

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Участники издания.....	6
Авторский коллектив.....	6
Предисловие.....	9
Список сокращений и условных обозначений.....	10
Введение. Эволюция методов рентгенорадиологии в норме и при патологии органов грудной клетки.....	12
<b>Глава 1. Методы исследования.....</b>	<b>14</b>
1.1. Рентгенологические методы (А.А. Сперанская).....	14
1.2. Радионуклидная диагностика заболеваний легких (В.П. Золотницкая) ...	23
1.3. Уточняющие диагностические лучевые методы. Методики магнитно-резонансной томографии в визуализации заболеваний легких (В.Ю. Усов, Г.А. Игнатенко, Н.В. Нуднов, М.Б. Первак, В.О. Воробьева, В.И. Амосов, А.М. Чернявский).....	37
1.4. Особенности исследования органов грудной клетки у новорожденных и детей раннего возраста (Н.А. Ильина).....	52
<b>Глава 2. Возрастная рентгеноанатомия грудной клетки.....</b>	<b>65</b>
2.1. Новорожденные и дети раннего возраста (Н.А. Ильина).....	65
2.2. Грудная клетка у взрослого человека (А.А. Сперанская).....	70
2.3. Некоторые геронтологические особенности (В.И. Амосов, О.В. Лукина)....	83
<b>Глава 3. Лучевая диагностика аномалий и пороков развития легких.....</b>	<b>86</b>
3.1. Аномалии и пороки развития бронхиального дерева (Н.А. Ильина).....	86
3.2. Аномалии и пороки развития сосудов легких. Артериовенозные фистулы легких (Е.И. Бобров, В.П. Золотницкая).....	105
<b>Глава 4. Лучевая диагностика воспалительных заболеваний легких.....</b>	<b>110</b>
4.1. Лучевая диагностика специфических поражений легких (П.В. Гаврилов).....	110
4.2. Пневмонии (А.А. Сперанская, В.П. Золотницкая).....	138
4.3. Неспецифические воспалительные процессы (А.А. Сперанская).....	147
4.4. Лучевая диагностика вирусной инфекции легких на примере COVID-19 (О.В. Лукина, А.А. Сперанская, В.П. Золотницкая, В.И. Амосов).....	160
4.5. Лучевые признаки паразитарных поражений легких (О.В. Лукина, В.И. Амосов).....	178
<b>Глава 5. Лучевая диагностика опухолей легких. Общее представление о торакальной онкологии.....</b>	<b>184</b>
5.1. Рак легкого (А.О. Агафонов, М.А. Дворецкая).....	184
5.2. Лимфопролиферативные процессы органов грудной клетки (А.Э. Иванов).....	219
5.3. Онкологические процессы у детей (Н.А. Ильина).....	232
<b>Глава 6. Лучевая диагностика интерстициальных заболеваний легких.....</b>	<b>237</b>
6.1. Часто встречаемые интерстициальные заболевания легких (А.А. Сперанская).....	237

6.2. Редкие интерстициальные заболевания легких (В.П. Золотницкая, М.А. Дворецкая, В.И. Амосов) .....	266
6.3. Токсико-аллергическое и лекарственное поражение легких (Н.С. Яковлева) .....	276
6.4. Диссеминированные опухолевые поражения [диффузная (инвазивная муцинозная) форма аденокарциномы, гематогенные метастазы, лимфогенные метастазы, бронхогенные метастазы] (А.А. Сперанская) .....	294
6.5. Лучевая диагностика постлучевых изменений в легких (А.А. Сперанская) .....	302
6.6. Радионуклидные методы исследования при интерстициальных заболеваниях легких (В.П. Золотницкая) .....	320
<b>Глава 7.</b> Обструктивная патология легких .....	339
7.1. Бронхиальная астма (О.В. Лукина, В.П. Золотницкая) .....	339
7.2. Хроническая обструктивная болезнь легких. Роль лучевой диагностики в планировании тактики хирургического лечения (О.В. Лукина, В.П. Золотницкая) .....	343
7.3. Первичная эмфизема (О.В. Лукина, В.П. Золотницкая) .....	361
<b>Глава 8.</b> Лучевая диагностика повреждений груди (А.С. Казанкин, В.Е. Савелло, А.Н. Тулупов, И.С. Афанасьева) .....	365
<b>Глава 9.</b> Тромбоэмболия легочной артерии. Легочная гипертензия .....	401
9.1. Тромбоэмболия легочной артерии (Е.И. Бобров, В.П. Золотницкая, А.П. Литвинов) .....	401
9.2. Хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (С.В. Шаяхметова, О.Я. Васильцева, А.В. Богачев-Прокофьев, А.М. Чернявский) .....	410
<b>Глава 10.</b> Лучевая диагностика плеврального выпота (П.В. Гаврилов) .....	422
Заключение .....	429
Предметный указатель .....	430

*Памяти профессора  
Виктора Ивановича Амосова*



Виктор Иванович Амосов в 1979 г. поступил в Первый Ленинградский медицинский институт им. акад. И.П. Павлова и в 1985 г. закончил его с отличием. С 1985 по 1989 г. являлся клиническим ординатором, затем аспирантом кафедры рентгенологии и радиологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета (ПСПбГМУ) им. акад. И.П. Павлова.

В 1989 г. защитил кандидатскую диссертацию, посвященную разработке методики комплексного рентгенорадиологического исследования легких — «Комплексное рентгенофункциональное и радионуклидное исследование в диагностике хронических заболеваний легких».

С 1991 по 1997 г. — заместитель декана лечебного факультета. В 1996 г. защитил докторскую диссертацию «Рентгенорадиологическое и компьютерно-томографическое исследование в оценке дисфункций легких при хронических обструктивных заболеваниях» по специальностям «Лучевая диагностика», «Лучевая терапия» и «Пульмонология». В 1997 г. ему была присвоена ученая степень доктора медицинских наук и в 1998 г. — звание профессора.

Являлся автором более 280 научных работ, из них 12 монографий и глав в них в области лучевой диагностики, лучевой терапии, пульмонологии, а также проблем высшей школы. Автор 8 изобретений, 2 новых медицинских технологий, целого ряда рационализаторских предложений, посвященных совершенствованию методов лучевой диагностики в пульмонологии. Под его руководством выполнены 19 диссертационных работ, из них 3 докторские.

Являлся членом редсоветов научно-практических рецензируемых журналов «Лучевая диагностика и терапия», «Российский электронный журнал лучевой диагностики», «Визуализация в медицине (Visualization in medicine)», заместителем главного редактора научно-практического журнала «Регионарное кровообращение и микроциркуляция».

Неоднократно избирался президентом крупных конгрессов с международным участием: Невского радиологического форума — 2009; IV Международного конгресса и школы для врачей «Кардиоторакальная радиология — 2016»; 15-го Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2021» и XIII Всероссийского научно-образовательного форума с международным участием «Медицинская диагностика — 2021».

Являлся членом трех диссертационных советов по лучевой диагностике: при ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Национальном медицинском исследовательском центре им. В.А. Алмазова.

Имел благодарность Минздрава России за добросовестный труд. Награжден медалью «Профессора Неменова М.И.», лауреат Почетного знака им. проф. Ю.Н. Соколова.

Член Европейского общества радиологов, член правления Санкт-Петербургского радиологического общества.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Лучевая диагностика является основным методом со множеством структурно-анатомических и функциональных методик в изучении органов грудной клетки, и в частности легких. Следует отметить, что рентгеновские лучи были и остаются ведущим инструментом в исследовании легких при различных заболеваниях и повреждениях. Вместе с тем в последние десятилетия все более весомое значение приобретают дополнительные методы исследования органов дыхательной системы, такие как радионуклидные и магнитно-резонансные. Это особенно важно в онкологической практике, при исследовании сосудов малого круга кровообращения, средостения.

Прошло 10 лет с выхода предыдущего издания серии национальных руководств, а значит, подошло время подводить этапные итоги.

В настоящем томе нашли свое отражение вопросы развития современных технологий лучевой диагностики и сведения из области диагностики заболеваний и повреждений органов грудной клетки у детей и взрослых. В частности, отражены с точки зрения лучевой диагностики взгляды на эволюцию пандемии COVID-19 в разделе «Лучевая диагностика вирус-ассоциированного поражения легких». Впервые в рамках национальных руководств по патологии легких отражены вопросы, связанные с детством. Описаны особенности исследования органов грудной клетки у новорожденных и детей раннего возраста, возрастная анатомия, аномалии и пороки развития, а также онкологические процессы.

В книге отражены как теоретические, так и практические частные вопросы, представляющие интерес для практикующих врачей. Лучевая семиотика наиболее распространенных, а также редких заболеваний подробно описана и снабжена иллюстративным материалом, отражающим сущность патологических процессов.

Авторы глав и разделов являются известными специалистами в рентгенорадиологии, и в частности в торакальной радиологии.

Авторский коллектив желает читателям удачи в жизни, здоровья и успехов в работе на благо нашей специальности.

Главный редактор серии  
доктор медицинских наук,  
профессор, академик РАН *С.К. Терновой*  
Главный редактор тома  
доктор медицинских наук,  
профессор *В.И. Амосов*

# Глава 2

## Возрастная рентгеноанатомия грудной клетки

### 2.1. НОВОРОЖДЕННЫЕ И ДЕТИ РАННЕГО ВОЗРАСТА

*Н.А. Ильина*

Знание особенностей рентгеноанатомии грудной клетки, легких и средостения у новорожденных и детей раннего возраста (**табл. 2.1**) позволяет правильно интерпретировать результаты лучевых исследований и понимать физиологию патологических процессов в исследуемой области.

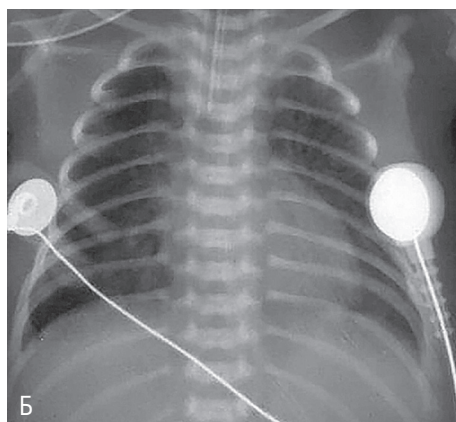
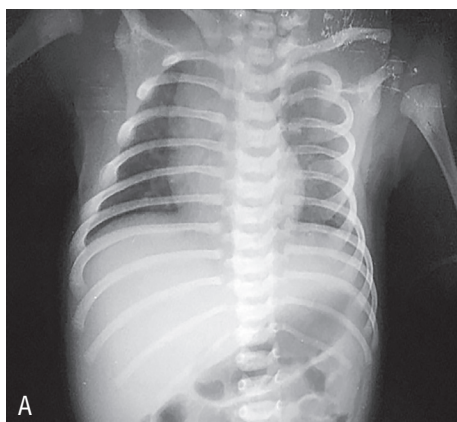
**Таблица 2.1.** Особенности строения грудной клетки у новорожденных и детей раннего возраста

Структуры	Особенности
<b>Грудная клетка</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Более короткая, округлая форма грудной клетки.</li><li>• Ребра короткие (передние отрезки), более горизонтально направлены.</li><li>• Грудина состоит из 3–4 ядер окостенения.</li><li>• Правая и левая половины диафрагмы на одном уровне (по задним отрезкам VIII ребра).</li><li>• Корни легких располагаются на одном уровне (до 4–5 лет).</li><li>• Плевра (замкнутый мешок у взрослых) — в норме у детей до 1 года отдельные места не имеют плевры (легко распространяется инфекция)</li></ul>
<b>Трахея и бронхи</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Уровень бифуркации трахеи — <math>T_{II-IV}</math>, угол бифуркации — 30–45°.</li><li>• Бронхи как прямое продолжение трахеи (легко попадают инородные тела).</li><li>• Бронхи состоят в основном из тонкой мембранозной ткани.</li><li>• Эластичная, мышечная и хрящевая части бронха недоразвиты.</li><li>• Бронхи более узкие и легко сдавливаются (даже небольшой отек слизистой оболочки приводит к нарушению бронхиальной проходимости).</li><li>• Слизистая оболочка бронхов довольно толстая, очень полнокровная (как и легочная паренхима).</li><li>• Слизь в бронхах более густая, а сурфактанта мало (до 1 года)</li></ul>

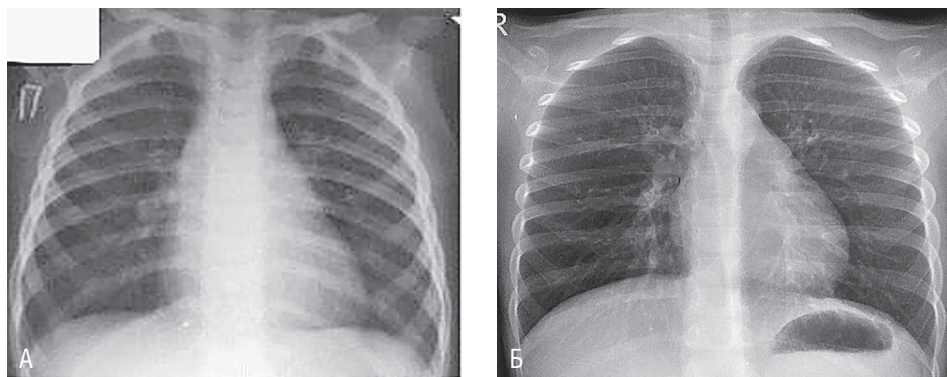
Структуры	Особенности
Легкие	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Недоразвиты альвеолы: их меньше в 5–6 раз, форма неправильно щелевидная, легко сдавливаются.</li> <li>• Межуточная ткань рыхлая, легко отекает (у взрослых — эластичная).</li> <li>• У взрослых — 23 разветвления бронхиального дерева до альвеол, у детей — в 2 раза меньше (рост идет как бы снизу).</li> <li>• Кровеносных сосудов много, особенно развита капиллярная сеть, недоразвита мышечно-эластическая ткань (более тонкая стенка), вены имеют еще более тонкую стенку.</li> <li>• Артерии расходятся радиально, дихотомически делятся, относительно широкие (1–2 мм), почти не сужаются к периферии (у взрослых в 10 раз) и видны практически до самой периферии.</li> <li>• Полное развитие легких происходит лишь к 7–8 годам и продолжается до 21 и более лет</li> </ul>

Следует помнить, что наибольшие отличия имеет рентгеноанатомия новорожденных и детей до года (**рис. 2.1**), а также детей в возрасте до 5–7 лет (**рис. 2.2**). У детей от 7 до 14 лет рентгеноанатомические особенности нивелируются, а старше 14 лет практически соответствуют молодым взрослым (**рис. 2.3**). Следует отметить, что рост и развитие не только костного каркаса, но и объема легочной ткани, а также альвеоляризация будут продолжаться, по данным разных авторов [1–3], в сроки до 21 года и старше.

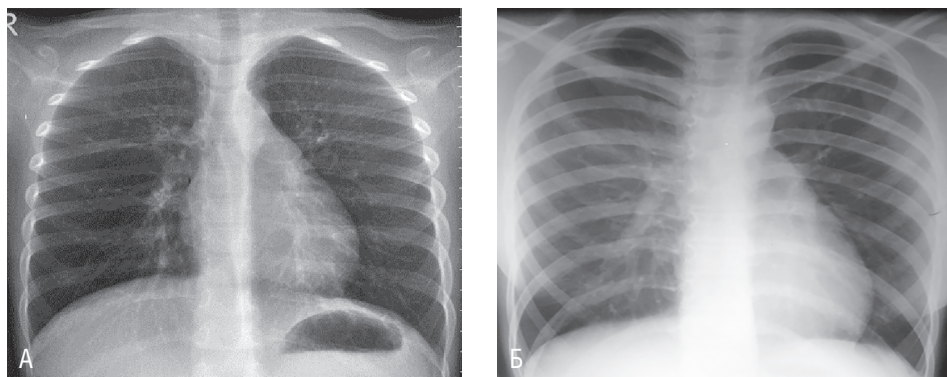
Определение характера изменений сосудистого рисунка — один из самых сложных этапов в расшифровке рентгенограмм грудной клетки. Легочный рисунок лишь к 7–8 годам состоит из четырех элементов: артерии, вены, стенки бронхов, межуточная ткань. У детей раннего возраста легочный рисунок в норме представлен лишь сосудами.



**Рис. 2.1.** Особенности рентгеноанатомии у детей до года: грудная клетка короткая, широкая, трапециевидной формы; ребра расположены почти горизонтально, отсутствуют подключичные пространства; диафрагма с обеих сторон — на одном уровне; средостение относительно широкое (крупная вилочковая железа), правый и левый контуры средостения имеют по две кардиальные дуги; бифуркация трахеи расположена на уровне Th<sub>III-IV</sub>; левый корень располагается на одном уровне или ниже правого, правый корень не имеет форму запятой и промежуточный бронх не определяется (А, Б)



**Рис. 2.2.** Особенности рентгеноанатомии у детей 3–5 лет. А — к 3 годам намечаются подключичные пространства; сердечно-сосудистая тень удлиняется, намечается третья кардиальная дуга слева. Бифуркация трахеи — на уровне тела  $Th_{IV}$ . Левый купол диафрагмы ниже на  $1/3$  ребра по сравнению с правым. Б — к 5 годам четко определяются надключичные пространства. Бифуркация трахеи — на уровне  $Th_V$ . Правый корень приобретает форму запятой. Просвет промежуточного бронха определяется на  $1/3$ . Левый купол диафрагмы ниже правого на  $1/2$  ребра



**Рис. 2.3.** Особенности рентгеноанатомии у детей 7–12 лет. А — к 7–8 годам форма грудной клетки коническая, с широким основанием. Бифуркация трахеи —  $Th_{V-VI}$ . Левый корень расположен выше правого на высоту тела одного позвонка. Б — к 12 годам грудная клетка ребенка заканчивает свое формирование и соответствует форме грудной клетки взрослого человека с 12–13 лет. У девочек старшего возраста — тени развивающихся молочных желез. Бифуркация трахеи — тело  $Th_{VI}$

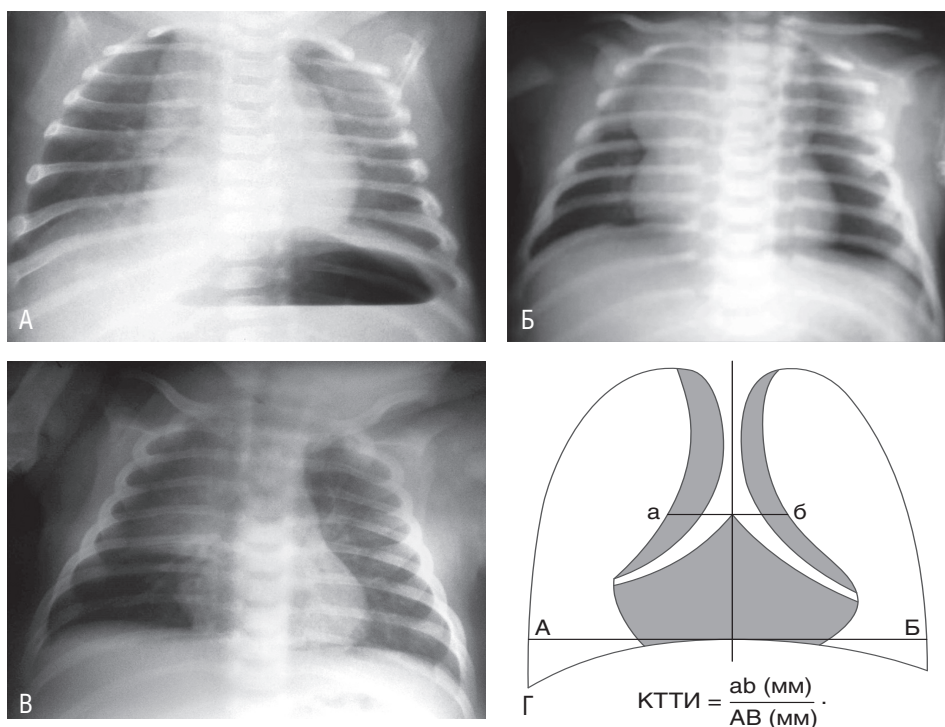
Грудная клетка новорожденных имеет округлую форму: ее поперечный и переднезадний размеры практически равны. В дальнейшем форма грудной клетки меняется и приближается к конической с широким основанием и с 12–13 лет соответствует форме грудной клетки взрослого человека.

У новорожденных и детей раннего возраста судить об объеме грудной клетки всегда затруднительно. Так, у этой категории пациентов сложно получить снимок с задержкой дыхания на высоте вдоха. В норме при адекватном вдохе диафрагма у новорожденных расположена на одном уровне заднего отрезка VIII ребра/переднего отрезка VI ребра. К 3 годам жизни левый купол диафрагмы расположен ниже правого на  $1/3$ , к 5 годам — на  $1/2$  ребра/межреберья, а в последующем — ниже на 1 ребро/межреберье.

Размер сердца на рентгенограмме можно оценивать как субъективно, так и количественно. Кардиоторакальный индекс (соотношение между максимальным

поперечником сердца и максимальным поперечником грудной клетки) у новорожденных в норме составляет около 60%, у детей старше 1 мес — 50% и менее, но при условии, что рентгенограмма выполнена на вдохе. Однако следует помнить, что ни левое предсердие, ни ПЖ не участвуют в формировании поперечника сердца, поэтому оценка размера сердца на основании кардиоторакального индекса недостоверна. Следовательно, изучение дуг сердца на прямом и боковом снимке носит субъективный характер, но их сравнение с предыдущими исследованиями может быть достоверно. У детей раннего возраста увеличение и изменение дуг сердца следует всегда дифференцировать с увеличенным тимусом, форма которого может быть разнообразной и подчас весьма причудливой.

Подход к увеличению тимуса (тимомегалии) радикально отличается у детей раннего возраста и у детей старших возрастных групп и взрослых. Размеры вилочковой железы очень вариабельны, при этом физиологическое увеличение тимуса отмечается с 3–4 мес до 7–12 мес. У детей раннего возраста тимомегалия — нередко вариант нормы (в 98%), вилочковая железа может иметь различные размеры и форму (**рис. 2.4**). Доказано, что тимомегалия не приводит к возникновению синдрома сдавления трахеи в этой возрастной группе. В прежние годы выделяли различные степени кардиомегалии, в том числе с учетом кардио-тимико-торакального индекса, что представлено на рис. 2.4. Разделение тимомегалии по степеням не нашло практического применения (почти любая степень увеличения не нуждается в лечении). Однако существуют отягчающие симптомы (**табл. 2.2**), которые могут потребовать более углубленной диагностики и лечения.



**Рис. 2.4.** А–В — рентгенограммы детей 1 мес, 26 сут жизни и 3 мес с различными вариантами визуализации вилочковой железы. Г — схема вычисления кардио-тимико-торакального индекса (КТТИ) по методу J. Gewolb и соавт. (1979). 1-я степень —  $0,33 < \text{КТТИ} > 0,37$ ; 2-я степень —  $0,37 < \text{КТТИ} > 0,42$ ; 3-я степень —  $\text{КТТИ} > 0,42$  [4]



Таблица 2.2. Отягощающие симптомы у детей раннего возраста с тимомегалией

Тимомегалия	Отягощающие симптомы у детей раннего возраста
	Стойкое тахипноэ, не связанное с патологией легких или сердца
	Не соответствующий возрастным нормам прирост массы тела (дефицит массы)
	Необоснованная стойкая лихорадка
	Гепатомегалия и спленомегалия

Отсутствие отягощающих симптомов, нормальные параметры физического развития, отсутствие изменений лабораторных показателей и возраст до 1 года не требуют лечения, состояние может рассматриваться как конституциональная тимомегалия.

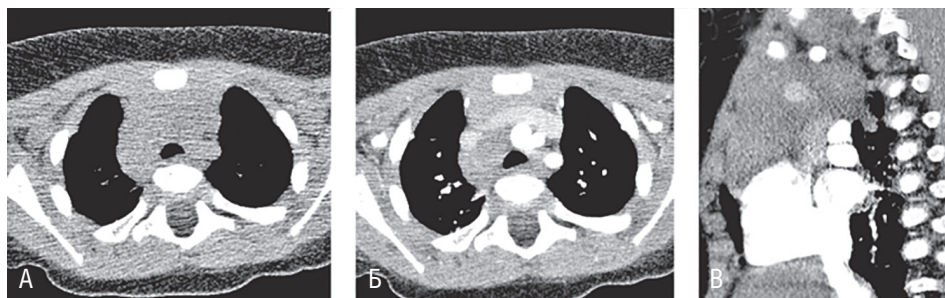
**КТ грудной полости у детей** даже при максимальном снижении лучевой нагрузки (в соответствии с принципами ALARA) имеет определенные риски, связанные не только с уровнем дозы облучения, но и с возрастом и полом ребенка. В целом риски тем ниже, чем старше ребенок. Однако в случаях, когда предполагаемая КТ будет иметь достоверную диагностическую информацию, выполнение такого исследования необходимо. Подробности КТ/МСКТ грудной полости у детей изложены в главе 1.

Следует помнить, что у детей раннего возраста обычно уменьшен объем как подкожно-жировой клетчатки, так и жировой клетчатки средостения, при этом денситометрическая плотность ее несколько выше, чем у взрослых или подростков. Кроме более высокой плотности клетчатки средостения, отмечается близкое расположение мягкотканых и сосудистых структур средостения друг к другу и невозможность их разграничения при нативном сканировании. Следует помнить о большой вариабельности не только размеров вилочковой железы, но и ее расположения (**рис. 2.5**). Именно поэтому в раннем возрасте практически все КТ-исследования грудной полости выполняют в условиях МСКТ-ангиографии. При выборе протокола ангиографического сканирования необходимо помнить о большом сердечном выбросе: у новорожденных он составляет 300–400 мл/кг/мин, к 4 мес — до 200 мл/кг/мин, то есть снижается функциональный сердечный резерв. Кроме этого, у младенцев более высокие основной обмен и потребность в  $O_2$ , а также более низкая концентрационная способность почек.

Костные структуры, наоборот, обычно имеют меньшую денситометрическую плотность, также необходимо учитывать наличие ростковых зон и фрагментарную визуализацию ядер окостенения проксимальных эпифизов плечевых костей, апофизов клювовидных отростков лопатки, ядер окостенения грудинных концов ключиц (иногда асимметричных), а также грудины и головок задних отростков ребер.

Междольевые щели у детей обычно сформированы с момента рождения, однако могут встречаться отдельные варианты их строения, добавочные щели и др.

Сегментарная КТ-анатомия легких у детей не отличается от взрослых. Однако у детей раннего возраста обращает внимание некоторое увеличение диаметра сосудов по отношению к бронхам до 1,1:1 (легочная артерия/бронх). Кроме того, у детей раннего возраста, а по данным некоторых авторов, и у детей до 8 лет [5], среднее значение денситометрической плотности легкого в норме колеблется от –500 до –700 HU, а у детей в возрасте 8 лет и старше оно составляет около –800 HU,



**Рис. 2.5.** Мультиспирально-компьютерно-томографическая ангиография младенца в возрасте 3 мес. А — мультиспиральная компьютерная томография, нативное сканирование в аксиальной плоскости, средостенный режим. Практически невозможно дифференцировать структуры средостения. Б — мультиспирально-компьютерно-томографическая ангиография в аксиальной плоскости, средостенный режим. Паратрахеально и ретрокавально отчетливо визуализируется атипично расположенная правая доля вилочковой железы с типичным накоплением контрастного вещества. В — мультиспирально-компьютерно-томографическая ангиография, средостенный режим. Реформация в корональной плоскости подтверждает атипичное расположение вилочковой железы, мультиспирально-компьютерно-томографическая ангиография позволяет четко дифференцировать ее по отношению к сердцу и крупным сосудам средостения

что аналогично значению плотности у здоровых взрослых. Следует помнить, что при сканировании на спокойном дыхании у детей раннего возраста во время одного исследования мы можем получить КТ-срезы легких как на вдохе, так и на выдохе (**рис. 2.6**), что требует правильной интерпретации результатов также с учетом и этих особенностей (практически никогда у младенцев мы не можем предусмотреть, какие фазы дыхания мы получим при сканировании, если это не управляемая вентиляция).



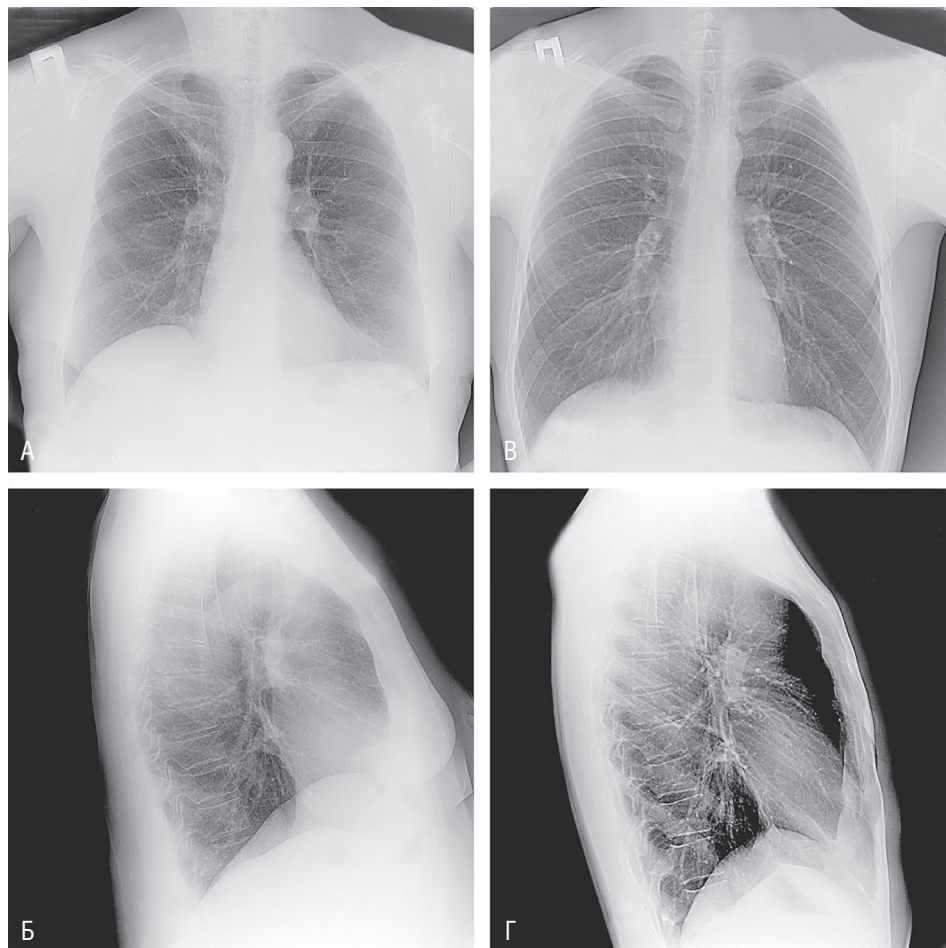
**Рис. 2.6.** Девочка 4 лет, мультиспиральная компьютерная томография грудной полости на спонтанном дыхании, под наркозом. А — исследование в фазу неполного выдоха: мембранозная часть трахеи вогнута. Б — снижение пневматизации легочной паренхимы до  $-688$  единиц Хаунсфилда. В — неравномерная пневматизация по типу «воздушных ловушек», однако разница по плотности  $<100$  единиц Хаунсфилда

## 2.2. ГРУДНАЯ КЛЕТКА У ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

### А.А. Сперанская

Описание рентгенограмм и компьютерных томограмм ОГК основывается на знании нормальной анатомии и ее особенностей в разных возрастных периодах. С возрастом меняются некоторые соотношения и появляются естественные признаки возрастной дегенерации.

Изображение ОГК в норме на рентгенограммах обязательно анализируют в двух проекциях (переднезадней и боковой) для частичного преодоления суммационного эффекта (**рис. 2.7**).



**Рис. 2.7.** Гендерные и возрастные особенности данных рентгенографии органов грудной клетки. Рентгенограммы органов грудной клетки в переднезадней и правой боковой проекциях взрослой женщины (73 года) (А, Б) и молодого мужчины (27 лет) (В, Г). У взрослой дамы отмечаются более высокое положение диафрагмы, более широкие и менее структурные корни легких, подчеркнутость стенок крупных бронхов, проявления остеохондроза грудного отдела позвоночника (возрастные изменения), частичное затемнение нижних легочных полей молочными железами (гендерные особенности). У молодого человека сглажена разница в 1 ребро или межреберье между положением правой и левой половин диафрагмы (значительный легочный ресурс), верхнелатеральные отделы легочных полей частично затемнены большой грудной мышцей (гендерные особенности)

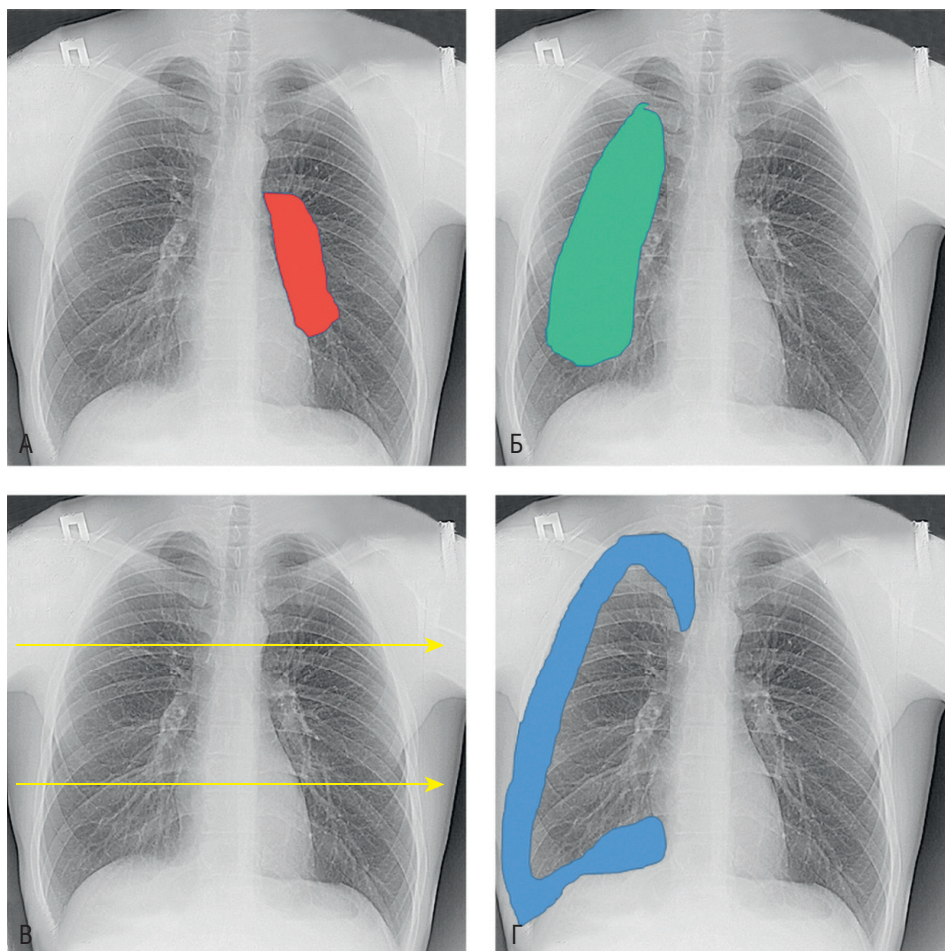
Для правильного описания данных традиционной рентгенографии используют структурированный протокол, следуя которому рентгенолог не пропустит все важные детали. Методично, поочередно оценивают:

- костные структуры (позвоночник, ребра, ключицы, лопатки, грудина);
- мягкие ткани (кожная складка над ключицей, тени грудино-ключично-сосцевидной мышцы, большой грудной мышцы, тени молочных желез, сосков, мягких тканей рук);

- диафрагму;
- междольевые щели, плевральные синусы;
- трахею и бронхи (*v. azygos*);
- корни легких (артерия, вена, бронх, лимфатические узлы, центральный интерстиций);
- легочный рисунок (легочные артерии и вены, периферический интерстиций, бронхи высоких порядков).

Для правильного описания данных лучевого исследования используют следующие варианты деления легкого (**рис. 2.8**) на:

- доли и сегменты;
- прикорневой, ядерный и плащевой отделы;
- верхнее, среднее и нижнее легочные поля.



**Рис. 2.8.** Варианты деления легкого. Деление на прикорневой (А), ядерный (Б) и плащевой (Г) отделы, верхнее, среднее и нижнее легочные поля (В)

Использование такого деления помогает при оценке диссеминаций, так как определенные виды диссеминированного процесса имеют характерные варианты расположения. Например, для диссеминированного туберкулеза легких характер-

но нарастание изменений в каудокраниальном направлении, для ФБЛ наоборот — в краниокаудальном, для саркоидоза органов дыхания (СОД) и бронхогенных поражений характерно наличие изменений в средних легочных полях. Зная характер распределения изменений по верхним, средним и нижним легочным полям, можно сузить дифференциально-диагностический круг.

Деление на кортикальные, ядерные и прикорневые отделы имеет большое значение для одиночных очагов и инфильтратов. Определяя, где располагается локальный патологический процесс, можно предположить, из какой ткани он исходит: кортикальные отделы содержат преимущественно легочную ткань (аденокарциномы, воспаление), ядерные отделы — мелкие сосуды и бронхи (периферический РЛ, артериовенозные мальформации), прикорневые отделы — крупные сосуды и бронхи, лимфатические узлы (центральный РЛ, лимфаденопатии, аневризмы легочной артерии).

Анализ данных традиционной рентгенографии начинают с костных структур: оценивают наличие деструктивных изменений (опухолевого, травматического генеза), дегенеративно-дистрофические изменения (проявления остеохондроза, деформирующего спондилеза грудного отдела позвоночника, артроза межпозвоноковых и грудино-ключичных сочленений), наличие аномалий развития (позвонок, ребер, грудины).

Следующим этапом проводят анализ мягких тканей (кожной складки над ключицей, тени грудино-ключично-сосцевидной, большой грудной мышц, молочных желез, теней сосков, мягких тканей рук).

Затем определяют положение правой и левой половин диафрагмы, сохранение визуализации реберно-диафрагмальных плевральных синусов, наличие жидкости в плевральных полостях.

Отмечают отсутствие свежих очаговых и инфильтративных изменений в легочной ткани, правильное расположение междолевых щелей (отсутствие изменения объемов отдельных частей легкого).

Определяют расположение трахеи и крупных бронхов, сохранение визуализации «пуговки» *v. azygos*.

Описывают корни легких, которые формируют артерия, вена, бронх, лимфатические узлы, центральный интерстиций. Указывают отсутствие их расширения (диаметр не должен превышать 15 мм — нормальный диаметр легочной артерии в корне), четкость наружного контура, структурность (наличие границы между бронхом и артерией).

Оценивают легочный рисунок, формирующийся мелкими ветвями легочной артерии и вены, периферическим интерстицием и бронхами высоких порядков.

Для понимания, чем формируется тень средостения, необходимо знать его структуры. Средостение — совокупность органов, расположенных в грудной полости, окруженных медиастинальной плеврой и ограниченных спереди задней поверхностью грудины, сзади — позвоночником и задними отрезками ребер, с боков — медиастинальными листками плевры, снизу — диафрагмой.

Средостение содержит:

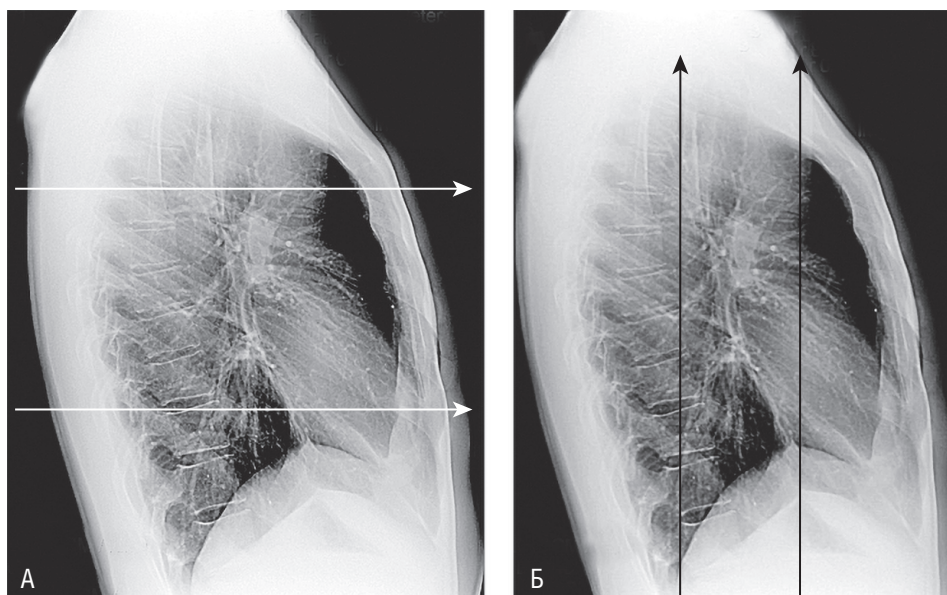
- сердце и перикард;
- крупные сосуды;
- трахею, главные бронхи;
- пищевод;
- вилочковую железу;
- лимфатические узлы;
- нервы.

Все структуры средостения окружены жировыми клетчаточными пространствами.

Структуры средостения фрагментарно прослеживаются при традиционной рентгенографии и хорошо визуализируются при КТ благодаря наличию жировых клетчаточных пространств средостения.

Для оценки патологических изменений используют условное деление средостения по схеме Твайнинга (1938) (рис. 2.9).

- Верхнее, среднее, нижнее (границы — межпозвонковые диски Th<sub>IV-V</sub>, Th<sub>VIII-IX</sub>).
- Переднее, центральное, заднее (границы — вертикальная линия от грудиноключичного сочленения к диафрагме, задняя поверхность трахеи).



**Рис. 2.9.** Условное деление средостения по схеме Твайнинга (1938). Деление средостения по схеме Твайнинга на верхнее, среднее, нижнее (А), переднее, центральное, заднее (Б)

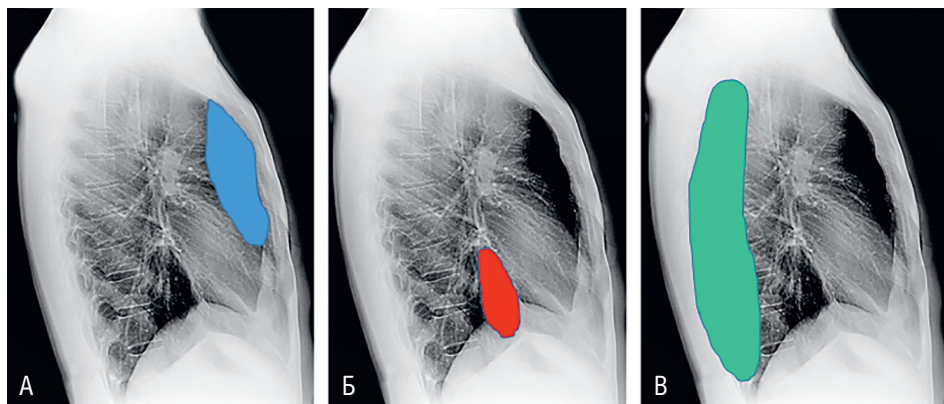
Такое деление удобно, поскольку в определенных отделах средостения локализуются патологические процессы, что сужает дифференциально-диагностический поиск.

Важна также оценка условных пространств средостения (рис. 2.10):

- ретростеральное;
- паравертебральное;
- ретрокардиальное.

Это деление широко используют потому, что виртуальные пространства средостения (области повышенной воздушности, создаваемые суммацией воздухоудерживающей легочной ткани правого и левого легких на боковой рентгенограмме) перестают быть видимыми, когда на них накладываются тени патологических процессов, исходящих из легких, средостения, плевры.

Ретростеральное пространство может стать невидимым из-за патологии вилочковой железы, лимфаденопатии ретростеральной группы. Ретрокардиальное пространство перекрывается при расширении полости левого предсердия, паравертебральное пространство — при нейрогенных новообразованиях.



**Рис. 2.10.** Условные пространства средостения. Ретростеральное (А), ретрокардиальное (Б), паравертебральное (В) пространства средостения

Вилочковая железа, будучи нормальной структурой средостения, может длительно не подвергаться редукции.

Особенности развития вилочковой железы.

- Непарная, развивается из энтодермы третьего глоточного кармана, лимфо-эпителиальный орган.
- Максимальная у новорожденных, затем инволюция (после половой зрелости, но может не наступить — *status thymicolymphaticus*).
- Две доли, корковое и мозговое вещество.

Развитие патологических процессов в ретростеральном пространстве может вызвать повреждение диафрагмальных нервов (мышечные ветви шейного сплетения, парные, проходят между подключичной артерией и веной, в переднем средостении, по внутренней поверхности грудной клетки), что проявляется элевацией половины диафрагмы на стороне поражения и требует особого внимания рентгенолога к структурам переднего средостения.

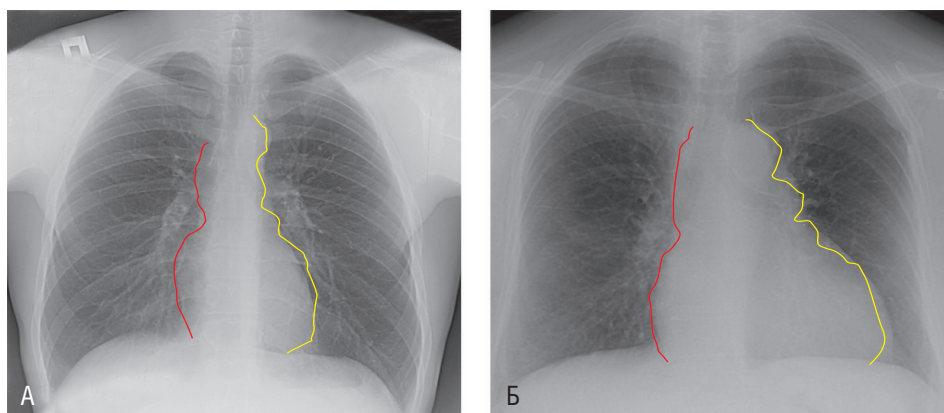
Повреждение расположенного ретростерально, не видимого при традиционной рентгенографии грудного лимфатического протока может вызывать скопление лимфы в плевральной полости (хилоторакс) и также требует тщательного анализа структуры переднего средостения.

Грудной лимфатический проток:

- образуется из слияния трех лимфатических сосудов на уровне тела  $L_{II}$  (левого и правого поясничных, кишечного лимфатических стволов) — хилезная цистерна (расположена по передней поверхности  $Th_{XI}-L_{II}$ , между ножками диафрагмы);
- проходит через аортальное отверстие диафрагмы, располагается в заднем средостении вдоль правого края аорты, между ней и *v. azygos*;
- идет вдоль пищевода, затем между общей сонной и подключичной артерией слева, впадает в левый венозный угол (между левыми внутренней яремной и подключичной венами);
- движение лимфы в грудном лимфатическом протоке в результате присасывающего действия, из-за отрицательного давления в венах, давления ножек диафрагмы и клапанов.

При традиционной рентгенографии средостение представлено центрально расположенным затенением неправильной формы с дугообразными контурами. На переднезадней рентгенограмме оценивают следующие дуги средостения (**рис. 2.11**):

- по правому контуру: 1 – восходящая аорта, 2 – правое предсердие;
- по левому контуру: 1 – дуга аорты, 2 – ствол легочной артерии, 3 – ушко левого предсердия, 4 – левый желудочек.

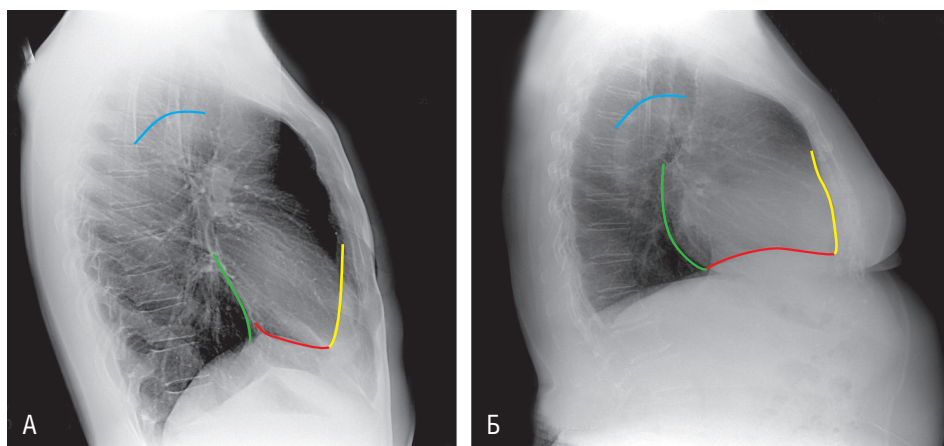


**Рис. 2.11.** «Дуги средостения». Дуги средостения в молодом (А) и пожилом (Б) возрасте

Деление на дуги позволяет оценить увеличение полостей сердца и сосудов. У молодых взрослых и пожилых пациентов взаимоотношение дуг различное.

По боковой рентгенограмме оценивают следующие «дуги средостения» (**рис. 2.12**):

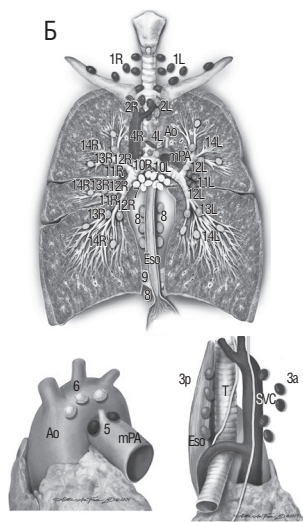
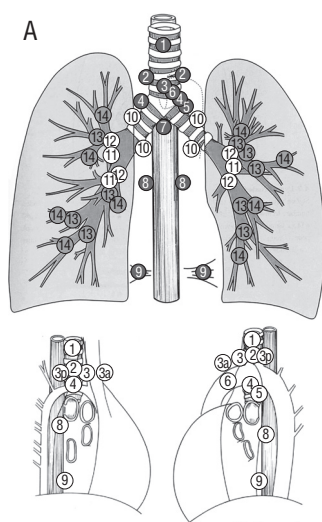
- передние – ПЖ, восходящая аорта;
- задняя – левое предсердие;
- нижняя – левый желудочек;
- верхняя – дуга аорты.



**Рис. 2.12.** «Дуги средостения». Дуги средостения в молодом (А) и пожилом (Б) возрасте

Большое значение для тенеобразования играют лимфатические узлы. Предложены различные варианты классификации лимфатических узлов. Если в терапевтической практике часто используют именную классификацию Д.А. Жданова и В.А. Сукенникова (1945), определяющую лимфатические узлы по локализации, то онкологи и торакальные хирурги используют классификацию Международной ассоциации по изучению опухолей легких (англ. International Association for the Study of Lung Cancer, IASLC) (2009), обозначая группы узлов цифрами (**рис. 2.13**).





Д.А. Жданов, В.А. Сукенников (1945) (А)

- #1 Верхние медиастинальные (ретростернальные).
- #2 Верхние паратрахеальные.
- #3 Преваскулярные и ретротрахеальные.
- #4 Нижние паратрахеальные.
- #5 Подаортальные (аортопульмонального окна).
- #6 Парааортальные.
- #7 Бифуркационные.
- #8 Паразофагеальные.
- #9 Узлы легочной связки.
- #10 Узлы корней легких (бронхопупульмональные).
- #11 Внутридолевые.
- #12 Долевые.
- #13 Сегментарные.
- #14 Субсегментарные.

IASLC (2009) (Б)

- Надключичные лимфатические узлы.**
- 1 (1R, 1L). Нижние шейные, надключичные и лимфатические узлы вырезки грудины (левые и правые). Располагаются по обе стороны от срединной линии трахеи в нижней трети шеи и надключичных областях, верхней границей является нижний край перстневидного хряща, нижней — ключицы и яремная вырезка рукоятки грудины.

#### Верхние медиастинальные лимфатические узлы 2-4.

- 2L. Левые верхние паратрахеальные располагаются вдоль левой стенки трахеи, от верхнего края рукоятки грудины до верхнего края дуги аорты.
- 2R. Правые верхние паратрахеальные располагаются вдоль правой стенки трахеи и спереди от трахеи до ее левой стенки, с уровня верхнего края рукоятки грудины до нижней стенки левой плечеголовной вены в зоне пересечения с трахеей.
- 3A. Преваскулярные лимфатические узлы не примыкают к трахее как узлы 2 группы, а располагаются переди от сосудов (от задней стенки грудины, до передней стенки верхней полой вены справа и передней стенки левой сонной артерии слева).
- 3P. Превертебральные (ретротрехеальные) располагаются в заднем средостении, не примыкают к трахее как узлы 2 группы, а локализируются казади от пищевода.
- 4R. Нижние паратрахеальные от пересечения нижнего края плечеголовной вены с трахеей до нижней границы непарной вены, вдоль правой стенки трахеи до ее левой стенки.

- 4L. Нижние паратрахеальные от верхнего края дуги аорты до верхнего края левой главной легочной артерии.

#### Аортальные лимфатические узлы 5-6.

- 5. Субаортальные лимфатические узлы располагаются в аортопульмонарном окне, латеральнее артериальной связки, они расположены не между аортой и легочным стволом, а латеральнее них.
  - 6. Парааортальные лимфатические узлы лежат спереди и сбоку от восходящей части дуги аорты.
- Нижние медиастинальные лимфатические узлы 7-9.**
- 7. Подкаринальные лимфатические узлы.
  - 8. Паразофагеальные лимфатические узлы. Лимфатические узлы ниже уровня карины.
  - 9. Узлы легочной связки. Лежат в пределах легочной связки.
- Корневые, долевые и (суб) сегментарные лимфатические узлы 10-14.**
- Все эти группы относятся к N1 лимфатическим узлам. Узлы корня легкого располагаются вдоль главного бронха и сосудов корня легкого. Справа они распространяются от нижнего края непарной вены до области деления на долевые бронхи, слева — от верхнего края легочной артерии.

Рис. 2.13. Различные классификации внутригрудных лимфатических узлов

Аксиальная анатомия трахеобронхиального дерева сложна. Для более простой ее оценки используют различные варианты построения изображения (рис. 2.14).

Оценка структуры вторичной легочной дольки возможна только при использовании КТ. При традиционной рентгенографии оценивают бессосудистую зону, располагающуюся вдоль плевры. При КТ в норме определяются внутридольковая артериола и бронхиола, расположенные в центре дольки, венула, находящаяся в ее стенке, и неизмененные внутрилегочные лимфатические узлы (бобовидной, трапециевидной формы мягкотканые структуры, в поперечнике — до 3 мм, расположенные в стенке вторичной легочной дольки или субплеврально) (рис. 2.15).

Для оценки КТ используют анализ изображения в разных электронных окнах (легочном, мягкотканном, костном), реформируя изображение в разных плоскостях (чаще в стандартных: корональной и сагиттальной) и используя различные постпроцессорные обработки изображения (программы минимальной интенсивности проекций, максимальной интенсивности проекций, оценки плотности легочной ткани с использованием цветного картирования) (рис. 2.16).

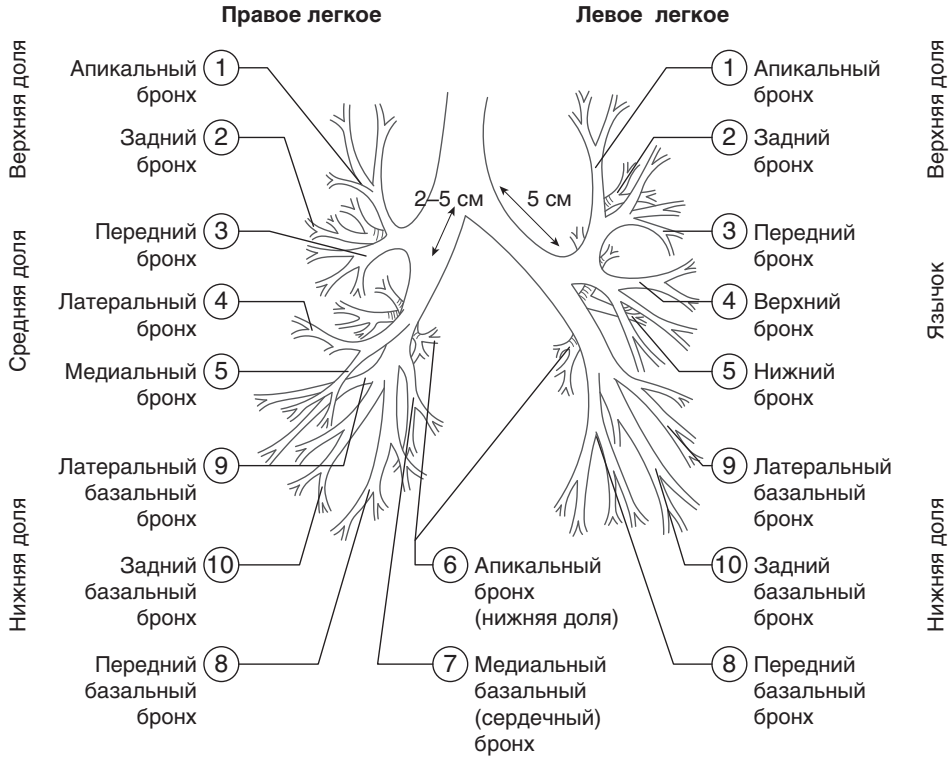


Рис. 2.14. Строение трахеобронхиального дерева

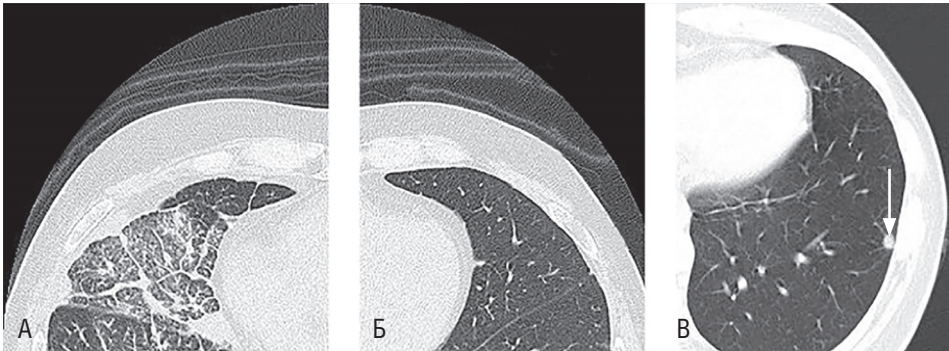
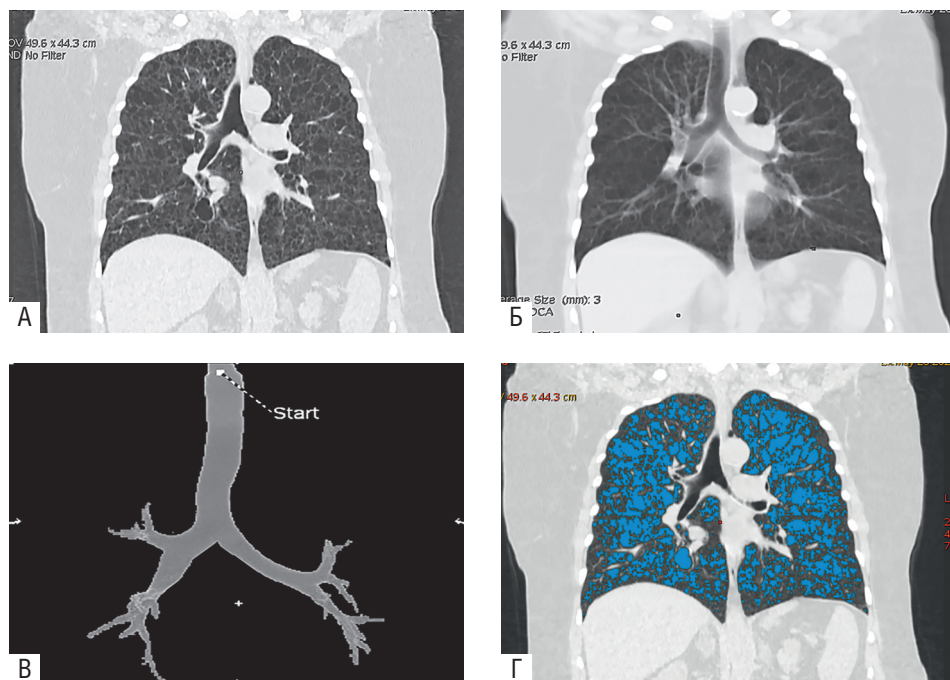


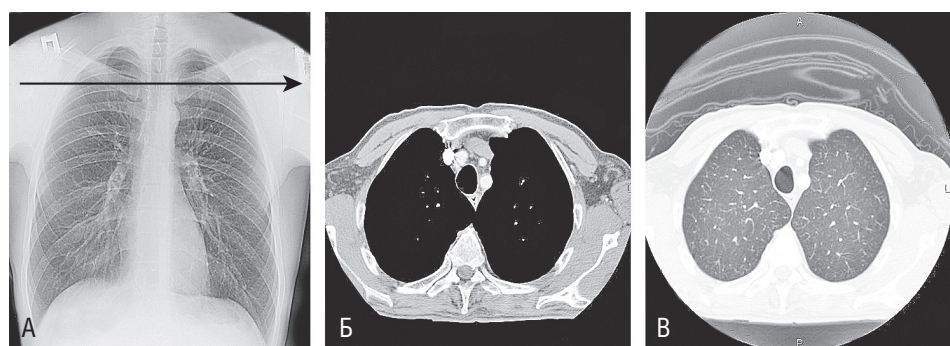
Рис. 2.15. Элементы вторичной легочной доли, видимые при компьютерной томографии: А — легочное электронное окно. Сравнение неизменной легочной ткани (Б) (центральные артериола и бронхиола, венула) и при лимфостазе (А) (видна стенка вторичной легочной доли, внутридольковые перегородки). Б — легочное электронное окно; В — внутрилегочный лимфатический узел

Для упрощения анализа изображения используют основные уровни КТ-срезов (рис. 2.17–2.22).

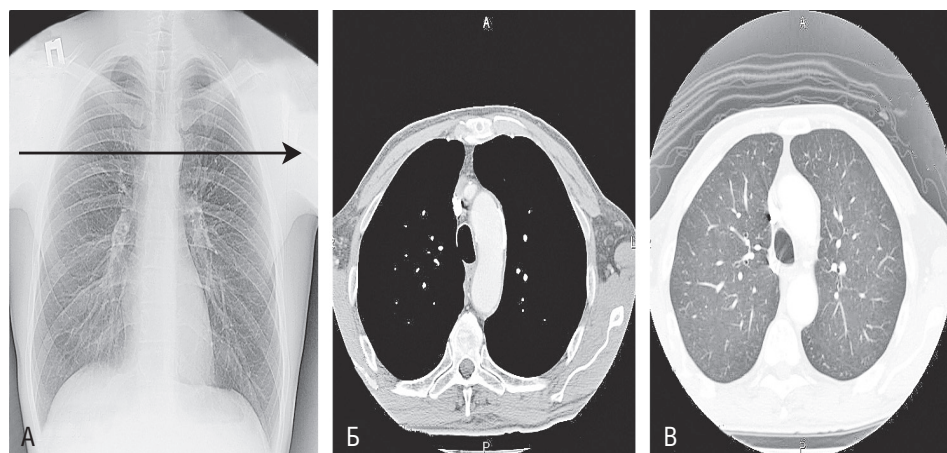
Стандартизированный протокол лучевого заключения включает описание нормальных анатомических структур, отличающихся в разных возрастных периодах.



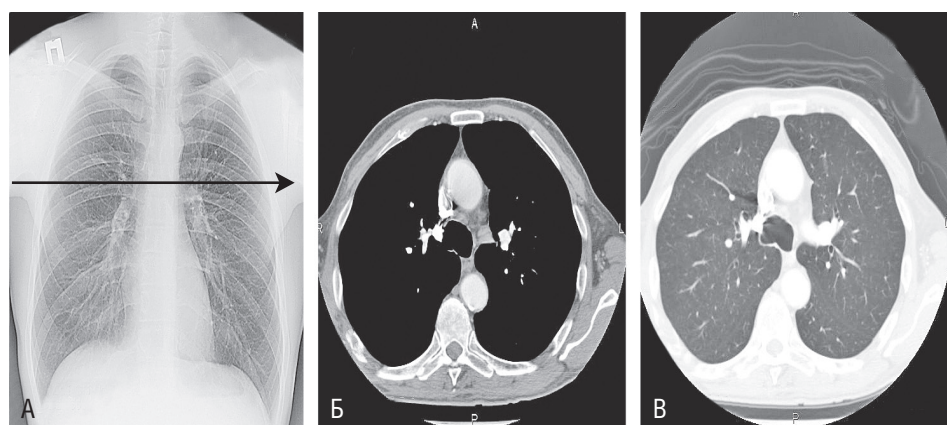
**Рис. 2.16.** Различные реформации изображения. А — мультипланарная реконструкция. Б — проекция максимальной интенсивности. В — объемные реформации изображения. Г — маски плотности



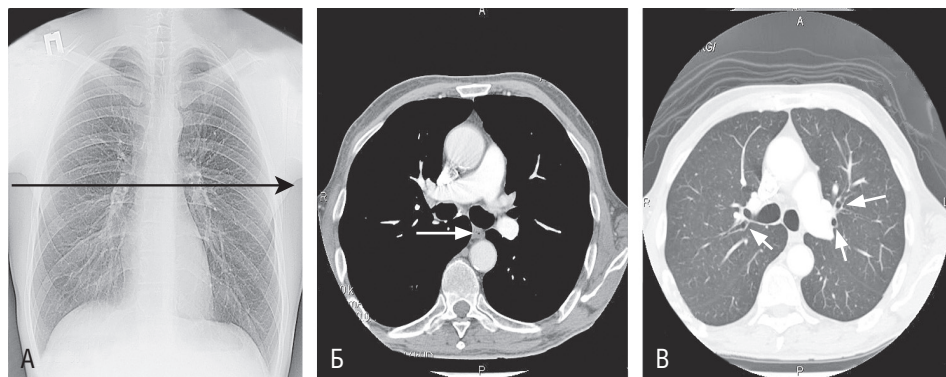
**Рис. 2.17.** 1-й уровень — верхнее средостение. Уровень сканирования отмечен на топограмме (А). В мягкотканном электронном окне (Б) визуализируется расположенная ретростернально и пересекающая все средостение левая плечеголовная вена, сливающаяся с правой плечеголовной веной, за ними расположены артериальные сосуды, исходящие из аорты (слева направо: левая подключичная артерия, левая общая сонная артерия, плечеголовный ствол), за ними — неправильной формы кольцо трахеи (за счет подвижной задней мембранозной части и передних хрящевых полуколец). К мембранозной части трахеи прилежит пищевод (стенка его неравномерно утолщена за счет перистальтической волны, просвет не должен иметь содержимого). Определяется претрахеальная жировая клетчатка — место расположения лимфатических узлов верхних и нижних претрахеальных групп (2R — правые верхние паратрахеальные, 2L — левые верхние паратрахеальные). В жировой клетчатке за пищеводом — место расположения верхних параэзофагеальных лимфатических узлов (3P — превертебральные). В легочном электронном окне (В) виден легочный рисунок, сформированный мелкими сосудами, бронхами, интерстицием



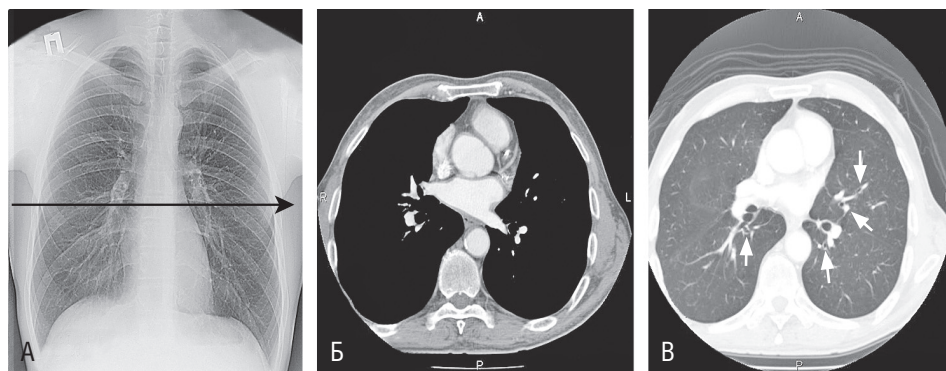
**Рис. 2.18.** 2-й уровень — дуга аорты. Уровень сканирования отмечен на топограмме (А). В мягкотканном электронном окне (Б) визуализируется ретростеральная жировая клетчатка — место расположения лимфатических узлов ретростеральной (3А превазкулярной) группы, в клетчаточном пространстве у дуги аорты располагаются лимфатические узлы парааортальной группы (6 — парааортальные). Дуга аорты и верхняя полая вена, за ними расположено неправильной формы кольцо трахеи, за ней — пищевод. В легочном электронном окне (В) виден легочный рисунок, сформированный мелкими сосудами, бронхами, интерстицием. В ядерных отделах с обеих сторон определяются ортоградные просветы В1 и В2, сопровождаемые ветвями А1 и А2. В задних отделах с обеих сторон появляется бессосудистая зона — место расположения косой междолевой плевры



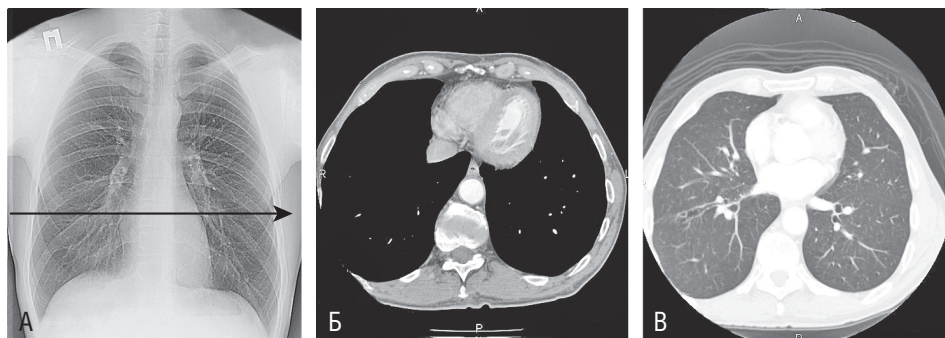
**Рис. 2.19.** 3-й уровень — аортопульмональное окно, бифуркация трахеи. Уровень сканирования отмечен на топограмме (А). В мягкотканном электронном окне (Б) визуализируется жировая клетчатка аортопульмонального окна — место расположения лимфатических узлов аналогичной группы (5 — субаортальные) группы, в претрахеальной клетчатке располагаются лимфатические узлы правой и левой трахеобронхиальных групп (4R — правые нижние паратрахеальные, 4L — левые нижние паратрахеальные). Определяются восходящий и нисходящий отделы грудной аорты (обязательно измеряемые структуры, в норме диаметр каждого отдела не должен превышать 30 мм), «пуговка» *v. azygos* — место, где вена перекидывается через правый верхнедолевой бронх, пищевод. В легочном электронном окне (В) видны легочный рисунок, сформированный мелкими сосудами, бронхами, интерстицием, бифуркация трахеи на главные bronchi



**Рис. 2.20.** 4-й уровень — правый главный бронх, левая главная ветвь легочной артерии. Уровень сканирования отмечен на топограмме (А). В мягкотканном электронном окне (Б) визуализируется ствол легочной артерии (обязательно измеряемая структура, в норме диаметр не должен превышать 30 мм), его продолжение — правая главная ветвь. В жировой клетчатке под бифуркацией трахеи — место расположения лимфатических узлов бифуркационной группы (7 — подкаринальные) группы. Определяются восходящий и нисходящий отделы грудной аорты (обязательно измеряемые структуры, в норме диаметр каждого отдела не должен превышать 30 мм), пищевод. Внесредостенно в местах бифуркации бронхов располагаются лимфатические узлы бронхопульмональных и внутрилегочных групп [корневые, долевого и (суб-) сегментарные лимфатические узлы 10–14]. В легочном электронном окне (В) видны легочный рисунок, сформированный мелкими сосудами, бронхами, интерстицием, горизонтально расположенный правый главный бронх, его продолжение — правый верхнедолевой бронх, его трифуркация на верхушечный (В1, расположен ортоградно), передний (В3) и задний (В2) бронхи. Слева видны просветы В1 и В2 (ортоградно), левый главный бронх (ортоградно)



**Рис. 2.21.** 5-й уровень — бронхи VI сегментов, основание аорты. Уровень сканирования отмечен на топограмме (А). В мягкотканном электронном окне (Б) визуализируется выходной отдел правого желудочка (прилежащий к передней грудной стенке), на правый контур выходит правое предсердие (нижняя дуга по правому контуру на топограмме), в центре располагается луковичка аорты, кзади расположено левое предсердие (примыкая к пищеводу). В жировой клетчатке около пищевода — место расположения лимфатических узлов параэзофагеальной группы (8 — параэзофагеальные). Превентрально расположены нисходящий отдел грудной аорты (обязательно измеряемая структура, в норме диаметр не должен превышать 30 мм), пищевод. В легочном электронном окне (В) виден легочный рисунок, сформированный мелкими сосудами, бронхами, интерстицием. Справа — место отхождения В6, слева — нижнедолевой бронх (ортоградно) и ветви В4, В5 язычковых сегментов. Справа в виде кольца определяется купол горизонтальной плевры



**Рис. 2.22.** 6-й уровень — основание сердца, бронхи базальных пирамид. Уровень сканирования отмечен на топограмме (А). В мягкотканном электронном окне (Б) визуализируются правый желудочек (прилежащий к передней грудной стенке), левый желудочек (прилежащий к диафрагме), пищевод, нисходящий отдел грудной аорты, нижняя полая вена. В легочном электронном окне (В) видны легочный рисунок, сформированный мелкими сосудами, бронхами, интерстицием, бронхи и ветви легочной артерии базальных пирамид, средней доли и язычковых сегментов. Связки легочных вен — место расположения лимфатических узлов одноименной группы (9 — узлы легочной связки)

В описании нормальных структур, не вынося эти данные в заключение, в молодом возрасте следует отмечать:

- внутрилегочные лимфатические узлы;
- наличие нередуцированной вилочковой железы;
- обызвествление артериальной связки.

В описании нормальных структур, не вынося эти данные в заключение, во взрослом возрасте следует отмечать:

- атеросклеротические изменения в стенках аорты и ее ветвей;
- обызвествления в лимфатических узлах;
- очаги Гога;
- дисковидные ателектазы в нижних отделах легких с обеих сторон небольшой протяженности;
- проявления остеохондроза, деформирующего спондилеза грудного отдела позвоночника;
- плевродиафрагмальные и плевроапикальные спайки.

## Резюме

- Знание нормальной анатомии, гендерных и возрастных особенностей строения грудной клетки является обязательным для понимания тенеобразования в рентгенологии.
- Стандартизация рентгенологических заключений позволяет избежать ошибок и пропусков патологии.
- Для правильной трактовки лучевых данных рентгенолог должен владеть всем спектром лучевых исследований.

## Литература

1. Johannes C. Schittny. Development of the lung // Cell. Tissue. Res. 2017. Vol. 367. P. 427–444.
2. Kinane T.B. Lung development and implications for hypoplasia found in congenital diaphragmatic hernia // Am. J. Med. Genet. C. 2007. Vol. 145C. P. 117–124.

3. Koos B.J., Rajae A. Fetal breathing movements and changes at birth // Adv. Exp. Med. Biol. 2014. Vol. 814. P. 89–101.
4. Gewolb J.H., Lebowitz L.K., Taeursch H.W. Thymus size and its relationship to the respiratory distress syndrome // J. Pediatr. 1979. Vol. 95, № 1. P. 108–111.
5. Young C., Xie C., Owens C.M. Paediatric multi-detector row chest CT: what you really need to know // Insights Imaging. 2012. Vol. 3. P. 229–246. doi: 10.1007/s13244-012-0152-5.

### 2.3. НЕКОТОРЫЕ ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

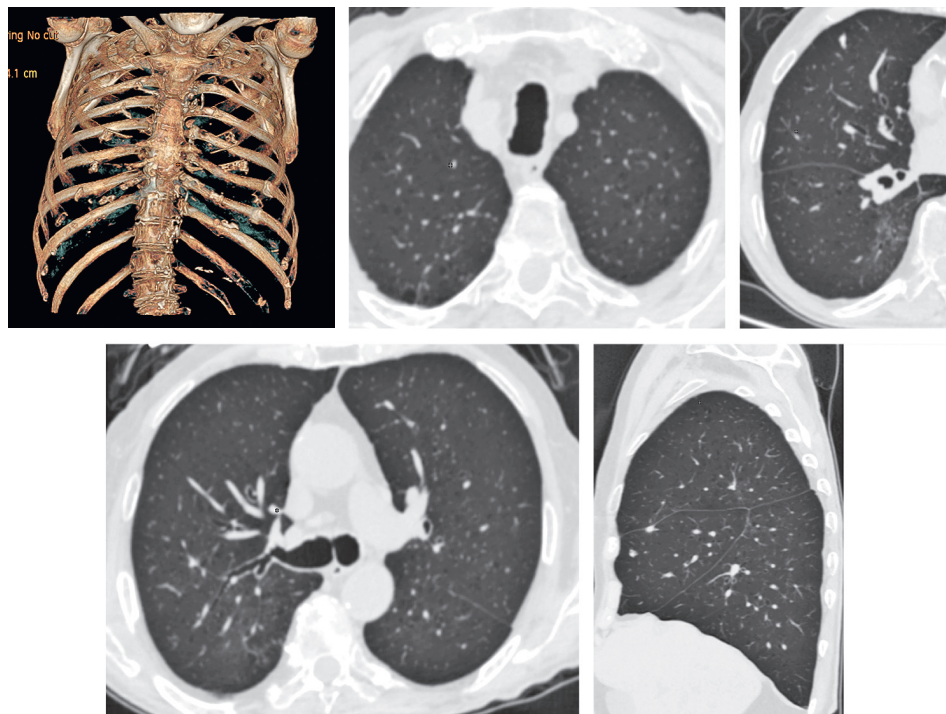
*В.И. Амосов, О.В. Лукина*

Легкие новорожденных и взрослых людей не похожи. До 7–14 лет они будут развиваться под воздействием внутренних и внешних факторов (с частотой дыхания до 60 в минуту), а затем — «затухать», учитывая те же факторы. Это накладывает структурно-функциональные особенности на всю бронхолегочную систему.

Наверное, не совсем корректно говорить о старческих, сенильных изменениях в системе внешнего дыхания. Пластичность людей удивительна.

Нестандартно, но я начну с примера.

Пациент Б., 94 года, здоров. На **рис. 2.23** незначительная деформация костно-суставного аппарата, следы перенесенных заболеваний в легочной ткани, повышенная воздушность легочной ткани, расширение трахеи и бронхов. Надо расценивать как норму.



**Рис. 2.23.** Возрастные изменения легких у пациента Б., 94 лет. Возрастная норма