

ГЛАВА 3.1

УЛЬТРАСОНОГРАФИЯ ЛЕГКИХ

За последние 20 лет в клинической практике появилось новое направление – ультразвукография легких (далее УЗИ легких). От традиционной оценки жидкости в плевральной полости УЗИ легких сфокусировано на визуализации легочной паренхимы, висцерально-париетального плеврального комплекса. Хотя УЗИ легких ограничено наличием воздуха, оно оказалось полезным при оценке множества различных острых и хронических состояний, от кардиогенного отека до острого повреждения легких, от пневмоторакса до пневмонии, от интерстициального заболевания до инфарктов легких и контузий [8]. Это особенно ценно, поскольку это относительно простая в реализации методика, менее сложная с технической точки зрения, чем другие УЗИ.

Основные характеристики, описывающие технику: скорость выполнения, портативность, повторяемость, отсутствие вреда для оператора и пациента, независимость от акустических окон; подходит для оценки в различных условиях, как в стационаре, так и в амбулаторных условиях, как при острых, так и при хронических состояниях.

УЗИ легких в концепции POCUS все чаще используется у постели пациента, для интеграции клинической оценки тяжелобольных. В ближайшие несколько лет УЗИ легких, вероятно, будет приобретать все большее значение в различных клинических условиях, от отделений неотложной помощи и интенсивной терапии до кардиологии и отделений пульмонологии и нефрологии.

Первые попытки выполнения УЗИ легких проводились в 1960-х годах, группой авторов выявлены факторы, ответственные за вариацию эхосигнала в легких, первые исследования проводились на животных моделях [1]. У собак с закрытой и открытой грудной полостью оценивали эффекты вентиляции, гиперволемии, олигемии и факторы открытой грудной полости. Настоящим началом клинического использования УЗИ легких в POCUS можно считать 1990-е годы, когда группа исследователей-интенсивистов под командой Даниэля Лихтенштейна (Daniel Lichtenstein) опубликовала ряд базовых работ, описывающих основные ультразвуковые артефакты, возникающие при исследовании легких [2, 3].

Ультразвуковая оценка легких всегда считалась невыполнимой, так как даже в учебниках по внутренней медицине Харрисона было сказано: «поскольку энергия ультразвука быстро рассеивается в воздухе, ультразвуковая визуализация бесполезна для оценки паренхимы легких» [4].

Концепция, согласно которой ультразвук не может использоваться для оценки легких, связана с наличием воздуха, который определяет высокое акустическое несоответствие с окружающими тканями, вызывая полное отражение УЗ-луча, предотвращая создание прямого изображения паренхимы легких (рис. 3.1). В нормально вентилируемом легком единственной визуализируемой структурой является плевра, которая выглядит как гиперэхогенная горизонтальная линия [5]. Спорный вопрос – представляет ли эта линия артефакт из-за явления отражения на границе между альвеолярным воздухом и мягкими тканями грудной стенки или она отображает реальную плевру.

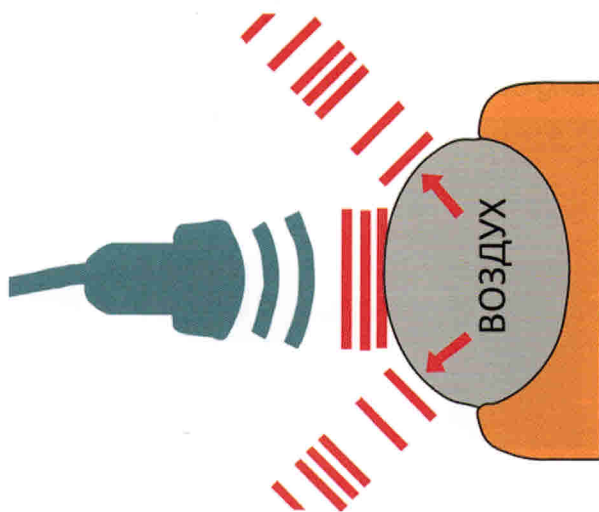


Рис. 3.1

Ультразвуковое оборудование и основные настройки для УЗИ легких

Для проведения УЗИ легких подходит любой ультразвуковой аппарат.

Основным условием проведения исследования легких является использование специальных пресетов для улучшения визуализации УЗИ артефактов. Желательно использовать специализированный пресет ЛЕГКИЕ. При отсутствии подобной опции в вашем аппарате необходимо отключить дополнительные настройки гармонической визуализации. Гармоническая визуализация способна скрыть большую часть артефактов при УЗИ легких, тем самым снизить ценность подобного исследования. Выключите все возможные фильтры (compounding, Frame Average/Persistence и др.). При возможности настройки области фокусировки устанавливайте фокус на уровне плевры. Не используйте множественную фокусировку. Рекомендуемая глубина сканирования 7–12 см. Низкие настройки общего усиления (Gain) помогают улучшить визуализацию.

Для диагностики пневмоторакса и субплевральных изменений паренхимы легких чаще всего используют линейные датчики.

Для выполнения других исследований, в том числе диагностики синдрома консолидации и других различных артефактов, предпочтительнее использовать конвексный датчик (позволяет проводить исследование на глубине более 10 см).

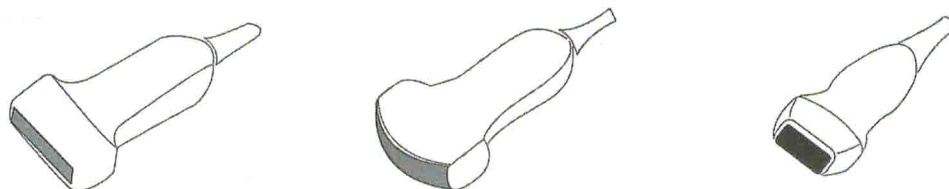


Рис. 3.2

Линейный датчик

Конвексный датчик

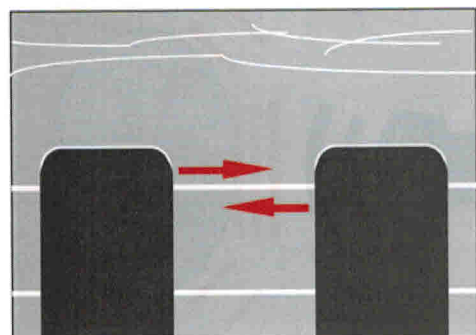
Секторный датчик

Использование других датчиков также возможно. Важно учитывать, что секторные датчики (датчики для трансторакального ЭХО) имеют крупное «зерно» при оценке УЗИ легких, и это требует определенного опыта при интерпретации полученных данных. В то же время протокол-зависимое использование датчиков (например, при выполнении eFAST протокола секторным датчиком мы проводим сканирование легких на наличие или отсутствие пневмоторакса тем же датчиком, не переключаясь на линейный датчик, это позволяет экономить время диагностики) требует навыков использования конвексного/секторного датчиков для оценки легких на пневмоторакс.

Азбука ультрасонографии легких

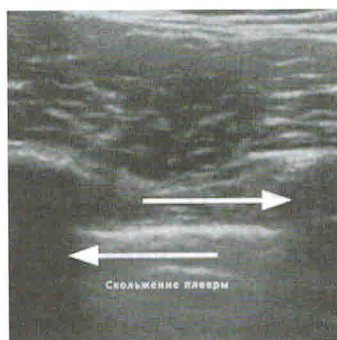
В историческом контексте можно выделить этапы развития методики ультрасонографии легких. Важным моментом является классификация артефактов, возникающих при УЗИ легких.

Первым важным признаком УЗИ легких является артефакт скольжения плевры (Lung Sliding) (рис. 3.5).



Схематичная иллюстрация УЗИ легких (стрелки указывают наличие артефакта скольжения плевры)

Рис. 3.3



УЗ-изображение с гиперэхогенной линией плевры

Рис. 3.4



QR-код – ссылка на видео скольжения плевры

Рис. 3.5

Пневмоторакс — давняя проблема, его частота оценивается в 6%. Клиницист должен ежедневно исключать этот диагноз у пациентов с дыхательной недостаточностью, находящихся на искусственной вентиляции легких (ИВЛ) после постановки центральных венозных катетеров, регионарной анестезии в области ключицы. Диагноз имеет радиологическое подтверждение, однако надежность прикроватной рентгенографии грудной клетки в переднезаднем положении лежа на спине не является абсолютной [6], и ошибки диагностики могут встречаться до 30% всех пневмотораксов. Компьютерная томография (КТ) является «золотым стандартом», но требует транспортировки тяжелых пациентов. Кроме того, КТ не всегда удается провести в кратчайшие сроки. Пневмоторакс может быстро приводить к жизнеугрожающей ситуации, особенно у пациентов на механической вентиляции легких. В некоторых случаях любая задержка в диагностике может быть вредной. Ультразвук, как это ни парадоксально, может частично решить эти многочисленные проблемы.

При постановке датчика УЗИ на грудную клетку пациента без патологии дыхательные движения действительно можно наблюдать на поверхности легких. УЗ-визуализация скольжения висцеральной плевры по отношению к париетальной носит название «скольжение плевры» (Lung Sliding) [7]. Исчезновение этого скольжения, при наличии ряда условий, подтверждает наличие пневмоторакса.

Для дальнейшего объяснения необходимо провести краткий экскурс в УЗ-изображение, получаемое при сканировании грудной клетки.

При позиционировании линейного датчика на переднюю грудную клетку, во втором-третьем межреберье, по среднеключичной линии мы получаем изображения, показанные на рис. 3.6.

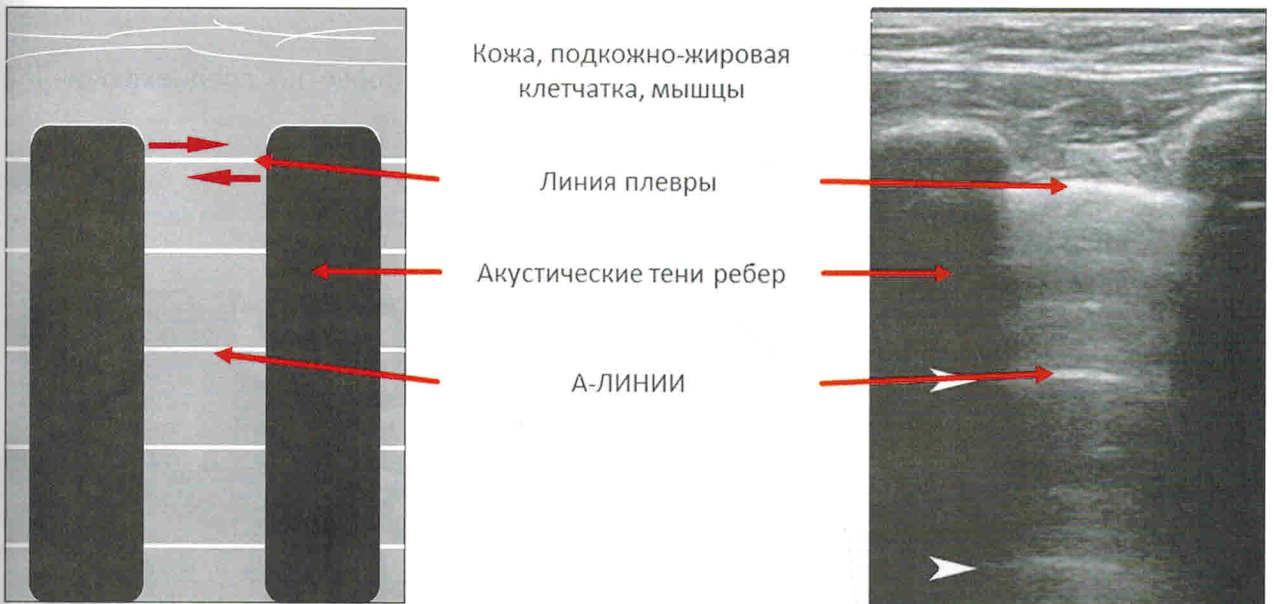


Рис. 3.6

Интерпретация изображения сверху вниз. Верхняя часть изображения представляет уровень кожи и подкожно-жировой клетчатки. Далее идентифицируем гиперэхогенную (белая на изображении) линию плевры, на фоне темных (анэхогенных) ребер с акустическими тенями. Ниже линии плевры на одинаковом расстоянии можно увидеть горизонтальные гиперэхогенные линии — это А-линии (реверберационный артефакт), которые являются отражением линии плевры на всю глубину сканирования.



А. Схематичная иллюстрация УЗИ легких (конвексный датчик);
Б. УЗИ легких (конвексный датчик)

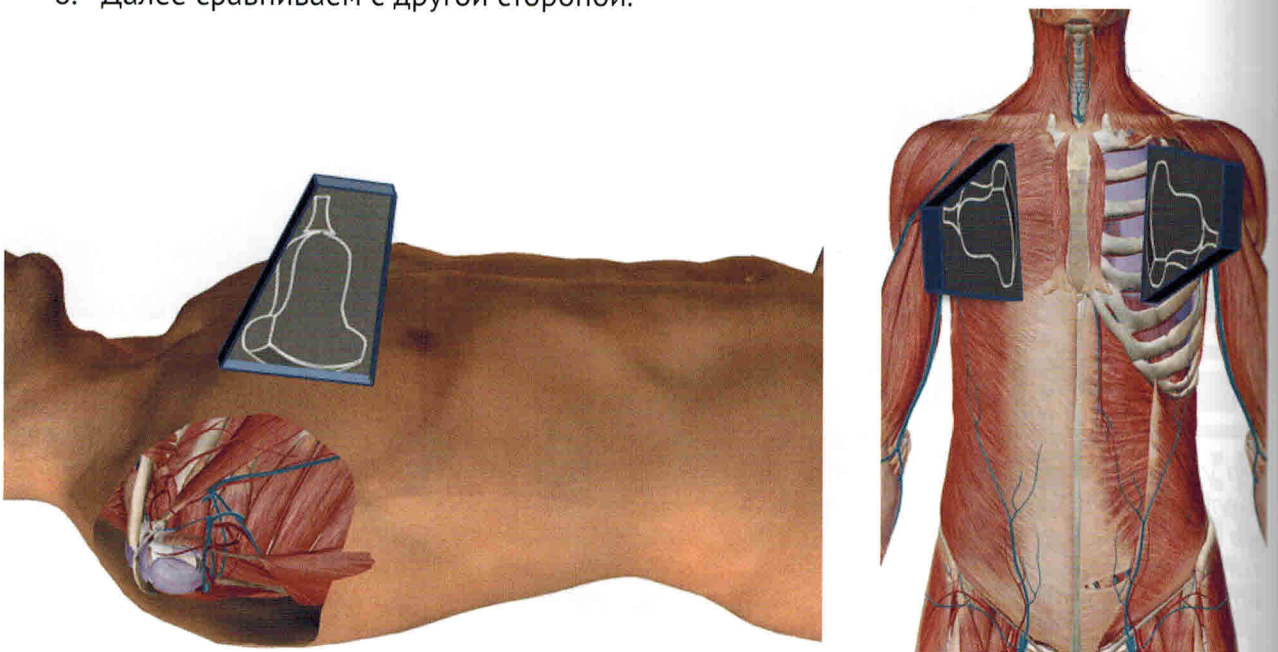
Рис. 3.7

УЗИ грудной клетки удобнее всего разделить по клиническим вопросам в концепции Point-of-Care Ultrasound.

Бинарные вопросы POCUS

Для диагностики пневмоторакса мы будем использовать блок-схему, представленную на с. 58.

1. Оценку проводим в положении на спине.
2. Позиционирование датчика на второе-третье межреберье по среднеключичной линии.
3. Маркер датчика направлен к голове.
4. Глубина сканирования 10 см.
5. Первичное сканирование со стороны повреждения.
6. Далее сравниваем с другой стороной.



НАЛИЧИЕ ВИДИМОГО СКОЛЬЖЕНИЯ ПЛЕВРЫ ИСКЛЮЧАЕТ ПНЕВМОТОРАКС НА СТОРОНЕ СКАНИРОВАНИЯ

Рис. 3.8

Сканирование в 2D-режиме

В 2D-режиме признаком отсутствия пневмоторакса будет скольжение плевры + А-ПАТТЕРН или + В-ПАТТЕРН, то есть видимое скольжение плевры + наличие А-ЛИНИЙ или В-ЛИНИЙ

ВАЖНО!

- Наличие В-ЛИНИЙ при сканировании исключает наличие пневмоторакса
- Наличие признака ПУЛЬС ЛЕГКОГО¹ также исключает наличие пневмоторакса

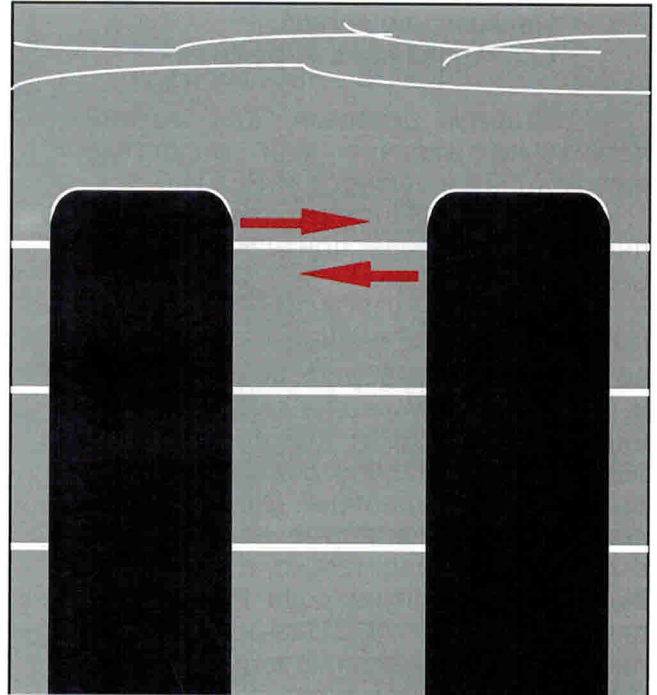
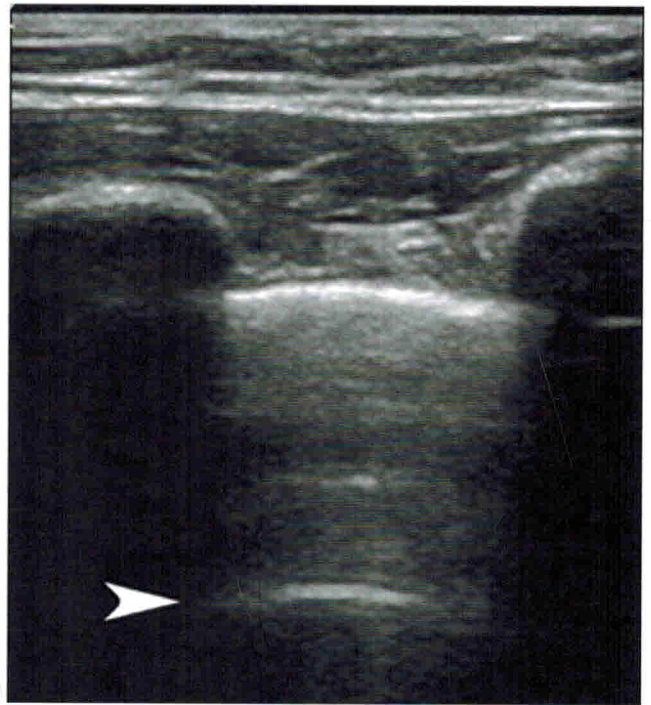


Рис. 3.9

2D-УЗИ ЛЕГКИХ

Рис. 3.10



QR-код на сопроводительное видео
А-ПАТТЕРН + СКОЛЬЖЕНИЕ ПЛЕВРЫ
УЗИ ПРИЗНАК ПУЛЬС ЛЕГКОГО

¹ ПУЛЬС ЛЕГКОГО – УЗ-признак передаточных сердцебиений, которые с каждым ударом сердца смещают висцеральную плевру по отношению к париетальной.
Точка приложения: диагностика скольжения плевры при односторонней вентиляции. ПУЛЬС ЛЕГКОГО будет на стороне, не участвующей в акте дыхания.

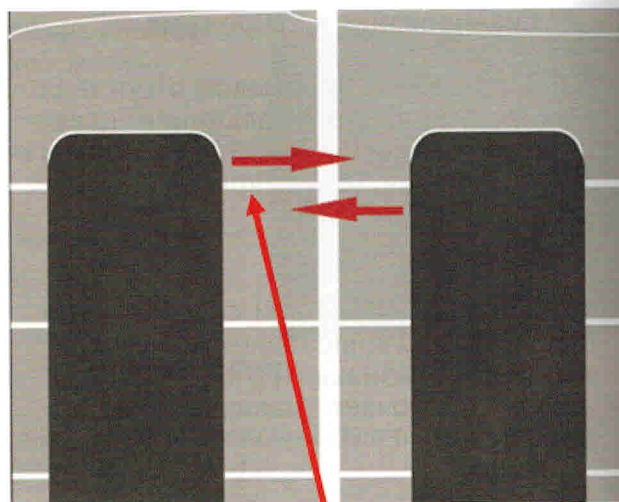
**Нормальное легкое.
Сканирование в М-режиме**

Вторым режимом для оценки легких на наличие или отсутствие пневмоторакса является М-РЕЖИМ.

В М-режиме паттерном отсутствия пневмоторакса будет признак «морского берега».

Паттерн МОРСКОЙ БЕРЕГ формируется за счет сканирования тканей, во временной развертке, по отношению к вертикальному перпендикуляру (возникает при первом нажатии кнопки М-режима). Перпендикуляр необходимо выставить в межреберье. Структуры над линией плевры в норме не участвуют в дыхании, следовательно, в М-режиме будет паттерн штрих-кода над линией плевры (так как ни одна из точек не двигается по отношению к перпендикулярной линии в межреберье).

Ниже линии плевры происходит постоянное смещение висцеральной плевры по отношению к париетальной, что формирует паттерн, похожий на песок. Комбинация изображения над плеврой и под плеврой (в М-РЕЖИМЕ) формирует паттерн МОРСКОЙ БЕРЕГ.



Линия плевры

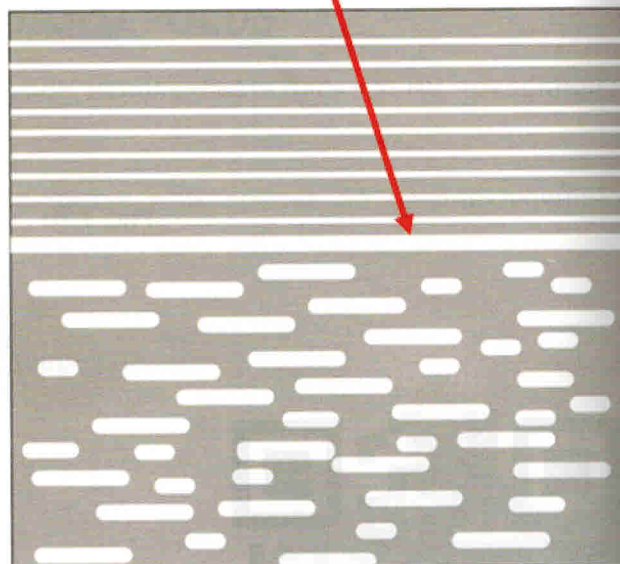
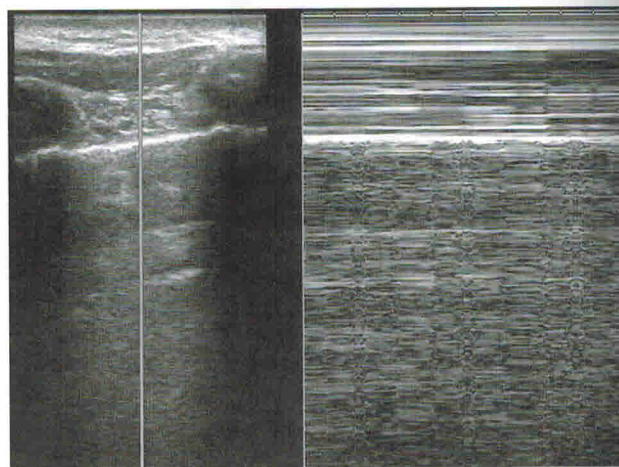


Рис. 3.11



QR-код на сопроводительное видео
М-РЕЖИМ НОРМА И ПАТОЛОГИЯ



М-РЕЖИМ, ПАТТЕРН МОРСКОЙ БЕРЕГ

Рис. 3.12

ГЛАВА 3.4

RUSH-ПРОТОКОЛ

RUSH-protocol (**R**apid **U**ltrasound for **S**hock and **H**ypotension) – экстренный ультразвуковой протокол для оценки пациента в шоковом состоянии и гипотензии.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Выявление причины шоковых состояний, протекающих с острой одышкой, нестабильной гемодинамикой, в ургентной практике врача часто является сложной задачей даже для самого опытного специалиста.

У пациентов в критическом состоянии часто сложно или невозможно собрать анамнез. На физикальное обследование тратится время, которое чаще всего не дает окончательных диагностических результатов.

Быстрая фокусированная УЗ-оценка является полезным инструментом для быстрой дифференцировки причин гипотензии и/или шока и помогает клиницисту своевременно начать адекватное лечение пациента в критическом состоянии, не дожидаясь дальнейших стандартных диагностических исследований.

Для успешного применения методики сканирования по принципу RUSH-протокола необходимо знание базовых протоколов, таких как фокусное УЗИ сердца (фокусный эхо-протокол), УЗИ легких (BLUE-протокол), eFAST-протокол, а также ультразвуковое сканирование сосудов.

Данный подход при проведении сонографического исследования по принципу RUSH-протокола структурирует полученную диагностическую информацию и позволяет быстро дифференцировать тип шока или респираторной недостаточности, помогает быстро получить точный диагноз в критических ситуациях, которые всегда имеют возможность клинического разрешения в напряженной обстановке.

Рекомендуется для достижения хороших диагностических результатов по методике **POCUS (Point-Of-Care UltraSound – УЗИ в нужное время в нужном месте)** пройти соответствующую подготовку, тренинг и отработку клинических кейсов.

Показания к проведению RUSH-протокола

Применяется у пациентов с нестабильной гемодинамикой, шоком и остановкой сердца, острой дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточностью.

Позволяет быстро оценить кардиопульмональный статус и интраваскулярный объем жидкости у пациента с недифференцированной одышкой или нестабильной гемодинамикой.

RUSH-протокол позволяет выявить сердечную или легочную причину высокого либо низкого центрального венозного давления, быстро дифференцировать сердечную недостаточность от легочной при декомпенсации или относительной компенсации хронических заболеваний сердца либо легких.

«Чем тяжелее патология, тем легче ее обнаружить»

Жизнеугрожающая патология почти всегда совершенно очевидна при УЗИ (так как ее легче обнаружить). И поэтому она может быть быстро диагностирована неспециалистами в сонографии, прошедшими соответствующее сертифицированное обучение.

Например:

- пневмоторакс, который вызвал жизнеугрожающий респираторный дистресс, не может быть маленьким;
- отек легких сердечного генеза вызывается тяжелой патологией сердца, которая хорошо очевидна при УЗИ, и поэтому ее легче обнаружить;
- тромбоэмболия легочной артерии, приведшая к шоку, достаточно быстро визуализируется, так как вызывает дилатацию правых камер сердца и нижней полой вены.

Быстрый ответ на клинические вопросы

При целенаправленном УЗИ в ургентной практике врача специфические УЗ-признаки позволяют дать быстрый ответ на специфические клинические вопросы.

Есть или нет сердечная деятельность?

Есть или нет перикардальный выпот и тампонада?

Есть или нет левожелудочковая сердечная недостаточность?

Есть или нет правожелудочковая сердечная недостаточность?

Есть или нет пневмоторакс?

Есть или нет отек легких?

Есть или нет гиперволемия?

Есть или нет гиповолемия (источники кровотечения)?

Для получения достаточной информации в концепцию RUSH-протокола входят eFAST-протокол и УЗИ легких (с целью диагностики или исключения внутрибрюшного кровотечения, разрыва абдоминальной аорты, тромбоэмболии легочной артерии, сепсиса).

Кто может выполнять

Могут выполнять врачи любой специальности (врачи скорой помощи, анестезиологи-реаниматологи, хирурги, терапевты, педиатры, неонатологи, семейные врачи и др.), прошедшие соответствующее сертифицированное обучение, которые сталкиваются с гемодинамическими проблемами или одышкой в ежедневной клинической практике.

Достоинства

- Не требуется длительное обучение ультразвуковому исследованию.
- Доступен и понятен для медицинского персонала.
- Курс обычно составляет 2 дня.
- Полученные знания легко выполнимы на практике.

Этапы выполнения

Для диагностики причины жизнеугрожающего состояния, гипотензии, острой дыхательной недостаточности RUSH-протокол разделен на три последовательных диагностических блока.

1. Исследование сердца.
2. Выявление возможных источников внутрибрюшного и внутригрудного кровотечения, УЗИ легких (FAST- и BLUE-протокол).
3. Исследование сосудов.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРДЦА

Проводится из грудного и абдоминального доступа (позиции А, В, С), что позволяет получить стандартные ультразвуковые сканы и провести их оценку.

А) Парастернальный доступ по длинной и короткой оси.

В) Субкостальный доступ.

С) Апикальный доступ (4-камерная позиция).

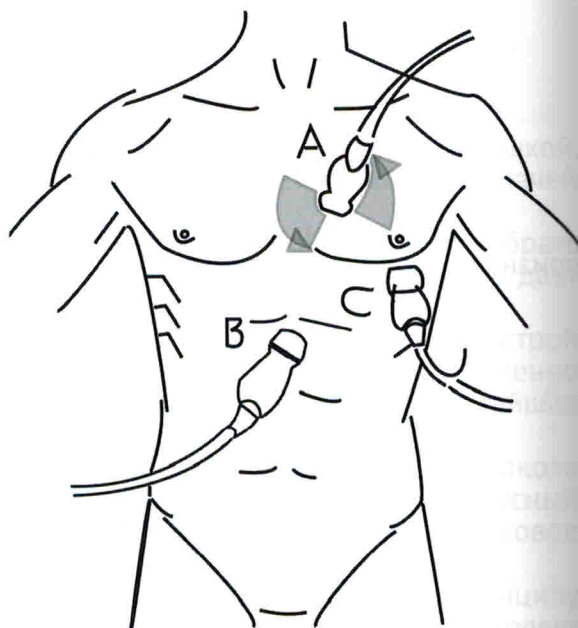


Рис. 3.121

Существуют 2 уровня: базовый и расширенный.

При **базовом уровне** применяется минимальное количество сканов, полученных из 1–2 ультразвуковых позиций, в В-режиме. Для анализа полученных данных используют только визуальную оценку, без измерений. Используется предустановка Abdominal или Cardiac. **Длительность исследования 1–2 мин.**

Обычно базовый уровень выполняется пациентам в критическом состоянии, которым проводятся реанимационные мероприятия (когда чаще всего невозможно провести более расширенное эхокардиографическое исследование, но можно получить 1–2 полезных сердечных скана).

При **расширенном уровне** увеличивается количество ультразвуковых окон (3–4) и плоскостей сканирования сердца. Расширенный протокол включает не только целенаправленное исследование размеров правых и левых камер сердца, функцию левого и правого желудочков, диагностику перикардального выпота, но также и диагностику тяжелых клапанных регургитаций с помощью цветового доплера, также выполняются некоторые кардиологические измерения (фракция выброса ЛЖ, оценка диастолической функции ЛЖ, ударный выброс). Используется предустановка Cardiac. **Длительность исследования от 5 до 10 мин** (быстрая фокусирующая эхокардиографическая оценка).

Основные ответы

- Подтверждение наличия или отсутствия сердечной деятельности (подтверждение асистолии).
- Оценка наличия или отсутствия перикардального выпота, тампонады.
- Оценка размеров левых и правых камер сердца.
- Оценка функции ЛЖ.
- Оценка функции ПЖ.
- Оценка состояния клапанного аппарата (скрининг тяжелой клапанной регургитации с помощью цветового доплеровского исследования).

Техника выполнения

При выполнении протокола предпочтительнее секторный датчик (кардиологический), но возможно выполнение и абдоминальным датчиком. В ургентных ситуациях, для сокращения времени выполнения протокола, удобно выполнять быстрое сканирование одним датчиком всех зон интереса.

При выявлении сердечной причины гемодинамической нестабильности или одышки используем секторный (кардиальный) датчик, так как секторный датчик с кардиологической установкой позволяет лучше визуализировать быстро движущиеся структуры сердца, также его особенности обеспечивают хороший доступ при исследовании через межреберные промежутки.

Если отсутствует кардиологический датчик, то при использовании абдоминального датчика должна быть включена кардиологическая программа (в меню Exam выбрать Cardiac). При этом автоматически настраиваются все параметры (предустановки) для кардиологического исследования, влияющие на качество изображения во всех режимах сканирования, включая цветной доплер, кардиологический пресет позволяет выполнить некоторые измерения при расширенном исследовании, используя при этом абдоминальный датчик.

Ориентация метки датчика и метки на экране

Для того чтобы получить определенные эхокардиографические сканы, необходимо знать точки исследования (доступы) и направления датчика.

При ориентации и направлении скана используется метка на датчике.

ОСНОВНЫЕ ДОСТУПЫ (ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ОКНА) ПРИ СКАНИРОВАНИИ СЕРДЦА

При фокусном исследовании сердца применяются 3 доступа:

1. Парастеральный.
2. Апикальный.
3. Субкостальный.

Парастеральный доступ

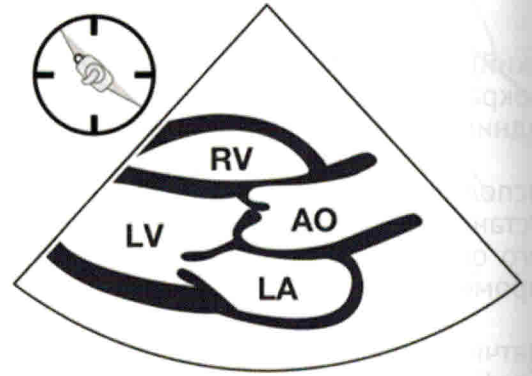
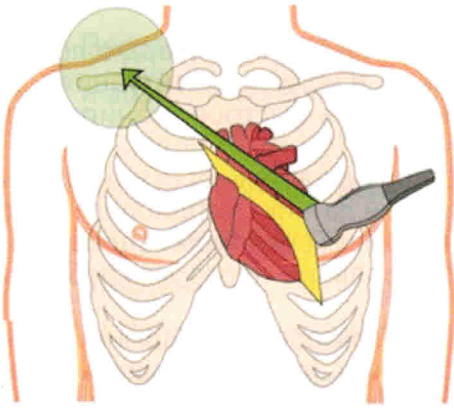


Рис. 3.122

Апикальный доступ

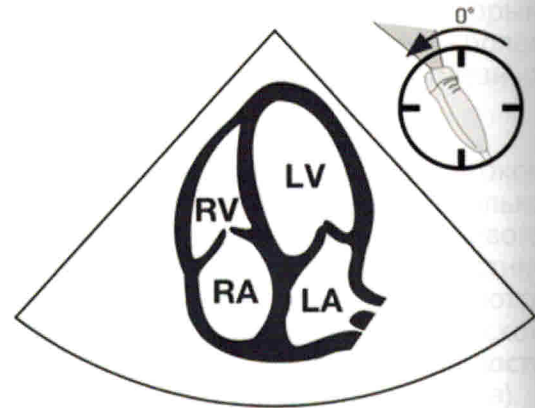
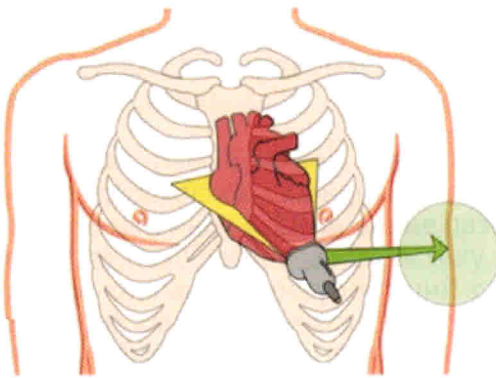


Рис. 3.123

Субкостальный доступ

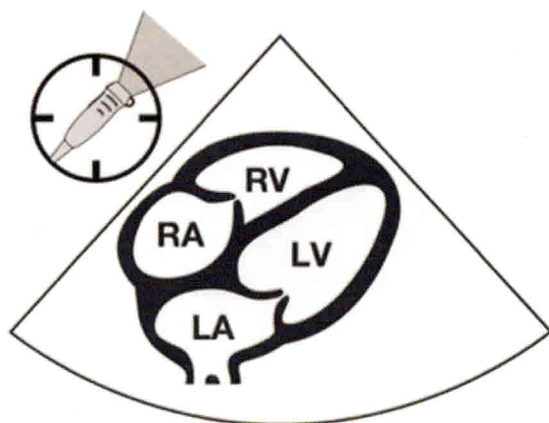
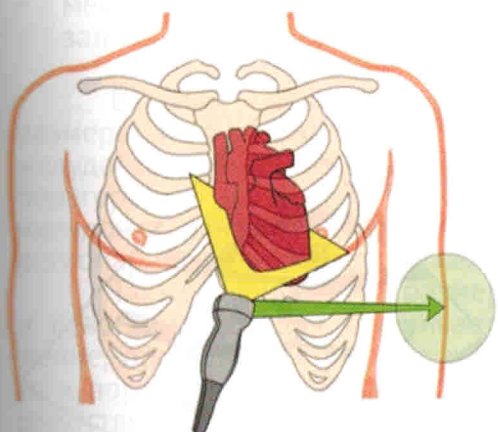


Рис. 3.124