функции (рис. А-44) многое говорит о системе, формирующей рентгеновское изображение.

На рис. А-44 приведены графики МПФ (ЧКХ) для четырех различных эмульсий. С первого взгляда видно, что для применения в общей рентгенологии наиболее пригодна эмульсия А, которая работает лучше других в области до 3 пар линий/мм.

Контраст

Следующим важным параметром изображения является его контраст. Определим четыре вида контраста:

- Контраст объекта;
- Контраст пленки (эмульсии);
- Рентгенографический контраст;
- Субъективный контраст.

Контраст объекта — способность объекта исследования поглощать рентгеновское излучение. На контраст объекта влияют следующие факторы: различная плотность и толщина тканей, использование контрастного вещества.

Контраст пленки (эмульсии) — определяется углом наклона линейного участка характеристической кривой пленки (рис. А-45) и говорит о том, насколько эмульсия усиливает контраст объекта.

Рентгенографический контраст — разность оптической плотности прилежащих участков рентгенограммы.

На рентгенографический контраст помимо контраста объекта влияет жесткость рентгеновского пучка (кВ).

Увеличение кВ повышает проникающую способность рентгеновского пучка, то есть разность плотностей тканей объекта для рентгеновского кванта становятся менее существенными, при этом рентгенографический контраст понижается. Получается изображение с длинной шкалой контраста.

Уменьшение кВ усиливает рентгенографический контраст.

Субъективный контраст — контраст рентгенограммы так, как его воспринимает наблюдатель.

Глаз наблюдателя реагирует как на рентгенографический контраст изображения, так и на условия его просмотра.

В данном случае существенным фактором является качество негатоскопа.

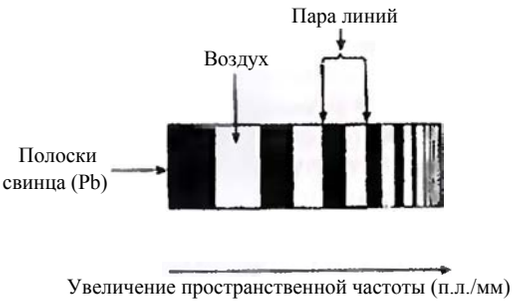


Рис. А-42. Фантом для измерения пространственного разрешения



Рис. А-43. Реальный профиль оптической плотности от фантома рис. А-27. Контраст и четкость изображения падают с ростом пространственной частоты

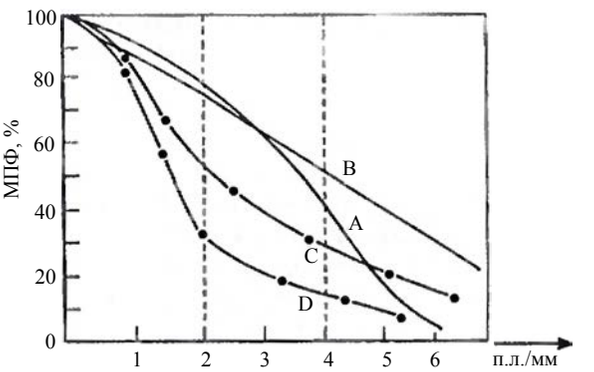


Рис. А-44. Пример четырех различных модуляционных передаточных функции — МПФ

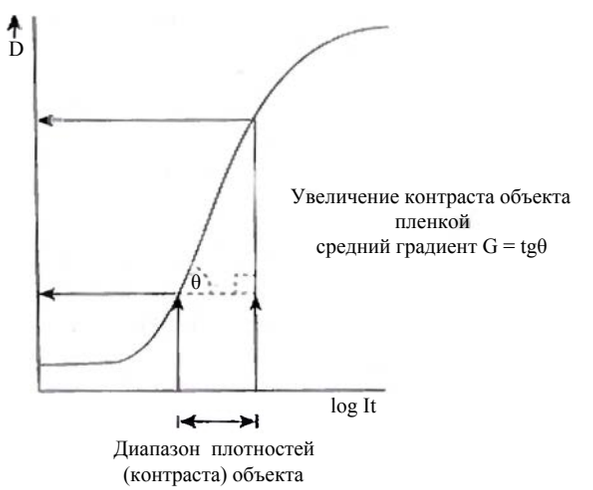


Рис. А-45. Усиление контраста объекта пленкой

Негатоскопы

Качество негатоскопа (рис. А-46) является одним из самых важных параметров для рентгенодиагностики. Это не просто световой ящик, это устройство позволяющее рассмотреть рентгенограмму наиболее удобным для глаза рентгенолога способом.

Для негатоскопов рекомендованы лампы дневного света с температурой свечения 6500 К. Этот бело-голубой свет идеально подходит для просмотра пленок на голубой основе. Немалый вклад в формирование цветового спектра свечения негатоскопа вносит матовая фронтальная панель. Большинство пластиков вносят желтую составляющую в спектр свечения, что недопустимо.



Рис. А-44. Негатоскоп ПЛАНИЛЮКС (Германия) — один из лучших европейских негатоскопов

Освещение кабинета

Все рентгеновские пленки отражают 5-7% падающего на них света. Если отраженный свет более чем на 20% больше чем светимость черной области рентгенограммы, контрастная чувствительность глаза падает примерно на 50%.

Шторки

Отсутствие шторок на негатоскопе резко ухудшает качество диагностического процесса. Иллюстрацией служит рис. А-47. На верхней фотографии рисунка рентгенограмма, расположенная на негатоскопе. Шторки открыты. При этом на нижней фотографии слева мы видим несколько наложенных друг на друга треугольников, так как их видит наблюдатель. Далее шторки закрываются, и мы видим появление на рентгенограмме слабоконтрастных объектов (круг и квадрат), которых ранее не было заметно.

Процесс ухудшения восприятия деталей на рентгенограмме часто выглядит следующим образом: сначала группа врачей в белых халатах собирается вокруг негатоскопа, затем один из них указывает пальцем на область интереса.

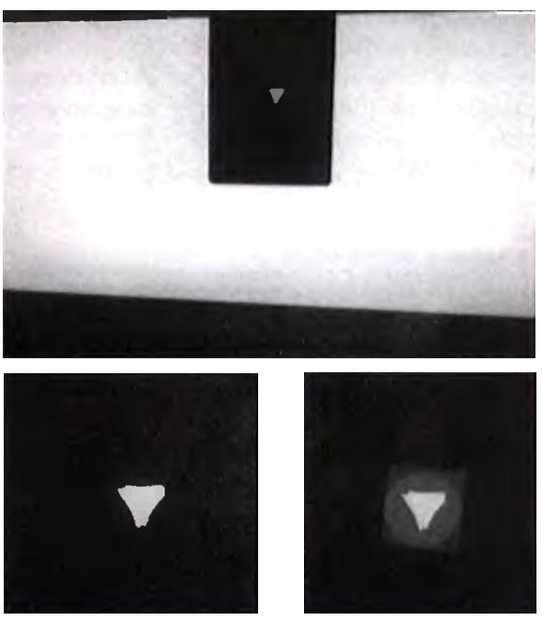


Рис. А-47. Верх и низ слева — на негатоскопе установлена рентгенограмма, шторки открыты внешнее освещение включено наблюдатель находится на обычном расстоянии от негатоскопа. Видим несколько треугольников. Низ справа — шторки закрыты, внешний свет выключен — появляются круг и большой квадрат, на которых расположены треугольники

РЕЗЮМЕ

В первых двух разделах Приложения А мы пытались дать информацию, полезную технологу фотолаборатории в несколько упрощенном виде. В тексте широко использовались фотографии и материалы из книг, указанных в списке литературы. К сожалению, первые три книги пока не доступны читателю, не владеющему иностранными языками, а подобной профессиональной литературы на тематику фотообработки рентгеновской пленки на русском языке не существует, если не считать книгу [4], которая немного менее подробна, чем похожая на нее книга [3].

Следите за информацией на сайте www.intelmedtechnika.ru и www.intelbook.ru.

Литература

1. Roberts D.P., Smith N.I.: *Radiographic Imaging: a practical approach*, UK, 1990, Churchill Livingstone.
2. Haus A.G., Susan M.J.: *The basics of Film Processing in Medical Imaging*, 1997, Madison, Visconsin, Medical Physics Publishing.
3. Friedrich-Ernst Stieve, Achim Stargart, Hans-Stephan Stender: *Lehrbuch fur Personal, die nach den Bestimmungen der Rontgenverordnung vom 8. Januar 1987 als medizinisch-technische Radiologieassistenten tatig sind und zur Unterweisung fur Strahlenschutzbeauftragte*, 1996, H. Hoffmann Verlag Berlin.
4. Пицутиелло Р., Куллиман Дж.: *Введение в медицинскую рентгенографию*, 1996, Eastman Kodak Company.

В. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО КАБИНЕТА

В данном разделе- мы подробно рассмотрим продукцию нескольких европейских заводов, наиболее актуальных с нашей точки зрения для отечественного рынка рентгенотехники.

Завод «VILLA SISTEMI MEDICALI», Италия

Введение

В Италии находится около 40% всех мировых фирм — производителей рентгенотехники. Большинство из них расположено недалеко от Милана. Уникальное стечение обстоятельств собрало в одном регионе не только специалистов по рентгеновской технике, но и специалистов в области малосерийного производства электроники, пластиковых и металлических элементов, что сделало возможным процветание производителей рентгенотехники. Здесь вы можете найти как фирму, специализирующуюся на выпуске одного элемента (например, РАЛКО — выпускает только глубинные диафрагмы), так и фирмы, выпускающие широкий спектр рентгенодиагностического оборудования, такие как — ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ[1] (далее ВИЛЛА СМ) (рис. А-48).



Рис. А-48. Фабрика ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, улица Азалий, Милан

История завода ВИЛЛА СМ

Завод ВИЛЛА СМ был основан в 1958 г. для производства медицинской мебели, но вскоре был получен заказ от ФИЛИПС на производство рентгенографических столов и стоек. Рентгеновское направление оказалось для фирмы перспективным и в 1972 г. ВИЛЛА СМ представляет дентальный аппарат ЭКСПЛОР-ИКС, в 1976 г. линейка дентальных аппаратов дополняется РОТОГРАФОМ — аппаратом для панорамных снимков. В 1976 г. ВИЛЛА СМ одной из первых представляет свой дистанционно управляемый стол-штатив «ЮПИТЕР».

С тех пор ВИЛЛА СМ становится крупнейшим итальянским производителем рентгенотехники, и крупнейшим поставщиком основных механических элементов для многих европейских производителей рентгенотехники. Стратегическим партнером для ВИЛЛА СМ является фирма ФИЛИПС, вместе с которой выполнено несколько совместных разработок.

В середине 80-х ВИЛЛА СМ превращается в крупнейшего итальянского производителя рентгенотехники. ВИЛЛА 80-х — это собственный завод более 16000 м², большие инвестиции в разработки новой техники, широкая линейка продуктов, которая включает: дентальные снимочные и панорамные аппараты, маммографы, мобильные аппараты для рентгенографии и рентгеноскопии (С-ДУГИ) и, конечно, поворотные и дистанционно управляемые столы штативы.

В 1994 г. была представлена первая цифровая рентгеновская система VDR 2000 (прообраз цифровой системы ДИВА), и примерно в это же время ВИЛЛА СМ пытается войти на наш рынок оборудования, создав совместное СП «ИКОНА-РУС». Проект был посвящен производству ЯМР томографа, но не был реализован, так как менеджмент ВИЛЛА СМ принял решение сосредоточиться на разработке рентгенодиагностического оборудования. В это же время семья Вилла продает бизнес группе итальянских банков, что открывает новую страницу истории фирмы ВИМА СМ.

[1] Мы выделили ударные гласные в названии фирмы. — *Ред.*


IQNet
THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK
CERTIFICATE
IQNet and its partner
CISQ-IMQ-CSQ
hereby certify that the organization
VILLA SISTEMI MEDICALI SPA
VIA DELLE AZALEE 3 - 20090 BUCCINASCO (MI) Italy
for the following field of activities
Design, manufacture and trade of products in the area of the diagnostic by X-ray images
has implemented and maintains a
Quality Management System
which fulfils the requirements of the following standard
ISO 9001:2000
Issued on 2004 - 03 - 12
Registration Number: IT - 36934
IQNet
President of IQNet
CISQ
President of CISQ

Рис. А-49. Сертификат качества производства ISO9001:2000 фирмы ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ

К 1997 г. новый состав менеджеров полностью меняет ситуацию на фирме, выстроив систему управления по законам, принятым для управления международной корпорацией. Управление производством и продажами становится прозрачным, все документы переводятся в электронную форму. В 1998 г. ВИЛЛА получает сертификат ISO9001/EN46001, а в 2000 г, — первой из итальянских фирм сертификат ISO9001:2000 (рис. А-49). подтверждающий мировой уровень качества производства.

Ведущая роль фирмы ВИЛЛА СМ на мировом рынке рентгенотехники становится заметной для американских инвесторов, и в 2000 г. 80% акций ВИЛЛА СМ покупает американская DEL Global Medical Systems Group. Объединение с ведущим американским производителем рентгенотехники пошло на пользу обеим фирмам. Современные элементы, привнесенные американцами, усилили линейку завода ВИЛЛА СМ. К семейству генераторов ДЖЕНИУС добавился современный высокочастотный (100 кГц) рентгеновский генератор G 100 (рис. А-50), существенные изменения претерпевают цифровые системы обработки рентгеновского изображения, появляются новые мобильные аппараты.

За 4 года фирма ВИЛЛА СМ становится признанным лидером мирового рынка медицинской рентгенотехники.

ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ в России

В России с 1994 г. ВИЛЛА СМ поставила несколько сотен рентгеновских аппаратов разных типов, но в основном представлена в гибридных системах различных отечественных производителей.

Поскольку отечественное «производство» рентгеновской техники — это в большинстве случаев закупка недорогих компонентов от разных поставщиков но принципу максимальной экономии, то чаще всего используется недорогой поворотный стол-штатив VIROMATIC (ВИРОМАТИК) (рис. А-51), который зачастую является практически единственным элементом высокого качества в гибридной системе.

В 2002 г. специально для продвижения качественной итальянской рентгеновской техники на российский рынок было создано ЗАО «ИНТЕЛМЕДТЕХНИКА» (рис. А-52) (www.intelmedtechnika.ru), что сразу значительно увеличило объем продаж рентгенодиагностического оборудования производства ВИЛЛА СМ в России.

В 2004 г. ВИЛЛА СМ инициировала создание в России ЗАО «ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ РУС» (www.villasm.ru) для переноса технологии сборки рентгенодиагностической техники из Италии в Россию и систематизации системы продаж и сервисного обслуживания. На сайте фирмы можно ознакомиться с последними новостями и списком авторизованных представителей.

Далее мы расскажем об устройстве основных аппаратов для рентгенодиагностики на примере оборудования фирм ВИЛЛА СМ и ТЕХНИКС, а также обсудим несколько теоретических вопросов, связанных с работой внутренних систем аппаратов.



Рис. А-50. Пульт управления высокочастотным генератором G100 (100 кГц)



Рис. А-51. Поворотный стол-штатив ВИРОМАТИК, производства ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, Италия

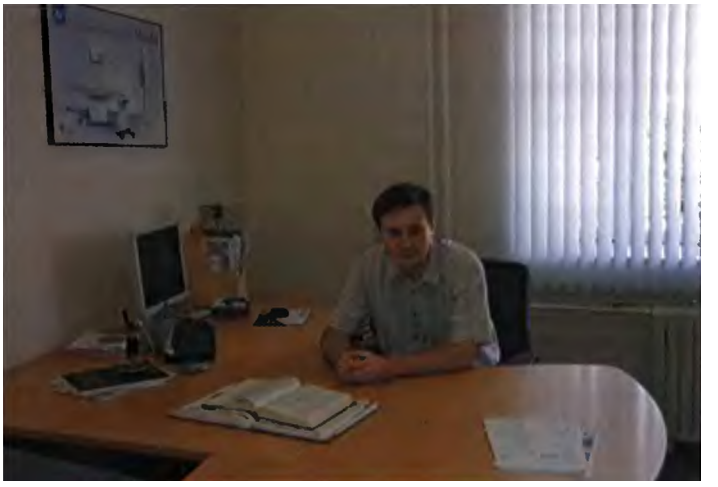


Рис. А-52. Офис ЗАО «ИНТЕЛМЕДТЕХНИКА», г. Москва, тел. (095) 507-4007

Стационарный аппарат для рентгенографии МОВИПЛАН

Во всем отделении лучевой диагностики **самым загруженным является аппарат для рентгенографии. Около 70% всех рентгенодиагностических исследований выполняется на столе и стойке снимков.** То есть — качество и производительность штативов для рентгенографии — ключевой фактор для организации эффективного обслуживания большого потока пациентов.

СОСТАВ АППАРАТА ДЛЯ РЕНТГЕНОГРАФИИ (2 РАБОЧИХ МЕСТА) — рис. А-53

1. Стол снимков (с лифтом или без, с системой выполнения линейной томографии или без, с колонной излучателя напольного или потолочного крепления);
2. Стойка снимков (настенного или напольного крепления, с моторизованной подложкой для пациента или без, с наклоняемой плоскостью кассетодержателя или без);
3. Рентгеновский генератор;
4. Рентгеновский излучатель.

В следующих параграфах мы подробно рассмотрим каждый из элементов рентгеновского аппарата для рентгенографии.

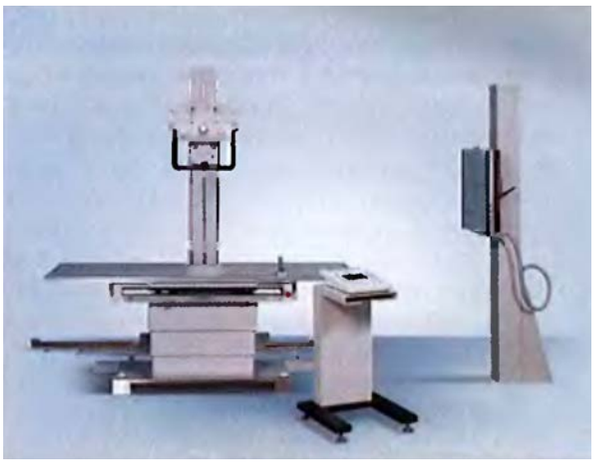


Рис. А-53. Рентгенографический комплекс МОВИПЛАН в составе: стол снимков МОВИПЛАН, стойка снимков ТЕЛЕРАДИОГРАФИ, высокочастотный рентгеновский генератор G100

Стол снимков МОВИПЛАН

Стол снимков МОВИПЛАН позволяет выполнить любую проекцию, как стандартную, так и специальную, и получать высококачественные рентгенограммы в условиях большого потока пациентов. Стол имеет простой пульт управления и удобную конструкцию для укладки пациентов.

Модульная конструкция МОВИПЛАНА позволяет подобрать конфигурацию поставки, максимально отвечающую требованиям ЛПУ — колонна излучателя может иметь напольное и потолочное крепления, может быть оснащена устройством для выполнения томографии.

МОВИПЛАН может быть оснащен лифтом, который облегчает укладку пожилых пациентов и детей, а также пациентов с ограниченной подвижностью и травмой.

Потолочное крепление излучателя (рис. А-54) позволяет обеспечить доступ к столу со всех сторон и возможность выполнить экспозицию в любой точке кабинета, а также оптимальным образом расположить стойку снимков.

Все движения стола и колонны излучателя выполняются быстро и без усилий, обеспечивая высокую точность укладки пациента и позиционирования излучателя. Дека стола «плавает» в четырех направлениях и надежно фиксируется электромагнитными тормозами. Отметим, что принцип выключения тормозов деки фотодиодом, который активируется, если рентгенолаборант ставит свою ногу под стол в специальный отсек (см. на рис. А-54 внизу под столом) — гораздо удобнее и безопаснее, чем управление тормозами деки педалями, на которые может наступить пациент при укладке.

Удобный пульт управления с разноцветными кнопками помогает оператору работать быстро и эффективно (рис. А-55). Глубинная диафрагма позволяет формировать оптимальное поле снимка, и снабжена линейкой для определения расстояния от фокуса рентгеновской трубки до пациента.



Рис. А-54. Стол МОВИПЛАН в комплекте с излучателем потолочного крепления обеспечивают доступ к столу со всех сторон



Рис. А-55. Пульт управления на излучателе стола МОВИПЛАН

Обычно МОВИПЛАН идет в комплекте с колонной излучателя напольного крепления. Низкий профиль рельсов не создает проблем для движений каталок и персонала. Аппарат МОВИПЛАН при монтаже не требует привязок, к стенам или потолку, что позволяет его установить практически в любом кабинете. Продольное движение колонны излучателя обеспечивают сервомоторы, стандартный диапазон 170 см может быть увеличен рельсами длиной 100 см до любой необходимой вам величины.

Колонна излучателя с напольным креплением оснащается устройством для линейной томографии, что требуется примерно в 10% случаев (в основном для ПТД).

Прецизионная система выполнения томографии (4 угла, три скорости) обеспечивает получение рентгенограмм высокого качества для любого анатомического объекта.

Стойка снимков ТЕЛЕРАДИОГРАФИ

Стойка снимков (рис. А-56) предназначена для рентгенографии грудной клетки, нижней конечности и черепа. Стойка напольного (а не настенного крепления) позволяет вам подобрать оптимальное место для своего размещения.

Вы можете выбрать несколько вариантов поставки стойки снимков:

- Стойку с наклоняемым кассетодержателем (справа на рис. А-57) для выполнения специальных проекции черепа.
- Стойку с моторизованной подножкой (слева на рис. А-57), что удобно в педиатрии. На рисунке изображена стойка не только с моторизованной подножкой, но и с кассетодержателем кассет формата 40 х 90 см, что удобно для исследования позвоночника и для ортопедии.



Рис. А-56. Традиционное расположение стандартной стойки снимков напольного крепления ТЕЛЕРАДИОГРАФИ относительно стола МОВИПЛАН

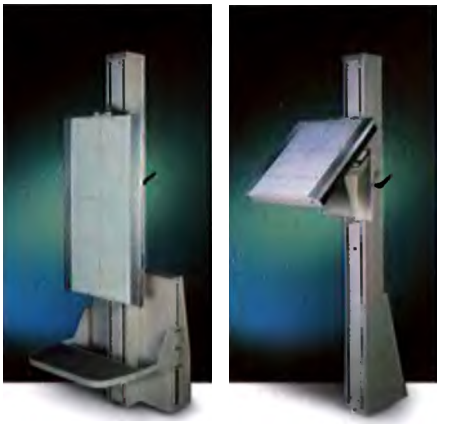


Рис. А-57. Варианты поставки стойки снимков

Высокочастотный рентгеновский генератор G100

Рентгенодиагностические аппараты фирмы ВИЛЛА СМ оснащаются высокочастотными (100 кГц) рентгеновскими генераторами G100 (рис. А-50, с. 800) мощностью от 32 до 100 кВт, в зависимости от требований ЛПУ.

Разновидности рентгеновских генераторов

Рентгеновский генератор (рентгеновское питающее устройство) преобразует напряжение питающей электросети (220/480 В) в высоковольтное напряжение (40-150 кВ), которое подается на трубку, что приводит к возникновению рентгеновского излучения.

Простейшие — однополупериодные рентгеновские генераторы

Первые полуволновые (или однополупериодные) генераторы использовали трубку в качестве диода. На рис. А-58 (слева) приведена форма высоковольтного сигнала, а справа — форма интенсивности рентгеновского излучения для режима полуволнового выпрямления. Период высоковольтной синусоиды соответствует частоте питающей электросети и составляет 1/50 с или 20 мс (при 50 Гц).

Уровень пульсации высокого напряжения в этом случае составляет 100%. Только небольшой участок синусоиды около ее максимального значения отвечает за генерирование рентгеновского излучения, которое участвует в формировании изображения. Большая часть высоковольтного сигнала расходуется на генерирование низкоэнергетической части спектра, который, создавая дозовую нагрузку на пациента, не участвует в образовании рентгеновского изображения.

До сих пор, например, в большинстве дентальных рентгеновских аппаратов и в некоторых мобильных аппаратах используются простейшие полуволновые генераторы-моноблоки.

Чтобы увеличить эффективность генераторов сначала стали использовать простые схемы выпрямления — диодные мостики (результат их работы см. рис. А-59).

Но и в этом случае при увеличении радиационного выхода не решались вопросы пульсации высокого напряжения, отрицательно сказывающиеся на времени жизни нити накала трубки и вопросы качества излучения.

Трехфазные рентгеновские генераторы

Сложение трех синусоид от трехфазной сети различными методами привело к созданию генераторов с так называемыми шестипульсной (результат см. рис. А-60) или двенадцатипульсной (результат см. рис. А-61) схемами выпрямления.

Уровень пульсаций высокого напряжения был уменьшен до 13% и 7% соответственно. Уменьшение уровня пульсаций в 6- и 12-пульсной схеме возможно и до 3%, но при этом минимальное время экспозиции возрастает до 3-4 мс, и появляются проблемы стабильности при длительных экспозициях.

Высокочастотные и среднечастотные рентгеновские генераторы

Параллельно развивалась техника высокочастотного инвертирования высоковольтного сигнала, на деталях которой мы не будем останавливаться. На рис. А-62 приведена форма импульса высокого напряжения, подаваемая на рентгеновскую трубку высокочастотным генератором. Длительность всего импульса в данном случае на рисунке — 1 мс (но максимальная длительность может быть 6-8 с в режиме рентгенографии).

В течение 200 мкс высокое напряжение достигает заданного значения (в данном случае — 70 кВ), затем идет плато (длительностью 1 мс), затем спад — 200 мкс. Все пульсации происходят на плато и в масштабе, сопоставимом с рис. А-60 и рис. А-61, их невозможно различить. Форма высокого напряжения практически идеальна.

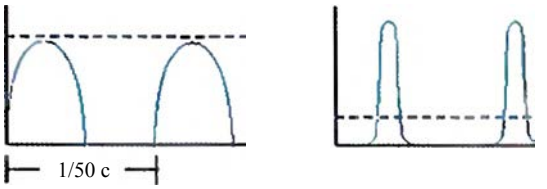


Рис. А-58. Форма высокого напряжения для генератора, работающего в режиме полуволнового выпрямления (слева) и форма интенсивности рентгеновского излучения (справа)

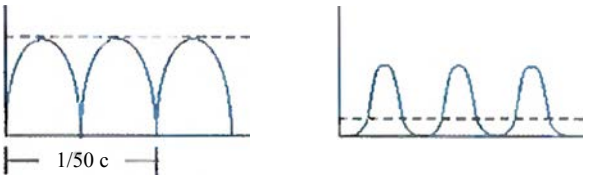


Рис. А-59. Форма высокого напряжения для генератора, работающего в режиме полноволнового выпрямления (слева) и форма интенсивности рентгеновского излучения (справа)

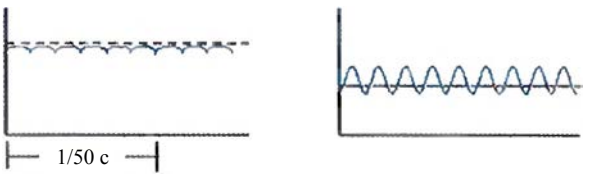


Рис. А-60. Форма высокого напряжения для генератора, работающего в режиме шестипульсного выпрямления (слева) и форма интенсивности рентгеновского излучения (справа)

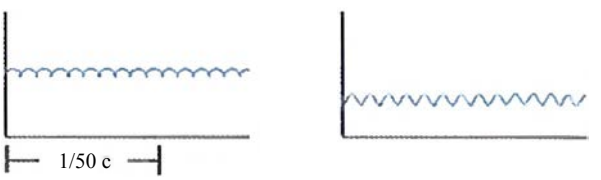


Рис. А-61. Форма высокого напряжения для генератора, работающего в режиме двенадцатипульсного выпрямления (слева) и форма интенсивности рентгеновского излучения (справа)

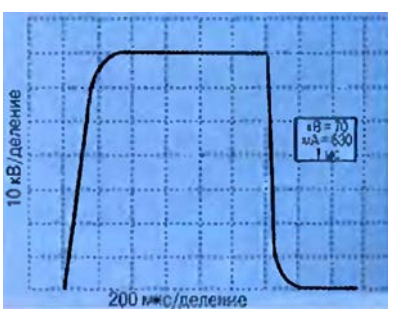


Рис. А-62. Форма импульса высокого напряжения высокочастотного генератора

В начале 70-х, когда техника высокочастотного инвертирования пришла в рентгенодиагностику, были распространены генераторы с частотой 7-20 кГц. На нижней границе частот генератор неприятно свистел.

Далее частоту подняли до 20-40 кГц, но область 100 кГц, позволяющая резко уменьшить размер высоковольтного трансформатора и улучшить его работоспособность, была долгое время недостижимой. У нас принято называть генераторы с частотой инвертирования до 40 кГц — среднечастотными.

Увеличение частоты приводит к уменьшению как пульсаций высокого напряжения (до 1%), так и общих размеров генератора. Только к 2000 г. появились надежные высокочастотные генераторы (100 кГц), которые могут стабильно работать как в режиме рентгенографии, так и в режиме флюороскопии.

Выбор параметров экспозиции (технических условий исследования)

Режим выбора трех значении (мА, кВ, с)

Любой современный рентгеновский генератор (рис. А-63) обеспечивает в процессе экспозиции поддержание заданного уровня высокого напряжения (кВ), заданную силу анодного тока (мА) и время экспозиции (с). Это основные параметры экспозиции.

В ручном режиме вы можете установить любой набор из упомянутых трех параметров. Если этот набор не соответствует техническим возможностям генератора и трубки, то вместо экспозиции вы получите сообщение об ошибке.

В Руководстве описаны все случаи, когда рекомендуется работать в ручном режиме.

Режим выбора двух значений (кВ, мАс)

Мы рекомендуем вам обратить внимание на режим выбора двух значений — кВ (в зависимости от размера пациента) и мАс — в зависимости от норм дозовой нагрузки. Руководство построено на использовании этого режима.

Режим автоматического контроля экспозиции (АКЭ) — выбор одного значения (кВ)

Вы можете работать в режиме выбора одного параметра экспозиции — кВ, который определяется размером пациента. В этом случае работает система автоматического контроля экспозиции (АКЭ), которая опрашивает ионизационную камеру, расположенную за пациентом. Система настроена на определенную экспозиционную дозу, при которой гарантировано получение нужной оптической плотности изображения на пленке. От свойств этой камеры многое зависит (см. ниже).

Использование анатомических программ

Работа в этом режиме максимально комфортна для рентгенолаборанта. До выполнения укладки пациента следует выбрать на пульте управления генератора:

- тип пациента (крупный/средний/маленький),
- исследуемый орган,
- тип проекции.

Остается только выполнить укладку и экспозицию.

В анатомической программе заложены следующие значения:

- рабочее место;
- режим АКЭ или режим двух параметров — кВ/мАс;
- в режиме АКЭ — рабочие поля ионизационной камеры;
- кВ для выбранного типа пациента;
- мАс для выбранной проекции;
- фокус трубки;
- чувствительность пленки;
- коррекция плотности почернения.

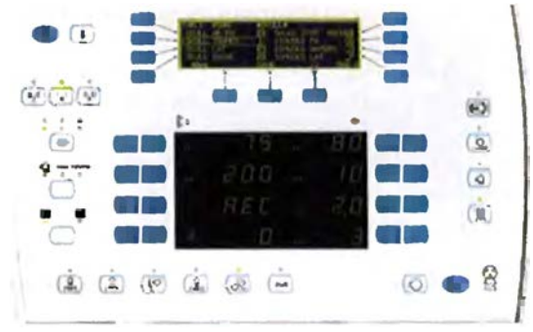


Рис. А-63. Пульт управления генератора G100, ВИЛЛА СМ, Италия



Рис. А-64. Сенсорный пульт управления генератора G100, ВИЛЛА СМ, Италия

О проекциях, описанных в Руководстве

Если оставить за рамками нашего рассмотрения главы Руководства о маммографии, дентальную рентгенографию и линейную томографию, то в Руководстве описано 217 проекций. (Из них основных — 153 и 64 специальных). Некоторые проекции (около 20) имеют альтернативные варианты исполнения (на столе или стойке снимков, при различной укладке).

Распределение рабочих мест по проекциям выглядит следующим образом: на стойке снимков — 57 проекции, на столе снимков — 109 проекций, на кассету, расположенную на деке стола или на внешней поверхности стойки снимков, либо в специальном внешнем держателе — 69 проекций.

Мы перенастроили традиционную таблицу уставок генератора G100 по Руководству.

Генератор G100 в его базовом варианте позволяет сделать 4 стартовых страницы первого уровня и на каждой странице предложить 8 разделов (банков данных) по восемь проекций.

Приступая к работе, вы можете выбрать один из четырех стартовых листов. В каждом листе до 8 разделов, в каждом разделе до 8 проекций.

Вариант поставки G100 с сенсорным экраном (рис. А-64) гораздо удобнее. Кроме того, в данном случае выполненная нами русификация интерфейса стоила затраченной на нее работы, так как на экране появляются достаточно сложные сообщения.

Система автоматического контроля экспозиции (АКЭ)

Система АКЭ (рентгеновский экспонометр) — важнейший элемент рентгенодиагностического аппарата. Для некоторых проекций, которые рекомендовано выполнять в ручном режиме, ее не используют, но для большинства часто выполняемых проекций использование системы АКЭ рекомендовано и необходимо Если фотолаборатория оснащена проявочной машиной, то АКЭ обеспечит стабильность результатов фотопроцесса.

Система автоматического контроля экспозиции (рис. А-65) состоит из нескольких элементов, из которых важнейшим является ионизационная камера (элемент 7).

Рентгеновское излучение создает электрический заряд внутри камеры, который измеряется генератором. При достижении заданной дозы, необходимой для получения изображения на пленке генератор выключает экспозицию.

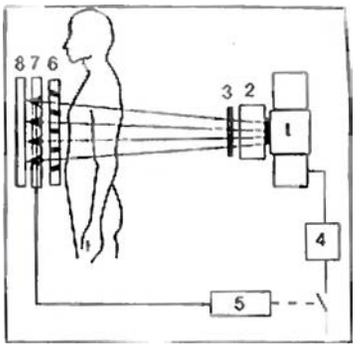


Рис. А-65. Система Автоматического Контроля Экспозиции (АКЭ)
1 — рентгеновская трубка;
2 — диафрагма;
3 — камера для измерения экспозиционной дозы на выходе глубинной диафрагмы;
4 — рентгеновский генератор;
5 — блок АКЭ;
6 — растр;
7 — ионизационная камера АКЭ;
8 — кассета с пленкой

Ионизационные камеры для системы АКЭ

Рассмотрим две группы ионизационных камер, для упрощения назовем их — «воздушные» и «твердотельные».

Чувствительность «воздушных» ионизационных камер существенно меньше, чем у «твердотельных». То есть при одной и той же дозе в «твердотельной» камере возникает в миллионы раз больший заряд, чем в «воздушной».

Так для «воздушных» камер (рис. А-66), чувствительность составляет — 60-80 пкКл/мГр (пико Кулон — 10^{-12} Кулон), а для «твердотельной» углепластиковой камеры (рис. А-67) чувствительность составляет — 260 мкКл/мГр (микро Кулон = 10^{-6} Кулон) — примерно в 5 миллионов раз больше.

Слабые токи (порядка 10^{-11} А), которые образуются в «воздушной камере» необходимо усилить, прежде чем отправлять на генератор, который расположен в 10-15 метрах от камеры. По этому в зарубежных воздушных камерах прямо на их корпусах расположены предусилители (см. рис. А-66). Токи в твердотельных камерах существенно выше и в данном случае не требуется такого деликатного устройства как предусилитель.

Показания «воздушных» камер могут зависеть от метеорологических факторов температуры и атмосферного давления.



Рис. А-66. Ионизационные камеры фирмы VACUTEC, (Германия) с предусилителями

Оборудование фирмы ВИЛЛА СМ оснащается в основном твердотельными камерами фирмы Джиллардони (Италия), но по заказу клиентов могут поставляться и «воздушные» камеры фирмы ВАКУТЕК (Германия)

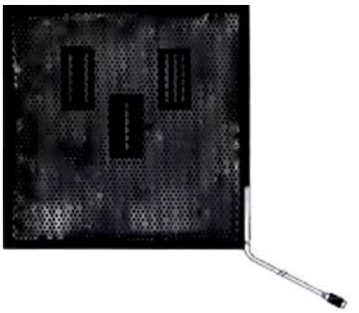


Рис. А-67. Твердотельная (углепластиковая) ионизационная камера фирмы Джиллардони, Италия, с тремя рабочими полями

Дозовая нагрузка на пациента — терминология и принципы

Основной физической величиной, принятой в дозиметрии для оценки воздействия излучения на организм является **поглощенная доза**, которая измеряется в Греях[1] (1 Грэй = 1 Дж/кг). Эта величина тщательно изучена для большинства биологических тканей и основных видов радиационного излучения в широком диапазоне энергий. То есть **существуют пересчетные таблицы** между параметрами экспозиции (кВ и мАс) и дозой, поглощенной различными органами пациента при исследовании.

Излучение по-разному воздействует на биологические ткани. У человека есть радиочувствительные ткани (гонады, красный костный мозг, хрусталик глаза) и менее чувствительные ткани — кожа, корковое вещество кости. Оценка радиационного воздействия излучения на ткани привела к созданию коэффициентов качества для каждого органа и типа излучения. Умножение дозы, поглощенной органом, на коэффициенты качества дает нам **эквивалентную дозу**, которая измеряется **в Зивертах**[2].

Сумма эквивалентных доз по всем органам, затронутым излучением, дает нам **эффективную эквивалентную дозу — ЭЭД** (тоже измеряется в Зивертах).

То есть эквивалентная доза, которая определяет дозовую нагрузку на пациента при рентгенодиагностическом исследовании — это вычисляемый параметр. Не существует приборов, которые позволяют ее измерить напрямую.

Погрешность нерасчетных коэффициентов их разработчики — биофизики оценивают в 20-30%. Скептики (физики) говорят о 50-60%.

В Руководстве приведены оценки средних доз, доз на кожу и радиочувствительные органы. В принципе **этих оценок достаточно для ведения журнала дозовых нагрузок на пациента.**

Индивидуальная ЭЭД получаемая пациентом, традиционно рассчитывается по таблицам. Надо знать, сколько лет пациенту, исследуемый орган, тип проекции, и размер кассеты, РИП. После этого в таблице надо найти коэффициент K_d, умножить его на величину мАс и на радиационный выход трубки (указан в паспорте на трубку). Реальное значение мАс любой современный генератор сообщает после экспозиции. Эта методика наиболее корректная.

Для флюороскопии были разработаны ионизационные камеры (элемент 3 на рис А-65 и рис. А-68), которые позволяют оценить суммарную экспозиционную дозу на выходе глубинной диафрагмы с учетом положения шторок диафрагмы (размера области диафрагмирования) за все время исследования.

Экспозиционная доза — специфическая величина, введенная в дозиметрии для фотонного излучения. Она равна значению полного заряда ионов одного знака, который образуется в воздухе при полном торможении электронов и позитронов, освобожденных фотонами в единице массы воздуха. Измеряется в Кулонах на кг (Кл/кг), может быть пересчитана для нормальных условий при комнатной температуре воздуха в мГр/см^2. Чаще используется внесистемная единица — рентген (1 Р = 2,58 · 10 $^{-4}$ Кл/кг).

[1] В честь С. Грея — английского ученого.

[2] Рольф Зиверт (1896 - l966) — шведский ученый, первый председатель МКРЗ.



Рис. А-68. Ионизационная (прозрачная) камера фирмы VACUTEC, Германия, для определения экспозиционной дозы на выходе глубинной диафрагмы

Существуют методы оценки эквивалентной дозы по экспозиционной дозе на выходе глубинной диафрагмы. Они менее точны, чем расчет по кВ и мАс, так как пересчетный коэффициент сильно зависит от кВ.

Часто проблема дозиметрии становится источником спекуляции, особенно для чиновников, которые не разбираются в физике. Обычно выдвигается требование оснастить аппарат дозиметром. При этом большинство дозиметров, поставленных по требованиям сотрудников СЭС, представляют собой отдельно стоящие устройства, которые чаще всего не включаются так как построение системы дозиметрического контроля гораздо сложнее, чем закупка дозиметра.

С 1 мая 2003 г. действует новый САНПИН 2.6.1.1192-03 там, в пункте 2.8, говорится: «При разработке новых отечественных, закупке импортных и эксплуатации существующих рентгенодиагностических аппаратов должно быть предусмотрено определение индивидуальных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований». То есть можно использовать традиционный метод определения дозы по мАс и кВ. Мы считаем, что никакой обязательной закупки дозиметров не требуется.

При флюороскопии дозу тоже можно оценить по параметрам экспозиции и времени исследования, которое фиксирует таймер генератора.

Дозиметрия на рентгеновском генераторе G100

Уникальность генератора G100 в том, что он позволяет использовать как традиционный метод определения индивидуальной дозы, так и работать с внешней ионизационной камерой, которая определяет экспозиционную дозу.

После экспозиции генератор сообщает о реально сгенерированном кВ и суммарной экспозиции — мАс.

При подключение ионизационной камеры на пульте управления генератором после каждой экспозиции будет также показана поверхностная экспозиционная доза в мГр/см^2. В отличие от внешнего дозиметра, который можно не включать, генератор G100 каждый раз будет сообщать о дозовой нагрузке.

Рентгеновские излучатели

Обычно пользователь видит только излучатель, а не рентгеновскую трубку, которая находится внутри излучателя. На рис. А-69 изображены излучатели C52 и C52 SUPER, производства фирмы IAE, Италия, которые чаще всего используются фирмой ВИЛЛА СМ для оснащения своих аппаратов.

Излучатель C52 весит 20 кг, а излучатель C52 SUPER — 26 кг. При прочих равных параметрах C52 SUPER может принимать трубки с большим диаметром анода, как у RTM101 (см. ниже)

Оба излучателя могут работать в режиме разгона анода трубки до 10000 оборотов в минуту (в нормальном режиме скорость вращения анода составляет 3000 оборотов в минуту). Работа со скоростными трубками оправданна при ангиографии и иногда в педиатрии, при этом надо сказать специальный стартер разгона анода, который будет установлен в генератор G100.

Рентгеновские трубки

Трубки для оснащения поворотного стола штатива должны иметь большой угол наклона анода (15-17º), так как они работают в режиме близких фокусных расстояний (75 см) (см. также анодный «пяточный» эффект, стр. 42). Обычно используют трубку X50 или RTM92. Характеристики трубок приведены в таблицах на рис. А-70.

Трубка X50 имеет следующие общие характеристики для всех вариантов поставки: диаметр анода 90 мм, угол наклона анода 16°. Теплоемкость анодов всех вариантов X50 (кроме сочетания фокусов 1,2/2,0 мм) - 140 kHU. Для трубки X50 с фокусами 1,2/2,0 мм материал анода выполнен из вольфрама с добавлениями родия и молибдена, что увеличивает теплоемкость анода до 200 kHU. Максимальное рабочее напряжение 150 кВ.

Трубка RTM92 имеет следующие общие характеристики для всех вариантов поставки, диаметр анода 90 мм, угол наклона анода — 15º. Теплоемкость анода RTM92 — 300 kHU. Максимальное рабочее напряжение 150 кВ.

Для рентгенографии на столе снимков и для оснащения дистанционно управляемого стола-штатива применяют трубки с углами наклона анода 12-13°, так как при этом можно получить, большую рабочую мощность на фокусе небольшого размера. (Чем меньше фокус, тем четче снимок.) Обычно используют трубку RTM90 или RTM101. Характеристики трубок приведены в таблицах на рис. А-71.

Трубка RTM90 имеет следующие общие характеристики для всех вариантов поставки: диаметр анода 90 мм, угол наклона анода — 12,5. Теплоемкость анода RTM90 — 300 kHU. Максимальное рабочее напряжение — 150 кВ.

Трубка RTM101 имеет следующие общие характеристики для всех вариантов поставки: диаметр анода 102 мм, угол наклона анода — 12,5°. Теплоемкость анода RTM101 — 400 kHU. Максимальное рабочее напряжение 150 кВ.

В линейке фирмы IAE, Италия, есть трубки с теплоемкостью анода до 1000 kHU, которые нам приходится устанавливать вопреки здравому смыслу на обычные аппараты для общей рентгенодиагностики, чтобы соответствовать некоторым тендерным спецификациям.



Рис. А-69. Излучатели C52 и C52 SUPER, фирмы IAE, Италия

Рентгеновская трубка X50 (варианты поставки)

Размер фокусов, мм	0,6/1,2	0,6/2,0	1,0/1,0	1,0/2,0	1,2/1,0
Рабочая мощность фокусов, кВт	11/30	11/50	24/24	24/50	30/50

Рентгеновская трубка RTM92 (варианты поставки)

Размер фокусов, мм	0,6/1,2	0,6/2,0	1,0/2,0
Рабочая мощность фокусов, кВт	12/34 (22/65)*	12/50 (22/90)*	30/60 (54/110)*

* При разгоне анода до 10 000 оборотов/мин.

Рис. А-70. Трубки для оснащения поворотного стола-штатива: X50 и RTM92. (жирным шрифтом выделен рекомендованный вариант поставки)

Рентгеновская трубка RTM90 (варианты поставки)

Размер фокусов, мм	0,3/0,6	0,6/1,2	0,6/1,3	0,6/1,5	1,2/2,0
Рабочая мощность фокусов, кВт	6/20 (9/32)*	20/44 (32/78)*	20/50 (32/90)*	20/60 (32/110)*	30/50 (65/137)*

* При разгоне анода до 10 000 оборотов/мин.

Рентгеновская трубка RTM101 (варианты поставки)

Размер фокусов, мм	0,6/1,2	0,6/1,3	0,6/1,5
Рабочая мощность фокусов, кВт	22/55 (37/100)*	22/60 (37/105)*	22/70 (37/125)*

* При разгоне анода до 10 000 оборотов/мин.

Рис. А-71. Трубки для оснащения поворотного стола-штатива: RTM90 и RTM101 (жирным шрифтом выделен рекомендованный вариант поставки)

Поворотные столы штативы (первое рабочее место)

Поворотные столы штативы используются при оснащении кабинете для флюороскопии и **в сочетании с рентгеновским генератором** (см. выше), **усилителем рентгеновского изображения** (УРИ) и **излучателем** (см. выше) представляют собой аппарат на одно рабочее место.

ПОВОРОТНЫЙ СТОЛ-ШТАТИВ VIROMATIC (ВИРОМАТИК)

VIROMATIC (ВИРОМАТИК) (рис. А-72) выпускается более 25 лет, и хорошо зарекомендовал себя более чем в 53 странах мира. Это лучший штатив в нише экономических столов-штативов. В России установлено несколько сотен ВИРОМАТИКОВ в составе комплексов различных фирм-производителей как европейских, так и отечественных.

VIROMATIC (ВИРОМАТИК) — стол-штатив с диапазоном поворотов от + 90° (вертикальное положение) до -15° (положение Тренделенбурга). Все движения деки стола моторизованы. Диапазон продольного движения деки составляет 1000 мм, поперечного — 200 мм. Продольное движение экраноснимочного устройства (ЭСУ) с рентгеновской трубкой (расположенной под декой стола) выполняется сервомотором. Компрессионное и поперечное движения ЭСУ выполняются без усилий вручную за счет отличной балансировки ЭСУ.



Рис. А-72. Поворотный стол-штатив VIROMATIC (ВИРОМАТИК) в положении Тренделенбурга (-15°)

Экраноснимочное устройство (ЭСУ)

Экраноснимочное устройство — один из важнейших элементов поворотного стола-штатива. До появления УРИ основным элементом ЭСУ был **усиливающий экран**, на котором врач (после адаптации в темноте и включения режима сумеречного зрения, в условиях полного затемнения кабинета) изучал динамические процессы в организме человека. Область интереса затем снималась, при этом кассета помещалась руками прямо в область съемки (фронтально). Поэтому и возникло название — экраноснимочное устройство.

Следующим шагом усложнения ЭСУ стало появление программ деления кассеты при экспозиции на части (рис А-73).
При этом появилась возможность получения последовательности снимков с небольшим промежутком времени между ними. Например, деление кассеты на три или четыре вертикальных части используют при исследовании пищевода с барием. Кассета при этом двигается и для ее фиксации, например, в ЭСУ SAG4 (ВИРОМАТИК, рис. А-72) приходится сверлить небольшие отверстия диаметром 4 мм по краям кассеты.

Первые ЭСУ были электромеханические. Программа деления была реализована системой движения кассеты по рельсам и использованием различных насадок-масок, которые защищали неиспользуемые области кассеты.

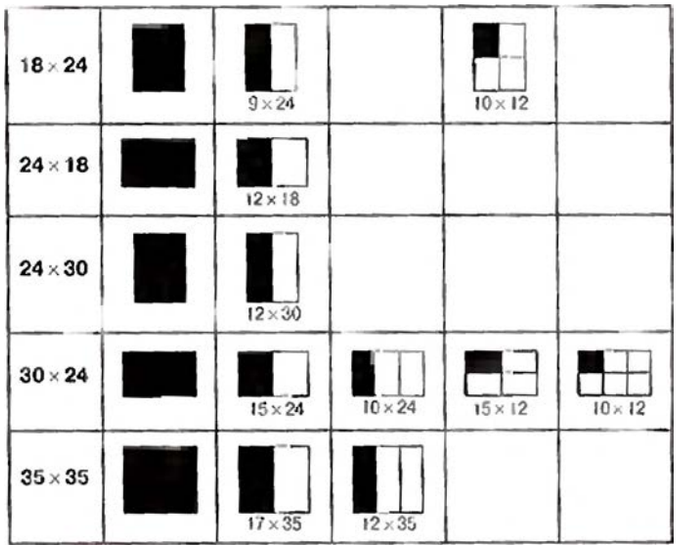


Рис. А-73. Деление кассеты при экспозиции для ЭСУ поворотных столов-штативов фирмы ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, Италия

Появление автоматических ЭСУ с функцией определения формата кассеты (рис. А-74) решило проблему избыточного облучения пациента при экспозиции на ЭСУ. Дело в том, что излучатель установлен под декой стола, и невозможно правильно диафрагмировать поле исследования, без включении экспозиции и определения положения шторок с помощью УРИ.

Автоматические ЭСУ не только определяют формат кассет, но также учитывают расстояние источник приемник изображения и управляют как положением шторок в глубинной диафрагме, так и положением шторок в самом ЭСУ. При делении кассеты при экспозиции на области, края изображений не перекрываются.



Рис. А-74. Экраноснимочное устройство SF6 поворотного стола-штатива VISION (ВИЖН)

ПОВОРОТНЫЙ СТОЛ ШТАТИВ VISION (ВИЖН)

VISION (ВИЖН) (рис. А-75) — новейший поворотный стол-штатив фирмы ВИЛЛА СМ в 2000 году пришел на смену столу ВИРОМАТИК. Это один из лучших поворотных столов-штативов, выпускаемых сегодня и мире.

Полное микропроцессорное управление стола обеспечивает как безопасность ею движений, так и реализацию режима «быстрого поиска болюса», который позволяет связать продольное движение деки стола и ЭСУ, что увеличивает их относительную скорость. Эта функция очень полезна при выполнении исследований пищевода с барием.

Основным преимуществом VISION (ВИЖН) является автоматическое ЭСУ SF6 (рис. А-74), которое позволяет подключить к УРИ стола цифровую систему DIVA (ДИВА) (рис. А-76, о системе ДИВА см. ниже).

Микроппроцессорное управление ЭСУ SF6 облегчает труд рентгенолаборанта. Яркий буквенно-цифровой дисплей ЭСУ сообщает оператору о текущем рабочем состоянии штатива, а также предупреждает об ошибках и неисправностях.

Новое ЭСУ SF6 позволяет подключить педаль для включения флюороскопии, что существенно облегчает работу врача рентгенолога при контрастных исследованиях ЖКТ с барием (ЭСУ SAG4 стола VIROMATIC не позволяет подключить педаль).

ЭСУ SF6 позволяет выполнять быструю последовательность снимков со скоростью 2,5 снимка в секунду.

Существенным преимуществом ЭСУ SF6 является устройство центровки кассеты, которое не требует никаких дополнительных манипуляций с кассетой (сверление отверстий, как для SAG4 или желобков, как для некоторых корейских столов-штативов).

Рентгенография на поворотном столе-штативе

Как было описано в Руководстве, многие исследования ЖКТ оканчиваются обзорным снимком с помощью потолочного излучателя (рис. А-77). В этом случае используется дополнительный кассетодержатель, расположенный под декой стола.

Дополнительный излучатель может быть расположен на колонне напольного крепления, с системой линейной томографии. Такие сложные варианты поставки сегодня не очень популярны из-за появления дистанционно управляемых столов-штативов (см. ниже).

Аппараты на три рабочих места

Аппараты на три рабочих места представляют собой гибрид аппарата для флюороскопии (одно рабочее место) и рентгенографии (два рабочих места), объединенных одним генератором. Встречаются сегодня только в России. Экономически нецелесообразны.

Спецификация аппарата на три рабочих места:

1. Поворотный стол штатив;
2. Излучатель поворотного стола-штатива;
3. Усилитель рентгеновского изображения (УРИ);
4. Стол снимков (с лифтом или без, с системой выполнения линейной томографии или без, с колонной излучателя напольного или потолочного крепления);
5. Стойка снимков (настенного или напольного крепления, с моторизованной подножкой для пациента или без, с наклоняемой плоскостью кассетодержателя или без);
6. Рентгеновский генератор;
7. Рентгеновский излучатель стола снимков.

Все эти элементы, кроме УРИ, были обсуждены выше.



Рис. А-75. Поворотный стол-штатив VISION (ВИЖН)



Рис. А-76. Поворотный стол-штатив VISION (ВИЖН) с цифровой системой DIVA (ДИВА)



Рис. А-77. Поворотный стол-штатив VISION (ВИЖН) с дополнительным излучателем потолочного крепления

Усилитель рентгеновского изображения (УРИ)

УРИ состоит из двух элементов — РЭОП и телевизионной системы.

РЭОП — рентгеновский электронно-оптический преобразователь

РЭОП (рис. А-78) — электровакуумный прибор, преобразующий рентгеновское излучение, попадающее на его входное окно в световой сигнал на своем выходном окне диаметром 20-25 мм.

Рентгеновские кванты превращаются сцинтиллятором CsI(TI) (цезий йод ингибированный таллием) в кванты света, которые, в свою очередь, выбивают электроны из специального вещества, которым покрыт CsI(TI) с внутренней стороны входного окна. Затем электроны фокусируются, как в электронно-лучевой трубке телевизора на маленькое выходное окно, покрытое другим сцинтиллятором, например Р20 (как в телевизоре).

Номинальные размеры РЭОП исчисляются в дюймах, наиболее распространенные величины — 9" (230 мм), 12" (300 мм) и 16" (400 мм). При этом реально максимальные диаметры рабочих полей немного меньше — 215, 290 и 360 мм, соответственно. Это очевидно, если сравнить рис. А-76 и рис. А-79.

В таблице на рис. А-80 приведены характеристики РЭОП фирмы «ТОШИБА», которые используются для производства аналоговых УРИ фирмы ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ (о требованиях к РЭОП для цифровой флюорографии см. ниже).

УРИ, обычно, имеет несколько рабочих полей (см. таблицу на рис. А-80). Уменьшая размер рабочего поля, вы увеличиваете область интереса.

Мы видим из таблицы на рис. А-80, что пространственное разрешение на исходном окне РЭОП достаточно велико, по четкость конечного изображения определяет размер ПЗС-матрицы телекамеры.

Телевизионная система УРИ

Световой сигнал с выходного окна РЭОП собирается с помощью оптической системы (линзы) на ПЗС-матрицу (устройство с Поверхностной Зарядовой Связью) элемент видеокамеры, который преобразует свет в видеосигнал.

ПЗС-матрица (рис. А-81) представляет собой прямоугольную микросхему с матрицей чувствительных элементов, например, 582 х 776. Световой сигнал с круглого выходного окна УРИ вписывают в квадратную область прямоугольника, то есть в нашем случае — в 582 х 582 элемента-пиксела.

Каждые два элемента ПЗС-матрицы можно для грубой оценки сопоставить одной паре линий. Можно оценить теоретический предел пространственного разрешения, разделив количество пикселов полученного изображения (582) пополам и на рабочий диаметр УРИ (215 мм). Получаем 1,35 пар линий на мм. На практике теоретический предел недостижим.

Мы видим (таблица на рис. А-80, правый столбец), что 9-дюймовые УРИ со стандартной телекамерой применимы для исследования в основном ЖКТ. Увеличение диаметра УРИ до 12 дюймов требует увеличения размера ПЗС-матрицы до 1024 х 1024 элементов.

Дальнейшее увеличение размеров матрицы не дает серьезного улучшения пространственных характеристик конечного цифрового изображения, но приводит к сильному увеличению дозовой нагрузки на пациента.

Аналоговая флюороскопия

В обычном аналоговом УРИ цифровой сигнал считывается с ПЗС-матрицы с частотой 25 кадров в секунду и преобразуется в телевизионный сигнал, который подается на аналоговый монитор (625 строк).



Рис. А-78. Устройство РЭОП — схема

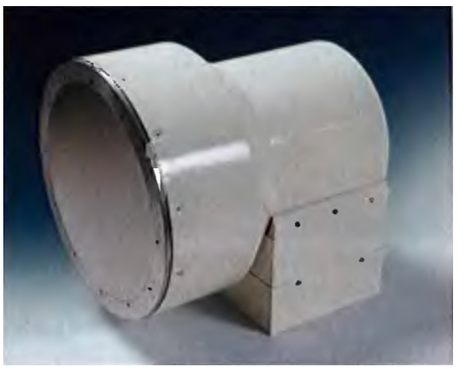


Рис. А-79. Внешний вид РЭОП фирмы «ТОШИБА»

Марка РЭОП	Размеры рабочих полей, мм	Разрешение по центру выходного окна*, п.л./мм	Максимальное пространственное разрешение с матрицей изображения 582 х 582 пиксела
Toshiba	215	4,8	1,35
E5764SD	160	5,6	1,82
(9 дюймов)	120	6,6	2,42
Toshiba	290	4,4	1,0
E5765SD	215	5,0	1,35
(12 дюймов)	160	5,6	1,82

* Диаметр выходного окна 9-дюймового РЭОП — 20 мм, 12-дюймвого — 25 мм

Рис. А-80. Характеристики РЭОП

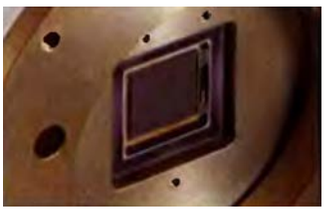


Рис. А-81. ПЗС-матрица — сенсор телевизионной системы

Цифровые системы получения и обработки рентгеновского изображения

Использование цифровой системы в первую очередь налагает требования на РЭОП. Он должен быть высокого разрешения, высокого контраста и с большим выходным окном - 25 мм.

Для оснащения цифровой системы также используется телевизионная камера высокого разрешения с ПЗС-матрицей 1024 x 1024 элементов. Аналогово-цифровое преобразование должно быть осуществлено с разрядностью не менее 12 бит (против 10 бит в аналоговом варианте).

Устройство цифровой системы и ее интеграция с рентгеновским аппаратом

Цифровая система считывает изображение с ПЗС-матрицы (1024 x 1024 пиксела) в цифровом виде, затем сохраняет его на жесткий диск системы и выводит изображение в цифровом виде на монитор, обеспечивая его цифровую обработку, как в режиме реального времени, так и после исследования.

Считывание может выполниться в режиме флюороскопии с частотой 25 кадров формата 1024 x 512 пикселов или с запоминанием на жесткий диск со скоростью от 3 до 25 кадров формата 1024 x 1024 пиксела/с. Скорости выше 25 кадров/с востребованы в кардиологии и реализуются специальными цифровыми системами, которые мы здесь рассматривать не будем.

Цифровая система позволяет:

- Выполнять рентгенографию на УРИ;
- Запоминать в базе данных результаты как рентгенографии, так и флюороскопии. Воспроизведение флюороскопии возможно в режиме «кинопетли»;
- Использовать специальные программы обработки изображения для получения оптимальной плотности цифровых снимков для различных органов.
- Выполнять субтракционную ангиографию и работать в режиме «road mapping» — субтракционное маскирование.
- Передавать изображения в информационную сеть ЛПУ с стандарте DICOM или на принтер.

Цифровая система — часть рентгеновского аппарата, она связана с генераторам и УРИ. Благодаря этому может быть реализована система автоматической коррекции параметров экспозиции при работе в цифровом режиме, а также режим пошаговой ангиографии, когда УРИ движется вдоль пациента вслед за движением контрастного вещества. Врач может просмотреть результаты флюороскопии, управление системой осуществляется с общего с аппаратом пульта.

Цифровые системы семейства DIVA (ДИВА)

DIVA (ДИВА) (рис. А-82) — это цифровая система, фирмы ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, отвечающая современным требованиям цифровой рентгенодиагностики. Экран управления системой показан на рис. А-83.

Существуют несколько вариантов поставки системы: RF-3, RF-6, AS-12 и DIVA-D. Первые два варианта системы имеют скорости записи изображении формата 1024 x 1024 пиксела на жесткий диск 3 и 6 кадров соответственно.

DIVA-AS-12 не только позволяет сохранять 12 кадров формата 1024 x 1024 пиксела на жесткий диск, но и работать в режимах субтракционной ангиографии и «road mapping».



Рис. А-82. Цифровая система DIVA-D, фирмы ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ

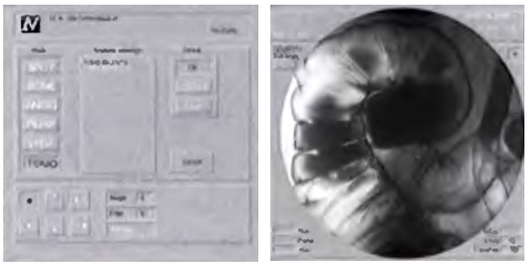


Рис. А-83. Экран управления цифрован системой DIVA (ДИВА), ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, Италия

DIVA-D — новейшая цифровая система имеющая возможности DIVA-AS-12, со скоростью записи на жесткий диск 25 изображений формата 1024 x 1024 пиксела в секунду. DIVA-D реализована на новой программной и элементной базе, что позволяет наращивать мощность системы в будущем.

Сравнение цифровой системы и АРМ-рентгенолога

На волне интереса к цифровым методам рентгенодиагностики в России появился ряд поставщиков, выдающих свои аналоговые аппараты за цифровые.

В качестве цифрового элемента предлагается АРМ-рентгенолога — персональный компьютер, с системой оцифровки телевизионного сигнала (фреймграббер — устройство для захвата (grab) кадров (frame)) и программным обеспечением.

Принцип работы такого АРМ-рентгенолога следующий:

- этап получения телевизионного сигнала, который подается на монитор с УРИ такой же, как и у аналоговой системы;
- аналоговый телевизионный сигнал (576 строк) оцифровывается с помощью фреймграббера и сохраняется в памяти компьютера.

Конечное изображение в этом случае претерпевает следующие превращения: ПЗС-матрица имеет дискретную структуру и с нее считывают информацию в цифровой форме, затем этот набор данных преобразуют в аналоговый вид (576 строк). Затем фреймграббер еще раз переводит изображение в цифровую форму. Очевидно, что на этом пути превращений изображение теряет свое первоначальное качество.

Еще одним недостатком АРМ рентгенолога является его обособленность от работы аппарата. Чаще всего реализована лишь одна из многих функций цифровой системы — получение единичных снимков. Некоторые системы позволяют записать небольшой фильм, но его качество и сложность управления системой оставляют желать лучшего.

На сегодняшней день в России нет ни одной цифровой системы отечественного производства, соответствующей мировым стандартам.

Дистанционно управляемые (ДУ) столы-штативы

Появление телевизионных УРИ привело к созданию принципиально нового дистанционно управляемого (ДУ) стола-штатива (рис. А-84). УРИ был размещен под декой стола, а излучатель над декой стола, что позволило реализовать возможности всех трех рабочих мест на одном штативе.

Дистанционно управляемые штативы во всем мире активно заменяют поворотные столы-штативы.

Следует учитывать две особенности:

- Входная плоскость УРИ находится ниже плоскости кассетодержателя в 10-20 см под декой стола. С учетом расходимости рентгеновского пучка реальное рабочее поле исследования будет на 10 — 15% меньше рабочего поля РЭОП. Поэтому для оснащения ДУ столов-штативов рекомендована поставка УРИ — с номинальным диаметром 12 дюймов. Полезной является функция лифта УРИ, которая приближает УРИ к деке стола при флюороскопии.
- Выполнение передней проекции грудной клетки затруднено (а это до 40% всех исследований), так как не все пациенты могут повернуть голову на 90° и плотно прижаться грудью к деке стола при его вертикальном расположении, а также сложно выполнить ротацию плеч кнаружи, чтобы вывести края лопаток за пределы легочных полей. Поэтому для оснащения ДУ столов-штативов рекомендована поставка дополнительной стойки снимков (рис. А-85).

Стол-штатив АПОЛЛО

АПОЛЛО новейшая разработка фирмы ВИЛЛА СМ. Это высокопроизводительный дистанционно управляемый стол-штатив (±90°) с изменяемой высотой деки над уровнем пола и полным микропроцессорным управлением.

Стол-штатив АПОЛЛО уникален по своей конструкции и возможностям. Впервые для деки стола использован новый пластик с низким уровнем поглощения рентгеновского излучения. Дека слегка вогнута, что облегчает укладку пациента. Большой диапазон движений ЭСУ, а также большой размер рентгенопрозрачной области деки позволяют не двигать пациента в продольном направлении.

Уменьшенное расстояние от объекта до приемника изображения полностью автоматическая система контроля экспозиции по технологии «пулевая точка», ПЗС-матрицы высокого разрешения в УРИ и современные алгоритмы подавления шумов — все эти элементы гарантируют получение изображения высочайшего качества.

Уменьшенный вес стола, его компактный дизайн и полная симметричность (90°/90°) поворотов решают любые вопросы при поиске положения стола для инсталляции в любом кабинете.

Особенностью стола является вертикальное движение деки, которое облегчает работу врача-рентгенолога, особенно при интервенционной рентгенодиагностике. Большой диапазон продольного движения излучателя позволяет выполнять исследования всего тела пациента, не прибегая к движению деки.

Стол-штатив МЕРКУРИ

Стол МЕРКУРИ (рис. А-86) предназначен для выполнения всех видов рентгеновских исследований: любых видов рентгенографии, исследований грудной клетки, включая линейную томографию, гастроэнтерологических и гинекологических исследований, миелографии, ангиографии и флюороскопии.

Электронное экраноснимочное устройство (ЭСУ), оснащено большим набором программ деления кассеты при экспозиции, а также системой распознавания формата кассет. При любом угле наклона стола может быть выполнена линейная томография (4 угла, две скорости).



Рис. А-84. Дистанционно управляемый стол-штатив АПОЛЛО, ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, Италия



Рис. А-85. Использование стойки с дистанционно управляемым столом-штативом



Рис. А-86. Дистанционно управляемый стол-штатив МЕРКУРИ, ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, Италия

Рентгеновские аппараты для стоматологии

ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ — ведущий итальянский производитель рентгеновских аппаратов для стоматологии.

Дентальный снимочный аппарат ENDOS (ЭНДОС)

Дизайн новой серии снимочных дентальных аппаратов ENDOS (рис. А-87) максимально увеличивает эффективность выполнения рентгенографии. Врач может полностью сосредоточиться на укладке пациента, диагностике и лечении, так как позиционирование аппарата и выбор параметров экспозиции не составляет труда.

ENDOS имеет возможности, которые делают его уникальным среди однополупериодных аппаратов:

- **Трубка с отсекающей решеткой** препятствует образованию малоэнергетического рентгеновского излучения.
- **Система корректировки времени экспозиции** — отслеживает текущее напряжение питающей сети и обеспечивает стабильные результаты съемки.

Рентгеновские аппараты для панорамной дентальной съемки — STRATO (СТРАТО)

Ортопантомографы фирмы ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ широко известны во всем мире. За 35 лет в 57 стран поставлено более 9000 аппаратов.

Серия аппаратов РОТОГРАФ пополнилась в 2000 г. новым ортопантомографом «СТРАТО 2000» (рис. А-88). Это современный аппарат, выполняющий движение рентгеновской трубки по сложной траектории с тремя осями вращения, что позволяет максимально учитывать форму зубного ряда.

Аппарат «СТРАТО 2000» выполняет все виды панорамных проекций и может быть дополнен в любое время как цефалостатом, так и специальными наборами для имплантов и т.п.

В 2004 г. выпущена цифровая версия ортопантомографа СТРАТО — STRATO-D и ортопантомографа РОТОГРАФ — ROTOGRAPH-D.



Рис. А-87. Снимочный аппарат стоматологии ЭНДОС, ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, Италия



Рис. А-88. Рентгеновский аппарат для панорамных дентальных снимков СТРАТО, ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, Италия

Маммограф МЕЛОДИ

Рентгеновский аппарат для маммографии — МЕЛОДИ (рис. А-89) фирмы ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ — это результат многолетней разработки, в которой были использованы новейшие, высокотехнологические решения, появившиеся в рентгенодиагностике в последние годы.

При разработке учитывались основные требования маммографии:

- Качество снимка должно быть наилучшим для ранней диагностики патологий;
- Результат исследований должен быть повторяем;
- Дозовая нагрузка на пациента должна быть минимальна;
- Для такой деликатной процедуры, как маммография очень важно ощущение комфорта, которое испытывает пациент;
- Оператору должно быть удобно выполнять любую укладку молочной железы;

Качество снимка гарантируют:

- рентгеновская трубка последнего поколения с молибденовым анодом;
- тщательный подбор фильтров (молибденовых или родиевых);
- углепластиковый кассетодержатель;
- высококачественный отсеивающий растр;
- высокоточная процедура самопроверки аппарата и оптимизация параметров экспозиции с учетом чувствительности комбинации экран/пленка.

Большой диапазон вертикального движения снимочной С-дуги позволяет позиционировать пациентов любого роста.

При экспонометрии используется технология «нулевой точки», позволяющая автоматически выбрать правильные параметры экспозиции.

Используемый рентгеновский генератор постоянного напряжения обеспечивает полное отсутствие пульсаций при снимке, что дополнительно уменьшает дозу, получаемую пациентом.

Аппарат МЕЛОДИ оборудован системой защиты от включения экспозиции при отсутствии кассеты и замком аварийного разблокирования компрессионного устройства.

Комфорт пациента обеспечивают:

- дизайн кассетодержателя выполненного из «теплого» материала с закругленными краями;
- боковые ручки для пациента;
- компрессионное устройство с системой плавной настройки усилия прижима;
- конструкция пульта управления позволяющая рентгенологу и пациенту находится на комфортном расстоянии друг от друга, сохраняя глазной контакт.

Простота и эргономичность аппарата обусловлена:

- дружественным пультом управления с интуитивно понятными кнопками управления;
- сбалансированной С-дугой, которая удобно и легко вращается.



Рис. А-89. Укладка пациентки на маммографе МЕЛОДИ, ВИЛЛА СИСТЕМИ МЕДИКАЛИ, Италия

Завод TECHNIX, Италия

Фирма TECHNIX (ТЕХНИКС) была основана в 1981 как специализированная сервисная компания для обслуживания рентгеновского оборудования. В конце 80-х владельцем ТЕХНИКС стала группа Алиберти (Aliberti's Group), что привело к полной реорганизации компании, большим инвестициям в производство и разработки.

Инженеры-разработчики выбрали узкую нишу рынка — мобильные аппараты и аппараты со штативом С-ДУГА. К 1989 г. ТЕХНИКС стал поставлять свои мобильные аппараты фирме ФИЛИПС и ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК. Среди покупателей ТЕХНИКС сегодня находится ряд известных европейских фирм, которые продвигают оборудование ТЕХНИКС под своими торговыми марками.

При этом собственная марка ТЕХНИКС приобретает мировую известность.

Мобильные рентгеновские аппараты серии TMS

Аппараты серии TMS (рис. А-90) востребованы во многих повседневных клинических процедурах: при обследовании пациентов с травмой, в палатах, операционных, в общем, в широком диапазоне от педиатрии до гериатрии.

В аппарате используется высокочастотный моноблок, возможен выбор из трех значений мощности: 3,3 кВт, 15 кВт и 30 кВт.

Самый маленький по мощности аппарат TMS5 — оснащен моноблоком мощностью 3,3 кВт и трубкой с неподвижным анодом (фокус 1,5 мм). Максимальное рабочее напряжение — 110 кВ. Время экспозиции от 15 мс до 4 сек.

Эта модель наиболее востребована рынком и при невысокой по европейским меркам цене позволяет выполнить большинство рутинных исследований. Максимальная ширина аппарата для всех моделей — 67 см. Вес аппарата TMS5 — 150 кг, что не является помехой, так как аппарат идеально сбалансирован и легко может быть наклонен для преодоления препятствий (рис. А-91).

TMS (3,3 кВт) рекомендован для небольших больниц и частной практики.

TMS150 оснащен моноблоком мощностью 15 кВт, а TMS300 — мощностью 30 кВт. В этих аппаратах используются двухфокусные трубки с вращающимся анодом. Максимальное рабочее напряжение — 125 кВ.

Эти модели позволяют выполнить все виды рентгенографических исследований.

15 кВт моноблок оснащен трубкой с фокусом 0,8 мм 30 кВт моноблок оснащен двухфокусной трубкой 0,8/1,3 мм.

Оба аппарата имеют набор программ анатомического программирования (24 программы) и могут управлять движением растра внешнего кассетодержателя.

Время экспозиции от 3 мс до 5 с.

Вес аппарата с 15 кВт моноблоком — 170 кг, с 30 кВт моноблоком — 185 кг.



Рис. А-90. Мобильный рентгеновский аппарат серии TMS фирмы ТЕХНИКС, Италия



Рис. А-91. Преодоление ступеньки с аппаратом TMS5

Мобильные рентгеновские аппараты со штативом С-ДУГА серии ТСА

Аппараты со штативом типа «С-ДУГА» (рис. А-92) широко применяются в хирургии (при холангиографии, репозиции переломов или протезировании, например, шейки бедра). Используются они также и для диагностики травмы или интервенционных вмешательств.

Основными параметрами аппаратов этого класса являются — мощность моноблока (и тип анода трубки — вращающийся (большая мощность) или стационарный (меньшая мощность)), размер фокусов рентгеновской трубки, диаметр УРИ и наличие цифровой системы обработки изображения.

Аппараты серии ТСА фирмы ТЕХНИКС оснащаются двумя типами моноблоков: 3,3 кВт со стационарным анодом (фокусы 0,5/1,5) и 5 кВт — с вращающимся анодом (фокусы 0,3/0,6 мм). Все аппараты оснащены кассетодержателем под кассету 24 х 30 см и не только ирисовой диафрагмой, но и параллельными шторками.

Минимальный размер УРИ в серии аппаратов ТСА — 7 дюймов (два рабочих поля), максимальный — 12 дюймов (три рабочих поля). Телевизионный тракт оснащен системой шумоподавления, телекамера выполнена на ПЗС-матрице. Все аппараты оснащены системой запоминания последнего кадра.

Минимальная конфигурация аппарата — УРИ 7 дюймов, один монитор на тележке с запоминанием последнего кадра позволяет выполнить большинство стандартных исследований. Такая конфигурация рекомендована для оснащения пунктов приема больных с травмой.

Комплектация поставки для хирургии усилена вторым безбликовым монитором (частота развертки 100 Гц) с запоминанием 4-х или 48-ми предпоследних кадров.

Хирургия и интервенционные вмешательства требуют оснащения аппаратов цифровой системой регистрации и обработки изображений. Одним из преимуществ цифровой системы DIP2000 фирмы ТЕХНИКС является возможность выполнения как субтракционной ангиографии, так и субтракционного маскирования (road-mapping), что облегчает проведение катетеров и инструментов к области интереса по сосудам. Полезным для хирурга может быть режим кинопетли, в котором можно тщательно рассмотрев прохождение контрастного вещества по области интереса.



Рис. А-92. Мобильный аппарат серии ТСА фирмы ТЕХНИКС, Италия, с УРИ и штативом типа С-ДУГА

Цифровая система DIP2000 позволяет выводить изображение в удобном для врача виде (усиление контраста, инверсия негатив/позитив, фильтрация).

Изображения сохраняются на жесткое диске и могут быть переданы в стандарте DICOM в информационную сеть ЛПУ.

Обращаем ваше внимание, что цифровая система DIP2000 выполнена в европейском стандарте, то есть — это не персональный компьютер, а элемент аппарата. Кроме того, цифровая система предназначена (как и сам аппарат) для оперативной работы и не позволяет формировать какие-либо отчеты, что можно сделать и после оперативного вмешательства, взяв изображения или фильм о выполнении операции из базы данных системы.

Средства радиационной защиты ЗАО РЕНЕКС, г. Новосибирск

Особенностью рентгенозащитных средств фирмы «РЕНЕКС» (рис. А-93, рис. А-94) является то, что для их производства применяется не резина с различными наполнителями, а просвинцованный поливинилхлорид зарубежного производства. Он значительно превосходит по своим характеристикам другие материалы, а при многослойном использовании позволяет выпускать мягкие, гибкие, и одновременно прочные изделия с надежными защитными свойствами.

Использование в качестве обшивочного материала современных синтетических тканей допускает влажную обработку и дезинфекцию.

Ассортимент производимых средств защиты:

- Фартук рентгенозащитный односторонний.
  - РЕНЕКС ФРО-0,25 (экв. 0,25 мм Pb),
  - РЕНЕКС ФРО-0,35 (экв. 0,35 мм Pb),
  - РЕНЕКС ФРО-0,50 (экв. 0,5 мм Pb);
- Фартук рентгенозащитный двухсторонний:
  - РЕНЕКС ФРД-0,35/0,25 (экв. 0,35 мм Pb — передняя часть, 0,25 мм Pb — спина),
  - РЕНЕКС ФРД-0,5/0,25 (экв. 0,5 мм Pb — передняя часть, 0,25 мм Pb — спина);
- Воротник рентгенозащитный (защита щитовидной железы) РЕНЕКС ВР-0,5 (экв. 0,5 мм Pb);
- Передник рентгенозащитный РЕНЕКС ПР-0,5 (экв. 0,5 мм Pb);
- Фартук рентгенозащитный стоматологический РЕНЕКС ФРС-0,35 (экв. 0,35 мм Pb),
- Накидка (пелерина) рентгенозащитная РЕНЕКС НР-0,35 (экв. 0,35 мм Pb);
- Юбка рентгенозащитная РЕНЕКС ЮР-0,35 (экв. 0,35 Pb), РЕНЕКС ЮР-0,5 (экв. 0,5 мм Pb);
- Набор рентгенозащитных пластин РЕНЕКС НРП-1,0 (экв. 0,5 мм Pb).



Рис. А-93. Рентгенозащитные односторонние фартуки ЗАО РЕНЕКС, г. Новосибирск



Рис. А-94. Рентгенозощитный двухсторонний фартук ЗАО РЕНЕКС, г. Новосибирск

Ответы на упражнения по рентгенограммам

Ответы на задачи по причинам необходимости пересъемки рентгенограмм, помещенных в конце каждой главы (Упражнения по рентгенограммам).

Глава 2. Грудная клетка (с. 99)

А. Передняя проекция (рис. 2-97)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Левый реберно-диафрагмальный угол срезан. Приемник изображения следовало разместить поперечно, чтобы в снимок были включены оба реберно-диафрагмальных угла.

Б. Передняя проекция (рис. 2-98)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Дополнительный маркер накладывается на легочную ткань (маркер левой стороны размещен правильно).

В. Боковая рентгенограмма грудной клетки (рис. 2-99)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Избыточный поворот, что видно по изображениям задних отделов ребер (выступают более чем на 1 см). К кассете прилежит правый бок пациента, поскольку выступает левый купол с газовым пузырем желудка под ним.

Маркер левой стороны не виден.

Примечание: правила многих отделений при отсутствии на снимке маркера требуют выполнения нового снимка.

Г. Передняя проекция (рис. 2-100)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур.** Артефакты от бюстгальтера на легочных полях. Эти артефакты также усиливают плотность теней молочных желез, накладывающихся на легочные поля.

Д. Боковая рентгенограмма грудной клетки (рис. 2-101)

Две ошибки. По критерию 2 — **укладка**. Избыточный поворот пациента. Плечи повернуты больше, чем таз (задняя граница задних отделов ребер отстоит на 1,25 см). Снимок следует переделать, но если эта ошибка единственная, то в ряде отделений пересъемка не предусмотрена.

По критерию 4 — **экспозиция**. Артефакт движения — размазанный контур диафрагмы и структур нижних легочных полей (на оригинале рентгенограммы это более заметно).

Глава 3. Брюшная полость (с. 119)

А. Латерограмма живота в положении на левом боку (рис. 3-48)

Ошибка по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Срезана диафрагма. Свободный газ вследствие травмы или иной патологии может скапливаться под диафрагмой и должен быть визуализирован. Центральный луч расположен слишком низко, не видны границы диафрагмирования.

Б. Задняя проекция лежа (рис. 3-49)

Ошибка по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Срезан верхний отдел живота, включая верхние полюса почек. Хотя ЦЛ направлен правильно по отношению к подвздошному гребню, приемник изображения по отношению к ЦЛ расположен слишком низко. Несимметричное и сдвинутое кнутри диафрагмирование.

В. Задняя проекция лежа (рис. 3-50)

Две ошибки. По критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Срезан верхний отдел живота из-за слишком низкого расположения ЦЛ и приемника изображения. По этой причине виден также только нижний край диафрагмы.

По критерию 4 — **экспозиция**. Артефакты движения (размазанность контуров анатомических структур живота и газовых пузырей). Необходимы задержка дыхания и более короткое время экспозиции.

Г. Задняя проекция стоя (рис. 3-51)

Ошибка по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Срезана область мочевого пузыря. ЦЛ и приемник изображения помещены слишком высоко даже для вертикальной укладки.

Глава 4. Верхняя конечность (с. 168)

А. Передняя проекция кисти (рис. 4-171)

Ошибка по критерию 4 — **экспозиция.** Экспозиционные параметры приемлемы, однако на снимке видны полосы, возможно дефекты автоматического проявления

Примечание: имеется небольшой поворот, но суставы хорошо видны и пересъемка по этой причине не требуется.

Б. Боковой снимок кисти (рис. 4-172)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Кисть повернута кнутри (избыточная пронация кисти в сторону кассеты). Лучевая и локтевая кости, а также некоторые пястные недостаточно накладываются друг на друга.

Примечание: на некоторых приведенных здесь изображениях плохо видны или отсутствуют маркеры стороны.

В. Задняя наружная косая проекция локтевого сустава (рис. 4-173)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Предплечье недостаточно повернуто в латеральную сторону, лучевая бугристость частично перекрыта, головка недостаточно удлинена и не полностью в профильной проекции (конечность следовало больше повернуть наружу).

Г. Передняя проекция кисти (рис. 4-174)

Примечание: снимок в состоянии локтевого отклонения кисти.

Ошибка по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ.** Латеральный край гороховидной кости срезан из-за ошибки направления ЦЛ и коллимации.

Д. Передняя косая проекция кисти (рис. 4-175)

Ошибка по критерию 4 — **экспозиция.** Снимок недоэкспонирован — слишком выделяются мягкие ткани, тогда как трабекулярная структура костей не видна.

Е. Боковая проекция локтевого сустава (рис. 4-176)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Локтевой сустав избыточно согнут (под углом менее 90°) и не находится в строго боковом положении. Между концентрическими фигурами 1 и 2 слишком большое расстояние, и щель блоковидного сустава не открыта. (ср. рис. 4-135 и 4-136.)

Глава 5. Проксимальный отдел плечевой кости и плечевой пояс (с. 196)

А. Задняя проекция ключицы (рис. 5-85)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Тело повернуто кпереди правой стороной, из-за чего грудинный конец ключицы наложился на позвоночник. Кроме того, это приводит к искажению формы ключицы и прилежащих суставов. Также сцентрированы слишком низко ЦЛ и кассета, что дополнительно искажает форму ключицы.

Б. Задняя апикальная аксиальная косая проекция плечевого сустава по Гарту (рис. 5-86)

Ошибки по двум критериям. По критерию 1 — **видимость структур.** Все необходимые анатомические структуры видны, но резко деформированы из-за избыточного наклона ЦЛ.

По критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Избыточный наклон ЦЛ привел к деформации анатомических структур (о правильной их передаче в этой проекции см. на стр. 189). Добавочным фактором деформации стало также слишком большое расстояние объект-кассета.

В. Задняя проекция лопатки (рис. 5-87)

Ошибки по трем критериям. По критерию 1 — **видимость структур**. Срезан нижний край лопатки.

По критерию 4 — **экспозиция**. Снимок недоэкспонирован.

По критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. ЦЛ и кассету следовало центрировать ниже, чтобы включить в снимок всю лопатку.

Г. Задняя проекция плечевого сустава и проксимальной части плечевой кости (рис. 5-88) (Задняя проекция с наружной ротацией)

Ошибка по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Большая часть плечевого пояса срезана и не видна. Край диафрагмы виден только с одной стороны, что свидетельствует о неправильной центрации. ЦЛ и кассета расположены слишком латерально.

Глава 6. Нижняя конечность (с. 247)

А. Тангенциальная проекция обоих надколенников (рис. 6-146)

Ошибка по критерию 1 — **видимые стуктуры**. Часть каждого надколенника накладывается на межмыщелковую борозду бедра. Ошибка может быть также отнесена к критериям 2 и 3 — **укладка, диафрагмирование и ЦЛ.** Наложение надколенника на бедро, скорее всего, вызвано избыточным сгибанием в колене (сильное сгибание голени сближает надколенник с межмыщелковой бороздой). Непараллельность ЦЛ щели надколенно-бедренного сустава сузит ее ширину на снимке, что приведет к плохой видимости заднего края надколенника.

Ошибка по критерию 4 — **экспозиция**. Снимок выглядит недоэкспонированным, что может быть отчасти следствием неправильной укладки и наклона ЦЛ.

Б. Задняя проекция стопы (рис. 6-147)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Проксимальные отделы предплюсны и вся плюсна полностью затенены. Плюсне предплюсневые суставные щели не раскрыты, 4-я и 5-я предплюсневые кости частично перекрывают друг друга (ср. с рис. 6-57)

Имеется ошибка и по критерию 2 — **укладка** и критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Центрация приемлема, но имеется наложение, и плохая видимость анатомических структур говорит о недостаточном выпрямлении (подошвенном сгибании) стопы при некотором ее повороте наружу. Края диафрагмы видны, но недостаточный наклон ЦЛ привел к деформации и закрытости суставных щелей и затененности проксимального отдела предплюсны и всей плюсны.

В. Боковая проекция голеностопного сустава (рис. 6-148)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Имеется излишний поворот стопы в сторону кассеты.

Имеется ошибка и по критерию 1 — **видимость структур**, поскольку передняя бугристость не прослеживается, а щель голеностопного сустава не открыта (ср. с правильной укладкой на рис. 6-88).

Г. Задняя проекция коленного сустава (рис. 6-149)

Ошибка по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ.** Неправильный угол наклона ЦЛ привел к сужению и закрытию суставной щели (В некоторых отделениях это не рассматривается как повод для переделывания снимка.)

Д. Боковая проекция коленного сустава (рис. 6-150)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Обратите внимание на бугристость приводящей мышцы, которая указывает на заднее расположение медиального мыщелка на снимке. Имеется признак избыточного поворота сустава в сторону от кассеты с избыточным сгибанием в колене.

Имеется ошибка и по критерию 1 — **видимость структур**. Все анатомические структуры включены в снимок, но надколенно-бедренная щель закрыта, а надколенник нагадывается на латеральный мыщелок вследствие поворота.

Е. Боковая проекция коленного сустава (рис. 6-151)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Избыточный поворот в сторону кассеты, что видно по расположению контура бугристости приводящей мышцы на медиальном мыщелке кпереди от латерального мыщелка.

Глава 7. Проксимальный отдел бедренной кости и тазовый пояс (с. 273)

А. Задняя проекция таза (рис. 7-76)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. На изображения тазобедренных суставов накладываются тени кистей пациента (на левом запястье видны часы).

Б. Односторонняя проекция в положении лягушки (рис. 7-77)

Ошибка но критерию 1 — видимость структур. Дистальная часть ортопедического протеза срезана. Протез должен быть виден полностью.

В. Задняя проекция таза (рис. 7-78)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Таз повернут вправо (изображение правой подвздошной кости удлинено). Малые вертела видны, но бедренные шейки резко укорочены, что свидетельствует о том что ноги не повернуты кнутри для истинно передней проекции шеек. (Кроме того, снимок неправильно размещен — правая сторона пациента должна быть слева от зрителя).

Г. Двухсторонняя проекция о положении лягушки (рис. 7-79)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Левый тазобедренный сустав (предположительно, поскольку маркер на снимке не виден) перекрыт артефактом (рука пациента). Кроме того, неправильно расположена гонадная защита.

Глава 8. Шейный и грудной отделы позвоночника (стр. 307)

А. Задняя проекция с открытым ртом (рис. 8-91)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Верхний край зуба закрыт основанием черепа.

Имеется ошибка и по критерию 2 — **укладка**. Наложение основания черепа на зуб произошло из-за и сбыточного переразгибания головы.

Б. Задняя проекция с открытым ртом (рис. 8-92)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Верхний край зуба и суставы перекрыты передними резцами.

Имеется ошибка и по критерию 2 — **укладка**. Наложение резцов на зуб произошло из-за избыточного сгибания головы.

В. Задняя аксиальная проекция (рис. 8-93)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Тела позвонков и межпозвоночные суставы деформированы. Основание черепа накладывается на верхние шейные позвонки.

Имеется ошибка и по критерию 2 — **укладка**. Переразгибание головы и/или избыточный краниальный наклон ЦЛ, видимо, стали причиной плохой дифференциации тел позвонков и суставных щелей.

Г. Косая укладка (рис. 8-94)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Межпозвоночные суставы и отверстия видны неотчетливо. На верхние шейные позвонки накладывается нижняя челюсть.

Имеется ошибка и по критерию 2 — **укладка**. Тело пациента повернуто недостаточно (судя по виду верхних ребер, тело, скорее, повернуто недостаточно, чем избыточно). Эта ошибка привела к сужению и затенению межпозвоночных отверстий.

Недостаточный или неточно выбранный наклон ЦЛ (укорочение тел шейных позвонков в переднем направлении) также, по-видимому, является причиной закрытости межпозвонковых пространств.

Д. Боковая укладка (травма) (рис. 8-95)

Ошибка но критерию 1 — **видимость структур.** С1 и зуб срезаны. С7 — Th1 не видны.

Имеется ошибка и по критерию 2 — **укладка**, и по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Плечи следовало опустить. ЦЛ и кассета опущены слишком низко, из-за чего срезаны верхние шейные позвонки.

Е. Боковая укладка (травмы нет) (рис. 8-96)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Видны только шесть шейных позвонков. С7 полностью закрыт тенью плечевого пояса.

Глава 9. Поясничный отдел позвоночника, крестец и копчик (с. 334)

А. Боковая проекция поясничного отдела позвоночника (рис. 9-80)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Срезаны задние отделы верхних поясничных позвонков.

Имеется ошибка и по критерию 2 — **укладка** и критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Пациент слишком сдвинут назад, а ЦЛ и кассета отцентрированы слишком кпереди, что и привело к срезанию указанных структур.

Б. Задняя проекция поясничного отдела позвоночника (рис. 9-81)

Ошибки по двум критериям. Критерий 1 — **видимость структур**. На изображение поясничных позвонков накладываются металлические артефакты.

Критерий 4 — **экспозиция**. Снимок переэкспонирован.

В. Боковая проекция L5-S1 (рис. 9-82)

Ошибки по двум критериям. Критерий 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Межпозвонковое пространство L5-S1 не раскрыто. Необходим каудальный наклон ЦЛ.

Критерии 4 — **экспозиция**. Область L5-S1 недоэкспонирована.

Г. Косая проекция поясничного отдела позвоночника (рис. 9-83)

Ошибки по двум критериям. Критерии 1 — **видимость структур**. Задние отделы верхних поясничных позвонков срезаны. Критерий 2 — **укладка**. Верхний поясничный отдел повернут в избыточно косое положение («глаза собачки», представляющие ножки позвонков, слишком отодвинуты назад и не приходятся на центр тел позвонков).

Д. Косая проекция поясничного отдела позвоночника (рис. 9-84)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Поясничный отдел недоповернут в истинно косую позицию («глаза собачки» слишком смещены кпереди).

Глава 10. Скелет грудной клетки, грудина, ребра (с. 352)

А. Снимок ребер над диафрагмой (рис. 10 -43)

Данный снимок вообще трудно поддается оценке.

Б. Косая проекция грудины (рис. 10-44)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Грудина повернута излишне, так что отстоит от позвоночника слишком далеко, деформирована и накладывается на тень сердца.

В. Снимок ребер ниже диафрагмы (рис. 10-45)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Нижние ребра справа срезаны. Видны только нижние три пары ребер вследствие низкого расположения диафрагмы из-за неглубокого дыхания пациента. Кассету следовало расположить поперечно, чтобы не обрезать наружные отделы ребер.

Г. Боковая проекция грудины (рис. 10-46)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Нижняя часть грудины срезана.

Имеется ошибка и по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. ЦЛ и кассета расположены слишком высоко, что и привело к срезанию нижней части грудины.

Глава 11. Череп (с. 378)

А. Боковой снимок черепа (рис. 11-62)

Ошибки по двум критериям. Критерий 1 — **видимость структур**. Инородные тела (серьги) закрывают значимые анатомические структуры.

Критерий 4 — **экспозиция**. Во многих отделениях скорее всего переделали этот довольно недоэкспонированный снимок.

Б. Боковой снимок черепа (рис. 11-63).

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Череп наклонен и повернут. Теменная часть черепа также несколько срезана (а это нередко травмируемая область), что свидетельствует об ошибке диафрагмирования и направления пучка.

В. Задняя аксиальная проекция (по Тауну) (рис. 11-64)

Ошибка по критерию 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Избыточный наклон ЦЛ. На большое отверстие затылочной кости проецируется вместо спинки турецкого седла передняя дуга С1.

Г. Задняя проекция черепа (рис. 1 -65)

Примечание: что это — задняя проекция, видно по большому размеру орбит из-за увеличенного расстояния пленка-объект (ср. с рис. 11 -66).

Критерий 2 — **укладка** или критерий 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Края пирамиды не проецируются на нижнюю треть орбит. Необходимо несколько большее сгибание шеи или меньший наклон ЦЛ. Череп также несколько повернут, что видно по несимметричному расстоянию между орбитами и боковыми контурами черепа.

Д. Передняя проекция черепа (рис. 11-66).

Этот снимок — передняя проекция по Колдвелу под 15°.

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Маркеры идентификации пациента и стороны объекта накладываются на изображение черепа.

Имеется ошибка и по критерию 5 — маркеры. Маркер стороны и идентификационный маркер накладываются на изображение черепа. Все это требует пересъемки.

Глава 12. Кости лицевого черепа (с. 413)

А. Передняя проекция по Уотерсу (рис. 12-107)

Ошибки по двум критериям. Критерий 2 — **укладка**. Голова недостаточно разогнута, из-за чего края пирамид проецируются на верхнечелюстные околоносовые пазухи. Кроме того, череп повернут.

Критерий 4 — **экспозиция**. Изображение лицевого черепа переэкспонировано и недопроявлено, что привело к низкой контрастности снимка. (Причиной может быть также и фотографическая вуаль или другие дефекты проявления.)

Б. Подбородочно-теменная проекция нижней челюсти (рис. 12-108)

Ошибка по критерию 2 — укладка. Голова недостаточно разогнута и/или неправильно выбран наклон ЦЛ (орбитально-меатальная линия не параллельна кассете и не перпендикулярна к ЦЛ). Тень нижней челюсти укорочена в переднезаднем направлении, а ее ветви проецируются на височную кость.

В. Зрительные отверстия по Резе (рис. 12-109)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Голова повернута избыточно в сторону заднепередней проекции и ротирована из бокового положения более чем на 53°. Это привело к проекции зрительного отверстия на нижнюю область орбит (см. рис. 12-72 с правильной укладкой по Резе, где отверстия проецируются на нижненаружный квадрант орбиты).

Г. Зрительные отверстия по Резе (рис. 12-110)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Голова переразогнута (акантo-меатальная линия не перпендикулярна), вследствие чего зрительное отверстие проецируется на нижний край орбиты. Кроме того, голова недоповернута в латеральном направлении.

Д. Боковая проекция лицевого черепа (рис. 12-111)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Голова слишком ротирована (ветви нижней челюсти, большие крылья клиновидной кости и орбиты не накладываются точно друг на друга).

Глава 13. Околоносовые пазухи, сосцевидные отростки и височные кости (с. 439)

А. Теменно-акантиальная чрезротовая проекция (по Уотерсу) (рис. 13-66)

Ошибка по критерию 2 — **укладка.** Голова недостаточно разогнута (недостаточно поднят подбородок), из-за чего края пирамид проецируются на нижние отделы верхнечелюстных пазух. Основание черепа накладывается на клиновидную пазуху.

Б. Теменно-акантиальная проекция (по Уотерсу) (рис. 13-67)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Голова недостаточно разогнута и значительно ротирована, из-за чего края пирамид проецируются на нижние отделы верхнечелюстных пазух. На снимке имеются артефакты — изображения заколок в волосах.

В. Подбородочно-теменная проекция околоносовых пазух (рис. 13-68)

Ошибки по двум критериям. Критерии 2 — **укладка**. Голова сильно недоразогнута и наклонена (небольшая ротация).

Критерий 3 — **диафрагмирование и ЦЛ**. Диафрагмирование была бы достаточной при правильной центрации однако ЦЛ смещен вбок, из-за чего некоторые структуры срезаны. Нижняя челюсть накладывается на верхнечелюстные пазухи

Г. Подбородочно-теменная проекция околоносовых пазух (рис. 13-69)

Ошибка по критерию 2 — **укладка**. Голова недоразогнута и слегка повернута вправо. Не сняты серьги.

Глава 18. Маммография. (с. 589)

А. Краниокаудальная проекция (рис. 18-35)

Ошибка по критерию 1 — видимость структур. На ткани молочной железы накладываются складки подкожного жира.

Б. Медиолатеральная косая проекция (рис. 18-36)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур.** Не виден контур грудной мышцы, молочная железа не подвергнута компрессии. Нижняя часть железы недостаточно оттянута от грудной клетки.

В. Краниокаудальная проекция (рис. 18-37)

Ошибка по критерию 2 — укладка. Заднелатеральный отдел железы срезан. Заднемедиальная часть также не видна полностью.

Г. Медиолатеральная косая проекция (рис. 18-38)

Ошибка по критерию 1 — видимость структур. Срезан заднемедиальный отдел железы, не видна грудная мышца. Железа не оттянута от грудной стенки. (Белые крапинки на снимке — кальцинаты, а не пыль на усиливающем экране.)

Д. Краниокаудальная проекция (рис. 18-39)

Ошибка по критерию 1 — **видимость структур**. Из-за движения все детали изображения смазаны.

Е. Краниокаудальная проекция (рис 18-40)

Ошибка по критерию 1 — видимость структур. В задние отделах железы на изображении видны артефакты от волос, что искажает структуру ткани железы.

