

Оглавление

Предисловие	6
Авторский коллектив	7
Список сокращений	11

РАЗДЕЛ 1. АНАТОМИЯ, ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ СИНДРОМЫ

Глава 1. Рентгеноанатомия органов грудной клетки	15
1.1. Кости грудной клетки	15
1.2. Легочный рисунок и корни легких	16
1.3. Долевое строение легких	18
1.4. Сегментарное строение легких	19
1.5. Трахеобронхиальное дерево	21
1.6. Плевра	21
Глава 2. Лучевые методы диагностики в исследовании органов грудной клетки	23
2.1. Рентгеновский метод исследования	23
2.2. Компьютерная томография	26
Глава 3. Рентгенологические синдромы и диагностика болезней легких	32
3.1. Принципы анализа выявляемой патологии	32
3.2. Рентгенологические симптомы и синдромы	34

РАЗДЕЛ 2. ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ, АНОМАЛИИ РАЗВИТИЯ И РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА ПАТОЛОГИИ ЛЕГКИХ У ДЕТЕЙ

Глава 4. Анатомо-функциональные особенности, аномалии развития органов грудной клетки детского возраста	43
4.1. Трахея	43
4.2. Бронхиальное дерево	44
4.3. Легкие	45
4.4. Вилочковая железа	46
4.5. Костно-мышечная система	46
Глава 5. Аномалии развития бронхолегочной системы	48
5.1. Аномалии ветвления бронхиального дерева	49

Глава 6. Врожденные пороки развития дыхательных путей легких	55
6.1. Трахеомалияция	57
6.2. Трахеобронхомегалия	60
6.3. Врожденный стеноз трахеи	63
6.4. Врожденный трахеопищеводный свищ	65
6.5. Бронхомалияция	66
6.6. Стеноз бронха	67
6.7. Атрезия бронха	69
6.8. Врожденная солитарная киста	69
6.9. Добавочное легкое (доля), добавочная плевра	70
6.10. Агенезия, аплазия и гипоплазия легкого	73
6.11. Кистозная гипоплазия легкого (врожденный поликистоз)	77
6.12. Легочная секвестрация	77
6.13. Врожденная долевая (лобарная) эмфизема	79
6.14. Подковообразное легкое	80
Глава 7. Особенности и аномалии развития органов кровообращения грудной клетки	81
7.1. Легочные артериовенозные свищи	81
7.2. Венолобарный синдром	81
7.3. Гипоплазия и атрезия легочной артерии	83
7.4. Аномальные системные артерии без секвестрации (системная артериальная мальформация)	84
РАЗДЕЛ 3. РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА ПАТОЛОГИИ ЛЕГКИХ	
Глава 8. Воспаление легких	87
8.1. Пневмония	87
8.2. Абсцесс легкого	93
8.3. Лучевая диагностика	96
Глава 9. Туберкулез легких	99
9.1. Туберкулез легких. Общая информация	99
9.2. Первичный туберкулез легких	105
9.3. Вторичный туберкулез легких	105
9.4. Признаки при проведении компьютерной томографии	110
9.5. Дифференциальная диагностика туберкулеза легких	113
Глава 10. Опухоли легких	120
10.1. Классификация новообразований в легких	120
10.2. Рак легкого	121
10.3. Метастатическое поражение легких	136

Глава 11. Поражение легких при системных заболеваниях	139
11.1. Гранулематоз с полиангиитом (гранулематоз Вегенера)	139
11.2. Системная красная волчанка	150
Глава 12. Интерстициальные заболевания легких.	159
12.1. Саркоидоз.	159
12.2. Пневмокониозы	169
12.3. Дифференциальная диагностика	176
Глава 13. Паразитарные заболевания легких. Эхинококкоз	177
13.1. Определение и цикл жизни	177
13.2. Типы эхинококковых кист	177
13.3. Лабораторная диагностика	177
13.4. Признаки при проведении компьютерной томографии	179
Глава 14. Технологии искусственного интеллекта и радиомики в диагностике	183
14.1. Искусственный интеллект.	183
14.2. Радиомика	187
Список литературы	190

Предисловие

*Посвящается памяти
Павла Васильевича Власова*

Учиться надо всегда, врач должен
постоянно совершенствоваться!

Александр Андреевич Кисель

Лучевая диагностика органов грудной полости занимает центральное место в современной медицине, являясь важнейшим инструментом для выявления и дифференциальной диагностики заболеваний легких, сердца, средостения и других структур. Рентгенография, компьютерная томография и другие методы визуализации позволяют не только обнаружить патологические изменения, но и оценить их характер, распространенность и динамику, что крайне важно для выбора оптимальной тактики лечения.

Данное руководство содержит основную информацию о частых патологиях органов грудной клетки не только у взрослых, но и у детей, охватывая аномалии развития, врожденные пороки и вариантную анатомию в свете лучевой диагностики. Оно предназначено для врачей-рентгенологов, пульмонологов, торакальных хирургов и других специалистов, работающих в области диагностики заболеваний органов грудной полости. В нем подробно рассмотрены основы нормальной анатомии, рентгенологические признаки нормы и патологии, а также представлены алгоритмы диагностики наиболее распространенных и клинически значимых заболеваний.

Особое внимание уделено современным методам лучевой диагностики, включая рентгенографию, компьютерную томографию и их комбинации. Руководство богато иллюстрациями, которые помогут врачам лучше понять и запомнить ключевые аспекты нормы и патологии.

Мы стремились создать компактный, но информативный ресурс, который станет надежным помощником в повседневной практике. Надеемся, что это издание поможет врачам повысить качество диагностики, улучшить результаты лечения пациентов и углубить свои знания в области торакальной радиологии.

Авторы выражают благодарность коллегам за их вклад в создание этого руководства и желают читателям успехов в освоении сложного, но увлекательного мира лучевой диагностики.

Коллектив авторов

Лучевые методы диагностики в исследовании органов грудной клетки

2.1. Рентгеновский метод исследования

Рентгеновский метод исследования — наиболее простой и распространенный метод исследования органов грудной клетки (ОГК), который позволяет быстро получить информацию о состоянии ОГК.

Существует несколько основных проекций, каждая из которых обладает своими преимуществами и недостатками.

2.1.1. Переднезадняя и заднепередняя проекция (рис. 2.1 и табл. 2.1)

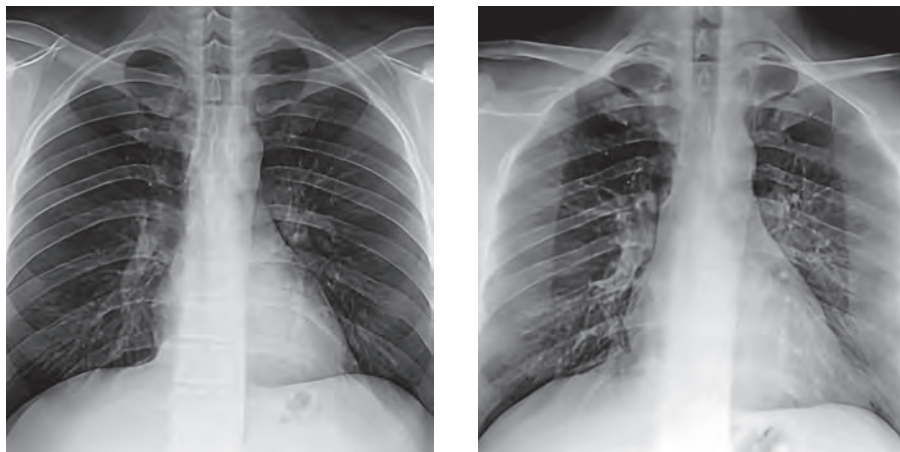


Рис. 2.1. Слева — снимок в заднепередней (прямой) проекции. Справа — снимок в переднезадней (задней) проекции

Таблица 2.1. Критерии и особенности правильного выполнения рентгенограмм в передней и задней проекциях

Критерии	Заднепередняя проекция	Переднезадняя проекция
Положение пациента	Стоя, лицом к кассете	Лежа, спиной к кассете
Лопатки	Вне легочных полей	Наслаиваются на легочные поля
Ключицы	Расположены симметрично на уровне верхних отделов легочных полей	Расположены симметрично выше апикальных отделов легочных полей
Легочные поля	Визуализируются на всем протяжении, включая диафрагмальные синусы	Объем уменьшен
Тень сердца	Не увеличена	Увеличена
Рёбра	Контуры передних отрезков ребер визуализируются более четко, направлены косо	Контуры задних отрезков ребер визуализируются более четко, направлены горизонтально

2.1.2. Боковая проекция (рис. 2.2)

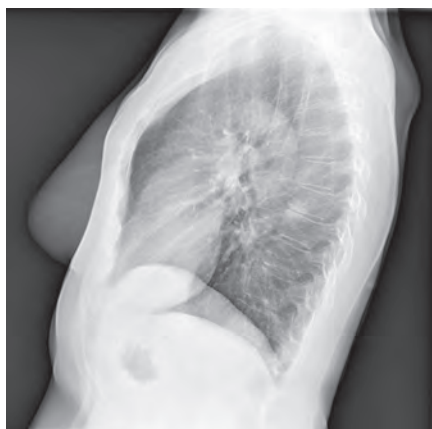


Рис. 2.2. Слева — рентгенограмма в левой боковой проекции. Справа — в правой боковой проекции

2.1.3. Латеропозиция

Применяется как вспомогательная для выявления гидро-/пневмоторакса (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Выполнение рентгенограммы при разных патологиях

Подозрение на гидроторакс	Подозрение на пневмоторакс
Лежа, на «больном» боку	Лежа, на «здоровом» боку
Свободная жидкость под силой тяжести будет перемещаться вниз, занимая наиболее низкое положение	Воздух (при наличии) будет смещаться вверх, занимая наиболее высокое положение
Органы средостения смещаются в сторону, на которой лежит больной	

2.1.4. Общие критерии оценки рентгенограммы

Прежде чем приступить к описанию любого снимка, всегда необходимо оценить, правильно ли он выполнен. Для этого существуют общие критерии оценки рентгенограммы (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Критерии оценки рентгенограммы

Видимые структуры	Точная оценка наличия и хорошей видимости на снимке изучаемых анатомических структур
Полнота охвата исследуемого объекта	Отобрана вся грудная клетка (легкие вошли от верхушек до реберно-диафрагмальных синусов)
Укладка	Оценка двух параметров: 1) определение положения грудной клетки на снимке (укладка); 2) соблюдение главных критериев правильной укладки для снимка (наличие разворота, выведение лопаток, положение рук и плеч пациента)
Маркировка снимка	Этот критерий оценки связан с наличием на снимке маркировки — идентификационных данных пациента (Ф. И. О., дата рождения или возраст), 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

Четкость рентгенограммы	Хорошая очерченность каждой детали снимка (зависит от длительности экспозиции, степени задержки дыхания, отсутствия движения пациента). Оценка — по передним отрезкам нижних ребер, так как они при дыхании будут самыми подвижными структурами, наличие двойных контуров ребер также будет говорить о дыхании
Контрастность рентгенограммы	Различно множество оттенков черного и белого (средостение — цвет, близкий к белому, ребра — серые, легкие — близкие к черному)
«Жесткость» рентгенограммы	Оптимальная «жесткость» — отчетливо видны первые 3–4 грудных позвонка, расположенные над срединной тенью. Если видны остальные грудные позвонки, то это «жесткая» рентгенограмма, если первые 3–4 грудных позвонка не видны, то снимок считается «мягким»

2.2. Компьютерная томография

КТ ОГК в настоящее время является «золотым» методом диагностики заболеваний легких. Существует ряд относительных противопоказаний к проведению данного исследования (табл. 2.4).

Таблица 2.4. Абсолютные и относительные противопоказания

Абсолютные противопоказания	Относительные противопоказания
Нет	Беременность (КТ может проводиться только по назначению врача)
	Дети (до 14 лет не рекомендуется, однако в некоторых случаях врачи принимают решение о выборе КТ в диагностике заболевания)
	КТ с контрастированием не проводится при аллергии на йод, почечной недостаточности и заболеваниях щитовидной железы
	Масса тела пациента свыше 150 кг

2.2.1. Шкала Хаунсфилда

Шкала Хаунсфилда — количественная шкала рентгеновской плотности, которая измеряется в единицах Хаунсфилда, обозначаемых НУ (от англ. Hounsfield units). После сканирования объекта и компьютерной обработки сигнала реконструируется графическое изображение среза. При этом каждой ячейке матрицы соответствует автоматически рассчитываемый коэффициент абсорбции тканей — коэффициент ослабления. Коэффициент абсорбции аналогичен затенению рентгенографии (способность ткани поглощать рентгеновские лучи) (**рис. 2.3**).

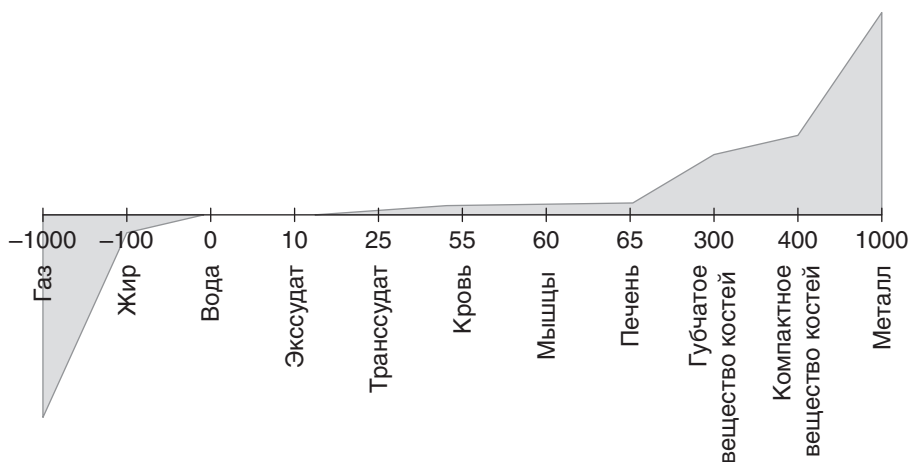


Рис. 2.3. Шкала Хаунсфилда

При проведении КТ ОГК необходимо учитывать определенные требования (**табл. 2.5**).

Таблица 2.5. Рекомендуемый протокол для проведения компьютерной томографии грудной полости

Общие требования	Характеристика требований
Подготовка	Не нужна
Положение пациента	На спине, с поднятыми руками (стандарт). На животе, с поднятыми руками (дифференциальная диагностика гипостаза от субплеврального фиброза, отека от инфильтрации)

Общие требования	Характеристика требований
Диапазон сканирования, толщина среза	От верхней грудной апертуры до задних реберно-диафрагмальных синусов. Для скринингового исследования: 8–10 мм. Для изучения тонких структур: 0,6–0,5 мм
Фаза дыхания	Сканирование после окончания вдоха (стандарт). Сканирование после окончания выдоха: раннее выявление обструкции воздухоносных путей, дифференциальная диагностика экспираторного вздутия от уплотнения по типу «матового стекла». Тест на податливость легочной ткани (фиброз или отек)
Окно	Легкие (W/L=1500/–650 HU). Средостение (без контрастирования) (W/L=400/40 HU). Средостение (с контрастированием) (W/L=400/70 HU)

2.2.2. Методики контрастного усиления при проведении компьютерной томографии

Внутривенное контрастирование — дифференциальная диагностика патологических образований легких, средостения, корней легких, сердца и сосудов (тромбоэмболия легочной артерии).

Исследование с внутривенным контрастированием проводится только при наличии письменного согласия на исследование и заполненной анкеты, подписанной пациентом.

Скорость введения контрастного препарата

- Рутинно 3 мл/с.
- При КТ-ангиографии 4–6 мл/с (желательно 18G-катетер).

Объем контрастного вещества

- При концентрации йода 350 мг/мл — 1,2 мл/кг.
- При концентрации йода 300 мг/мл — 1,4 мл/кг.

Пероральное контрастирование (исследование «на глотке») выполняется при подозрении на поражение пищевода или его наличие (водорастворимое рентгеноконтрастное вещество) — проглатывание предварительно набранного в рот раствора контрастного вещества (20 мл препарата, разведенного в 250 мл воды).

Кроме того, есть общие противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов: бронхиальная астма в тяжелых формах, креатинин сыворотки >1,5 мг/дл (>130 мкм/л), гипертиреоз.

2.2.3. Фазы контрастирования

Выделяют следующие фазы контрастирования.

1. **Нативная фаза** — исследования без контрастирования. Может проводиться как самостоятельно, так и в рамках исследований с контрастированием.
2. **Ранняя артериальная фаза** — от непосредственного достижения целевой плотности в сосуде (аорте) до 10 с от начала внутривенного введения контрастного вещества (порог 100 НУ) = 15–20 с от начала внутривенного введения. Эта фаза применима для ангиографических исследований или гиперваскулярных образований.
3. **Поздняя артериальная фаза** — 15–30 с (~20 с от достижения целевой плотности в аорте) = 35–40 с от начала внутривенного введения контрастного вещества. Фаза выбора при обследовании брюшной полости, лучшая фаза для оценки селезенки, коркового вещества почек, слизистой оболочки желудка и тонкой кишки, важна при оценке гиперваскулярных образований.
4. **Портальная фаза (венозная)** — 45–60 с (~60 с от достижения целевой плотности в аорте) = 60–80 с от начала внутривенного введения контрастного вещества. Фаза насыщения печеночной паренхимы, сети портальной вены.
5. **Нефрографическая фаза** — 80 с после артериальной фазы = 100 с от начала внутривенного введения. Равномерное контрастирование почек (коркового + мозгового слоя).
6. **Равновесная фаза** — 3–4 мин артериальной фазы — 3–4 мин от начала внутривенного введения. Печень: выравнивание плотности образований печени, контрастирование фиброзной ткани.
7. **Отсроченная фаза (экскреторная)** — 5 мин и более от начала введения контрастного вещества. Оценка мочевыделительной системы. Надпочечники — 15 мин: оценка аденом с низким содержанием жира.
8. **Поздняя отсроченная (поздняя экскреторная)** — 60 мин от начала внутривенного введения. Оценка проходимости мочевыделительной системы, например при выраженном гидронефрозе, если есть вопросы, не решенные ранее.

КТ с контрастным усилением и анатомические ориентиры представлены на **рис. 2.4**.

При введении контрастного препарата КТ позволяет с высокой точностью визуализировать сосуды и другие анатомические структуры (**рис. 2.5**).

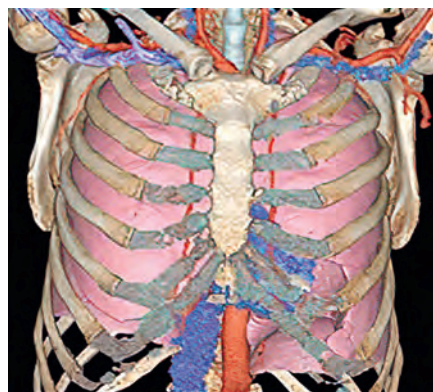
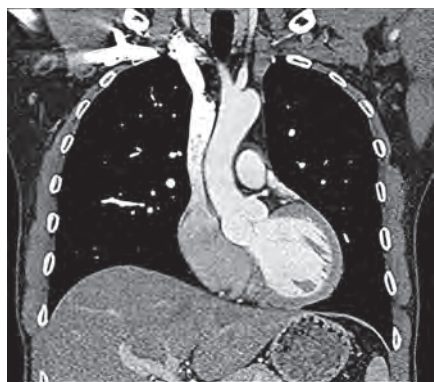


Рис. 2.4. Компьютерная томограмма органов грудной клетки. Анатомические ориентиры

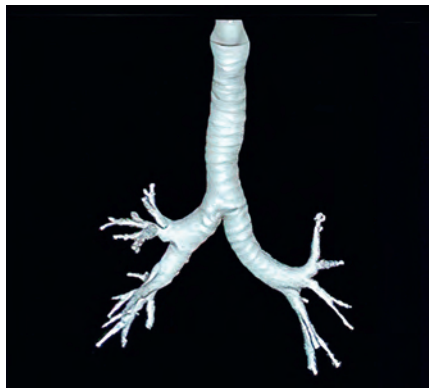
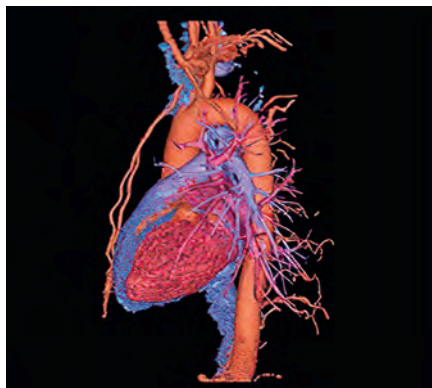


Рис. 2.4. Окончание

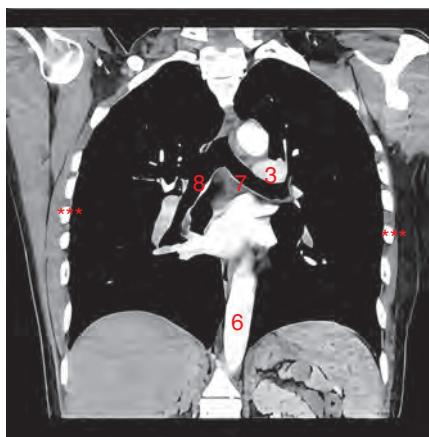
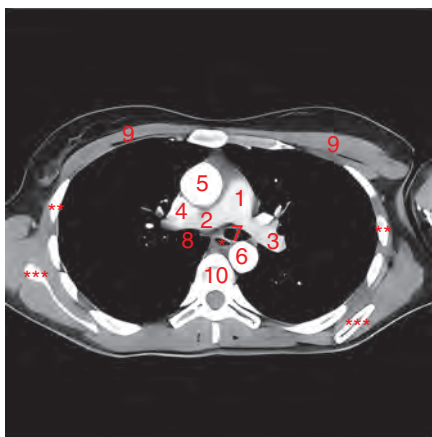


Рис. 2.5. Артериальная фаза контрастирования, средостенное окно: 1 — легочный ствол, 2 и 3 — правая и левая легочные артерии, 5 и 6 — восходящая и нисходящая части аорты, 4 — верхняя полая вена, 7 и 8 — просветы главных бронхов, 9 — грудные мышцы, 10 — тело грудного позвонка. На аксиальном срезе звездочкой «*» отмечен просвет пищевода, двумя звездочками «**» — ребра, тремя «***» — лопатки. На коронарном «***» — ребра