

# Интерпретация результатов ультразвукового исследования легких

Ирен Ма ■ Вики Э. Нобл

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Нормальная воздушность легких на эхограмме определяется скольжением плевры, наличием А-линий по всей площади легких и возможным наличием ультразвукового признака «занавеса» у основания легких. Несмотря на название «нормальная воздушность», данный рисунок может наблюдаться при наличии таких заболеваний, как астма, обструктивная болезнь легких и легочная эмболия.
- Наличие скольжения легкого исключает пневмоторакс в исследуемой точке, но отсутствие может быть вызвано другими причинами, помимо пневмоторакса.
- При наличии рисунка альвеолярной консолидации различить ателектаз и пневмонию можно посредством визуальной оценки увеличения и снижения объема объединенной доли легкого, а также посредством анализа дополнительных клинических данных.

## Общие сведения

Проведение УЗИ в отдельных точках грудной стенки позволяет медицинским работникам провести полную точную оценку присутствующей патологии легкого [1–3]. Для интерпретации рисунка на эхограмме необходимы знания и понимание уникальных взаимодействий ультразвуковых волн с поверхностями контакта воздуха и жидкости в норме и при патологии. В данной главе рассмотрено описание отдельных рисунков эхограмм легких, которые могут немедленно применяться в условиях клиники для ведения и диагностики пациентов.

В нормальном состоянии легкие преимущественно заполнены воздухом. Паренхима легких имеет тонкую организацию и формирует легочные дольки и окружающие их дыхательные бронхиолы. Пространство между висцеральной и париетальной паренхимой смазано небольшим количеством серозной жидкости. В нормальном легком воздух, располагающийся непосредственно под висцеральной плеврой, служит акустическим барьером для проникновения ультразвуковых волн. Размер нормальных междольковых и внутридольковых перегородок меньше разрешающей способности традиционно используемых ультразвуковых частот, и ультразвуковые волны не могут проникать в заполненные воздухом «сухие» легкие, перегородки которых измеряются в микрометрах. Неспособность ультразвуковых волн проникать

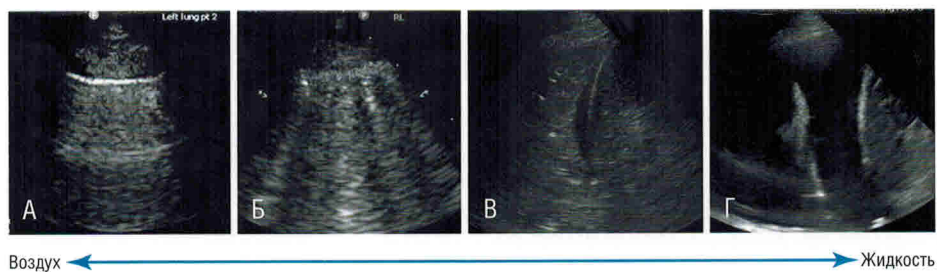
в нормальные легкие является ключевой характеристикой, определяющей применимость метода УЗИ легких. В случае расширения или раздувания перегородки при поступлении интерстициальной жидкости вследствие нарушения проницаемости или увеличения гидростатического давления ультразвуковые волны начинают проникать в легкое, и начальные стадии накопления жидкости в легких проявляются в виде В-линий. По мере дальнейшего накопления жидкости в интерстиции, альвеолах и в конечном итоге плевре патологические изменения прогрессируют с изменением соотношения воздух/жидкость от В-линий к альвеолярной консолидации и плевральному выпоту (рис. 9.1) [1].

## Интерпретация изображения

### Нормальное легкое

Нормальное легкое на эхограмме характеризуется три особенности: наличие А-линий, скольжение легкого и рисунок «занавеса» в области основания легкого.

А-линии — горизонтальные, простирающиеся вплоть до плевральной линии. Они возникают вследствие ревербераций от звуковых волн, захваченных между границей контакта кожи с датчиком и плеврой. Расстояние между двумя близлежащими А-линиями равно расстоянию между датчиком и плевральной линией (рис. 9.2). Плотная фибринозная структура плевры придает ей высокую



**Рис. 9.1.** Отношения содержания воздух/жидкость и артефакты легкого. А — А-линии наблюдаются в «сухом» легком без заполненных жидкостью или утолщенных междольковых перегородок. Б — В-линии проявляются по мере того, как жидкость начинает расширять междольковые перегородки. В — изображение консолидации наблюдается, когда жидкость полностью заполняет альвеолы, вытесняя воздух. Г — изображение плеврального выпота в сочетании с консолидацией является результатом компрессионного ателектаза и наблюдается при накоплении жидкости в плевральном пространстве

отражающую способность. Нормальная аэрированная легочная паренхима не визуализируется ультразвуком по двум причинам:

- 1) воздух под плевральной линией рассеивает все звуковые волны, проникающие через плевру;
- 2) нормальные субплевральные междольковые перегородки настолько тонкие, что они не видны при разрешении УЗИ.

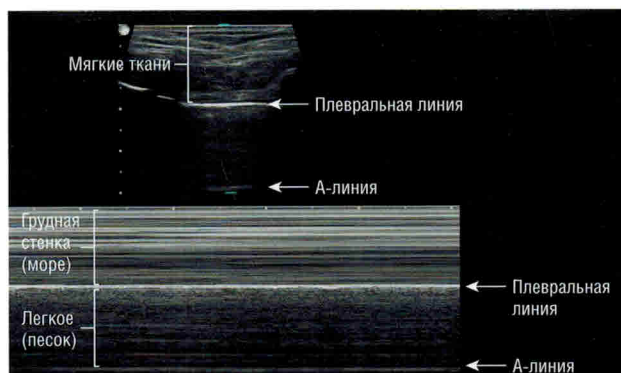


**Рис. 9.2.** А-линии. Представляют собой тип артефакта реверберации, проявляющийся в виде горизонтальных гиперэхогенных линий вглубь относительно плевральной линии, при этом расстояние между линиями равно расстоянию между датчиком и плевральной линией

Таким образом, А-линии — горизонтальные линии под плеврой, расположенные на равном расстоянии друг от друга, обозначают, что под плевральной линией находится воздух, наличие линий на эхограмме соответствует нормальной, заполненной воздухом легочной паренхиме.

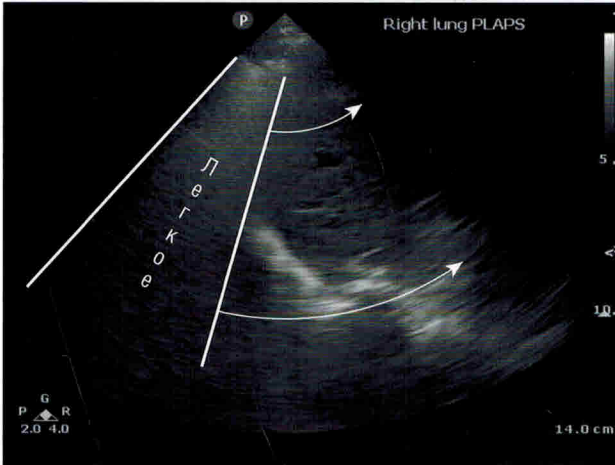
Скольжение легкого — это наблюдаемое в здоровых легких динамическое изменение, при котором висцеральная плевральная поверхность, прилегающая к париетальной, свободно двигается при дыхании. Это динамическое движение плевральной линии выглядит как поблескивание. Выявление

менее выраженных движений легких затруднено, например это может быть движение в области верхушки легкого или если пациент дышит поверхностно. Для подтверждения скольжения легкого, особенно если оно не выражено на двумерной эхограмме, медицинские работники проводят УЗИ в М-режиме. При сканировании в М-режиме отображаются движения во времени всех тканей, расположенных вдоль одной линии сканирования. Нормальное дыхательное движение висцеральной плевры в М-режиме отображается в виде рисунка «морской берег» (рис. 9.3) [4]. Грудная стенка менее подвижна и выглядит как серия горизонтальных линий, в то время как паренхима легких более подвижна; паренхима двигается вперед и назад, создавая зернистость на эхограмме, полученной в М-режиме. Грудная стенка соответствует «спокойному морю», а легочная паренхима — «грубому песку» на изображении «морской берег». Кроме того, в норме плевра должна быть однородно тонкой (<0,3 мм) и без неровностей [5]. При масштабировании плевры можно лучше рассмотреть неровности.



**Рис. 9.3.** Нормальное легкое на эхограмме в М-режиме (рисунок «морской берег»). Горизонтальные линии над плевральной линией, представляющие собой «море», соответствуют относительно неподвижной мягкой ткани грудной стенки. Зернистая ткань под плевральной линией, представляющая собой «песок», соответствует относительно подвижной паренхиме аэрированного легкого

Прилегающие к диафрагме основания нормально аэрированных легких выглядят как непроницаемый «занавес», который затеняет ту зону, где до опускания диафрагмы при дыхании были видны диафрагма и поддиафрагмальные структуры (например, печень/селезенка) (рис. 9.4).



**Рис. 9.4.** Признак «занавеса». Воздух в опускающемся основании легкого затеняет зону над опускающейся диафрагмой по мере расширения легких при вдохе

На эхограмме нормального легкого должны быть видны тонкая плевральная линия, скольжение легкого, А-линии в обеих половинах грудной клетки и признак «занавеса» в области оснований легких. Данная картина позволяет медицинскому работнику сделать вывод о том, что легочная паренхима нормально аэрирована или «сухая». Если у пациента с одышкой в обоих легких наблюдаются ультразвуковые признаки, соответствующие норме, то дифференциальный диагноз аналогичен таковому у пациентов с одышкой и нормальной рентгенограммой грудной клетки:

- 1) обструктивные заболевания дыхательных путей, например, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) или астма;
- 2) легочная эмболия;
- 3) причина не связана с легкими (неврологическая, нервно-мышечная, нарушение обмена кислот и оснований или сниженная емкость для кислорода).

Основной целью определения диффузного рисунка нормальных легких на эхограмме является эффективное исключение наличия выраженного отека легких, пневмонии и пневмоторакса. При более тщательной оценке пациента с недифференцированной одышкой УЗИ может включать поиск тромбоза глубоких вен (ТГВ; см. главу 34), оценку нижней полой вены (НПВ; см. главу 17) и оценку систолической функции левого желудочка (СФЛЖ; см. главу 15). Наличие на эхограмме признаков ТГВ у пациентов с острой дыхательной недостаточностью, но нормальным

УЗИ легких, говорит о наличии легочной эмболии со специфичностью 99% и положительной прогностической значимостью 94% [1].

## Патологическое легкое

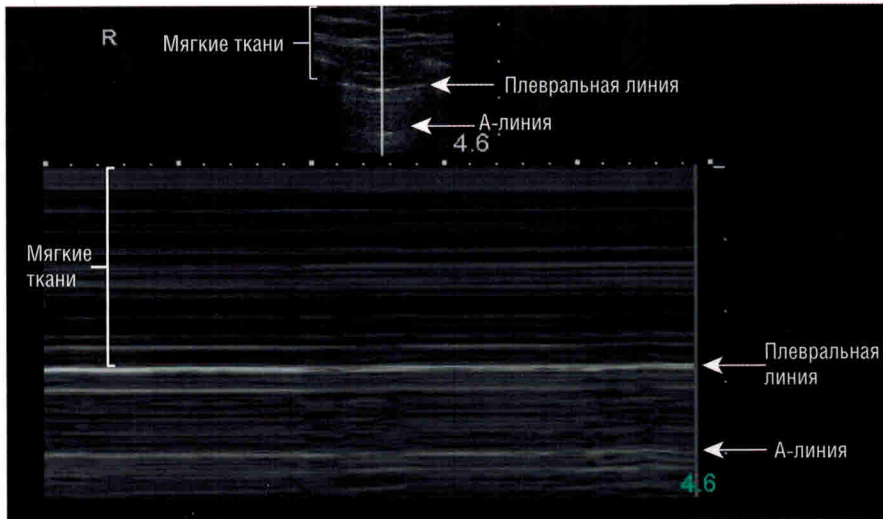
Патологические легкие можно описать, опираясь на три аномальных ультразвуковых признака: отсутствие скольжения легкого, наличие В-линий и консолидации (табл. 9.1).

**Таблица 9.1.** Краткая информация об ультразвуковых признаках, указывающих на патологию легкого

Состояние	Ультразвуковые признаки
Кардиогенный отек легких	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наличие диффузных В-линий с обеих сторон.</li> <li>• Нормальное скольжение легкого.</li> <li>• Может присутствовать плевральный выпот</li> </ul>
Пневмония	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ранняя стадия: очаговое одностороннее расположение В-линий, нормальное скольжение легкого.</li> <li>• Поздняя стадия: консолидация с присутствием В-линий по границе, динамические воздушные бронхограммы, скольжение легкого слабо выражено или отсутствует.</li> <li>• Может присутствовать плевральный выпот</li> </ul>
ХОБЛ или астма	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наличие А-линий с обеих сторон при нормальном скольжении легкого.</li> <li>• При тяжелой ХОБЛ/астме скольжение легкого слабо выражено или отсутствует без точки легкого</li> </ul>
Тромбоэмболия легочной артерии	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наличие А-линий с обеих сторон.</li> <li>• Наличие тромбоза глубоких вен</li> </ul>
Пневмоторакс	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие скольжения легкого при наличии точки легкого.</li> <li>• Отсутствие В-линий</li> </ul>

## Отсутствие скольжения легкого

Как уже обсуждалось ранее, скольжение легкого вызвано независимыми движениями поверхности висцеральной плевры при ее непосредственном прилегании к париетальной плевре. Отсутствие скольжения легкого — патология, указывающая на возможное наличие пневмоторакса. Накопление воздуха в пространстве между висцеральной и париетальной плеврой препятствует визуализации висцеральной плевры, которая оттесняется воздухом от париетальной плевры. Тем не менее пневмоторакс — не единственная причина отсутствия скольжения легких, к нему также могут привести такие состояния, как плевродез



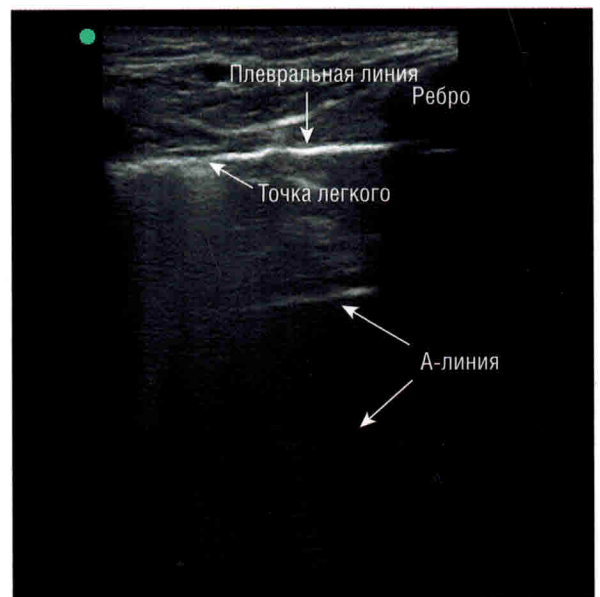
**Рис. 9.5.** Отсутствие скольжения легкого в М-режиме (рисунок «штрихкод»). Горизонтальные линии над и под плевральной линией обозначают относительно неподвижную грудную стенку и отсутствие движения непосредственно под париетальной плеврой соответственно

(химический плевродез, инфекция или воспаленные либо фиброзирующие болезни легких), потеря объема легких (полный ателектаз, закупорка слизи, пневмонэктомия) и снижение или прекращение вентиляции легких (апноэ, интубация главного бронха) [6]. Таким образом, отсутствие скольжения легкого неспецифично указывает на пневмоторакс, но наличие скольжения легкого точно исключает наличие пневмоторакса в исследуемом участке со специфичностью 100% [7].

Если отсутствие скольжения легкого не связано с пневмотораксом, а вызвано другими причинами, то оно действительно отсутствует — висцеральная плевра действительно не двигается, даже несмотря на то что висцеральная и париетальная плевры прилегают друг к другу. Однако при пневмотораксе висцеральная плевра двигается, но это движение невозможно визуализировать из-за наличия в плевральной полости воздуха, рассеивающего ультразвуковые волны и препятствующего их проникновению на достаточную глубину, чтобы отразиться от висцеральной плевры. Таким образом, видна только неподвижная париетальная плевра, что ведет к отсутствию скольжения легкого на эхограмме. Отсутствие движения на уровне париетальной плевры можно подтвердить с использованием М-режима. На статичной эхограмме, полученной с использованием М-режима, над и под плевральной линией виден рисунок, который обычно называют «рисунок штрихкода» или «рисунок стратосферы» (рис. 9.5) [2].

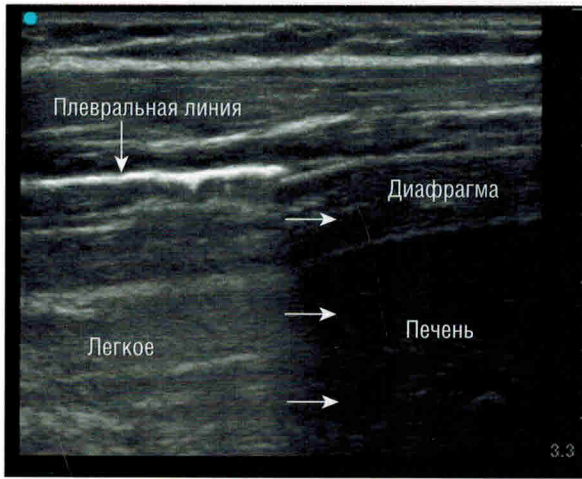
К счастью, существует знак, который с относительной специфичностью указывает на наличие пневмоторакса — это так называемая *точка легкого*. Данный динамический знак связан со скольжением края нормально аэрированного легкого в поле зрения в пространстве, где отсутствует

скольжение легкого и видны А-линии. По мере расширения висцеральной плевры и ее скольжения в исследуемом пространстве плевральный воздух из пневмоторакса вытесняется нормальным легким, в результате чего можно наблюдать скольжение висцеральной плевры (рис. 9.6). Точка легкого определяется как внезапное возникновение скольжения легкого, и ее не следует путать со скольжением нижнего края легкого в поле зрения вдоль границы сердца или в области оснований легких, где наблюдается признак «занавеса» (рис. 9.7). Точка легкого со 100% специфичностью указывает на наличие пневмоторакса, обнаружить ее можно, проведя датчиком в сторону. Величину



**Рис. 9.6.** Точка легкого. Представляет собой границу между аэрированным легким и воздухом в плевральном пространстве (пневмоторакс)

пневмоторакса можно оценить, измерив расстояние от грудины вбок до точки легкого. При наличии массивного пневмоторакса точка легкого сильнее сдвинута вбок [4, 8, 9].



**Рис. 9.7.** Псевдолегочная точка. По мере опускания диафрагмы и печени самая нижняя часть легкого скользит в область реберно-диафрагмального синуса, что отображается на эхограмме в виде ложной точки легкого

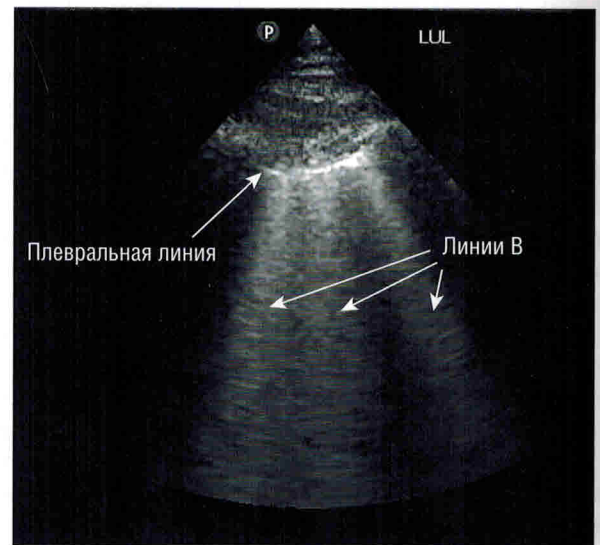
Несмотря на то что только один признак (*точка легкого*) специфично указывает на наличие пневмоторакса, ряд признаков исключает наличие пневмоторакса в участке, в котором проводится УЗИ; среди этих признаков: скольжение легкого, наличие В-линий (см. ниже) и легочный пульс [7]. Легочный пульс представляет собой ритмичную пульсацию плевры, вызванную передачей на нее сокращений сердца. Наличие легочного пульса указывает на прилегание висцеральной и париетальной плевры друг к другу [10].

Характеристики плевры могут дать подсказку к определению этиологии отсутствия скольжения легкого. Если плевра утолщена, содержит рубцы и неровности, то следует подозревать наличие в легких хронических процессов; напротив, очень тонкая и однородно гладкая плевра указывает на наличие острого процесса, например спонтанного пневмоторакса. Кроме того, наличие исходящих от плевральной линии вертикальных артефактов реверберации, или артефактов «хвост кометы», наблюдается только в том случае, когда висцеральная и париетальная плевры прилегают друг к другу. Таким образом, отсутствие скольжения легкого при наличии артефактов «хвост кометы» указывает на то, что поверхности плевры слипаются друг с другом, чаще всего в связи с плевродезом или рубцеванием.

### В-линии

В норме субплевральные междольковые перегородки соответствуют разрешению, используе-

мому при проведении УЗИ. Тем не менее при развитии некоторых заболеваний междольковые перегородки могут утолщаться. Их утолщение бывает связано с накоплением жидкости вследствие повышенного гидростатического давления, например, при отеке легких; с увеличением проницаемости капилляров, вызванным инфекционными состояниями, например пневмонией, острым повреждением легкого или кровотечением в легком; а также может быть связано с отложением коллагена, волокнистой соединительной ткани или клеток, например при лимфогенном карциноматозе легких, интерстициальных заболеваниях легких, саркоидозе или других воспалительных заболеваниях. При развитии перечисленных состояний расширенные междольковые перегородки пропускают ультразвуковые волны, что ведет к возникновению артефактов «хвост кометы», известных как В-линии (рис. 9.8) [7, 11]. Известно, что В-линии похожи на В-линии Керли, наблюдающиеся при проведении традиционной рентгенографии грудной клетки [12]. Отдельные В-линии могут присутствовать в области оснований легких, поскольку жидкость расширяет перегородки легких под действием силы тяжести [11]. Отдельные В-линии могут также стать результатом наличия щелей в легких. На наличие патологии указывает присутствие не менее трех В-линий в одном межреберном пространстве [7].



**Рис. 9.8.** В-линии. Проявляются на эхограмме при утолщении междольковых перегородок вследствие накопления жидкости или рубцевания. В-линии также называют «легочными ракетами»

Картирование распределения В-линий может способствовать сужению дифференциальной диагностики аналогично интерпретации двустороннего и одностороннего затемнения на рентгенографии грудной клетки. С двух сторон В-линии наблюдаются при таких состояниях,

# Клапаны

Ахмед Ф. Хигази

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Базовую ультразвуковую оценку клапанов сердца можно проводить в двухмерном режиме и в режиме цветового доплеровского картирования потока.
- Тяжелую недостаточность АК или МК можно обнаружить по результатам проведения УЗИ у постели больного, что чрезвычайно важно для пациентов с острыми нарушениями кровообращения или дыхания.
- Для проведения полной оценки клапанов необходимо пройти углубленную подготовку и полученные данные необходимо оценить у специалиста по комплексной эхокардиографии.

## Общие сведения

Выявление серьезной патологии клапанов является важным аспектом применения УЗИ сердца у постели больного. Оценка наличия острой патологии клапанов у постели больного необходимо проводить всем пациентам, демонстрирующим недифференцированную сердечно-легочную недостаточность. Базовая оценка клапанов в ходе УЗИ у постели больного включает исследование структуры клапанов в двухмерном режиме (2D) и исследование в режиме цветового доплеровского картирования потока, а также оценку размера и функции предсердий и желудочков. Среди состояний, при которых ультразвуковая оценка клапанов у постели больного может повлиять на ведение пациента, — отек легких неустановленной этиологии, сердечная недостаточность, септический шок и потребность в проведении ИВЛ. С помощью проведения УЗИ у постели больного также можно исключить наличие противопоказаний для инициации экстракорпоральной поддержки кровообращения [например, для исключения аортальной недостаточности, не позволяющей ввести внутриаортальные баллон-насосы и выполнить вено-артериальную экстракорпоральную мембранную оксигенацию (ЭКМО)].

В руководствах Американского общества эхокардиографии (American Society of Echocardiography — ASE) и Европейской ассоциации эхокардиографии (European Association of Echocardiography — EAE) подробно описано проведение эхокардиографической оценки естественной недостаточности клапанов, стеноза и дисфункции искусственных клапанов [1–7]. Для определения степени тяжести состояния при проведении

полной оценки естественной недостаточности клапанов используют количественные, полуколичественные и качественные показатели. Хотя интегрированная количественная оценка митрального клапана является более точной и отражает долгосрочные исходы и смертность [8], для ее проведения требуется больше времени и опыта. Использование количественных параметров связано с низкой согласованностью заключений различных исследователей, даже среди опытных специалистов по эхокардиографии [9]. Поэтому сейчас некоторые авторы считают процесс точной количественной оценки клапанной недостаточности скорее искусством, чем наукой [10]. Кроме того, проведение количественной оценки связано с получением дополнительной информации, необходимой для срочного ведения массивной регургитации, — протокол ведения пациента можно составить на основании результатов качественной оценки [11]. Таким образом, опыт, оборудование и время, необходимые для проведения подробной оценки клапанов, не отвечают области применения УЗИ у постели больного.

Был опубликован документ, в котором кратко описаны компетенции в области проведения УЗИ сердца у постели больного, необходимые для получения базовой и повышенной квалификации в области реаниматологии [12]. При проведении фокусированного исследования клапанов сердца с целью оценить наличие тяжелой недостаточности аортального или митрального клапана в основном используются визуальное исследование в двухмерном режиме и цветовое доплеровское картирование потока. Без необходимого лечения тяжелая клапанная недостаточность характеризуется неприемлемо высоким уровнем смертности.

При определении клапанной недостаточности без выполнения визуализации трудно оценить хронический характер состояния [11]. Поскольку смысл проведения оценки клапанов у постели больного заключается в быстром определении аномалий, которые могут оказать влияние на гемодинамику пациента, важно оценить степень тяжести недостаточности. При тяжелой клапанной недостаточности необходимо сразу принимать меры, будь то консультация по поводу экстренного проведения полной эхокардиографии, обеспечение механической поддержки или проведение хирургического вмешательства. Таким образом, полезной базой для интерпретации полученных результатов служит разделение клапанной недостаточности на две категории: «тяжелая» — состояние, которое может привести к развитию острого заболевания или осложнить его течение, и «нетяжелая» для всех остальных типов патологии клапанов. Если у тяжелобольного пациента невозможно определить степень тяжести клапанной недостаточности, то может потребоваться срочное проведение полной эхокардиографии. Важно отметить, что некоторые случаи тяжелой клапанной недостаточности являются хроническими и не требуют срочного вмешательства.

## Общие положения

### Визуализация в двухмерном режиме

Исследование клапана и окружающего его анатомического каркаса в двухмерном режиме следует проводить с использованием нескольких позиций. При определении аномалии медицинский работник должен отметить ее точное расположение (то есть пораженную створку клапана), предполагаемый процесс (например, эндокардит, ишемию, дилатацию) и механизм дисфункции (например, пролапс, молотящие створки, ограничение подвижности, перфорацию) [5, 6]. Для проведения оценки функции и патологий искусственного клапана необходимо быть экспертом в области эхокардиографии.

При проведении оценки в режиме 2D можно различить кальцификацию, патологическое разрастание ткани, утолщение створок, молотящие створки и ограничение их подвижности [1]. Наличие серьезного структурного нарушения должно способствовать тому, чтобы медицинский работник оценил наличие тяжелого поражения. При проведении УЗИ сердца у постели больного нельзя исключить инфекционный эндокардит, поскольку даже полная, полноценная эхокардиография дает ложноотрицательный результат в 15% пациентов [7]. Патологическое разрастание ткани обычно происходит с той стороны клапана,

на которую приходится минимальное давление, и может быть обнаружено в том случае, если оно является деструктивным или обширным.

В конце концов необходимо оценить адаптивный ответ камер сердца на возникшие аномалии клапанов. Исследование размеров предсердий и желудочков поможет оценить степень тяжести и хроническое течение нарушения. При острой левосторонней клапанной недостаточности ЛЖ и ЛП часто остаются недилатированными. Однако дифференциация острой и хронической клапанной недостаточности затруднена, требует изучения полученных ранее эхокардиограмм и часто требует наличия обширных навыков в области эхокардиографии.

### Область исследования

В сравнении с другими областями применения УЗИ сердца у постели больного, такими как оценка ПЖ, ЛЖ и НПВ, оценка клапанов в меньшей степени требует выполнения каких-либо действий. Таким образом, УЗИ у постели больного представляет собой целенаправленное исследование для определения тяжелой недостаточности МК или АК, которые могут привести к развитию критических заболеваний или летальному исходу в случае, если они не будут обнаружены, и без надлежащего ведения [12]. Острая тяжелая недостаточность АК, развившаяся в результате расслоения аорты, эндокардита или травмы, и острая тяжелая недостаточность МК, развившаяся в результате ишемии или эндокардита, должны быть обнаружены своевременно. Трикуспидальная недостаточность (ТН) также легко обнаруживается и может служить подтверждением основного диагноза, такого как легочная гипертензия, ТЭЛА или эндокардит.

При проведении УЗИ в 2D-режиме можно заподозрить наличие стеноза клапана, но для точной оценки степени тяжести нарушения необходим опыт, кроме того, в целом данный диагноз в меньшей степени зависит от времени. Описание стенотических клапанов полагается на результаты визуализации в режиме цветового доплеровского картирования потока, поэтому считается, что это могут делать более опытные специалисты в области эхокардиографии.

### Цветовое доплеровское картирование

Цветовое доплеровское картирование потока представляет собой основной режим, используемый для быстрой оценки клапанной недостаточности. При использовании доплеровского картирования потока медицинские работники должны знать о важных вопросах и распространенных ловушках, связанных с этим методом. Прежде чем использовать метод цветового доплеровского картирования потока, необходимо понять

ключевые идеи, такие как частота повторения импульсов, предел Найквиста и искажение (рис. 19.1 и табл. 19.1; см. также главы 2 и 5).



**Рис. 19.1.** Цветовое доплеровское картирование потока. Показаны предел Найквиста, цветная карта и рамка, нанесенные в области митрального клапана, со струей регургитации в левое предсердие

Рекомендации, приведенные ниже, помогут оптимизировать эффективность и точность оценки регургитации в режиме цветового доплеровского картирования потока [1, 6, 13]:

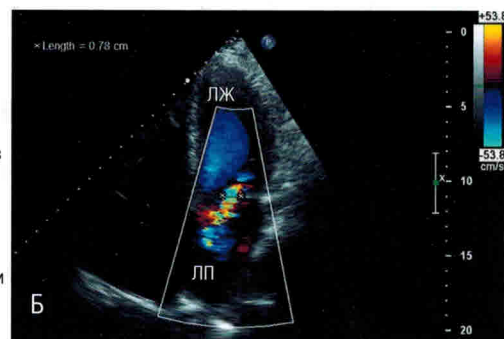
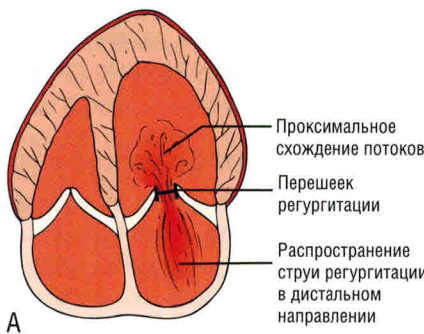
- минимизируйте глубину изображения;
- сужайте размер сектора изображения;
- правильно отрегулируйте усиление цветового картирования;
- выровняйте плоскость визуализации параллельно направлению кровотока;
- установите предел Найквиста на уровне 50–70 см/с;
- используйте минимальную рамку, которая обоснованно включает в себя клапан и принимающую камеру.

Методом цветового доплеровского картирования можно обнаружить обратный ток и оценить степень тяжести на основании размера цветной

**Таблица 19.1.** Терминология, используемая при работе методом цветового доплеровского картирования потока

Термин	Определение
ЧПИ, импульсов в секунду	Частота, с которой датчик испускает и принимает сигналы и которая определяется скоростью потока и глубиной изображения. Если датчик испускает 2-й импульс до получения 1-го сигнала, то он не может дифференцировать отражаемые сигналы, в результате чего возникает неоднозначность (искажение)
Предел Найквиста	Верхний предел скорости потока, которую аппарат может точно отражать при использовании режима цветового доплеровского картирования до возникновения искажения, предел Найквиста соответствует показателю ЧПИ, разделенному на 2
Алиасинг (искажение)	Если скорость кровотока превышает предел Найквиста, аппарат не может с точностью определить направление или скорость кровотока
Цветная карта	На цветной карте цвет и яркость соответствуют направлению и скорости потока соответственно. Согласно традиционному соглашению, синим цветом обозначается кровь, текущая от датчика, а красным цветом — кровь, текущая к датчику. Скорости закодированы оттенками синего и красного цветов; более яркие оттенки говорят о более высокой скорости, а более темные — о более низкой

струи. Еще один параметр, помогающий оценить степень тяжести клапанной недостаточности, — это *vena contracta*, ширина перешейка регургитации (ШПР) струи, оцениваемой в режиме цветового доплеровского картирования. ШПР — это



**Рис. 19.2.** Ширина перешейка регургитации (*vena contracta*). А — схематическое изображение измерения ширины перешейка регургитации. Б — в апикальной четырехкамерной позиции измеренная ширина перешейка регургитации 0,78 см соответствует тяжелой недостаточности митрального клапана. ЛП — левое предсердие, ЛЖ — левый желудочек



диаметр самого узкого места струи регургитации, оцениваемой в режиме цветового доплеровского картирования, который отражает площадь эффективного регургитационного отверстия. ШПР измеряют перпендикулярно по отношению к струе цветного потока в перешейке между проксимальным сужением струи (ПСС) и дистальным расширением струи (рис. 19.2). Для отверстий фиксированной величины данное измерение в значительной степени не зависит от давления и скоростей потока; тем не менее при наличии нескольких струй точность данного измерения остается неизвестной [5, 6, 13].

### Спектральный доплер

Спектральный доплер включает в себя импульсно-волновую и постоянно-волновую доплерографию — режимы, которые дают возможность провести количественную оценку клапанов в гемодинамики, но являются времязатратными. После прохождения дополнительного обучения данные техники можно применять у постели больного. Такие параметры, как обратные потоки, плотность и скорость антеградного потока, время снижения давления, время замедления кровотока и все параметры, оцениваемые спектральным доплером, которые используют для оценки степени тяжести клапанной недостаточности, выходят за рамки данной главы [1, 2, 5, 6, 14].

### Ультразвуковые признаки, указывающие на наличие патологии

Митральная регургитация (МР) — это обратное движение крови в ЛП, связанное с неполным смыканием створок МК во время систолы. Степень тяжести регургитации в первую очередь определяется площадью регургитационного отверстия, а также продолжительностью систолы и градиентом давления между ЛП и ЛЖ [12]. МР может быть вызвана внутренней патологией клапана (первичная МР) или функциональной патологией (вторичная МР), при которой структура МК соответствует норме [13].

### Ультразвуковые признаки в двухмерном режиме

Визуальная оценка морфологии клапана в двухмерном режиме является первым этапом любой оценки клапанов. Важность этой визуальной оценки в режиме 2D нельзя переоценить. Морфологическую оценку МК обычно проводят с использованием парастернальной позиции по длинной оси (PLAX), апикальной четырех-

камерной и субкисфоидаальной четырехкамерной позиций. В норме створки МК тонкие и гибкие, во время диастолы они полностью открываются. Во время систолы клапан закрывается, и сближение створок должно происходить до тех пор, пока кончики створок полностью не приблизятся друг к другу. В режиме 2D можно обнаружить следующие морфологические аномалии: утолщение, кальцификацию створок, наличие разрастания тканей и перфорацию створок [1]. Нарушения сближения створок включают, помимо ограничения подвижности, провисание створок и молотящие створки (рис. 19.3). При наличии дилатации ЛЖ и растяжения хорды может развиваться функциональная МР с нарушением покрытия створки и недостаточным сближением створок [6]. Гипертрофия межжелудочковой перегородки может приводить к ускорению кровотока в выносящем тракте ЛЖ (ВТЛЖ) и застреванию кончика передней створки МК в ВТЛЖ во время систолы. Данное застревание створки, которое также называют систолическим движением передней створки, может привести к динамической обструкции ВТЛЖ — состоянию, которое лечат жидкостной нагрузкой и (или)  $\beta$ -блокадой в зависимости от ситуации, поскольку оно связано с повышенным уровнем смертности, особенно среди пациентов с септическим шоком [15]. В случае застревания передней створки МК при проведении УЗИ в режиме 2D необходимо обратить внимание на патологическое утолщение межжелудочковой перегородки [16].



**Рис. 19.3.** Молотящие створки митрального клапана. В апикальной четырехкамерной позиции видно сближение молотящей задней створки и расположенной спереди передней створки митрального клапана. Данный сбой работы аппарата клапана соответствует тяжелой митральной регургитации. ЛП — левое предсердие; ЛЖ — левый желудочек; ПП — правое предсердие; ПЖ — правый желудочек

Важно проанализировать размер и функцию ЛЖ и ЛП для того, чтобы получить информацию о временном течении заболевания МК.

## СЛУЧАЙ 19.2

### Описание клинического случая

24-летний мужчина поступил в отделение неотложной медицинской помощи с одышкой, усиливающейся на протяжении 5 дней. В анамнезе пациента курение, употребление внутривенных наркотиков и хронический гепатит С. Из-за одышки пациент не мог отвечать на вопросы. У пациента выявлены лихорадка, тахикардия и учащенное дыхание, требовавшее дополнительной ингаляции кислорода через маску ( $\text{FiO}_2$  50%). Дыхательная недостаточность нарастала, требовалась срочная интубация. Наступила выраженная гипотензия, которая сохранялась и после интубации. В связи с недифференцированной сердечно-легочной недостаточностью было проведено УЗИ у постели больного.

### Результаты УЗИ

Первый парастернальный срез по длинной оси (PLAX), полученный в режиме 2D, был ничем не примечательным, но дальнейшая оценка в режиме цветового доплеровского картирования потока обнаружила тяжелую АР. При увеличении АК в PLAX было обнаружено поражение одной из его створок. Апикальная пятикамерная позиция, полученная в режиме цветового доплеровского картирования потока, подтвердила наличие тяжелой АР, при этом цветная струя занимала большую часть выносящего тракта ЛЖ.

### Итоги и заключение

На эхограммах сердца была четко видна острая тяжелая АР. На некоронарной или левой коронарной створке АК обнаружено разрастание ткани. Поскольку в анамнезе пациента были лихорадка и внутривенное употребление наркотиков, медики подозревали наличие у него инфекционного эндокардита АК. Пациенту эмпирически начали вводить антибиотики широкого спектра действия, а полная трансэзофагеальная эхокардиограмма подтвердила наличие эндокардита АК и тяжелой регургитации. Пациенту срочно провели замену АК, он выписался из клиники на 10-й день после операции.

*Даже несмотря на то что исключение эндокардита обычно выходит за пределы области применения УЗИ у постели больного, с использованием данного метода можно обнаружить крупные разрастания тканей. Важно понимать, что даже при проведении полной трансторакальной эхокардиографии можно пропустить около 15% разрастаний. Помимо разрастаний тканей, с использованием УЗИ у постели больного можно обнаружить другие аномалии, например снижение систолической функции ЛЖ или перикардиальный выпот, что направляет лечение тяжелобольных пациентов.*

## СЛУЧАЙ 19.3

### Описание клинического случая

Слабая 81-летняя женщина из дома престарелых поступила в отделение неотложной медицинской помощи с прогрессирующим спутанным сознанием и усиливающейся одышкой. В анамнезе пациентки гипертензия, сахарный диабет и ранняя деменция. Ее дочь утверждала, что за последние несколько месяцев у пациентки снизилась функция сердца, и упомянула о наличии шумов в сердце в анамнезе. По результатам обследования были отмечены затруднения дыхания, гипоксия ( $\text{SpO}_2$  89% при введении кислорода 6 л/мин через маску) и гипотензия (85/50 мм рт.ст.). В отделении неотложной медицинской помощи срочно провели УЗИ у постели больного, чтобы оценить сердечно-легочную недостаточность.

### Результаты УЗИ

В парастернальной позиции по длинной оси (PLAX) были обнаружены расширенный ЛЖ, сильно сниженная систолическая функция и сильная кальцификация АК с ограничением подвижности его створок. На УЗИ в режиме цветового доплеровского картирования потока были обнаружены турбулентные потоки ниже АК в корне аорты, что достоверно указывает на стеноз аорты, а также значительная МР с эксцентрической струей, направленной назад. Эти признаки заставили специалистов запросить проведение трансторакальной эхокардиографии и консультации специалистов в области кардиологии.

### Итоги и заключение

Полная эхокардиограмма подтвердила диагнозы тяжелого стеноза аорты, умеренно-тяжелой МР и тяжелой систолической дисфункции ЛЖ. Впоследствии был подан запрос о проведении консультации со специалистами в области кардиоторакальной хирургии для обсуждения вариантов лечения. С осторожностью было предложено хирургическое лечение, однако после обсуждения рисков, связанных с операцией, дочь пациентки отказалась от проведения вмешательства. В связи с наличием реалистичных ожиданий от результатов лечения семья пациентки решила изменить цели и сосредоточиться на паллиативном лечении.

*УЗИ у постели больного представляет собой бесценный инструмент для оценки недифференцированных шумов сердца, особенно у тяжелобольных пациентов. Наличие на эхограмме в режиме 2D морфологически нормального АК и нормального открытия створок клапана во время систолы эффективно исключает тяжелый стеноз аорты. Напротив, сильная кальцификация и неполное открытие достоверно указывают на наличие стеноза аорты, следует провести дополнительное исследование методом полной трансторакальной эхокардиографии.*

## СЛУЧАЙ 19.4

### Описание клинического случая

32-летняя женщина, недавно иммигрировавшая из Африки, поступила в отделение неотложной медицинской помощи с усилением одышки и кашля на протяжении последних 3 нед. На момент поступления женщина находилась на 28-й неделе беременности, поэтому сначала она связала одышку с беременностью. Пациентка сообщила о влажном кашле с тонкой белой мокротой, усилении одышки и неспособности лежать неподвижно на протяжении последних нескольких дней. У медиков не было доступа ни к одной из медицинских карт женщины в Африке. Частота дыхательных движений пациентки составляла 32 в минуту, показатель  $SpO_2$  составлял 94% при введении кислорода 10 л/мин через маску, артериальное давление и ЧСС соответствовали норме. Для дальнейшей оценки было проведено УЗИ у постели больного.

### Результаты УЗИ

В парастернальной позиции по длинной оси (PLAX) МК выглядел утолщенным, открытие было неполным и наблюдался диастолический купол. В парастернальной позиции по короткой оси наблюдалась нормальная сократимость ЛЖ. Апикальная четырехкамерная позиция подтвердила неполное открытие МК, а в апикальной пятикамерной позиции также был виден купол МК во время диастолы.

При применении режима цветового доплеровского картирования потока в апикальной четырехкамерной позиции были обнаружены признаки нетяжелой МР и обращения диастолического потока через ограничивающий поток МК. Медики запросили проведение полной эхокардиограммы в связи с подозрением на наличие стеноза МК.

### Итоги и заключение

Полная эхокардиограмма подтвердила диагноз «стеноз митрального клапана», вероятно, развившийся вторично вследствие ревматического заболевания клапана, степень тяжести поражения была оценена как умеренная. Ведение пациентки осуществлялось с применением мультидисциплинарного подхода, включавшего кардиологию, сердечную хирургию, акушерство и неонатологию. Было принято решение, что во время беременности самым безопасным вариантом лечения является чрескожная баллонная вальвулопластика МК, а после родов пациентке его заменят. Баллонная вальвулопластика МК была проведена успешно — симптомы пациентки быстро облегчились, роды прошли в срок и не сопровождались осложнениями, связанными с клапанной недостаточностью.

*Даже несмотря на то что подробная оценка и определение степени тяжести стеноза МК выходит за рамки применения УЗИ у постели больного, визуальная оценка морфологии и функции клапана в режиме 2D может обеспечить получение чрезвычайно ценной информации у постели больного. Оценка МК должна включать общий внешний вид, толщину клапана, смыкание створок во время систолы и открытие во время диастолы. Утолщение створок МК в сочетании с неполным открытием и диастолическим куполом образуют рисунок «хоккейная клюшка», характерный для ревматического заболевания клапана. При хроническом стенозе МК обычно увеличивается ЛП, что может привести к развитию легочной гипертензии и дисфункции ПЖ.*

## Контрольные вопросы

1. С помощью какого из перечисленных ниже методов можно наиболее точно описать необходимые составляющие базовой оценки клапанов сердца и аорты при проведении УЗИ у постели больного?
  - А. Только визуальная оценка морфологии и функции клапанов в режиме 2D.
  - Б. Визуальная оценка морфологии и функции клапанов в режиме 2D и исследование в режиме цветового доплеровского картирования потока.
  - В. Исследование в режиме цветового доплеровского картирования потока и оценка скоростей струй и градиентов с использованием импульсно-волнового и постоянно-волнового доплера.
  - Г. Исследование в режиме цветового доплеровского картирования потока, оценка скоростей струй с использованием импульсно-

волнового и постоянно-волнового доплера и визуализация отверстия клапана с использованием тканевой доплерографии.

Ответ: Б. Визуальная оценка в режиме 2D и исследование в режиме цветового доплеровского картирования потока являются двумя неотъемлемыми компонентами базовой оценки клапанов у постели больного. Применение импульсно-волновой и постоянно-волновой доплерографии требует прохождения расширенного обучения в дополнение к основным компетенциям в области УЗИ у постели больного. Тканевая доплерография отверстия клапана — это техника, широко используемая при оценке диастолической функции, но не при оценке клапанов.

2. Какие позиции чаще всего используют при проведении визуальной оценки МК в режиме 2D?
  - А. Парастернальная позиция по длинной оси, апикальная четырехкамерная и субкостальная четырехкамерная позиции.

# Боль в животе

Эдн Эйкен ■ Патрисия К. Хенвуд

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- УЗИ у постели больного *нестабильных* пациентов с болями в животе должно начинаться с выявления и оценки кровоизлияния, следующий шаг — поиск инфекционных источников.
- УЗИ у постели больного *стабильных* пациентов, страдающих от боли в животе, должно быть сосредоточено на поиске этиологии, основанной на анамнезе, результатах обследования и демографических данных с акцентом на выявление неотложных ситуаций, чувствительных ко времени.
- УЗИ является предпочтительным начальным диагностическим исследованием для детей, страдающих от боли в животе, поскольку в данной популяции пациентов большинство причин можно диагностировать, не подвергая их воздействию ионизирующего излучения.

## Общие сведения

УЗИ у постели больного является неотъемлемой составляющей обследования пациента с острой болью в животе. Для принятия решений о диагностике и лечении специалисты могут использовать УЗИ в сочетании с изучением клинического анамнеза и физикальным обследованием. Результаты УЗИ у постели больного можно получить максимально быстро, сохранив время и ресурсы сотрудников, также предотвратив воздействие на пациента ионизирующего излучения и введение внутривенных контрастирующих веществ [1].

При помощи фокусированного УЗИ брюшной полости можно диагностировать или подтвердить широкий спектр острых патологий органов брюшной полости, в том числе аневризму брюшного отдела аорты (АБА) или расслоение брюшной аорты, скопления интраперитонеальной жидкости, аппендицит, образование камней в почках или желчевыводящих путях, острый холецистит, кишечную непроходимость, tuboовариальный абсцесс, внематочную беременность, перекрут яичника, кисты кисты яичника, абсцесс брюшной стенки, инвагинацию и перфорацию кишечника (рис. 32.1).

Предыдущие главы были посвящены получению изображений и интерпретации фокусированных ультразвуковых исследований брюшной полости, представленных на рис. 32.1. Эта глава представляет собой основу для концептуализации и интеграции различных методик POCUS в начальную оценку при возникновении жалоб на боль в животе в экстренных и неотложных ситуациях.

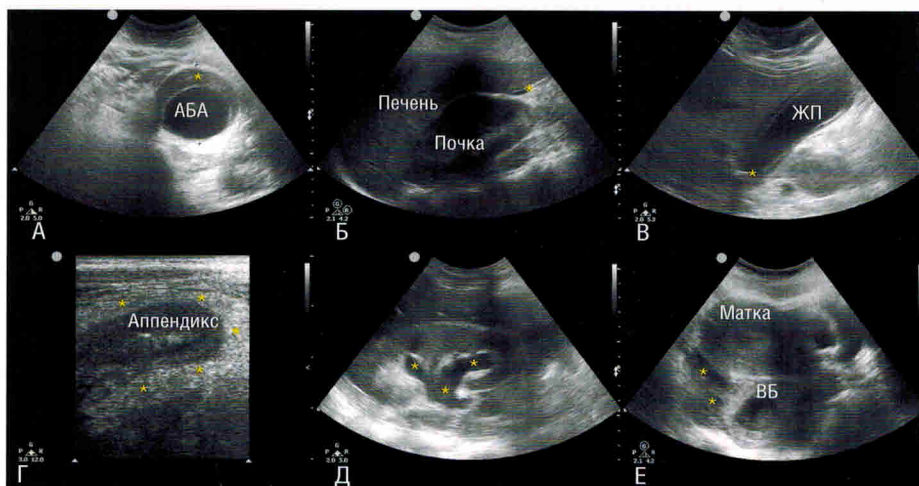
Врачи могут проводить целенаправленную оценку одного или нескольких органов брюшной полости. Мы рассмотрели наиболее важные направления практического применения POCUS для оценки нестабильных и стабильных пациентов с болью в животе.

## Нестабильные пациенты

Начальная оценка нестабильных пациентов с болью в животе должна фокусироваться на поиске ограниченного количества состояний, при наличии которых полученные результаты УЗИ у постели больного могут кардинально изменить тактику ведения в экстренной ситуации. Грубо говоря, УЗИ у данных пациентов преследует две цели: поиск признаков внутрибрюшинного кровотечения или поиск источника инфекции в брюшной полости (рис. 32.2).

## Кровотечения

Оценка нестабильных пациентов с болью в животе начинается с поиска гемоперитонеума, который лучше всего выполнять по абдоминальному ультразвуковому исследованию, выполненному по протоколу FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma — фокусированное ультразвуковое исследование при травмах) [2]. Многие врачи знают о том, что нестабильным пациентам с травмами и положительными результатами исследования по протоколу FAST необходимо немедленно провести хирургическую ревизию, при этом важно помнить о том, что этиология



**Рис. 32.1.** Патологии, связанные с наличием боли в животе и диагностируемые при помощи ультразвукового исследования у постели больного. А — видна аневризма брюшной аорты (АБА) диаметром 5 см, содержащая муральный тромб (показан звездочкой). Б — гемоперитонеум. Следовое количество свободной интраперитонеальной жидкости (показано звездочкой) в кармане Моррисона после повреждения печени. В — острый холецистит. Обратите внимание на желчный пузырь (ЖП) с утолщенной стенкой, околопузырную жидкость и желчный камень, застрявший в шейке желчного пузыря (показан звездочкой). Г — острый аппендицит. Верхушка аппендикса окружена полосой гиперэхогенного периаппендикулярного жира (показан стрелками). Д — обструктивная уропатия. Наличие дилатированных чашек в почечной лоханке (показаны звездочками) указывает на легкий или умеренный гидронефроз у пациента с обструкцией мочеточника вызванной камнем. Е — разрыв внематочной беременности (ВБ), внематочная беременность видна позади матки. Наблюдается сложное скопление свободной жидкости (показано звездочками), связанное с образованием гемоперитонеума

образования гемоперитонеума может быть не связанной с травмой, поскольку это могут быть внематочная беременность, кисты яичников, аневризма аорты или висцеральных сосудов, применение антикоагулянтных препаратов, гиперчувствительность немедленного типа, а также кровотечения, связанные с опухолью [3]. Обнаружение свободной жидкости в кармане Моррисона, околоселезеночном пространстве (левом поддиафрагмальном пространстве) или полости таза критично для быстрого выделения той категории пациентов, кому показано проведение агрессивной инфузионной терапии препаратами крови перед определением вариантов дальнейшего лечения.

И наоборот, крайне важно признать ограниченную чувствительность исследования FAST; медики не должны расценивать отрицательный результат начальной оценки FAST как повод окончательно исключить травматическое внутрибрюшное повреждение [4]. Эффективность УЗИ при оценке забрюшинного пространства ограничена. При подозрении на наличие источника кровотечения в брюшной полости и получении отрицательных результатов серии исследований FAST необходимо провести КТ. Было показано, что проведение повторного исследования FAST в течение 24 ч с момента госпитализации увеличивает чувствительность исследования в отношении выявления повреждения органов брюшной полости, что может быть полезным для врачей, практикующих

в условиях ограниченных ресурсов и не имеющих немедленного доступа к КТ [5].

Оценка наличия АБА входит в состав УЗИ органов брюшной полости на предмет наличия кровотечений, результаты большого количества исследований говорят о пользе применения УЗИ специалистами по оказанию неотложной помощи для оценки наличия АБА у пациентов с симптомами [6]. Учитывая тот факт, что большинство случаев разрыва АБА становится причиной начала абдоминального кровотечения, роль POCUS состоит скорее в обнаружении крупных АБА или сопровождающихся расслоением аорты, а не в обнаружении внутрибрюшинного кровотечения. Быстрое обнаружение АБА с предполагаемым или подтвержденным разрывом может значительно ускорить определение дальнейшего ведения пациентов, которым в противном случае был бы проведен обширный поиск в ходе дифференциальной диагностики [7, 8]. Визуализацию брюшной аорты необходимо проводить от диафрагмы до ее разделения на общие подвздошные артерии по длинной и короткой осям. Несмотря на то что диаметр брюшной аорты  $>3$  см считается аневризмой, разрывы аневризм диаметром до 4,5 см наблюдаются редко, поэтому при учете результатов УЗИ для принятия клинических решений врачи должны учитывать полную клиническую картину.

Важную роль при оценке пациентов в нестабильном состоянии играют демографические

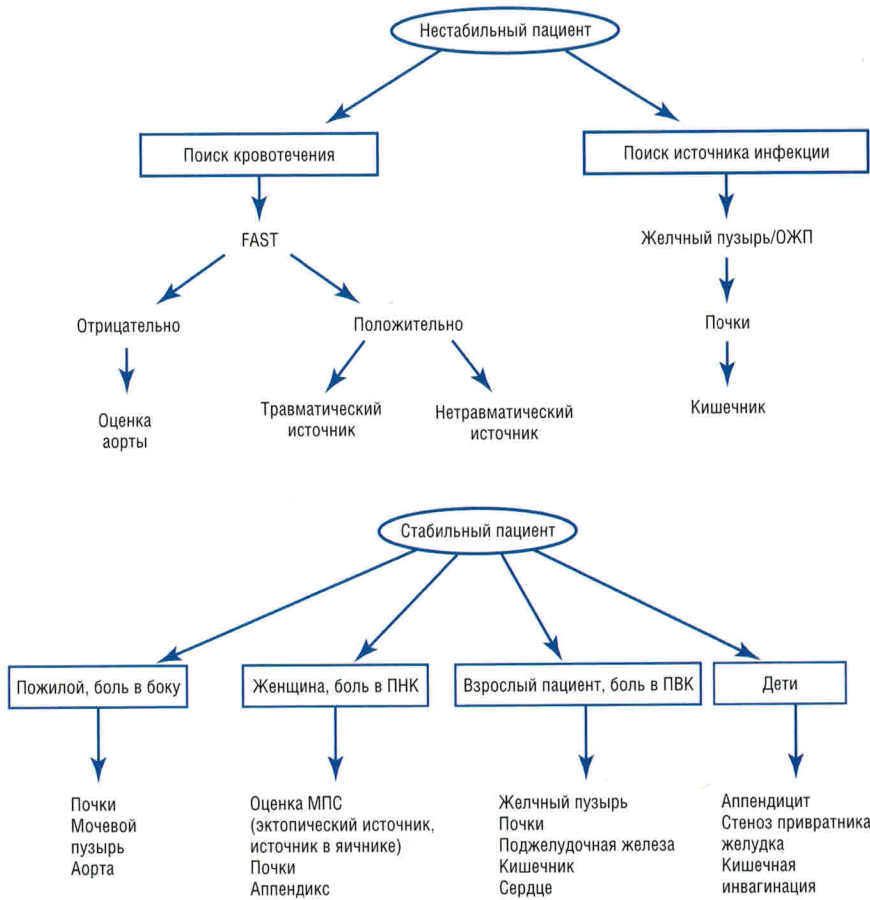


Рис. 32.2. Подход к ведению острой боли в животе у пациентов в стабильном и нестабильном состоянии с использованием ультразвукового исследования у постели больного. ОЖП — общий желчный проток; FAST — Focused Assessment with Sonography in Trauma — фокусированное ультразвуковое исследование при травмах; МПС — мочеполовая система; ПНК — правый нижний квадрант; ПВК — правый верхний квадрант

характеристики. Например, у молодой женщины гораздо более вероятен разрыв внематочной беременности, чем АБА, в то время как для пожилой пациентки скорее вероятна обратная ситуация. Поэтому клиницисты должны соответствующим образом индивидуализировать свой алгоритм диагностики.

### Инфекция

УЗИ брюшной полости у постели больного может играть важную роль в поиске источника инфекции у нестабильных пациентов с септическим шоком [9]. Необходимо выполнить оценку желчного пузыря на предмет наличия признаков острого холецистита, включая утолщение стенки пузыря, околопузырной жидкости, желчных камней и положительного сонографического признака Мусфи. Оценка ОЖП на предмет дилатации может подтвердить наличие острого холангита, чаще всего вызванного обтурацией ЖК. Односторонний гидронефроз при наличии или отсутствии видимых камней в мочеточнике указывает на обструктивную уропатию, которая часто связана с инфекцией — наличием почечных камней или пиелонеф-

ритом. При помощи POCUS можно обнаружить, но нельзя окончательно исключить такие состояния, как абсцесс в брюшной полости, перфоративный аппендицит, непроходимость тонкого кишечника и пневмоперитонеум. Тем не менее обнаружение любого из этих состояний позволяет изменить тактику ведения пациента в экстренной ситуации, включая эмпирическое назначение антибиотиков, а также запрос при необходимости проведения полной или подтверждающей визуализации и консультации у хирурга [10–14].

## Стабильные пациенты

УЗИ брюшной полости у постели больного позволяет сузить обширный дифференциальный диагностический поиск и ускорить принятие решения у стабильных пациентов с болью в животе [15]. Далее мы рассмотрим четыре сценария, при которых использование POCUS связано с максимальной пользой: взрослый пациент с болью в правом верхнем квадранте, правом нижнем квадранте или в боку и ребенок с генерализованной болью в животе (см. рис. 32.2).

### Боль в боку

Дифференциальный диагноз для взрослого пациента с болью в боку включает доброкачественные причины, такие как напряжение мышц; экстренные состояния, такие как почечная колика; и причины, представляющие угрозу жизни, такие как расслоение аорты или разрыв АБА.

У пациентов с острой болью в одном боку при помощи УЗИ можно идентифицировать гидронефроз, вызванный обструкцией мочеточника камнем. Важно помнить, что односторонний гидронефроз с гематурией или без может стать следствием внешнего сдавливания мочеточника АБА, лимфаденопатии или наличия забрюшинных объемных образований. Следует придерживаться низкого порога для проведения визуализации брюшной аорты при ведении пациентов с высоким риском образования АБА. В исследованиях было показано, что УЗИ обоснованно является режимом визуализации первой линии для пациентов, в отношении которых имеются сильные клинические подозрения о наличии у них почечной колики. Было показано, что при ведении пациентов без ожирения, не беременных, при отсутствии трансплантации почки или диализа в анамнезе применение УЗИ в качестве начального режима визуализации значительно снижало совокупную дозу облучения и продолжительность пребывания в отделении неотложной медицинской помощи, однако не изменяло вероятность развития нежелательных явлений, оценку интенсивности боли, вероятность повторных посещений клиники или госпитализации в сравнении с пациентами, которым проводили КТ [16, 17].

У пациентов с задержкой мочеиспускания медики могут обнаружить двусторонний гидронефроз, вызванный обструкцией выходного отверстия мочевого пузыря из-за гипертрофии предстательной железы или развития побочных эффектов на лекарственные препараты. Пациентам с пиурией и болью в боку необходимо провести оценку почек на предмет наличия признаков обструкции, камней или абсцесса, чтобы определить необходимость проведения дальнейших вмешательств или визуализации. Пациентам с болью в животе или спине и резким снижением диуреза можно провести УЗИ мочевого пузыря, чтобы оценить остаточный объем мочи после мочеиспускания, это позволит отличить сниженную продукцию мочи от острой задержки мочеиспускания.

### Боль в правом нижнем квадранте живота

УЗИ позволяет быстро оценить наличие нескольких возможных причин острой боли в правом нижнем квадранте живота [18]. Если острая сильная боль, локализованная в нижней части живота, началась у молодой женщины, то приори-

тетными диагнозами, которые необходимо рассмотреть, являются разрыв внематочной беременности и перекрут яичника. УЗИ является предпочтительным режимом визуализации для оценки обоих этих состояний, также при помощи УЗИ можно обнаружить другие, менее экстренные причины возникновения указанных симптомов, такие как разрыв кисты яичника или наличие объемного образования в яичнике [19].

Пациентам с острой болью в правом нижнем квадранте живота, распространяющейся от бока в паховую область, необходимо провести УЗИ почек, чтобы оценить наличие гидронефроза, вызванного обструкцией мочеточника камнем. Необходимо учитывать, что у пациенток с перекрутом яичника также может возникать боль, напоминающая почечную колику. Перекрут яичника обычно сопровождается наличием крупных кист или снижением скорости кровотока в яичнике, однако нормальный кровоток и отсутствие кист не исключают возможного наличия перекрута. Поэтому при подозрении на наличие временного или стойкого перекрута яичников показано проведение дополнительной оценки гинекологом.

При постепенном развитии и усилении боли в правом нижнем квадранте живота необходимо проведение оценки на наличие аппендицита. Если при наличии ожирения или при заполненном газом кишечнике оценка может быть затруднена, необходимо попытаться провести УЗИ у постели больного в качестве начального скрининга, для того чтобы при обнаружении увеличенного воспаленного аппендикса исключить воздействие на пациента ионизирующего излучения, используемого при КТ, сократить использование ресурсов визуализации и ускорить лечение [20, 21].

### Боль в правом верхнем квадранте живота

Боль в правом верхнем квадранте, или наточная боль, характеризуется обширным спектром состояний, требующих дифференциального диагноза. При оценке стабильных пациентов лучшей начальной точкой исследования остается желчный пузырь. Желчный пузырь остается оптимальной отправной точкой и у стабильных пациентов, поскольку его легко исследовать при проведении УЗИ у постели больного. Как уже упоминалось в главе 27, УЗИ у постели больного может включать оценку наличия желчных камней, утолщения стенки желчного пузыря, наличия околопузырной жидкости, размеров ОЖП и сонографического признака Мерфи. С помощью УЗИ у постели больного можно быстро и эффективно диагностировать печеночную колику, острый холецистит, холедохолитиаз и острый холангит [22, 23]. При проведении УЗИ почек можно обнаружить признаки наличия камней или инфекции, возмож-

ставших причиной боли. Можно попытаться выявить УЗИ поджелудочной железы, которое бывает полезным для подтверждения диагноза панкреатита. Хотя кишечник, заполненный газом, обычно закрывает поджелудочную железу, на сонограмме можно увидеть крупные кисты или ложные кисты поджелудочной железы [24].

### Боль в животе у детей

В связи с вопросами безопасности при ведении педиатрических пациентов, связанными с использованием ионизирующего излучения, УЗИ брюшной полости является особенно ценным инструментом диагностической визуализации [25]. Необходимо рассмотреть проведение УЗИ в качестве начального диагностического скрининга у детей с болью в животе при подозрении на острый аппендицит [26–28]. При получении отрицательных или неоднозначных результатов УЗИ помогает проведение клинической оценки или оценкам по другим шкалам, например, по Шкале оценки аппендицита у детей [29]. Проведение POCUS может ускорить диагностику, вызов хирурга на консультацию или направление в операционную.

УЗИ также является ценным инструментом при оценке детей с наличием симптомов со стороны ЖКТ, особенно при рвоте у новорожденных. При наличии рвоты у новорожденных в возрасте менее 1 мес с подозрением на стеноз привратника УЗИ является предпочтительным инструментом для поиска гипертрофии привратника [30]. Аналогичным образом при подозрении на наличие кишечной инвагинации УЗИ является более предпочтительным методом начальной визуализации, чем простая рентгенография [31], кроме того, его могут эффективно проводить специалисты по оказанию неотложной помощи у постели больного [32–34]. Хотя кишечная инвагинация чаще встречается у детей, она также может встретиться и у взрослых пациентов, и ее можно диагностировать при помощи POCUS [35]. Более подробная информация о проведении УЗИ у постели больного новорожденным и детям старшего возраста содержится в главах 47 и 48.

### Заключение

УЗИ у постели больного может быть чрезвычайно информативным методом при оценке нестабильных и нестабильных пациентов с болью в животе. Помимо оценки наличия кровотечений, инфекции и обструкции, POCUS может применяться для диагностики пневмоперитонеума [12], непроходимости кишечника [36], патологий брюшной стенки [37] и расслоения аорты [38], а также для контроля эффективности диагностического или лечебного парацентеза [39]. Раннее

применение POCUS при ведении пациентов с острой болью в животе позволяет повысить эффективность диагностики, а также ограничить пациентов от воздействия ионизирующего излучения.

### ТОНКОСТИ И ЛОВУШКИ

- Установите УЗ-аппарат у постели больного для проведения. Фокусированное УЗИ брюшной полости можно провести одновременно со сбором анамнеза.
- Проведение немедленной оценки с использованием УЗИ у постели больного особенно ценно для нестабильных пациентов, поскольку их транспортировка в другие отделения для проведения визуализации может быть опасной и ведет к задержке лечения.
- Наиболее эффективно применять POCUS в сочетании с другими клиническими данными, чтобы подтвердить или исключить наличие ряда патологий. Клиническая ценность снижения вероятности постановки одних диагнозов равнозначна ценности увеличения вероятности постановки других диагнозов.
- POCUS представляет собой целенаправленный подход к визуализации брюшной полости. Широкий спектр патологий, требующих дифференциального диагноза при боли в животе, часто ведет к тому, что POCUS используют в сочетании с другими методами визуализации, чтобы эффективно оценить полный спектр вероятных диагнозов.

### Контрольные вопросы

1. У пациента с недифференцированной болью в животе и гемодинамической нестабильностью УЗИ у постели больного лучше всего применять для быстрого обнаружения источников \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
- А. Внутривенного кровотечения, злокачественных новообразований.
- Б. Внутривенного кровотечения, забрюшинного кровотечения.
- В. Внутривенного кровотечения, инфекции.
- Г. Забрюшинного кровотечения, злокачественных новообразований.
- Д. Забрюшинного кровотечения, инфекции.
- Е. Злокачественных новообразований, инфекции.

Ответ: В. Гемодинамически нестабильным пациентам с болью в животе необходимо немедленно провести УЗИ у постели больного, чтобы оценить причины возникновения внутривенного кровотечения и инфекции для облегчения диагностики и контроля дальнейшего ведения.



Забрюшинное кровотечение обычно плохо видно при проведении УЗИ у постели больного. Обнаружение злокачественных новообразований при помощи УЗИ у постели больного редко оказывает влияние на лечение нестабильного пациента в экстренной ситуации, если только злокачественное новообразование не является источником кровотечения или инфекции.

2. Отрицательный результат исследования по протоколу FAST исключает наличие острого травматического повреждения органов брюшной полости.

А. Верно.

Б. Неверно.

Ответ: Б. Исследование FAST направлено на обнаружение гемоперитонеума и характеризуется ограниченной способностью исключать повреждение паренхиматозных органов при отсутствии сопутствующего гемоперитонеума, вызванного травмой. Было показано, что проведение серийных УЗИ FAST увеличивает чувствительность в отношении обнаружения травматических повреждений в брюшной полости. Может потребоваться проведение дополнительной визуализации для оценки повреждения паренхиматозных органов или наличия забрюшинных повреждений.

3. Было показано, что применение УЗИ в качестве начального режима визуализации при почечной колике значительно снижает продолжительность госпитализации в отделении неотложной медицинской помощи, но увеличивается частота повторного посещения отделения неотложной медицинской помощи и госпитализации в сравнении с пациентами, прошедшими КТ.

А. Верно.

Б. Неверно.

Ответ: Б. Было показано, что применение УЗИ в качестве начального режима визуализации при почечной колике значительно снижает совокупное воздействие радиации и продолжительность пребывания в отделении неотложной медицинской помощи, при этом *отсутствуют значимые отличия* в отношении частоты развития нежелательных явлений, интенсивности боли, вероятности повторного посещения отделения и вероятности госпитализации в сравнении с пациентами, прошедшими КТ.

4. Какое из приведенных изображений желчного пузыря (рис. 32.3) указывает на наличие острого холецистита?

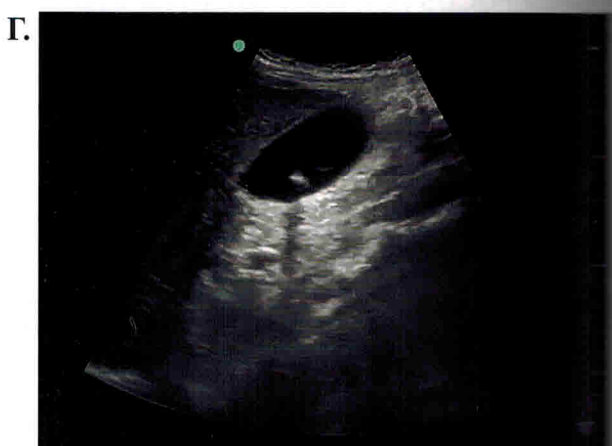
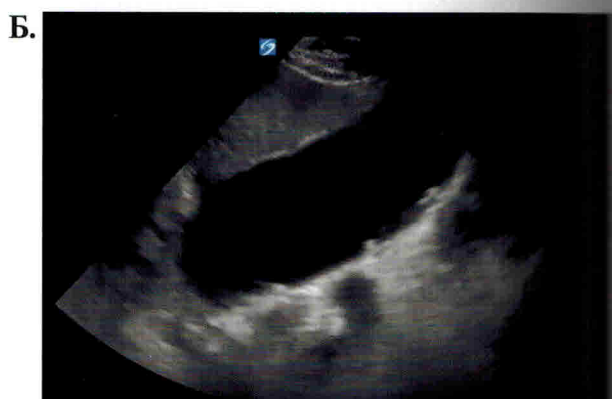


Рис. 32.3