

Д.В. Сафонов, Б.Е. Шахов

Ультразвуковая  
диагностика  
воспалительных  
заболеваний легких

*Учебное пособие*



УДК 616.24-002-073.43  
ББК 54.12 (53.6)  
С 21

**Сафонов Дмитрий Владимирович** – доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики факультета повышения квалификации врачей Нижегородской государственной медицинской академии. Ультразвуковой диагностикой занимается с 1993 г., с 1997 г. – ультразвуковой диагностикой заболеваний легких и плевры. В 2003 г. защитил докторскую диссертацию по теме «Синдромная ультразвуковая диагностика заболеваний легких».

**Шахов Борис Евгеньевич** – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, ректор Нижегородской государственной медицинской академии, заведующий кафедрой лучевой диагностики факультета повышения квалификации врачей Нижегородской государственной медицинской академии.

### **Сафонов Д.В., Шахов Б.Е.**

С 21 Ультразвуковая диагностика воспалительных заболеваний легких: учебное пособие. – Москва: Издательский дом Видар-М, 2011. – 120 с. ISBN 978-5-88429-152-2

В учебном пособии в практическом аспекте изложены вопросы ультразвуковой диагностики воспалительных заболеваний легких: приведена методика исследования и нормальная эхографическая картина грудной клетки, подробно освещена ультразвуковая семиотика и дифференциальная диагностика пневмоний, в том числе деструктивных, абсцессов и гангрены легкого, для каждого из них выделены диагностически значимые эхопризнаки. Впервые представлена эхосемиотика пневмоний в зависимости от степени тяжести воспалительной инфильтрации, а также абсцессов легкого в зависимости от эффективности спонтанного дренирования его полости бронхами. Пособие иллюстрировано большим количеством эхограмм, отображающих основные диагностические признаки рассматриваемых заболеваний. Учебное пособие предназначено для врачей ультразвуковой диагностики, рентгенологов, пульмонологов, торакальных хирургов.

**УДК 616.24-002-073.43**  
**ББК 54.12 (53.6)**

### **Рецензенты:**

**С.К. Терновой** – академик РАМН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова.

**А.Ю. Васильев** – член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики Московского государственного медико-стоматологического университета.

**ISBN 978-5-88429-152-2**

© Д.В. Сафонов, Б.Е. Шахов, 2011  
© Издательский дом Видар-М, 2011

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
<b>Глава 1. Нормальная анатомия легких</b> .....	<b>7</b>
<b>Глава 2. Методика ультразвукового исследования легких</b> .....	<b>13</b>
<b>Глава 3. Нормальная ультразвуковая картина грудной клетки</b> .....	<b>25</b>
<b>Глава 4. Ультразвуковая диагностика пневмоний</b> .....	<b>31</b>
4.1. Патоморфологические основы ультразвуковой диагностики пневмоний .....	31
4.2. Ультразвуковая семиотика и классификация пневмоний .....	34
4.3. Ультразвуковая семиотика абсцедирующих пневмоний .....	52
4.4. Динамика эхокартины пневмонии .....	57
4.5. Дифференциальная ультразвуковая диагностика пневмоний ..	60
<b>Глава 5. Ультразвуковая диагностика абсцессов легкого</b> .....	<b>67</b>
5.1. Патоморфологические основы ультразвуковой диагностики абсцессов легкого .....	67
5.2. Ультразвуковая семиотика и классификация абсцессов легкого .....	70
5.3. Особенности эхокартины гангренозных абсцессов легкого ..	85
5.4. Динамика эхокартины абсцессов легкого .....	90
5.5. Дифференциальная ультразвуковая диагностика абсцессов легкого .....	96
<b>Глава 6. Ультразвуковая диагностика гангрены легкого</b> .....	<b>103</b>
<b>Заключение</b> .....	<b>107</b>
<b>Контрольные вопросы</b> .....	<b>110</b>
<b>Контрольные тесты</b> .....	<b>111</b>
<b>Ответы на контрольные тесты</b> .....	<b>114</b>
<b>Список рекомендуемой литературы</b> .....	<b>115</b>

# *Введение*

Лучевая диагностика заболеваний легких подразумевает в первую очередь классическое рентгенологическое исследование грудной клетки, которое является базисным и первым диагностическим методом при распознавании заболеваний этих органов. Оно основано на принципе оценки теневого изображения патологических изменений в исследуемых органах.

Сочетание рентгеновского принципа получения изображения с современными компьютерными технологиями позволило создать еще одну большую группу диагностических исследований – компьютерную томографию. Она обладает более высокой разрешающей способностью и чувствительностью в определении плотности тканей при воздействии на них рентгеновского излучения и формирует двухмерное изображение грудной клетки на различных уровнях в горизонтальной плоскости.

Ультразвуковое сканирование, как и компьютерная томография, позволяет получать двухмерные изображения органов, но уже не только в горизонтальной плоскости, а в самых различных сечениях с возможностью последующей компьютерной реконструкции в трехмерное объемное изображение. И делается это с помощью безопасных в радиологическом отношении ультразвуковых колебаний.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) широко применяется во многих областях практической медицины, но в торакальной хирургии и пульмонологии используется необоснованно редко и очень ограниченно, в основном для обнаружения плевральных выпотов, но не для диагностики собственно заболеваний легких. Это имеет свои как объективные, так и субъективные причины.

К объективным трудностям визуализации внутрилегочной патологии относятся помехи в виде акустических теней от элементов костного скелета грудной клетки и технические затруднения, связанные с необходимостью сканирования только из достаточно узких межреберных промежутков, а также главное препятствие на пути ультразвуковых волн в виде воздушной легочной ткани, полностью отражающей ультразвук, что делает невозможной визуализацию объектов в глубине легкого.

Однако основное значение имеет главная субъективная причина, представляющая собой укоренившееся мнение о малой информативности метода для диагностики заболеваний легких. Недостаточная информированность специалистов о диагностических возможностях УЗИ грудной клетки и слабое освещение этой проблемы в учебно-методической и периодической литературе препятствуют его активному внедрению и распространению в клинике. В связи с этим мы поставили задачу максимально полно познакомить врачей с современными возмож-

ностями ультразвуковой диагностики заболеваний легких для последующего применения полученной информации в их собственной практической деятельности.

Для УЗИ легких не требуется приобретения дополнительного ультразвукового оборудования, оно может выполняться на ультразвуковых сканерах любого уровня. Естественно, чем выше техническое оснащение врача, тем больше информации о заболевании он может получить. Однако основная диагностическая информация получается при классическом двумерном серошкальном сканировании, составляющем базис в любой области УЗИ. Цветовое доплеровское картирование и остальные современные методики, безусловно, имеют значение, чаще только уточняющее, и не вносят принципиальных изменений в заключение, сделанное по данным серошкального изображения, хотя могут дать важную информацию о васкуляризации объекта. Поэтому целью настоящего учебного пособия было детальное изложение эхографической семиотики воспалительных заболеваний легких при двумерном сканировании.

Изучение ультразвуковой семиотики различных заболеваний может строиться по двум принципиально различным направлениям. При традиционном подходе выбирается группа заболеваний с общей этиологией, например воспалительные процессы или опухоли, и рассматриваются все возможные варианты их эхокартины. Такой подход предпочтительнее для первого знакомства врача с ультразвуковой семиотикой заболеваний в процессе профессиональной переподготовки специалиста, поскольку облегчает запоминание наиболее важных эхопризнаков конкретных нозологий.

Второй путь, более сложный и объемный, подразумевает наличие у врача определенной диагностической базы и основан на первичном анализе ультразвукового изображения, что называется «от картинки», с последующим перечислением и обоснованием всех возможных для данного изображения заболеваний. Подобная тактика применима при тематическом усовершенствовании, когда требуется расширить диагностический арсенал у врачей, уже знающих эхосемиотику при определенной патологии.

Поскольку данное учебное пособие посвящено ультразвуковой диагностике воспалительных заболеваний легких, недостаточно известной широкому кругу специалистов, то изложение материала в ней строится по традиционному плану, с описанием различных вариантов эхокартины для каждого вида патологии.

В литературе многократно обсуждался и продолжает дискутироваться вопрос о том, какой из этих методов лучше в диагностике заболеваний легких. Мы не рассматриваем УЗИ в качестве метода, способного полностью заместить рентгенологическое исследование и стать базисным в пульмонологии. Эхография в силу особенностей взаимодействия ультразвука с легочной тканью останется дополнительным методом,

с помощью которого, однако, возможно получить важную, а нередко и определяющую информацию о заболевании. В зависимости от характера патологических изменений УЗИ по информативности может как уступать другим методам лучевой диагностики, так и превышать их. Нашей задачей является определение оптимальной диагностической последовательности этих трех методов при каждом конкретном заболевании, выбор для диагностики наиболее надежного из них, а с учетом современных условий страховой и коммерческой медицины – еще и недорогого при сохранении качества диагностики.

Разработанные авторами методики и принципы ультразвуковой диагностики воспалительных заболеваний легких прочно вошли в арсенал стандартных диагностических методов, применяемых в отделении торакальной хирургии городской клинической больницы №5 Нижнего Новгорода, а также включены в учебный процесс на кафедре лучевой диагностики факультета повышения квалификации врачей Нижегородской государственной медицинской академии.

Авторы надеются, что настоящее учебное пособие станет очередным шагом в развитии эхографии легких и будет полезным не только специалистам по ультразвуковой диагностике, но и врачам различных лечебных специальностей для выбора оптимальной диагностической тактики и при динамическом наблюдении за состоянием больного.

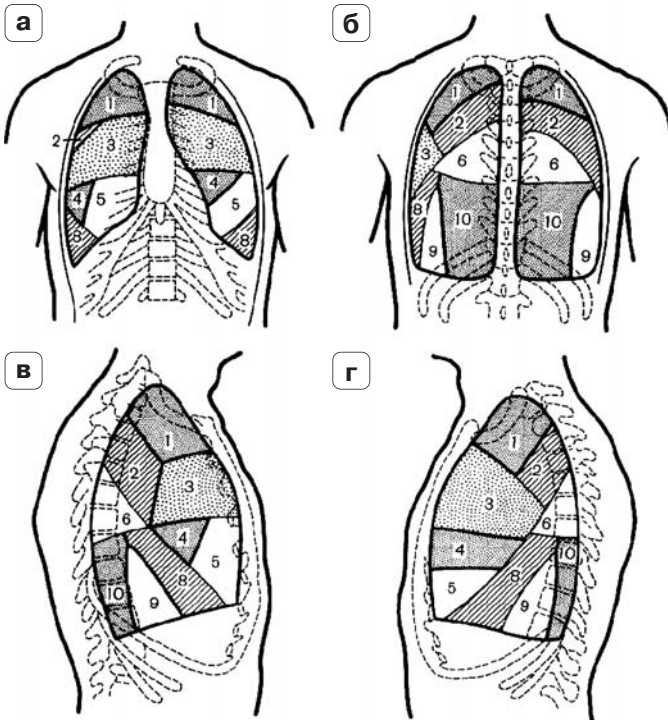
# Глава 1

## *Нормальная анатомия легких*

Легкие – парный орган, который занимает бóльшую часть грудной полости, повторяя форму плеврального пространства, ограниченного париетальной плеврой. В каждом легком различают три поверхности: реберную, медиастинальную и диафрагмальную, а также верхушку, основание и два заостренных края – передний и нижний. Нижний край отделяет реберную поверхность от диафрагмальной, а передний – реберную от медиастинальной. Реберная поверхность легкого выпуклая, диафрагмальная и медиастинальная – вогнутые. На медиастинальной и реберной поверхностях левого легкого имеется сердечная вырезка.

Выше середины медиастинальной поверхности обоих легких, ближе к заднему краю, располагается корень легкого. Скелетотопически они соответствуют уровню III–V ребер спереди и V–VII грудным позвонкам. Корень легкого включает в себя главный бронх, легочные артерию и вены, бронхиальные артерии и вены, нервное сплетение, отводящие лимфатические сосуды и лимфоузлы. Все элементы окружены рыхлой клетчаткой и покрыты плеврой. Основание легких располагается на куполе диафрагмы, который справа отделяет легкое от печени, а слева – от селезенки, левой почки с надпочечником, желудка, поперечно-ободочной кишки. К медиастинальной поверхности правого легкого спереди от ворот прилежит правое предсердие, а выше – правая плечеголовная и верхняя полая вены, позади ворот – пищевод. К медиастинальной поверхности левого легкого спереди от ворот прилежит левый желудочек сердца, а выше – дуга аорты и левая плечеголовная вена, позади ворот – грудная аорта.

Каждое легкое разделяется на доли посредством глубоких междолевых щелей, выстланных висцеральной плеврой. Доля – это анатомически и физиологически отдельная часть легкого с долевым бронхом, сосудами и нервами. Справа две междолевые борозды – основная (косая) и дополнитель-



**Рис. 1.** Современная классификация бронхолегочных сегментов. Цифрами обозначена проекция соответствующих сегментов на поверхность грудной стенки. **а** – спереди; **б** – сзади; **в** – справа; **г** – слева.

ная (горизонтальная) – делят легкое на три доли: верхнюю, среднюю и нижнюю. Левое легкое разделено основной междолевой бороздой на верхнюю и нижнюю доли. Доли разделяются на сегменты, по 10 в каждом легком, представляющие собой относительно обособленные структурно-функциональные единицы.

Бронхолегочным сегментом называется участок легочной ткани, соответствующий разветвлениям сегментарного бронха и сегментарной ветви легочной артерии. Он вентилируется одним бронхом третьего порядка и кровоснабжается одной артерией. Сегменты имеют форму неправильного усеченного конуса, вершина которого направлена к корню, а основание – к поверхности легкого и покрыто висцеральной плеврой. Границы между сегментами образованы прослойками соединительной ткани, в которых проходят межсегментарные вены. У детей границы выражены более четко, у взрослых они определяются с трудом, особенно в нижних долях. Знание сегментарного строения легких и проекции сегментов на поверхность грудной клетки облегчает проведение топической диагностики (рис. 1).

В соответствии с разветвлениями бронхов и сосудов сегменты разделяются на субсегменты и дольки, разграниченные все более тонкими прерывистыми прослойками соединительной ткани. Часть долек по форме напоминает пирамиду размером от 1 до 2 см, через вершину которой проходит внутридольковый бронх, отдающий терминальные бронхиолы. В соответствии с ними легочная долька разделяется на ацинусы (первичные дольки), образующие респираторный отдел легкого.



Правое легкое состоит из трех долей: верхней, средней и нижней. Верхняя доля по форме напоминает конус, основание которого соприкасается с нижней и средней долями. Верхушка легкого ограничена сверху куполом плевры и выходит через верхнюю апертуру грудной клетки. Нижняя граница верхней доли проходит по основной междолевой щели, а затем по дополнительной и расположена вдоль IV ребра. Медиальная поверхность сзади прилежит к позвоночнику, а спереди соприкасается с верхней полой и плечеголовной венами, а несколько ниже – с ушком правого предсердия. В верхней доле различают верхушечный, задний и передний сегменты.

Верхушечный сегмент (С1) имеет конусовидную форму, занимает всю верхушку легкого в области купола и расположен в верхнепереднем участке верхней доли с выходом его основания на шею через верхнюю апертуру грудной клетки. Верхней границей сегмента является купол плевры. Нижнепередняя и наружнозадняя границы, отделяющие верхушечный сегмент от переднего и заднего сегментов, идут по I ребру. Внутренней границей служит медиастинальная плевра верхнего средостения до корня легкого, точнее, до дуги *v. azygos*. Верхний сегмент занимает меньшую площадь на реберной поверхности легкого и значительно большую – на медиастинальной.

Задний сегмент (С2) занимает дорсальную часть верхней доли, прилежит к заднелатеральной поверхности грудной стенки на уровне II–IV ребер. Сверху он граничит с верхушечным сегментом, спереди – с передним, снизу кривой щелью отделяется от верхушечного сегмента нижней доли, снизу и спереди граничит с латеральным сегментом средней доли. Вершина сегмента направлена вперед к верхнедолевому бронху.

Передний сегмент (С3) граничит сверху с верхушечным, сзади – с задним сегментом верхней доли, снизу – с латеральным и медиальным сегментами средней доли. Вершина сегмента обращена назад и находится медиально от верхнедолевого бронха. Передний сегмент прилежит к передней грудной стенке между хрящами I–IV ребер. Медиальная поверхность сегмента обращена к правому предсердию и верхней полые вене.

Средняя доля имеет форму клина, широкое основание которого прилежит к передней грудной стенке на уровне от IV до VI ребра. Внутренняя поверхность доли прилежит к правому предсердию и образует нижнюю половину сердечной ямки. В средней доле различают два сегмента: латеральный и медиальный.

Латеральный сегмент (С4) имеет форму пирамиды, основанием располагается на реберной поверхности легкого на уровне IV–VI ребер. Сегмент сверху отделен горизонтальной щелью от переднего и заднего сегментов верхней доли, снизу сзади – кривой щелью от переднего базального сегмента нижней доли, граничит с медиальным сегментом нижней доли. Вершина сегмента обращена вверх, медиально и назад.

Медиальный сегмент (С5) расположен преимущественно на медиальной и частично на реберной и диафрагмальной поверхностях средней доли и обращен к передней грудной стенке вблизи грудины, между хрящами IV–VI ребер. Медиально он прилежит к сердцу, снизу – к диафрагме, лате-

рально и спереди граничит с латеральным сегментом средней доли, сверху отделен горизонтальной щелью от переднего сегмента верхней доли.

Нижняя доля имеет форму конуса и располагается сзади. Она начинается сзади на уровне IV ребра и заканчивается спереди на уровне VI ребра, а сзади – VIII ребра. Имеет четкую границу с верхней и средней долями по основной междолевой щели. Основание ее лежит на диафрагме, внутренняя поверхность граничит с грудным отделом позвоночника и корнем легкого. Нижнебоковые отделы заходят в реберно-диафрагмальный синус плевры. Доля состоит из верхушечного и четырех базальных сегментов: медиального, переднего, латерального, заднего.

Верхушечный (верхний) сегмент (С6) занимает верхнюю часть нижней доли и прилежит к задней грудной стенке на уровне V–VII ребер, позвоннику и заднему средостению. По форме он напоминает пирамиду и сверху косою щелью отделен от заднего сегмента верхней доли, снизу граничит с задним базальным и частично передним базальным сегментами нижней доли. Его сегментарный бронх отходит самостоятельным коротким широким стволом от задней поверхности нижнедолевого бронха.

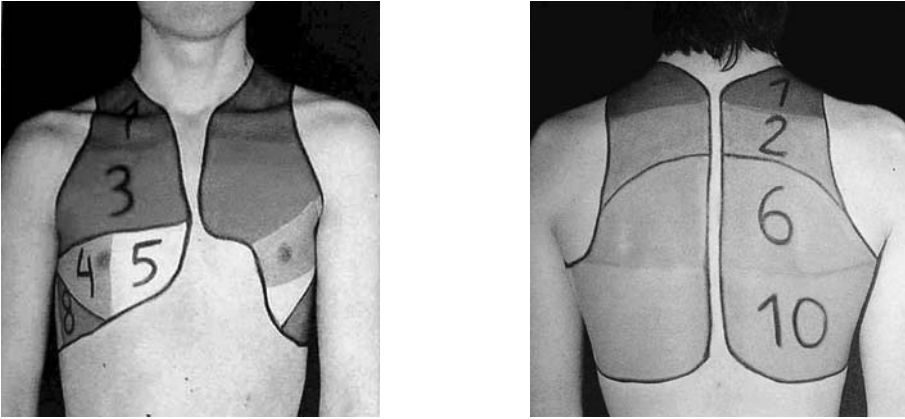
Медиальный базальный сегмент (С7) выходит основанием на медиальную и частично диафрагмальную поверхности нижней доли, прилегая к правому предсердию, нижней полой вене, диафрагме. Спереди, латерально и сзади он граничит с другими базальными сегментами доли. Вершиной сегмент обращен к воротам легкого.

Передний базальный сегмент (С8) по форме представляет усеченную пирамиду, основанием обращен к диафрагмальной поверхности нижней доли. Латеральная поверхность сегмента прилежит к боковой поверхности грудной стенки между VI–VIII ребрами. Косою щелью спереди он отделен от латерального сегмента средней доли, медиально граничит с медиальным базальным сегментом, сзади – с верхушечным и латеральным базальным сегментами.

Латеральный базальный сегмент (С9) в виде удлиненной пирамиды зажат между другими базальными сегментами таким образом, что его основание находится на диафрагмальной поверхности нижней доли, а латеральная поверхность обращена к боковой поверхности грудной стенки между VII–IX ребрами. Вершина сегмента обращена вниз и медиально.

Задний базальный сегмент (С10) расположен позади других базальных сегментов, над ним лежит верхушечный сегмент нижней доли. Сегмент проецируется на реберную, медиальную и частично диафрагмальную поверхности нижней доли, прилегая к задней грудной стенке на уровне VIII–X ребер, позвоннику и заднему средостению (рис. 2).

В левом легком выделяют две доли: верхнюю и нижнюю. Границы верхней доли проходят приблизительно так же, как справа, по основной междолевой щели от заднего отрезка IV ребра до переднего отрезка того же ребра. На медиастинальной поверхности доли хорошо выражены борозды от давления дуги аорты и ее крупных ветвей, особенно левой подключичной артерии. В верхней доле различают верхушечно-задний, передний, верх-



**Рис. 2.** Проекция бронхолегочных сегментов на поверхность грудной клетки.

ний язычковый и нижний язычковый сегменты. Язычковые сегменты эмбриологически, топографически и функционально соответствуют средней доле правого легкого, но в отличие от нее не отделяются от верхней доли междолевой щелью и образуют с ней единое целое.

Верхушечно-задний сегмент (С1+2) относится к числу постоянных сегментов, по форме и положению соответствует верхушечному сегменту правого легкого. Медиально он прилежит к дуге аорты и левой подключичной артерии, сзади – к задней грудной стенке на уровне верхних II–III ребер. Передний сегмент (С3) – один из наиболее крупных сегментов левого легкого. Он занимает передний отдел верхней доли и прилежит к передней и латеральной поверхностям грудной стенки на уровне I–IV ребер. Медиальной поверхностью сегмент соприкасается с левым желудочком сердца.

Верхний язычковый сегмент (С4) располагается под передним и задним сегментами и прилежит к передней грудной стенке на уровне III–IV ребер, а к боковой стенке – на уровне IV–VI ребер. Нижний язычковый сегмент (С5) находится под верхним язычковым сегментом. Снизу и сзади он отделяется кривой щелью от переднего и медиального базальных сегментов нижней доли. Границы между язычковыми сегментами выражены нечетко, и патологический процесс часто захватывает оба сегмента.

Нижняя доля левого легкого построена аналогично нижней доле правого легкого и состоит из верхушечного и четырех базальных сегментов: медиального, переднего, латерального, заднего. Медиальный сегмент непостоянный, он расположен на медиальной поверхности легкого, кпереди от легочной связки, в форме узкого клина.



# Глава 2

## *Методика ультразвукового исследования легких*

Ультразвуковое исследование (УЗИ) грудной клетки для диагностики заболеваний легких методически мало отличается от исследования плевры и плевральной полости и может выполняться на любых ультразвуковых аппаратах, в том числе и портативных, без применения специализированных программ обработки изображения или особых настроек аппарата. Для визуализации на всю глубину крупных внутрилегочных образований или обширных зон нарушения воздушности легочной ткани с оценкой их экоструктуры во всех отделах следует использовать обычный режим абдоминального сканирования. Исследование поверхности воздушного легкого, мелких субплевральных очагов и небольших безвоздушных участков лучше проводить в режиме поверхностных органов, позволяющем детально рассмотреть строение.

Для исследования органов грудной клетки предпочтительнее использовать датчики с небольшой рабочей поверхностью (апертурой) – секторные или микроконвексные, более удобные для работы в условиях межреберных промежутков. Они позволяют получить более полный обзор из одного межреберья как в продольной, так и в поперечной относительно межреберья плоскости сканирования. Благодаря малым размерам апертуры такие датчики полностью убираются в межреберный промежуток, так что ребра не попадают в поле зрения и тени от них не перекрывают глубжележащие структуры. Конечно же, могут использоваться и обычные конвексные или линейные датчики, но тогда придется смириться с неизбежным наличием на экране акустических теней от ребер, скрывающих часть изображения при расположении датчика перпендикулярно ходу межреберья. Это менее удобно в работе, но легко преодолимо: визуализировать попавшие в акустическую тень участки можно, используя дыхательную подвижность легкого или меняя наклон датчика. Преимуществом линейного датчика является

детальное изображение поверхностных структур при расположении его вдоль межреберных промежутков.

Для получения общей картины патологических изменений и визуализации глубоко расположенных объектов (например, обтурационный ателектаз с опухолью в корне легкого, долевая пневмония) применяются датчики с низкой частотой ультразвука – 3–5 МГц, для подробного изучения поверхностных структур (прорастание опухоли в мягкие ткани грудной стенки) – с высокой частотой – 7–10 МГц. Для получения оптимального изображения объектов на разной глубине в грудной полости лучше иметь два разных по форме датчика с различным набором частот и соответственно функциональным предназначением. В идеале это микроконвексный низко- и среднечастотный датчик 3–6 МГц для общего обзора и линейный высокочастотный 7–10 МГц для визуализации поверхностных структур. Желательно иметь в арсенале и пункционный датчик для выполнения биопсий.

Однако микроконвексный датчик имеет достаточно узкую область применения, ограниченную в основном ранним детским возрастом, поэтому имеется только в специализированных педиатрических лечебных учреждениях. Учитывая финансовую сторону УЗИ и окупаемость оборудования, вместо микроконвексного датчика возможно использовать фазированный кардиологический, также имеющий малую апертуру, только выбрав для работы режим абдоминального сканирования. По сравнению с первым у него есть один небольшой недостаток – плоская рабочая поверхность, которая не дает такого тесного контакта с межреберьем, как выпуклая форма микроконвексного датчика, полностью выполняющая межреберный промежуток. Это особенно ощутимо у худых пациентов с узкими межреберными промежутками и у подростков. Преодолеть это неудобство можно, заполняя исследуемый участок межреберья большим количеством геля и плотнее, с небольшим надавливанием прижимая датчик к коже пациента.

Большинство сканеров оснащено достаточно полным набором датчиков, многие из которых могут применяться не только для исследования соответствующих органов, но и для визуализации патологии легких и плевры. При отсутствии высокочастотного линейного датчика его успешно можно заменить вагинальным, представляющим собой по сути микроконвексный с длинной ручкой. Некоторое неудобство манипуляции таким датчиком при исследовании поверхностных структур грудной клетки полностью компенсируется хорошей областью обзора без акустических теней от ребер и высоким пространственным разрешением.

Естественно, чем выше класс ультразвукового сканера и чем шире арсенал технических возможностей сканирования, тем больший объем информации о патологическом процессе может быть получен в результате исследования. Но даже на самом современном сканере с новейшими способами визуализации основная диагностическая информация получается при классическом двухмерном сканировании в режиме серой шкалы, составляющем базис в любой области ультразвуковой диагностики. Поэтому основное внимание в нашем учебном пособии будет уделено изложению серо-

шкальной эхографической картины воспалительных заболеваний легких, основываясь на которой врач может проводить дальнейшую диагностику с помощью других ультразвуковых методов визуализации.

В первую очередь это относится к цветовому (ЦДК) и энергетическому доплеровскому картированию (ЭДК), позволяющим определить васкуляризацию исследуемого объекта. Эти технологии необходимы для дифференциальной диагностики сосудистых и бессосудистых эхогенных образований, расположенных в легком или на его поверхности, и оценки кровотока в безвоздушной легочной ткани, например для дифференцировки периферического рака от туберкулемы или заблокированного абсцесса с густым гноем, либо для выявления аваскулярной структуры инфаркт-пневмонии. Работ по изучению возможностей трехмерного сканирования патологии легких еще не опубликовано, поэтому диагностическое значение данной методики пока не установлено. В настоящее время много внимания уделяется изучению УЗИ внутрилегочных очагов с применением эхоконтрастных веществ, что позволяет получить дополнительную информацию о кровоснабжении патологического образования для решения некоторых диагностических задач. Однако объективно судить о значении этой методики в широкой клинической практике пока рано, УЗИ с контрастированием вообще мало применяется в нашей стране, а для диагностики заболеваний легких тем более.

УЗИ грудной клетки не требует предварительной подготовки больного и при наличии переносного ультразвукового сканера может выполняться непосредственно на месте. Сканирование проводится на свободном дыхании, но при необходимости можно обследовать больного в положении глубокого вдоха или выдоха с задержкой дыхания, а также провести пробу с дыхательной подвижностью интересующего объекта или оценить смещаемость нижнего края легкого.

В настоящее время нет единого мнения, в каком положении лучше лоцировать легкие, как нет и единой стандартизированной методики трансторакальной эхографии всей грудной клетки. В педиатрической практике А.Ю. Васильев и Е.Б. Ольхова (2010) предпочитают выполнять исследование у ребенка в положении лежа на спине и только при невозможности горизонтального положения (тяжелая сердечно-легочная недостаточность) исследование проводят в возвышенном положении или в положении сидя. Исследование задних отделов легкого осуществляется в положении ребенка на здоровом боку с отведением рук кпереди, при этом межреберья несколько расширяются, обеспечивая лучшие условия визуализации.

Мы, как и большинство других авторов, занимающихся ультразвуковой диагностикой легких и плевры (Mathis G., 1996; Reuß J., 1996; Kroegel C., Reißig A., 2000; Görg C., 2002), выполняем исследование в вертикальном положении пациента, когда он встает рядом с аппаратом спиной, боком или лицом к врачу в зависимости от зоны сканирования. Однако не обязательно, чтобы пациент стоял во время исследования, аналогичным образом можно проводить исследование и в положении больного сидя. Мы де-

лаем это, когда пациент по разным причинам не может стоять. Тогда он садится на стул сначала спиной к врачу, затем по мере необходимости сам или с помощью медсестры поворачивается, занимая удобное для обследования положение. Исследование может проводиться непосредственно на сидячей каталке, на которой больного привезли в кабинет. Для этого пациенту необходимо наклониться вперед или дополнительно повернуться впол оборота, освобождая доступ к спине или больному боку. Даже обследуя лежачих больных, если их состояние это позволяет, мы предпочитаем проводить исследование в положении пациента сидя, со спущенными вниз с кровати или лежачей каталки ногами. Если пациент не может принять такое положение, то его можно с помощью медсестры просто посадить в кровати и провести обследование со спины и боков, в то время как медсестра будет придерживать пациента за плечи в сидячем положении.

Исследование в горизонтальном положении мы проводим в условиях реанимации или у тяжелых больных, которые не могут принять сидячее положение или это противопоказано. Боковые и передние отделы грудной полости можно сканировать в положении пациента лежа на спине, а при необходимости осмотра в аксиллярной области его руку надо поднять за голову. Для осмотра со стороны спины необходимо попеременно поворачивать пациента на правый и левый бок, осматривая легкие сзади от паравертебральной до средней подмышечной линии.

У всех тяжелых пациентов, тем более в условиях реанимации, УЗИ грудной клетки необходимо проводить в присутствии лечащего врача, а при необходимости пункции внутрилегочной гнойной полости – еще и хирурга, который будет выполнять данную манипуляцию, чтобы он мог составить представление о локализации, объеме и характере жидкости. Во время исследования следует совместно решить все технические вопросы: при заданном положении больного выбрать оптимальное место для пункции и направление движения и глубины введения иглы во избежание травмы легкого.

Методика исследования плевральных полостей и легких принципиально одинакова и осуществляется из ряда общепринятых эхографических позиций датчика, в первую очередь из межреберных, хотя разные авторы могут применять собственные специальные приемы, улучшающие диагностику определенной патологии. Далее будет изложена разработанная нами методика УЗИ грудной клетки, позволяющая максимально полно осмотреть все доступные визуализации отделы плевральной полости, легких и средостения. Но сначала необходимо остановиться на тех факторах, которые препятствуют получению информативного ультразвукового изображения плевры и плевральной полости и ограничивают применение УЗИ в диагностике заболеваний этих органов.

Ультразвуковой визуализации патологических изменений органов грудной полости препятствует в первую очередь костный скелет грудной стенки. Костная ткань полностью поглощает ультразвук, что приводит к появлению позади ребер, лопаток, грудины и позвоночника акустических теней, перекрывающих все глубже лежащие структуры. Поэтому ультразвуковое



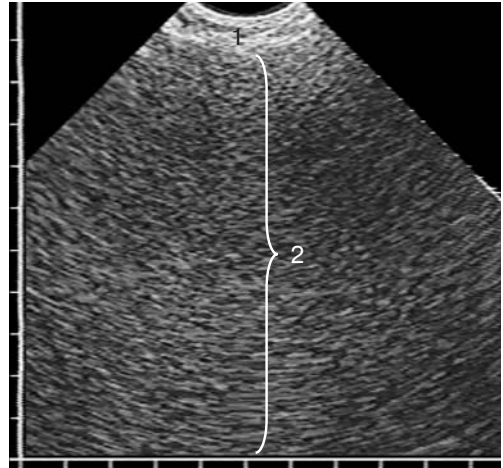
сканирование возможно только через межреберные промежутки, верхнюю или нижнюю апертуру грудной клетки.

Другим непреодолимым для ультразвука барьером является воздух, как распределенный в мягких тканях грудной стенки в виде прослоек или отдельных пузырьков, так и свободно скопившийся в плевральной полости. Он вызывает полное отражение ультразвука, препятствуя изображению всех структур, перед которыми находится. Таким образом, главным условием ультразвуковой визуализации любого объекта, особенно внутрилегочного, является отсутствие между ним и датчиком газообразной среды! При этом толщина воздушного слоя не имеет большого значения, важна только его площадь, превышающая размеры объекта исследования.

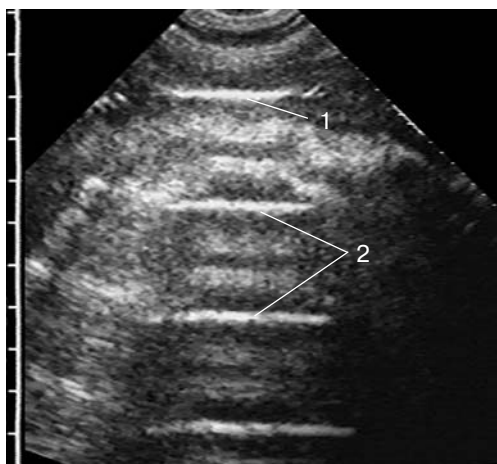
Поэтому первой причиной, по которой УЗИ плевральных полостей неинформативно – это наличие экранирующего слоя воздуха в мягких тканях грудной стенки. При подкожной и межмышечной эмфиземе воздух, диффузно распределенный в подкожной жировой клетчатке и межмышечных пространствах в виде мельчайших пузырьков газа, вызывает полное отражение и рассеивание ультразвуковых волн. Изображение получается фактически только от тех слоев грудной стенки, которые не содержат воздуха, что зависит от степени проникновения газа на разную глубину мягких тканей. Но уже на уровне самого поверхностного слоя газообразных включений происходит полное экранирование, и глубже эхокартина представлена лишь артефактами и неинформативными эхосигналами в виде сплошного мелкозернистого фона (рис. 3).

Целесообразность проведения УЗИ можно оценить, надавливая пальцем на грудную стенку для выявления симптома «хруста снега». Его наличие даже в самых минимальных проявлениях однозначно свидетельствует о подкожной эмфиземе и полной неинформативности УЗИ при сканировании из данной точки. Правда, можно все же попытаться визуализировать плевральный выпот, используя другие позиции датчика и сканируя плевральную полость через ткани, не содержащие воздух.

Второй причиной безуспешной визуализации легкого является пневмоторакс. Его ультразвуковая диагностика возможна и достаточно информативна, но сильно уступает рентгенологической в принципиальных вопросах, не позволяя оценить степень коллабирования легкого, распростра-



**Рис. 3.** Подкожная эмфизема. Полное рассеивание ультразвука на уровне высокоэхогенного слоя подкожно-жировой клетчатки (1) приводит к появлению позади нее сплошного фона неинформативных шумовых эхосигналов (2).



**Рис. 4.** Пневмоторакс. Гиперэхогенная пристеночная линия от воздуха в плевральной полости (1) аналогична таковой при отражении ультразвука от поверхности воздушного легкого, но неподвижна при дыхании и сопровождается более выраженными реверберациями «повторного эхо» (2).

воздушная легочная ткань. Ультразвуковые волны, посылаемые сканером внутрь грудной клетки, не распространяются в воздушной паренхиме легкого. Это значительно ограничивает применение эхографии для диагностики заболеваний легких и служит причиной распространенного мнения о малой информативности метода, а как следствие – редкого использования его в клинической практике.

Во многих работах неоднократно доказано, что ультразвук не проникает в легкое, а полностью отражается от воздуха в субплевральных альвеолах, что делает невозможной визуализацию всех глубже лежащих структур. Изображение получается только от самой поверхности воздушного легкого в виде тонкой гиперэхогенной линии, подвижной при дыхании. Поэтому понятие «ультразвуковое изображение воздушной легочной ткани» лишено как морфологического, так и физического смысла. Визуализация легочной ткани возможна только при ее безвоздушном состоянии.

Для успешной ультразвуковой визуализации любой внутрилегочный объект при отсутствии подкожной эмфиземы и пневмоторакса должен на определенной площади непосредственно соприкасаться с грудной стенкой или прилежать к ней через безвоздушную легочную ткань (ателектаз, воспалительный инфильтрат) или плевральный выпот. Площадь, на которой исследуемый объект контактирует с грудной стенкой, служит акустическим окном для его сканирования (рис. 5).

УЗИ грудной клетки проводится в продольной или поперечной плоскости сканирования, а также в различных произвольных плоскостях, позволяющих оптимально визуализировать весь объект или его часть. При про-

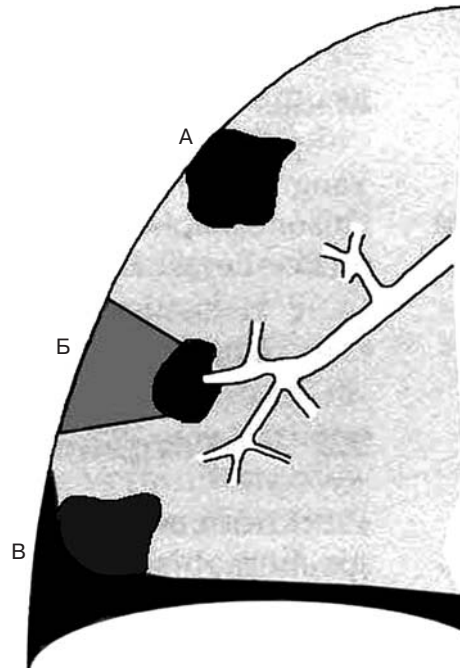
ненность воздуха в плевральной полости и динамику нарастания его объема. Эхокартина пневмоторакса напоминает ультразвуковое изображение поверхности воздушного легкого: сразу за мягкими тканями грудной стенки лоцируется пристеночная гиперэхогенная линия. Но в отличие от эхокартины легкого она интенсивнее, вызывает более выраженные множественные реверберации «повторного эхо» и не имеет дыхательной подвижности (рис. 4).

При сканировании внутрилегочных объектов существует еще один непреодолимый для ультразвука барьер, вызывающий полную потерю информативного изображения. Основным препятствием для визуализации патологии легких является

дольном сканировании датчик устанавливается на поверхность грудной клетки таким образом, чтобы плоскость сканирования была параллельна продольной оси тела, т.е. получается сечение по вертикальной оси. При поперечном сканировании плоскость ультразвуковых волн направлена перпендикулярно продольной оси тела, т.е. получается горизонтальное сечение грудной клетки. Под произвольной плоскостью сканирования понимают любую плоскость исследования, не совпадающую с продольной или поперечной. Продольными ориентирами для описания положения датчика служат стандартные анатомо-топографические линии тела, поперечными – соответствующие межреберья, сзади дополнительным ориентиром может быть лопатка.

От продольной и поперечной плоскости сканирования, ориентированной по отношению к продольной оси тела, следует отличать продольное и поперечное сканирование относительно хода межреберья (или ребра), когда плоскость сканирования направляется соответственно вдоль или поперек межреберья. Если под продольным сечением понимается расположение плоскости сканирования параллельно межреберью, то это необходимо указать в описательной части протокола, чтобы не возникло путаницы при определении положения датчика, например: «при продольном сечении относительно девятого межреберья...».

В зависимости от характера патологических изменений и условий сканирования УЗИ грудной клетки может осуществляться в поисковом или прицельном режиме. В поисковом режиме сканирование проводится без предварительного изучения рентгенограмм, основываясь только на данных аускультации или на краткой характеристике рентгенологической картины лечащим врачом. Оно имеет смысл при хорошем акустическом доступе к патологическим изменениям, когда исследуемый объект широко прилежит к грудной стенке и не требует много времени на обнаружение. Поисковый режим применяется чаще всего при исследовании пневмоний и обтурационных ателектазов легкого, когда врач не выслушивает дыхание в одном из отделов легкого или оно значительно ослаблено. Сканирование проводят



**Рис. 5.** Условия визуализации внутрилегочного очага (по Kroegel С., Reißig А., 2000) . А – непосредственное соприкосновение с грудной стенкой; Б – опосредованное соприкосновение через безвоздушную легочную ткань; В – опосредованное соприкосновение через плевральный выпот.

в продольной плоскости, слегка покачивая датчик в вертикальной и горизонтальной плоскостях для осмотра максимальной площади. При необходимости датчик поворачивают на  $90^\circ$  по часовой стрелке и проводят поперечное сканирование.

При поисковом сканировании мы производим планомерный осмотр сначала больной половины грудной клетки, последовательно сканируя снизу вверх ее заднюю, потом боковую и затем переднюю поверхность. Потом при необходимости обзорно из нескольких точек осматриваем другое легкое, уделяя большее внимание его нижним отделам и плевральной полости. Исследование начинают с продольного сканирования по паравертебральной линии из межреберья над задней поверхностью нижней доли, затем перемещают датчик по межреберью латерально для осмотра боковых отделов и заканчивают визуализацией переднего сегмента по парастернальной линии. Последовательно переставляя датчик по межреберьям снизу вверх, проводят серию сканирований для получения представления о состоянии всего легкого.

При очаговой патологии легких поиск зоны соприкосновения с грудной стенкой, служащей акустическим окном, требует больших затрат времени и усилий. Более эргономичным в таких случаях является прицельное сканирование, при котором по данным рентгенографии грудной клетки в двух проекциях предварительно определяется зона соприкосновения и оценивается возможность визуализации и область сканирования. Чаще мы используем этот способ исследования, но ограничиваем область поиска не по рентгенограммам, а со слов лечащего врача о локализации патологии в конкретной доле легкого. При таком подходе лечащий врач должен знать об ограничениях УЗИ по сравнению с рентгенографией, чтобы по рентгенограммам суметь оценить информативность УЗИ и целесообразность его назначения.

На рис. 6 представлены позиции датчика, используемые при УЗИ грудной клетки. Для диагностики заболеваний легких и плевры наиболее часто применяется межреберное сканирование, когда датчик устанавливается в межреберье в продольной или поперечной плоскости перпендикулярно к поверхности тела над зоной патологических изменений. В процессе исследования датчик медленно перемещают вдоль межреберья или переставляют по межреберьям вверх, плавно покачивая для максимального обзора интересующей области. При сканировании задних и боковых отделов грудной стенки пациент кладет руку за голову, при этом межреберья несколько расширяются, что улучшает условия осмотра.

Межреберное сканирование верхних отделов грудной клетки проводится спереди из второго–четвертого межреберий с опущенной рукой. Для осмотра аксиллярной области пациент должен максимально поднять руку вверх на голову и даже немного наклониться в сторону, чтобы обеспечить широкий доступ к подмышечной области. Визуализацию верхних отделов сзади улучшает отведение лопатки. Для этого пациент кладет руку на противоположное плечо, отводя лопатку вперед и в сторону. Паравертебральная зона лоцируется также из межреберий по паравертебральным линиям.