



Военно-медицинская Академия
им. С.М. Кирова

Кафедра рентгенологии и радиологии
(Санкт-Петербург)

Латышева А. Я., Романов Г. Г.,
Емельянцев А. А., Кушнарев С. В.,
Мясищева А. Б., Моисеев К. К.

Основы УЗИ-ассистированного осмотра
и фокусированного ультразвукового исследования
в оценке пациентов с политравмой

Учебное пособие



Нордмедиздат
Санкт-Петербург
2026

Латышева А. Я., Романов Г. Г., Емельянец А. А., Кушнарв С. В., Мясичева А. Б., Моисеев К. К. Основы УЗИ-ассистированного осмотра и фокусированного ультразвукового исследования в оценке пациентов с политравмой. Учебное пособие. СПб.: ВМедА – Нордмедиздат, 2026. – 96 с.

Политравма остается одной из ведущих причин смертности и инвалидизации среди лиц трудоспособного возраста. В условиях дефицита времени на принятие решений и ограниченных возможностей проведения КТ-исследований на догоспитальном этапе, фокусированное ультразвуковое исследование (в частности, протоколы FAST и eFAST) становится «золотым стандартом» первичной диагностики. Внедрение УЗИ-ассистированного осмотра — это современный тренд, позволяющий врачам любых специальностей (хирургам, реаниматологам, врачам скорой помощи) быстро верифицировать жизнеугрожающие состояния: внутрибрюшное кровотечение, гемоперикард, пневмоторакс. В связи с этим выход учебного пособия, систематизирующего данные подходы, является своевременным и востребованным. Пособие имеет логичную, практико-ориентированную структуру. Вводная часть посвящена базовым принципам ультразвуковых исследований по лимитированным протоколам. УЗИ-ассистированный осмотр рассматривается как дополнение к клиническому статусу. Комплексное ультразвуковое исследование внутренних органов — один из наиболее информативных методов верификации анатомического характера травмы. Пособие успешно решает задачу формирования компетенций, необходимых для быстрой медицинской сортировки при массовом поступлении пострадавших. Последовательно раскрывается место ультразвукового метода исследования в Программе Расширенного жизнеобеспечения при травме (ATLS), включая оценку проходимости дыхательных путей (A. Airway), дыхания (B. Breathing), кровообращения (C. Circulation), неврологического дефицита (D. Neurologic Disability). Описывается методика и техника ультразвуковой визуализации дыхательных путей, выполнения BLUE-протокола, FAST-протокола, расширенного FAST-протокола, фокусированной эхокардиографии (FATE), ультрасонографии мозга. Учебное пособие предназначено для слушателей дополнительного профессионального образования повышения квалификации и профессиональной переподготовки по специальности «Ультразвуковая диагностика». Важно, что материал изложен доступным языком, что делает его полезным не только для узких специалистов по УЗИ, но и для анестезиологов-реаниматологов, хирургов и врачей скорой медицинской помощи. К достоинству пособия следует отнести его направленность на практические навыки. В отличие от фундаментальных руководств, данное издание сфокусировано на том, что должен делать врач у постели больного.

© Коллектив авторов: Латышева А. Я.,
Романов Г. Г., Емельянец А. А., Кушнарв С. В.,
Мясичева А. Б., Моисеев К. К. , 2026
© Нордмедиздат, 2026

ISBN 978-5-98306-177-4

Оригинал-макет подготовлен в издательстве «Нордмедиздат»
199004, Санкт Петербург, Биржевой пер., д. 1/10
www.nordmedizdat.com www.litcenterspb.com 8 (921) 934-79-05.

Рецензент: Труфанов Геннадий Евгеньевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования Национального медицинского исследовательского центра имени В.А. Алмазова.

Авторы:

1. **Латышева Анастасия Яковлевна** — кандидат медицинских наук, доцент кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова.

2. **Романов Геннадий Геннадиевич** — кандидат медицинских наук, доцент кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова.

3. **Емельянец Александр Александрович** — кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова.

4. **Кушнарев Сергей Владимирович** — кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова.

5. **Мясищева Анна Борисовна** — кандидат медицинских наук, врач ультразвуковой диагностики, заведующая отделением ультразвуковой диагностики клиники рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова.

6. **Моисеев Константин Константинович** — старший ординатор клиники рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова.



Введение

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения РФ № 557 Н от 08.06.2020 г. экспертное ультразвуковое исследование разрешено выполнять исключительно врачу, прошедшему специализацию по ультразвуковой диагностике (1). Только такой специалист, имеющий сертификат по инструментальной диагностике, вправе оформлять письменное заключение в виде отдельного протокола с количественными показателями и их интерпретацией. Однако в экстренных ситуациях, в частности при оказании помощи в отделении экстренной и неотложной помощи, когда технически невозможно дождаться специалиста, обладающего компетенциями для проведения экспертного ультразвукового сканирования, оптимальным клиническим решением становится УЗИ-ассистированный осмотр. Для такого ассистированного осмотра достаточно качественной или полуколичественной оценки базовых параметров, которые можно описать с помощью специфических синдромов и признаков, дополняющих общий клинический осмотр, и выполняется это непосредственно у постели больного. Исследование, проведенное лечащим врачом, не может быть оформлено как отдельный протокол УЗИ. Когда ультразвук служит дополнением, расширяющим возможности клинического осмотра, его результаты вносятся в историю болезни — в дневник или протокол обхода — как отражение объективного статуса. Форма изложения не регламентирована и подразумевает интерпретацию данных врачом, проводившим исследование. Интерес к широкому внедрению УЗИ-ассистированных осмотров в клиническую практику связан с широким распространением мобильного и карманного ультразвукового оборудования. Преимуще-

ства мобильных ультразвуковых устройств заключаются в их компактности и возможности немедленного применения при осмотре пациентов в отделениях интенсивной терапии, у постели больного. Мобильные ультразвуковые системы позволяют проводить базовый комплексный анализ в 2D-режиме, М-режиме и режиме цветового доплеровского картирования.



Рис. № 1. УЗИ-аппарат начального класса IuStar 160 United Imaging Healthcare.

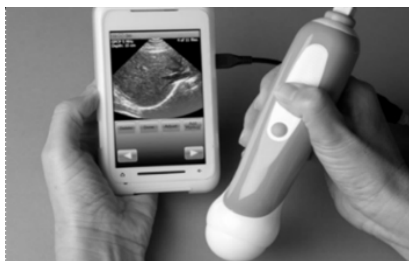


Рис. №2. Компания Mobisante создала отличный гаджет для медиков – специальный смартфон, который может быть монитором для отображения ультразвукового исследования.

Крайне важно осознавать границы возможностей УЗИ-ассистированных осмотров. По существу, исследование по ограниченному протоколу представляет собой инструмент для принятия решений или вспомогательную манипуляцию. Проведение осмотра с помощью ультразвукового датчика не требует профессиональной переподготовки по инструментальной и лучевой диагностике — достаточно курса обучения в рамках основной специальности. Во многих странах ультразвуковые методы стали неотъемлемой составляющей неотложной помощи. В связи с этим сегодня для специалистов ультразвуковой диагностики разработаны собственные протоколы, применяемые в экстренной медицинской помощи: FAST, FEEL, POCUS, BLUE. FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) — прицельная сонография при травме. Это быстрое ульт-

развучковое сканирование занимает менее 5 минут и позволяет выполнять процедуру на месте, не транспортируя пациента в больницу. FAST-протокол обладает высокой чувствительностью и специфичностью, ускоряет оказание помощи и может многократно повторяться по мере необходимости. Фокусированная эхокардиография (focus/focused echo) — ультразвуковое исследование сердца «у постели больного» с использованием ограниченного числа доступов и позиций, нацеленное на выявление или исключение конкретного заболевания либо состояния (например, исключение тампонады сердца). FEEL (Focused Echocardiographic Evaluation in Life Support) — это фокусированная эхокардиографическая оценка при жизнеобеспечении. Как правило, данный протокол применяют при проведении сердечно-лёгочной реанимации. С помощью FEEL-протокола можно корректировать и улучшать реанимационные усилия, получая изображения во время кратких пауз между компрессиями грудной клетки. Даже в условиях столь жёстких временных рамок врач способен получить изображения диагностического качества. BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) — протокол ургентной сонографии лёгких при острой дыхательной недостаточности. При шоке и гипотензии применяется RUSH-протокол. Протокол PoCUS (Point of Care Ultrasound) — экстренное ультразвуковое исследование, проводимое непосредственно в месте оказания медицинской помощи. Чаще всего его используют в отделениях неотложной помощи и интенсивной терапии, однако современная мобильная аппаратура делает возможным проведение обследования в машине скорой помощи и даже в полевых условиях. Это общий протокол, объединяющий FAST, FEEL и другие, более узкие исследования. В рамках протокола PoCUS ультразвуковой специалист может выполнять все перечисленные процедуры или выбирать нужные, изменяя их последовательность. Полученная информация позволяет врачу быстро, точно и обоснованно принимать решения «здесь и сейчас», именно там, где необходима помощь (2). Фокусированная эхокардиография (focus/focused echo) — ультразвуковое исследование сердца «у постели больного» с ограниченным набором позиций, предназначенное для подтверждения или исключения конкретной патологии (например, тампонады сердца), — может выполняться не только специалистом по ультразвуковой и инструментальной диагнос-

тике, но и врачом клинической специальности, обладающим дополнительными компетенциями в области УЗИ, в точке оказания помощи (у постели пациента, в приёмном покое, на дому и т.д.) по лимитированному протоколу. Исследование проводится в 2D-режиме и режиме цветового доплеровского картирования с ограниченным количеством позиций. Оценка часто является качественной — с категоричным ответом (да/нет), а также может быть полуколичественной или количественной (3). УЗИ-ассистированный осмотр — это всегда дополнение к клиническому обследованию, расширенный клинический осмотр, позволяющий трактовать симптомы и синдромы, не описывая ультразвуковые параметры. Фокусный протокол — сжатое, краткое исследование, которое фиксирует основные патологические изменения либо их отсутствие и даёт ответ на конкретный клинический вопрос. Это компактное, но самостоятельное УЗИ, требующее более высоких профессиональных компетенций в ультразвуковой диагностике, чем ассистированные осмотры. Основной целью такого исследования служит выявление ряда крупных синдромов (например, дилатации левых или правых камер сердца, гиповолемии, патологического шунтирования крови и др.) либо проведение дифференциальной диагностики между большими группами заболеваний или синдромов с ответом «да/нет» как в плановой, так и в неотложной и экстренной ситуации. Фокусный протокол может быть реализован на всех типах ультразвуковых сканеров.



Место ультразвукового метода исследования в Программе Расширенного жизнеобеспечения при травме

ATLS – это Программа Расширенного жизнеобеспечения при травме (4). Фундаментальный принцип этого подхода состоит в определении приоритетов на основе степени угрозы для жизни. Он подчёркивает концепцию, согласно которой реанимацию пострадавшего с травмой можно успешно проводить без окончательного диагноза. Принципы ATLS связаны с понятием тримодального распределения летальных исходов при политравме. Смерть от травм наступает в один из трёх периодов, или пиков, и зависит от тяжести полученных повреждений (5). Выделяют три смертельных пика: первые секунды после травмы, «золотой час» (первые сутки) и отсроченный пик (несколько недель). Основные причины смерти: травмы, несовместимые с жизнью, полиорганная недостаточность, инфекционные осложнения. Концепция ATLS подразумевает последовательное выявление и коррекцию нарушений в ходе первичного обследования в соответствии со схемой A,B,C,D,E. Суть данного протокола заключается в методичном соблюдении очерёдности действий, что сводит к минимуму риск пропустить повреждения или недооценить выраженность физиологических нарушений. При поступлении тяжёлых травматических повреждений и тяжесть состояния пациента оценивают по шкалам AIS и ISS (6). В 10-м издании ATLS ультразвуковое исследование по-прежнему определяют как «дополнительную методику» к первичному обследованию. Учитывая, что УЗИ демонстрирует большую эффективность по сравнению с традиционными приёмами первичного осмотра (например, аускультацией), большинство медицинских работников спорят о том, что УЗИ необходимо считать неотъемлемым компонентом первичного осмотра. Показано, что польза УЗИ при травмах различается в популя-

циях стабильных и нестабильных пациентов. У нестабильных пациентов УЗИ определяет немедленное принятие решений и вмешательства, потенциально сохраняя жизнь, тогда как у стабильных пациентов оно ускоряет лечение, сокращает потребность в дополнительных методах или полностью заменяет их, а также повышает степень информированности медицинского персонала (7). Ультразвуковые методики используются в виде алгоритмов при четырёх основных сценариях, характерных для травм: 1) проникающая травма у нестабильного пациента; 2) тупая травма у нестабильного пациента; 3) проникающая травма у стабильного пациента; 4) тупая травма у стабильного пациента. Комплексное ультразвуковое исследование внутренних органов — один из наиболее информативных методов верификации анатомического характера травмы. Помимо высокой информативности, важным его преимуществом является возможность выполнения исследования у пациента в тяжёлом состоянии *ex tempore*, в том числе в динамике, без необходимости транспортировки (непосредственно в операционной, реанимации или приёмном покое). УЗИ служит значимым методом инструментальной диагностики при травмах грудной клетки, плевральных полостей, сердца и средостения. С его помощью визуализируют жидкость и воздух в плевральной полости, экстраплевральные гематомы, повреждения диафрагмы, жидкость в полости перикарда, инородные тела. Достоинством УЗИ является способность не только выявить жидкость или воздух, но и количественно оценить их объём. Современное УЗИ с доплерографией — наиболее простой и доступный метод диагностики повреждений сердца и магистральных сосудов средостения и корня лёгкого. Принимая во внимание, что УЗИ эффективнее традиционных методов первичного обследования (например, аускультации), большинство врачей настаивают на том, чтобы считать УЗИ неотъемлемым компонентом первичного осмотра, отражающим реальную практику медработников, обученных ультразвуковым методам (8). Первичное обследование пациента с политравмой включает оценку и стабилизацию состояния по алгоритму A, B, C, D, E (Airway — проходимость дыхательных путей, Breathing — дыхание, Circulation — гемодинамика, Disability — неврологический статус, Exposure — внешний вид: температура, состояние кожных и слизистых покровов, Environmental control —

определение возможных угроз). Вторичное обследование проводят «с головы до ног» после первичной стабилизации, выборочно используя компьютерную томографию и другие методы визуализации (9). Опираясь на эти три основные группы, можно сформулировать ряд вполне достижимых медицинских целей при условии наличия определённых ресурсов во многих странах: обеспечение проходимости дыхательных путей для профилактики гипоксии, способной привести к смерти или необратимым; поддержание дыхания до тех пор, пока пациент не сможет нормально дышать самостоятельно; своевременное выявление и лечение пневмоторакса и гемоторакса; своевременная остановка кровотечения (наружного или внутреннего); распознавание шока и его незамедлительное лечение (внутривенная инфузионная терапия) до наступления необратимых последствий; уменьшение последствий черепно-мозговой травмы путём своевременной декомпрессии объёмных образований и предотвращения вторичного повреждения; своевременная диагностика и устранение повреждений кишечника и других повреждений брюшной полости; адекватное лечение потенциально инвалидизирующих повреждений конечностей; своевременное распознавание и оказание надлежащей помощи, включая раннюю иммобилизацию, при потенциально нестабильных повреждениях спинного мозга; инимизация последствий травм, приводящих к физическим недостаткам, с помощью соответствующих реабилитационных мероприятий (4).

А. Airway (дыхательные пути) в схеме ABCDE *Восстановление проходимости дыхательных путей*

Обеспечение проходимости дыхательных путей относится к критически важным элементам неотложной помощи. Первостепенная задача — точно диагностировать обструкцию или угрозу её развития, ликвидировать препятствие и поддерживать дыхание пациента. Некачественное восстановление проходимости дыхательных путей и вентиляции лёгких служит одной из ведущих предотвратимых причин летального исхода при травмах. Эндотрахеальная интубация показана пациентам с предполагаемым нарушением проходимости дыхательных путей, механики дыхания, оксигенации или вентиляции, а также при клинически значимых повреждениях ро-

тоглотки. Осложнения, связанные с поддержанием проходимости дыхательных путей, остаются наиболее угрожающими для жизни и здоровья пациента в практике анестезиолога-реаниматолога (10). Как правило, ультразвуковые методы визуализации верхних дыхательных путей используют лишь для подтверждения корректного положения эндотрахеальной трубки или, в редких случаях, для оценки анатомии трахеи при хирургических вмешательствах на дыхательных путях. УЗИ выступает безопасной и доступной альтернативой лучевым диагностическим методам и применимо как на догоспитальном этапе, так и при оказании квалифицированной помощи. Ультразвуковое исследование позволяет выявить те же предик-

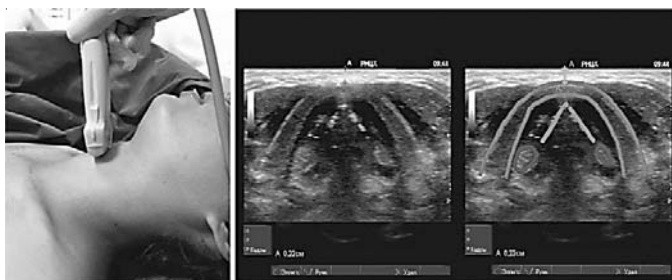


Рис. №3. Ультразвуковая визуализация дыхательных путей (рисунок авторов). Щитовидный хрящ; голосовые складки; черпаловидные хрящи; передняя комиссура; А-А — толщина мягких тканей (12).

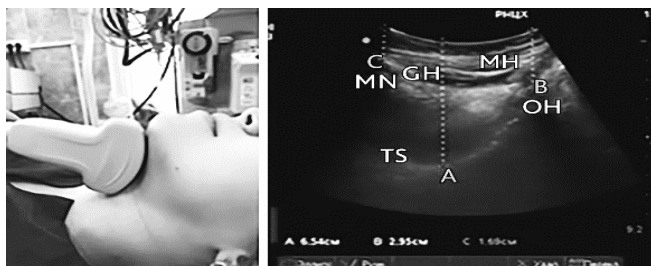


Рис. №4 УЗИ языка и диафрагмы полости рта (рисунок авторов). А — толщина языка; В — расстояние от подъязычной кости до кожи; С — расстояние от нижней челюсти до кожи; GH — подбородочно-подъязычная мышца; MH — челюстно-подъязычная мышца; MN — нижняя челюсть; OH — подъязычная кость; TS — поверхность язы-

торы трудных дыхательных путей, что и рентгенологические методики: толщину языка, толщину мягких тканей над голосовыми складками, длину надгортанника (11).

Из ультразвуковых предикторов расстояние от кожи до надгортанника (<18 мм) демонстрирует наиболее высокую чувствительность и специфичность в прогнозировании трудных дыхательных путей (13). Толщина мягких тканей от кожи шеи до надгортанника ≈ 3 см и толщина языка $>6,1$ см служат предикторами трудных дыхательных путей. Такие показатели, как толщина языка, расстояние от кожи до надгортанника или голосовых складок, удлинённый надгортанник, способны достаточно точно предсказывать затруднения на различных этапах обеспечения проходимости дыхательных путей — от вентиляции лицевой маской до ларингоскопии и интубации трахеи. Ультразвук может применяться для высокоточного и надёжного подтверждения положения эндотрахеальной трубки во время интубации. Прямая визуализация интубационной трубки в трахее возможна, но затруднена, поскольку её легко спутать с границей «ткань–воздух» или другими анатомическими структурами. Использование армированных трубок либо заполнение манжеты жидкостью существенно облегчает обнаружение интубационной трубки в трахее с помощью ультразвука, особенно при продольной позиции датчика.

Ультразвуковое исследование представляет собой самый быстрый способ распознавания интубации пищевода благодаря визуализации фе-

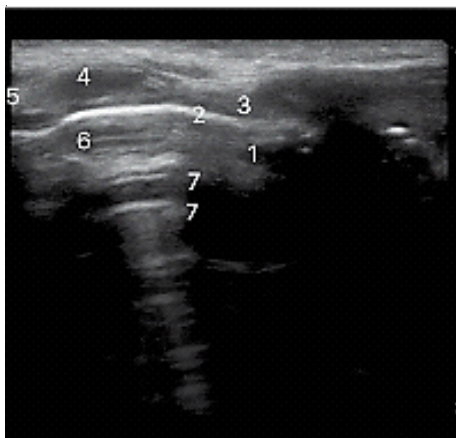


Рис. №5. Эндотрахеальная трубка в поперечной позиции с наполненной раствором манжеткой. 1 трахея, 2 граница ткань-воздух, 3 щитовидный хрящ, 4 перстневидный хрящ, 5 хрящевая часть кольца трахеи, 6 манжетка с раствором, 7 стенки трубки (12).

номена «двойного пути». Трансторакальный доступ служит одним из дополнительных методов подтверждения расположения эндотрахеальной трубки в трахее за счёт выявления феномена «скольжения» (слайдинга) плевральных листков.

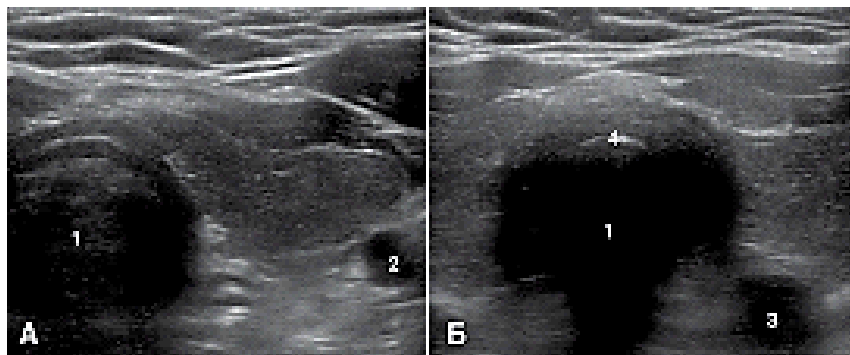


Рис. №6. Супрастернальная позиция. Интубация пищевода. Феномен «двойного пути». (Датчик размещен поперечно по средней линии на уровне грудинной выемки с индикатором, обращенным в левую сторону пациента); А – пищевод не визуализируется, Б – ультразвуковая картина интубации пищевода; 1 трахея, 2 сонная артерия, 3 пищевод (полость пищевода визуализируется из-за нахождения в нем интубационной трубки), 4 граница ткань воздух (12).

B. Breathing (дыхание) в схеме ABCDE

Необходимо определить наличие подкожной эмфиземы или смещения трахеи. Задача обследования — выявление шести жизнеугрожающих состояний: обструкции дыхательных путей, напряжённого пневмоторакса, массивного гемоторакса, открытого пневмоторакса, флотирующего перелома рёбер, ушиба лёгкого и гемотампонады сердца. Закрытый пневмоторакс вызывается тупой травмой либо переломом рёбер с повреждением лёгкого, при котором отсутствует сообщение между внешней средой и плевральной полостью. Осложнения: коллапс лёгкого; вентиляционно-перфузионные нарушения (кровоток сохранён, но вентиляция отсутствует). УЗИ является более чувствительной методикой обнаружения пневмоторакса, чем рентгенография грудной клетки в положении стоя; пневмо-

торакас можно подтвердить, выявив лёгочную точку, или исключить при наличии нормального скольжения лёгкого, В-линий или иного рисунка в лёгких, не сопровождающегося появлением А-линий. Несмотря на то что при отсутствии скольжения лёгкого могут наблюдаться ложноположительные результаты (апноэ, буллы, спайки), у нестабильных пациентов, для которых задержка постановки окончательного диагноза ведёт к росту осложнений и летальности, выявление отсутствия скольжения лёгкого должно служить немедленным показанием к дренированию плевральной полости (14). УЗИ позволяет с высокой точностью визуализировать гемоторакс, однако чувствительность метода зависит от квалификации врача. Вместе с тем метод не даёт возможности полно оценить изменения в грудной полости из-за недоступности некоторых отделов плевральной полости и затухания сигнала в воздушной среде (лёгкое, пневмоторакс). Всем пациентам со свернувшимся гемотораксом рекомендуется выполнять торакоцентез и/или дренирование плевральной полости для оценки характера отделяемого (15).

Первоначально протокол FAST разрабатывался для диагностики внутрибрюшных кровотечений и гемоперикарда через субкостальное окно. Со временем исследование расширили, включив в него оценку грудной клетки на предмет пневмоторакса и



Рис. №7. Верхняя BLUE точка на практике



Рис. №8. Нижняя BLUE точка на практике



Рис. №9. PLAPS точка на практике

гемоторакса. УЗИ грудной клетки — это прикроватная, динамичная, быстрая, неинвазивная методика. Ультразвук является методом выбора для обследования пациентов с травмой грудной клетки, так как предоставляет детальную информацию о грудной стенке, лёгких, плевре, сердце и структурах средостения, а также сокращает число рентгенограмм грудной клетки и КТ-сканирований, выполняемых в отделениях интенсивной терапии. Однако из-за неспособности проникать в воздухосодержащие ткани врачи не могут использовать превосходные возможности УЗИ для оценки патологии субплевральных отделов лёгочной ткани (16).

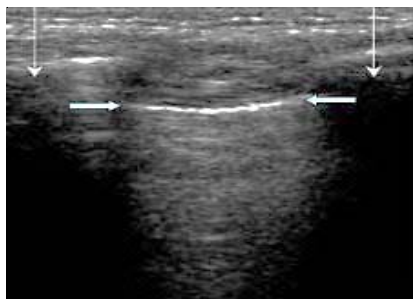


Рис. №10. Плевральная линия — линия плевры, имеющая вид гиперэхогенной линии, которая расположена сразу под ребрами.



Рис. №11. А-линии (повторяющиеся горизонтальные линейные артефакты)

При выполнении BLUE-протокола выделяют несколько зон исследования. Передняя зона ограничена парастеральной и передней подмышечной линиями, латеральная — передней и задней подмышечными линиями, задняя — задней подмышечной и паравerteбральной линиями. Сканирование передних точек даёт сведения об отёке лёгкого или пневмотораксе. Осмотр задних (заднелатеральных) точек предоставляет информацию об острой альвеолярной консолидации и/или плевральном выпоте. Все исследования лёгких проводятся в В-режиме; М-режим применяется дополнительно в сомнительных случаях, доплеровский режим используют редко. Допустимо использование микроконвексного датчика 5 МГц, конвексного датчика 5 МГц с установкой небольшой глубины сканирования, а также линейного датчика 7–10 МГц (17).

Нормальный интерфейс легкого с плеврой показывает скольжение легкого с В-линиями, которые выглядят как вертикальные хвосты кометы, спускающиеся с плевральной поверхности (17).

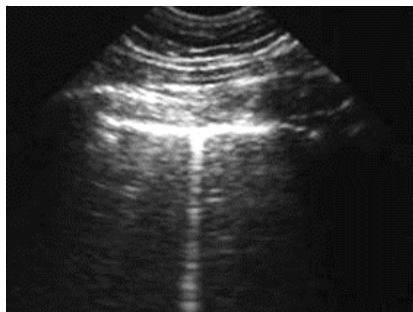


Рис. №12. В – линии – единичные (не более 3-х в одном межреберном промежутке) гиперэхогенные линейные вертикальные артефакты типа «хвост кометы»



Рис. №13. Феномен нормального скольжения легкого с В-линиями.

Сонографическими признаками пневмоторакса служат: исчезновение «скольжения лёгкого», отсутствие вертикальных артефактов (В-линий), множественные горизонтальные артефакты (А-линии) и «точка легкого». Также отмечается потеря лёгочного пульса — слабой осцилляции лёгкого, синхронной с сердечными сокращениями, что особенно важно при попытке отличить интубацию главного бронха (скольжение утрачено, но лёгочный пульс сохранён) от пневмоторакса (нет ни скольжения, ни

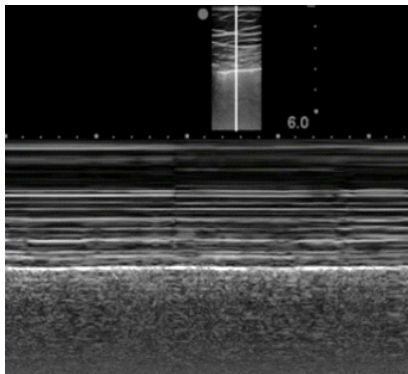


Рис. №14. В М-режиме видны классические признаки для серой шкалы изображений: признак морского берега, отражающий нормальное скольжение легких.

лёгочного пульса). Свободный внутригрудной воздух затем отражает падающие ультразвуковые волны, скрывая под собой висцеральную плевру. При напряжённом (клапанном) пневмотораксе повреждённые ткани лёгкого и/или бронхов выполняют роль клапана, препятствующего выходу вдыхаемого воздуха из плевральной полости, что приводит к стремительному нарастанию внутриплеврального давления и угрожающим жизни прогрессирующим острой дыхательной недостаточности по вентиляционному типу и острой сердечно-сосудистой недостаточности. Это происходит вследствие коллабирования лёгкого, смещения средостения в противоположную сторону, уменьшения объёма здорового лёгкого, сдавления и перегиба магистральных сосудов средостения, в первую очередь полых вен, что вызывает дефицит венозного притока крови к сердцу (18).

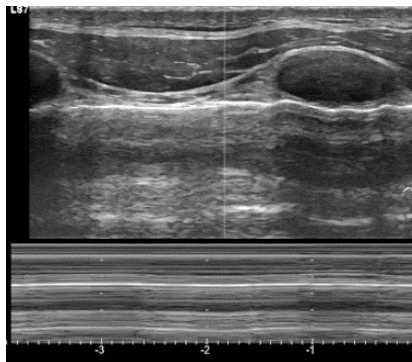


Рис. №15. Отсутствие «скольжения легкого», отсутствие вертикальных артефактов (В – линий), множественные горизонтальные артефакты (А-линии) в В-режиме. В М-режиме видны классические признаки для серой шкалы изображений: признак штрих-кода/знак стратосферы, характерный для пневмоторакса.



Рис. №16. Симптом стратосферы в М-режиме, вызванный отсутствием скольжения легкого по плевральной линии во время дыхания, что свидетельствует о пневмотораксе.

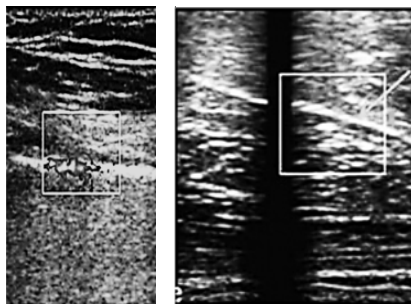


Рис. №17. Сравнение сигналов в режиме цветового доплеровского картирования на уровне плевральной линии – наличие в нормальном лёгком и отсутствие при пневмотораксе.

При неполном пневмотораксе, когда коллапс лёгкого не достиг тотального характера, в зоне скопления воздуха париетальная и висцеральная плевро разобщены, тогда как на остальном протяжении, где воздушная прослойка отсутствует, плевральные листки сохраняют контакт, и висцеральная плевро совершает обычное скольжение. Поэтому, последовательно смещая датчик по межреберью от передних отделов грудной клетки к латеральным, в направлении средней подмышечной линии, можно обнаружить точку, в которой начинается соприкосновение висцеральной и париетальной плевро: на вдохе листки будут смыкаться, а на выдохе — разобщаться

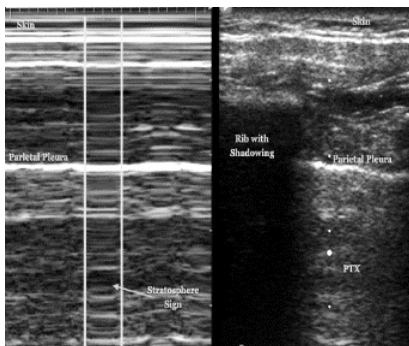


Рис. №18. При пневмотораксе М – изображение демонстрирует линейный, слоистый образец, расположенный над гиперэхогенной плевральной линией и отображает мягкие ткани передней грудной стенки и сходный линейный, слоистый образец под плевральной линией. Этот признак «barcode» - (штрих код) указывает на отсутствие скольжения легкого и означает наличие пневмоторакса.

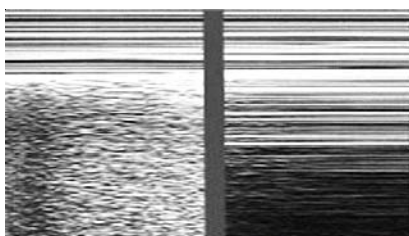


Рис. №19. Сравнение М – изображений нормального легкого с признаком «морского берега» и пневмоторакса с признаком «штрих кода».

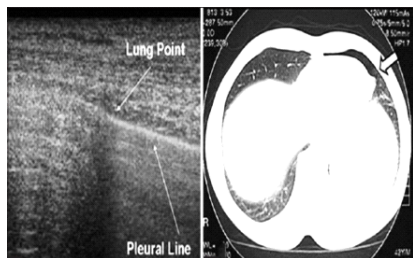


Рис. №20. Точка легкого.

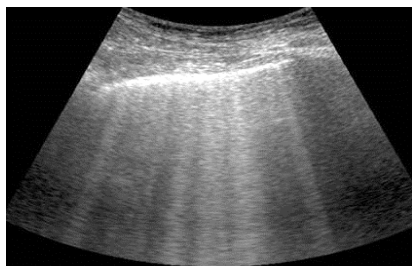


Рис. № 21. Чем более выражен отек легких, тем больше В-линий

жить ориентиром для последующей полуколичественной оценки объёма пневмоторакса. Выявить этот признак удаётся не при всех пневмотораксах (чувствительность составляет порядка 65%), особенно при обширном коллапсе лёгкого, когда скольжение полностью отсутствует на всём протяжении (19).

Сонографическими признаками интерстициального синдрома (отёка лёгких) служат: сохранное скольжение висцеральной плеврой («скольжение лёгкого»), линии В+ (маркеры лёгочного отёка). Множественные

слоем воздуха. Эта точка и представляет собой край пневмоторакса. Визуализация перехода от участка со скользящим лёгким к зоне с отсутствующим скольжением известна как признак «лёгочной точки» и обладает почти 100% специфичностью в диагностике пневмоторакса. Средняя подмышечная линия может слу-



Рис. №22. Альвеолярно-интерстициальный синдром (интерстициальный и альвеолярный отек) характеризуется диффузным «белым легким» («white lung»).

В-линии (три и более в пределах одного межреберья), сопровождающиеся скольжением лёгкого. Расстояние между линиями укорочено (3 мм и менее). С увеличением числа В-линий интервал между ними сокращается.

Интерстициальный синдром (отёк лёгких) может носить фокальный характер (при пневмонии, ушибе лёгкого) или быть диффузным (кардиогенный отёк лёгких, острый респираторный дистресс-синдром). К ультразвуковым признакам некардиогенного отёка лёгких относятся: утолщённая, неровная плевральная линия, ослабленное или отсутствующее «скольжение лёгкого», часто выявляемая консолидация лёгочной ткани, чередование участков альвеолярно-интерстициального синдрома с зонами здорового лёгкого, а также небольшой плевральный выпот (20). Ультразвуковые признаки кардиогенного отека легкого: плевральная линия имеет нормальный вид в виде ровной гиперэхогенной линии, с нормальным «скольжением легкого», консолидация легкого не характерна, признаки альвеолярно-интерстициального синдрома визуализируются диффузно, диффузное «белое легкое», большой плевральный выпот при кардиогенном отеке легких (чаще на фоне хронической застойной сердечной недостаточности), снижение сократимости левого желудочка (глобальной и регионарной), увеличение размеров левых камер сердца (дилатированы левые камеры сердца).

Флотирующие переломы рёбер (рёберный клапан) — при формировании переднего или переднебокового клапана наблю-



Рис. № 23. Некардиогенный отёк лёгких. Визуализируется утолщённая, неровная плевральная линия, ослабленное «скольжение лёгкого», мелкая консолидация лёгочной ткани, чередование участков альвеолярно-интерстициального синдрома с зонами здорового лёгкого.

дается парадоксальная подвижность грудной стенки. Это более чем в половине случаев приводит к острой дыхательной недостаточности, обусловленной в том числе ушибом лёгких и тяжёлыми повреждениями средостения, что вызывает необходимость респираторной поддержки. Перелом грудины возникает в результате прямого удара и сопровождается тяжёлую травму груди, поскольку данная кость разрушается лишь при значительном силовом воздействии. В 46% случаев рёберный клапан сочетается с ушибом лёгких, а в 70% с гемопневмотораксом. Гемоторакс часто наблюдается при проникающих ранениях и при закрытых травмах, сопровождающихся повреждением сосудов. Ультразвуковая диагностика альвеолярных субплевральных консолидаций базируется на «тканевом» признаке — визуализируемая лёгочная ткань сонографически напоминает печёночную (ультразвуковая «гепатизация» лёгкого), а также на признаке неровной, рваной границы. Эта глубокая граница консолидации выглядит как гиперэхогенная, неровная, прерывистая линия.

Сонографические проявления, характерные для пневмонии: исчезновение скольжения лёгкого из-за ограничения его экскурсии или спаяк, очаговый интерстициальный синдром (зона альвеолярной консолидации с линиями В+), парапневмонический плевральный выпот (ограниченный или базальный).



Рис. №24. Тканевой признак с гиперэхогенными неровными, рваными краями на границе со здоровой аэрированной тканью легкого. Поверхностная граница консолидации у плевральной линии — ровная линия легкого.

Тупая травма лёгочной паренхимы сопровождается скоплением крови в плевральной полости, т. е. гемотораксом. Свёрнутый гемоторакс формируется в течение 1–2 суток после остановки кровотечения в плевральную полость при закрытой травме груди. Образованию сгустков в нижних или задненижних отделах плевральной полости способствуют



Рис. № 25. Типичная альвеолярная консолидация (гепатизация ткани легкого), с выраженной неровной и рваной границей (черные стрелки), контактирует с нормальной аэрированной тканью легкого.



Рис. №27. Пневмония в нижней доле правого лёгкого с консолидацией и аэро-бронхограммой.



Рис. №26. Большая гипозоногенная зона пневмонической консолидации легкого, с неровными нижними краями на границе с нормальной аэрированной тканью легкого.



Рис. №28. Пневмоническая консолидация, анэхогенные трубчатые структуры, представленные жидкостью в бронхах или вдоль них, небольшой плевральный выпот.

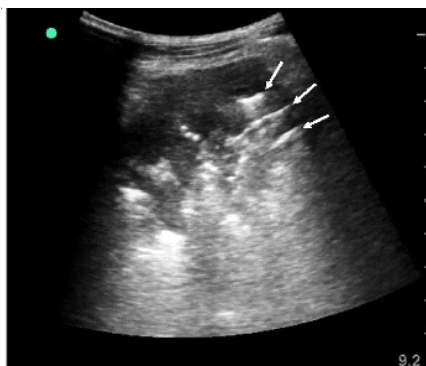
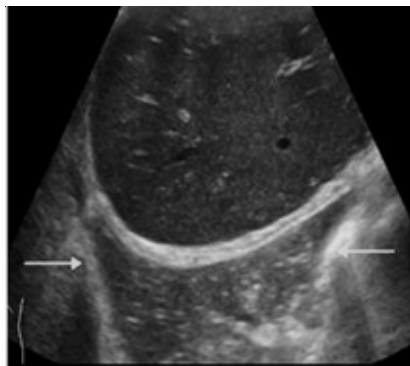


Рис. №29. Пневмония нижней доли правого лёгкого может имитировать артефакт зеркального отражения. Большая лобарная консолидация.

запоздавая диагностику и устранение гемоторакса, неполноценное дренирование и длительное нерасправление лёгкого. При повреждении крупных сосудов груди либо артерий грудной стенки, являющихся ветвями аорты и подключичной артерии, возникает продолжающееся внутриплевральное кровотечение. Мас-

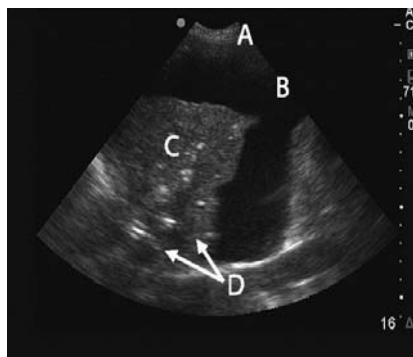


Рис. №30. Консолидация легкого с плевральным выпотом. А – грудная стенка; В – плевральный выпот; С – зона консолидации легкого, D – аэробронхограмма.

сивный, быстро нарастающий гемоторакс становится результатом травмы дуги аорты, легочного ствола, внутренней грудной артерии или межрёберной артерии (15). Его объём можно рассчитать, ориентируясь на расстояние между диафрагмой и нижним краем лёгкого: объём гемоторакса в миллилитрах равен измеренному в миллиметрах расстоянию, умноженному на 20.

Выявление гемоторакса даёт возможность врачам начать инфузию препаратов крови и плазмы, а также присту-

пить к подготовке к хирургическому вмешательству ещё до выполнения дренирования плевральной полости. Если объём гемоторакса, определённый по результатам УЗИ, превышает 1500 мл, необходима подготовка операционной; если же при дренировании плевральной полости получено более 1500 мл крови, то в максимально сжатые сроки требуется провести диагностическую торакотомию (21).

Ушиб лёгких развивается вследствие передачи кинетичес-

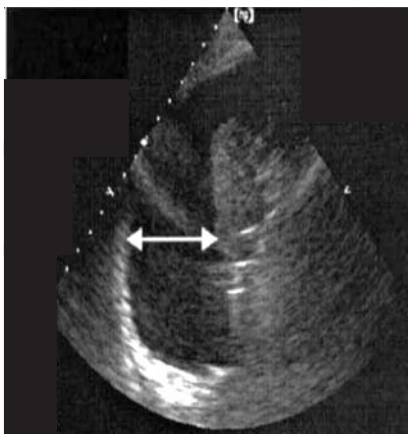


Рис №31. Визуализация жидкости в плевральной и перикардальной полостях. RV-правый желудочек, LV-левый желудочек, PE- жидкость в перикарде, PL – жидкость в плевральной полости.

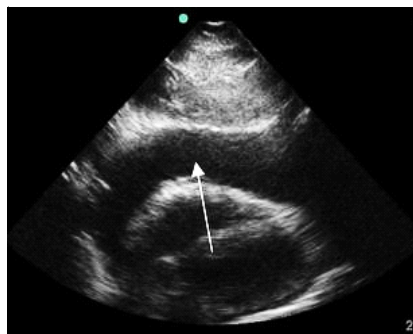


Рис. №32. Большой перикардальный вытот и менее крупный перикардальный вытот. Менее крупный следует считать клинически значимым у пациента с травмой, имеющего гемодинамическую нестабильность или проникающую торакальную травму. Пока не доказано обратное, любое количество перикардальной жидкости следует считать признаком развивающегося кровотечения из-за травмы сердца.

кой энергии с грудной стенки на лёгочную паренхиму. Эта травма является наиболее частым спутником переломов костей [9]. В зоне ушиба возникает кровоизлияние в лёгочную ткань и воспалительная реакция, прежде всего проявляющаяся отёком повреждённой паренхимы. Кровотечение и отёк вызывают серьёзные функциональные расстройства, в частности гипоксию, которая может вести к деструкции паренхимы, достигающей пика в первые 24 часа после травмы. К ультразвуковым признакам ушиба лёгкого относятся: очаговый интерстициальный синдром, участки консолидации в области повреждения; нередко в плевральной полости определяется жидкость (22).

C. Circulation (кровообращение) в схеме ABCDE. FAST протокол

В настоящее время протокол FAST интегрирован в рекомендации ATLS как обязательное стартовое обследование пострадавшего с тяжёлой травмой, которое выполняется параллельно с реанимационными мероприятиями (4). Эта программа действий направлена на совершенствование ведения пациентов с тяжёлыми повреждениями на этапе начальной оценки. Скопление крови в брюшной полости (гемоперитонеум) формируется в зоне повреждения, после чего кровь под действием силы тяжести перемещается в углубления перитонеальной полости. Когда пациент лежит на спине, свободная жидкость имеет тенденцию собираться в трёх потенциальных пространствах, определённых анатомией брюшины: гепаторенальном углублении, спленоренальном углублении и в малом тазу (у женщин — в Дугласовом пространстве, у мужчин — в ректовезикальном углублении). Жидкость в правом верхнем квадранте сначала обычно накапливается в кармане Морисона и лишь затем стекает вниз, в малый таз, через правый латеральный канал. Напротив, свободная жидкость в левом верхнем квадранте вначале стремится в левое поддиафрагмальное пространство, затем перемещается в спленоренальное углубление и оттуда спускается в таз по левому латеральному каналу. Левый латеральный канал уже правого и частично перекрыт диафрагмально-ободочной связкой, поэтому жидкость предпочитает двигаться по менее резистентному правому ка-

налу. Вследствие этого у лежащего на спине пациента наиболее вероятным местом скопления жидкости, независимо от локализации источника кровотечения, является карман Морисона. В то же время в целом у мужчин самым потенциальным резервуаром выступает ректовезикальное углубление, а у женщин — Дугласово пространство. Значительный объём крови может концентрироваться в малом тазу даже при отсутствии видимых скоплений непосредственно вокруг источника кровотечения (23). Протокол FAST осуществляется одновременно с клиническим осмотром, реанимацией и стабилизацией состояния травмированного пациента. Главная задача радиологов или сонологов заключается в быстром выполнении FAST для оперативного обнаружения свободной перитонеальной жидкости, гемоперикарда, гемоторакса и пневмоторакса, что необходимо для принятия неотложного решения о дальнейшей тактике ведения. Это быстрое исследование занимает 3–3,5 минуты (2–2,5 минуты на поиск жидкости в брюшной полости, перикарде и плевральных полостях, плюс одна минута на выявление пневмоторакса). Цель FAST-исследования — выявление свободной жидкости (как правило, крови) в перикардальном, плевральном или внутрибрюшинном пространствах, а также обнаружение пневмоторакса по отсутствию признака скольжения лёгкого. Ранее протокол FAST (Focused Abdominal Sonography for Trauma) включал только поиск свободной жидкости в животе; позже его дополнили оценкой жидкости в перикарде и плевральных полостях, а в последние годы — и выявлением пневмоторакса (Extended FAST — расширенный FAST). Некоторые специалисты также добавляют в протокол поиск интраперитонеального воздуха. При повреждениях кишечника или брыжейки кровь чаще скапливается между петлями кишечника (в межпетлевых пространствах), и на КТ такая жидкость принимает характерную треугольную форму — в отличие от травм печени и селезёнки, где жидкость обычно распространяется по периферии, вдоль околоободочных каналов, в таз и не задерживается между петлями. Необходимо также помнить, что даже существенные внутрибрюшные повреждения могут протекать без гемоперитонеума, поскольку внутрипаренхиматозные разрывы иногда не сопровождаются нарушением целостности капсулы (24). Непосредственно перед исследованием на тело пострадавшего быстро наносят гель на

все стандартные точки осмотра. Заблаговременное нанесение геля на все исследуемые позиции позволяет не отвлекаться во время сканирования и ускоряет процедуру. Обычно используют абдоминальный датчик с частотой 3,5–5,0 МГц. Мочевой пузырь пациента обязательно должен быть хорошо наполнен. Катетеризацию мочевого пузыря предпочтительнее проводить после завершения ультразвукового скрининга. Если FAST выполняется при уже катетеризованном мочевом пузыре, через катетер вводят 200–300 мл физиологического раствора. Когда исследование проводится до катетеризации, необходимо оценить наполнение мочевого пузыря, так как недостаточно наполненный пузырь служит частой причиной ложноотрицательных результатов. Хорошо наполненный мочевой пузырь облегчает обнаружение свободной жидкости в тазу и является обязательным условием при проведении FAST. В начале исследования можно бегло оценить адекватность наполнения пузыря. Если наполнение недостаточное, сразу же начинают введение жидкости через катетер, а сонолог тем временем исследует другие стандартные точки и в конце возвращается к тазу с уже наполненным пузырём. Если позволяют условия, верхнее освещение рекомендуется выключить, так как это повышает контрастность изображения и устраняет блики на экране. Цель прикроватного ультразвукового исследования при травмах двоякая: быстрое обнаружение свободной жидкости (обычно крови) в брюшном, перикардальном или плевральном пространстве и выявление пневмоторакса (25). Это особенно важно для самых нестабильных пациентов, когда принятие лечебных решений не может ждать результатов КТ или даже рентгенографии грудной клетки. FAST-исследование целенаправленно оценивает потенциальные пространства, где способна скапливаться свободная жидкость: перикард, правый верхний квадрант/гемидиафрагму, левый верхний квадрант/гемидиафрагму и малый таз. «Расширенная» часть теста EFAST позволяет выявить пневмоторакс путём наблюдения за скольжением лёгочной плевры. Скользящий феномен возникает, когда париетальная плевра, выстилающая грудную стенку, движется вдоль висцеральной плевры, покрывающей лёгкое, при вдохе и выдохе.

При e-FAST-протоколе исследуются 8 стандартных точек:

1. Правый верхний квадрант;
 2. Правая плевральная полость;
 3. Поиск пневмоторакса справа;
 4. Поиск пневмоторакса слева
- ведется поиск жидкости в гепаторенальном кармане
- ведется поиск жидкости в плевральной полости
- в верхней части грудной клетки
- справа ведется поиск пневмоторакса.
- в верхней части грудной клетки
- справа ведется поиск пневмоторакса
- ведется поиск жидкости в плевральной полости;

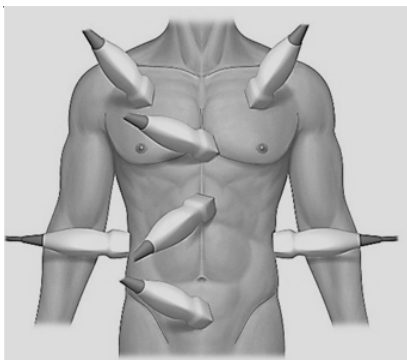


Рис. № 33. 8 стандартных точек e-FAST-протокола

5. Левая плевральная полость;
 6. Левый верхний квадрант
- ведется поиск жидкости в спленоренальном кармане;
7. Надлобковая область
- поиск жидкости в тазу;
8. Субкисфoidalная область
- ведется поиск жидкости в перикарде.

Технология определение жидкости правом верхнем квадранте

При сканировании правого верхнего квадранта выполняют поиск жидкости в гепаторенальном кармане и правой плевральной полости. Поиск жидкости в кармане Морисона: начинать поиск свободной жидкости в брюшной полости рекомендуют именно с кармана Морисона, поскольку гепаторенальный карман является наиболее ранним и частым местом скопления крови при тупой травме живота. FAST-исследование может быть результативно выполнено с использованием ограниченного числа плоскостей сканирования, так как его задача — выявить свободную жидкость, а не провести детальное изучение вовлечённых органов. Благодаря такому подходу методика FAST проще в освоении и требует меньше времени. Исследование проводят в положении пациента лёжа на спине с применением датчика фазированной решётки или конвексного датчика. Ультразвуковой аппарат настраивают на режим FAST или абдоминальный режим, при этом индикатор на экране располагается слева. Нормальные результаты демонстрируют корректную анатомию

и отсутствие внутрибрюшинной или внутригрудной жидкости. В нормальном лёгком должны определяться признаки скопления. Свободная жидкость на экране выглядит угольно-чёрной и стремится накапливаться в наиболее низко расположенных отделах, окружая органы. Интерпретация результатов FAST-исследования включает осмотр зон скопления свободной жидкости по соседству с этими органами. При наличии свободной жидкости в брюшинной полости и её накоплении в кармане Морисона печень и правая почка оказываются разделены анэхогенным промежутком — от тонкой анэхогенной полоски при малом количестве жидкости до значительного разобщения органов большим объёмом жидкости, заполняющей карман Морисона. При оценке правого верхнего квадранта на предмет свободной жидкости, помимо кармана Морисона, необходимо исследовать и пространство, окружающее печень, особенно в случаях, когда в самом кармане Морисона жидкость не выявлена (26).

Технология определение жидкости в левом верхнем квадранте

При оценке левого верхнего квадранта выполняется поиск жидкости в околосолезёночном пространстве и левой плевральной полости. Выявление жидкости в левом верхнем квадранте с наибольшей вероятностью указывает на повреждение селезёнки. Осмотр околосолезёночной области — самый сложный этап протокола FAST. В отличие от правого верхнего квадранта, левый верхний квадрант сканируют по задне-подмышечной линии и несколько выше: датчик позиционируют по левой задне-подмышечной линии между 8 и 11 ребрами. Основное внимание следует уделять поиску жидкости в спленоренальном кармане (между селезёнкой и левой почкой), однако обязательно оценивают всё околосолезёночное пространство, и в первую очередь левое поддиафрагмальное углубление (между селезёнкой и диафрагмой), поскольку оно часто служит местом скопления жидкости при сканировании левого верхнего квадранта.

Объём внутрибрюшной крови, выявляемый с помощью FAST, зависит от опыта оператора и качества получаемых проекций. Чтобы обеспечить максимальную чувствительность в обнаружении минимально возможного количества свободной жидкости, принци-

пиально важно получить чёткие изображения нескольких внутрибрюшинных зон. Качественно выполненный FAST-тест способен надёжно детектировать примерно 200 мл свободной интраперитонеальной жидкости, а при получении хороших изображений тазового отдела, что требует более высокого технического мастерства, могут быть обнаружены и меньшие объёмы (27). Перевод пациента в положение Тренделенбурга повышает чувствительность выявления свободной жидкости в кармане Моррисона (28). FAST-исследование практически идеально приспособлено для распознавания внутрибрюшного кровотечения, приводящего к шоку и требующего экстренной лапаротомии (29). Существуют две различные проекции сердца, которые можно получить в рамках FAST-протокола. Крайне важно освоить обе, поскольку у конкретного больного одна из них может быть легко получена, а другая — недоступна. Субсифоидальный четырёхкамерный доступ: датчик установ-



Рис. №34. Положение ультразвукового датчика для субсифоидальной проекции. Увеличение глубины изображения, приложение большего давления и побуждение пациента сделать глубокий вдох повысят шансы получить хорошее изображение



Рис. №36. Субсифоидальный вид сердца в В-режиме.

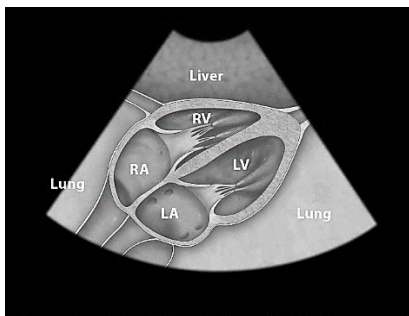


Рис. №3.5 Анатомия сердца с субсифоидальной проекции.

ливают в субкисфоидальную область, ориентируя индикатор датчика в сторону правого бока или правого плеча пациента, после чего наклоняют датчик по направлению к левому плечу.

К эхокардиографическим признакам тампонады сердца относят: диастолическое спадение стенки правого желудочка и/или систолическое спадение стенки правого предсердия, расширение нижней полой вены с отсутствием изменений её диаметра на вдохе либо недостаточным спадением (уменьшение диаметра нижней полой вены менее чем на 50% при вдохе), а также возрастание дыхатель-

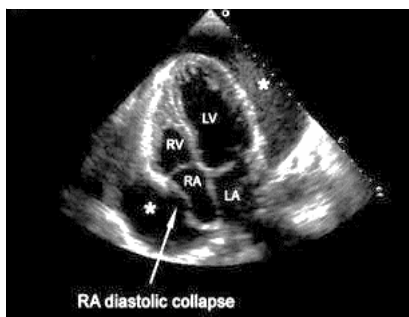
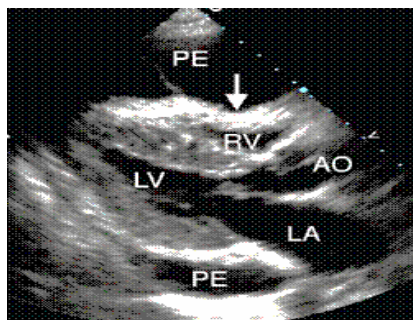


Рис. № 37 Тампонада сердца. диастолическое спадение стенки правого желудочка и систолическое спадение стенки правого предсердия.

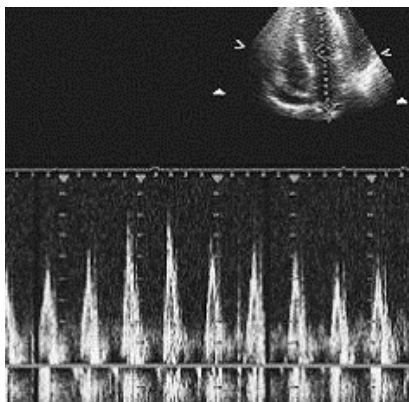
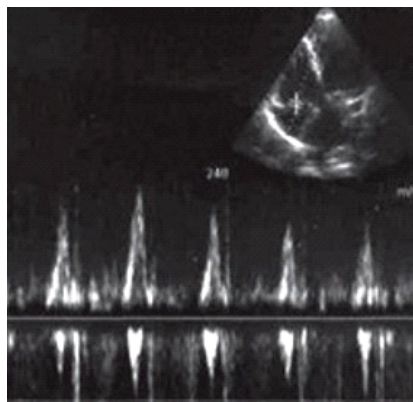


Рис. №38. Трансмитральный кровоток в норме и при тампонаде сердца.

ных колебаний транстрикуспидального и трансмитрального потоков при доплеровском исследовании (25).

Парастеральная проекция по длинной оси: датчик помещается слева от грудины в 4-м или 5-м межреберье, риска датчика в положении «10 часов» по направлению к правому плечу. Этот вид требует меньшей глубины и его легче получить у несотрудничающих пациентов.

При визуализации брюшной полости и нижних отделов грудной клетки у пациента, лежащего на спине, наиболее низко расположенным участком верхнего этажа брюшины служит пространство между печенью и правой почкой — так называемый карман Моррисона, а в нижнем этаже брюшины наиболее зависимой зоной является область позади мочевого пузыря у мужчин и позадииматочное пространство (Дугласов карман) у женщин. Для получения правой коронарной и межрёберной косой проекций: самым простым доступом к брюшной полости считается визуализация кармана Моррисона. Датчик размещают по средней подмышечной линии ориентировочно в восьмом—одиннадцатом межреберье, ориентируя индикатор датчика краниально.

Левая коронарная и межрёберная косая проекции зачастую являются самой трудной для получения абдоминальной плоскостью. Установите датчик по задней подмышечной линии ориентировочно в шестом—девятом межреберье, направив индикатор датчика краниально, — так фор-

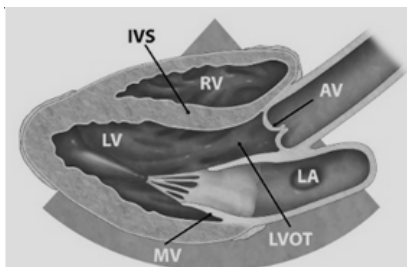


Рис. №39. Анатомия сердца в парастеральной проекции по длинной оси.

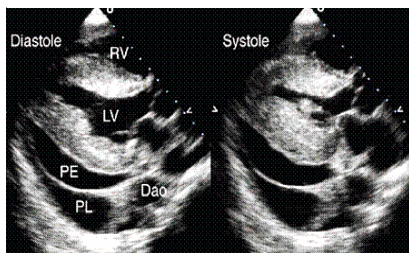


Рис. №40. Перикардальная и плевральная жидкости. <http://www.youtube.com/watch?v=X1E7OgOLzw0&feature=related> Ultrasound Detection of Pleural Fluid



Рис. №41. Положение зонда для правого верхнего квадранта/кармана Моррисона



Рис. №44. Положение зонда для оценки плевральной жидкости с правой стороны

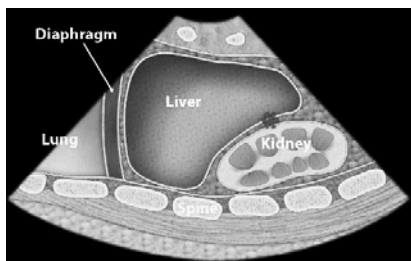


Рис. №42. Карман Моррисона ().*

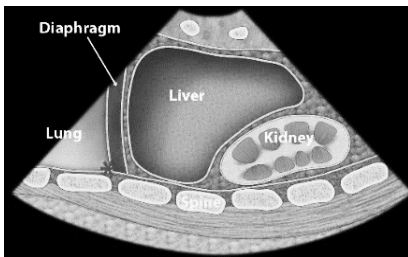


Рис. №45. Основание правой грудной полости, где скапливается свободная жидкость ().*



Рис. №43. Небольшое количество свободной жидкости. Вид кармана Моррисона.



Рис. №46. Положительный результат FAST-сканирования с жидкостью в брюшной полости выше печени

мируется коронарная проекция. Из этой позиции можно визуализировать зону соприкосновения селезёнки и левой почки. Свободная жидкость нечасто определяется непосредственно между селезёнкой и почкой; обычно она охватывает другие отделы селезёнки или располагается между селезёнкой и диафрагмой. Плевральный выпот выглядит как угольно-чёрная полоса либо треугольник сразу над диафрагмой.

Получить изображения органов малого таза сложнее, чем сним-



Рис. №47. Положительный результат FAST-сканирования со свободной жидкостью в брюшной полости, а также плевральным выпотом.



Рис. №48. Свободная жидкость в подпеченочном пространстве и кармане Морисона.



Рис. №49. Положение зонда для просмотра LUQ FAST

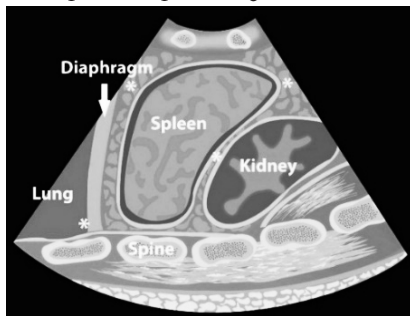


Рис. №50. Левый верхний квадрант, проекция EFAST, демонстрирующая места скопления интраплевральной свободной жидкости () и интрабdomи-
нальной свободной жидкости (вокруг селезенки)*

ки правого верхнего квадранта, однако, поскольку таз является наиболее низко расположенной областью брюшинного пространства, это наиболее вероятное место выявления свободной жидкости в брюшной полости. Датчик размещают по средней линии непосредственно краниально над лобковой костью, ориентируя индикатор датчика краниально. Из этой позиции, слегка смещая датчик в краниальном направлении, можно получить продольный вид таза (21).

Мочевой пузырь определяется сразу над лобковой костью и, как правило, доступен для визуализации даже при почти пустом состоянии.



Рис. №51. Положение зонда для продольного снимка мочевого пузыря.

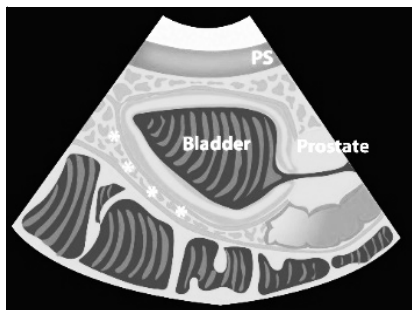


Рис. №52. У мужчин свободная жидкость будет видна вдоль нижней брюшной полости сразу за стенкой мочевого пузыря.

При наполнении он приобретает треугольную форму. Нижняя вершина мочевого пузыря служит ориентиром, разграничивающим внутрибрюшинное пространство (слева на изображении) и структуры истинного таза (справа на изображении).

У женщин тело матки расположено интраперитонеально, сразу позади мочевого пузыря, поэтому свободную жидкость выявляют непосредственно за маткой — в так называемом Дугласовом пространстве. Следовательно количество свободной жидкости в Дугласовом кармане может считаться вариантом нормы в зависимости от фазы менструального цикла. Как правило, жидкость в первую очередь появляется именно здесь. Свободная жидкость может также визуализироваться по всему контуру матки. При наличии в тазу сгустка он будет выглядеть серым на фоне

несвёрнутой крови, которая выглядит чёрной.

Если мочевой пузырь пуст, очень трудно распознать тазовую свободную жидкость у мужчины. У женщины карман Дугласа все еще может быть идентифицирован, даже когда мочевой пузырь пуст.

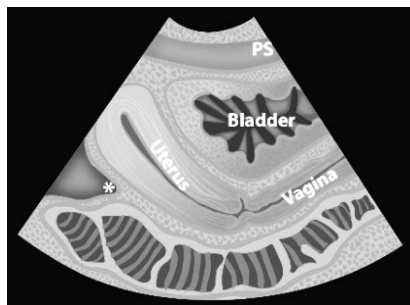


Рис. №53. Дугласов карман в женском тазу.



Рис. №55. Продольное сканирование надлобковой области. Большое количество жидкости в тазу (стрелка). UB – мочевой пузырь.



Рис. №54. Положение датчика для поперечной проекции таза. Поиск свободной жидкости в тазу. Продольное сканирование надлобковой области. Датчик вначале устанавливается в поперечной позиции на 2 см выше лобка (для получения поперечного изображения мочевого пузыря), затем разворачивается и устанавливается продольно по средней линии живота (для получения продольного изображения мочевого пузыря).



Рис. №56. При продольном сканировании таза выявлена свободная жидкость, определяющаяся за стенкой мочевого пузыря (белая стрелка). Петли кишечника обозначены зеленой стрелкой. Свободная жидкость хорошо очерчивает петли кишечника, которые легко определяются, перистальтируя и плавая в анэхогенном пространстве.

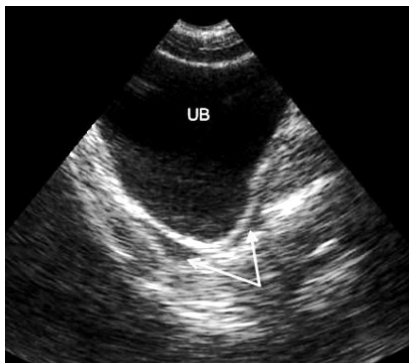


Рис. №58. Поперечное сканирование надлобковой области. Минимальное количество жидкости в тазу, представленное на изображении в виде анэхогенного пространства сразу за стенкой мочевого пузыря (обозначено стрелками). UB – мочевой пузырь.



Рис. № 57. Большое количество слегка эхогенной жидкости в тазу неоднородной структуры (кровь со сгустками). UB – мочевой пузырь.

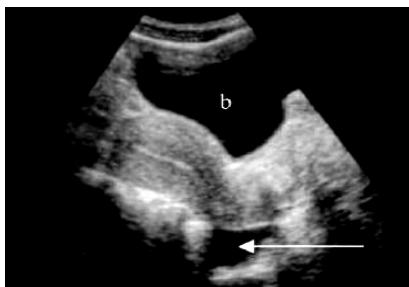


Рис. №59. Продольный скан надлобковой области. Небольшое количество жидкости в кармане Дугласа (анэхогенное пространство позади матки, обозначенное стрелкой). b – мочевой пузырь.

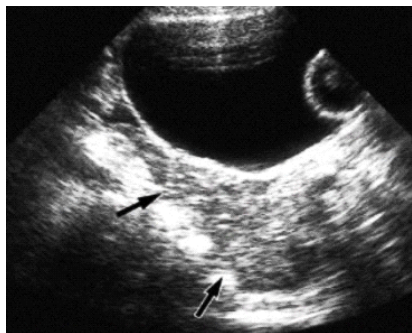


Рис. №60. Продольное сканирование таза. На изображении стрелками обозначен изоэхогенный сгусток, заполняющий ректовезикальное пространство. Сгусток крови обычно гиперэхогенен относительно прилегающих структур, но иногда может быть изоэхогенным и поэтому может быть не обнаружен и будет пропущено интраперитонеальное кровотечение. Поэтому знание типичного вида и конфигурации интраперитонеальных структур способствует обнаружению интраперитонеальных сгустков.

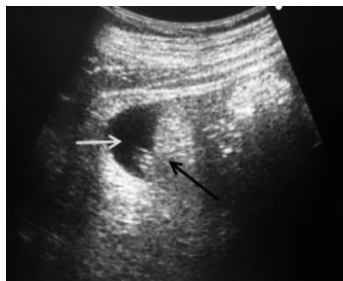


Рис. №63. Свободная жидкость, обнаруженная в правом латеральном канале (белая стрелка) при поперечном сканировании. Петли кишечника обозначены черной стрелкой.

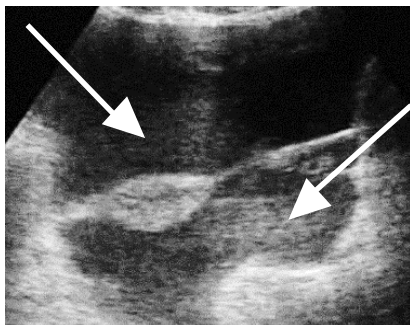


Рис. №61. Исследование надлобковой области. Поперечный скан. Поперечный вид матки. Большое количество жидкости в тазу (стрелки), окружающей матку.

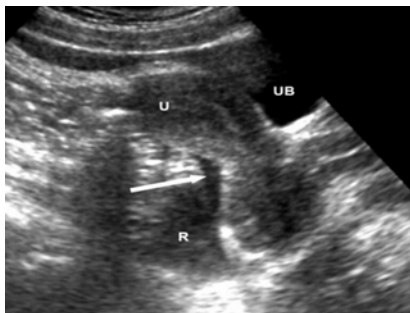


Рис. №62. Физиологическая жидкость в тазу. Минимальное количество жидкости в кармане Дугласа (анэхогенное пространство между маткой (U) и прямой кишкой (R)). UB – мочевого пузыря.

Технология определения пневмоторакса

Методика выявления пневмоторакса основана на подтверждении четырёх ультразвуковых признаков: отсутствия скольжения лёгкого, отсутствия В-линий и лёгочного пульса, а также присутствия лёгочной точки. Для оценки этих признаков ультразвуковой датчик прикладывают продольно по среднеключичной линии над третьим межребрьем, после чего смещают книзу и осматривают четвёртое межребрьем. Требуется получить поперечную картину двух рёбер и межрёберного промежутка между ними, так как рёбра служат удобным ориентиром для быстрого нахождения плевральной линии. Под рёбрами визуализируется париетальная плевра в виде гиперэхогенной линии. Тотчас под ней располагается покрывающая лёгкое висцеральная плевра, которая совершает скользящие движения вперёд-назад в такт дыханию — феномен скольжения лёгкого. Непосредственно от плевральной линии в норме исходят вертикальные высокоэхогенные артефакты, напоминающие «хвост кометы» и называемые В-линиями. Кроме того, может регистрироваться «лёгочный пульс» — ритмичное смещение висцеральной плевры относительно париетальной, синхронное с сердечными сокращениями. Если удастся обнаружить скольжение, В-линии или лёгочный пульс, пневмоторакс практически исключается. Отсутствие всех трёх феноменов может свидетельствовать о пневмотораксе, поскольку плевральные листки в этом случае разобщены воздухом (30).



Рис. №64. Положение датчика для передней грудной проекции

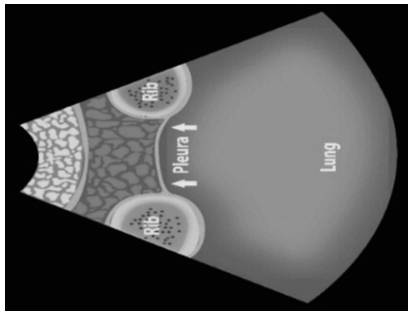


Рис. №65. Нормальная анатомия в передней грудной проекции.

Методика выявления пневмоторакса основана на подтверждении четырёх ультразвуковых признаков: отсутствия скольжения лёгкого, отсутствия В-линий и лёгочного пульса, а также присутствия лёгочной точки. Для оценки этих признаков ультразвуковой датчик прикладывают продольно по среднечлениковой линии над третьим межреберьем, после чего смещают книзу и осматривают четвёртое межреберье. Требуется получить поперечную картину двух рёбер и межрёберного промежутка между ними, так как рёбра служат удобным ориентиром для быстрого нахождения плевральной линии. Под рёбрами визуализируется париетальная плевро в виде гиперэхогенной линии. Тотчас под ней располагается покрывающая лёгкое висцеральная плевро, которая совершает скользящие движения вперёд-назад в такт дыханию — феномен скольжения лёгкого. Непосредственно от плевральной линии в норме исходят вертикальные высокоэхогенные артефакты, напоминающие «хвост кометы» и называемые В-линиями. Кроме того, может регистрироваться «лёгочный пульс» — ритмичное смещение висцеральной плевро относительно париетальной, синхронное с сердечными сокращениями. Если удаётся обнаружить скольжение, В-линии или лёгочный пульс, пневмоторакс практически исключается. Отсутствие всех трёх феноменов может свидетельствовать о пневмотораксе, поскольку плевральные листки в этом случае разобщены воздухом (30). Для этого обследования можно использовать высокочастотный линейный зонд, но стандартный криволинейный абдоминальный или фазированный датчик также подойдет. Самое важное в этом обследовании — уменьшить настройку глубины, чтобы ультразвуковое изображение показывало максимальную глубину около 4-6 см. Зонд располагается в продольном положении с указателем преобразователя, направленным краниально. В этой ориентации тени ребер могут быть использованы для нахождения плеврального уровня. Между ребрами плевральный интерфейс будет виден на заднем крае ребер. Важно закрепить зонд и удерживать его очень неподвижно, наблюдая за скользящим движением висцеральной плевро по париетальной плевро. Если «скользящий признак» отсутствует, можно предположить пневмоторакс. Сравнение одной стороны грудной клетки с другой может оказаться полезным. Использование М-режима помогает определить, есть скольжение париетальной плевро или нет.

Ультразвуковой признак “морской берег” указывает на нормальное скольжение легкого и исключает пневмоторакс. Ультразвуковой признак “штрих-код” указывает на отсутствие скольжения легкого и означает отсутствие движения в исследуемой зоне, что подразумевает наличие пневмоторакса. Необходимо помнить, что существует ряд патологических состояний, когда плевральные листки спаяны между собой, при этом эффект скольжения будет отсутствовать. Для выполнения этого исследования можно применить высокочастотный линейный датчик, но допустимо использовать и стандартный конвексный абдоминальный датчик или датчик с фазированной решёткой. Главное — настроить небольшую глубину сканирования, чтобы максимальная отображаемая глубина составляла около 4–6 см. Датчик размещают продольно, ориентируя индикатор краниально. В таком положении по теням от рёбер легко определить уровень плевры. В межрёберном промежутке плевральная линия визуализируется сразу за задним краем рёбер. Датчик необходимо фиксировать очень неподвижно, наблюдая за скользящим движением висцеральной плевры относительно париетальной. Отсутствие «симптома скольжения» позволяет заподозрить пневмоторакс. Сравнение симметричных участков правой и левой сторон грудной клетки может помочь в диагностике. М-режим даёт возможность уточнить, сохранено ли скольжение париетальной плевры. Ультразвуковая картина «морского берега» свидетельствует о нормальном скольжении лёгкого и исключает пневмоторакс. Паттерн «штрих-код» говорит об отсутствии скольжения и, следовательно, о неподвижности в исследуемой зоне, что характерно для пневмоторакса. Важно помнить, что существует ряд патологических состояний, при которых плевральные листки сращены между собой — в таких случаях эффект скольжения также будет отсутствовать. Для выполнения этого исследования можно применить высокочастотный линейный датчик, однако допустимо использовать и стандартный конвексный абдоминальный датчик или фазированный датчик. Следует уменьшить глубину сканирования таким образом, чтобы ультразвуковое изображение отображало глубину не более 4–6 см. Датчик размещают продольно, направляя индикатор датчика краниально. При такой ориентации тени от рёбер помогают быстро найти плевральную линию: в межреберье плевральный интерфейс определяется на

уровне заднего края рёбер. Ключевое требование — жёстко зафиксировать датчик и удерживать его абсолютно неподвижно, наблюдая за скользящим движением висцеральной плевры по париетальной. Если «симптом скольжения» не определяется, можно заподозрить пневмоторакс. Сравнение симметричных участков грудной клетки с двух сторон может быть полезным. Использование М-режима помогает установить, присутствует скольжение париетальной плевры или нет. Ультразвуковой признак «морской берег» указывает на нормальное скольжение лёгкого и исключает пневмоторакс. Признак «штрих-код» свидетельствует об отсутствии скольжения лёгкого и означает неподвижность в зоне интереса, что предполагает наличие пневмоторакса. Необходимо помнить, что существует ряд патологических состояний, при которых плевральные листки спаяны, — в таких случаях эффект скольжения также будет отсутствовать.

Подобная ситуация способна привести к ложноположительно-му заключению о пневмотораксе. Поэтому более специфичным критерием пневмоторакса (специфичность достигает 100%) служит обнаружение «лёгочной точки» (lung point). При переднем доступе к грудной клетке: для ультразвуковой оценки пневмоторакса датчик, как правило, располагают на передней поверхности грудной клетки в зоне 2–4 межреберья по среднеключичной линии. У пациента в положении лёжа на спине это исходная позиция и наиболее вероятная локализация для выявления пневмоторакса. При подозрении на крайне малый или осумкованный пневмоторакс дальнейшее сканирование может быть проведено в любом отделе грудной стенки (31). Если первичное FAST-исследование дало отрицательный результат, а клиническое подозрение остаётся высоким, целесообразно рассмотреть повторное выполнение FAST спустя непродолжительное время. Индекс гемоперитонеума рассчитывается как глубина самого крупного

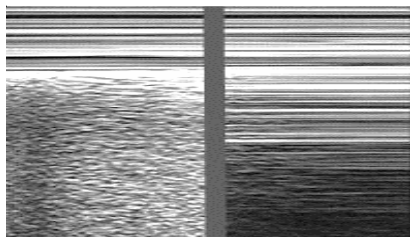


Рис. №66. Сравнение М-изображений нормального легкого с признаком «морского берега» и пневмоторакса с признаком «штрих кода».



Рис. №67. Вычисление количества гемоперитонеума у пациента, пострадавшего в автодорожной аварии, с нестабильной гемодинамикой и большим количеством свободной интраперитонеальной жидкости. При продольном сканировании таза обнаружено большое количество жидкости, глубиной 9 см при измерении переднезаднего размера. UB - мочевого пузырь.

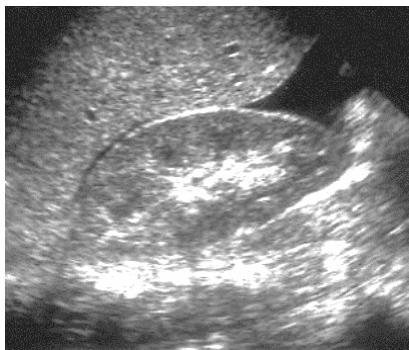


Рис. №68. При исследовании выявлено только одно дополнительное место скопления свободной жидкости (в кармане Морисона). Поэтому добавляется только одно значение $(9 + 1) = 10$ (шкала гемоперитонеума = 10). При исследовании селезенки была обнаружена зона гетерогенной паренхимы с потерей нормального контура верхнего полюса селезенки – признаки, соответствующие разрыву селезенки. Была выполнена спленэктомия.

жидкостного кармана в сантиметрах плюс число дополнительных скоплений жидкости. Для этого определяют максимальное скопление в одной из зон, измеряют его переднезадний размер (в см) в точке наибольшей глубины и прибавляют по одному баллу за каждое дополнительное место обнаружения свободной жидкости. Значение индекса гемоперитонеума 3 и выше служит предиктором необходимости лапаротомии, успешно применяется на практике и в ряде клиник включено в протокол FAST. Пациенты с индексом гемоперитонеума менее 3 в большинстве случаев не нуждаются в оперативном лечении.

Оценка центрального венозного давления

Ультразвуковое измерение диаметра нижней полой вены служит ценным инструментом для оценки центрального венозного давления, являясь альтернативным, быстрым и неинвазивным методом определения волемического статуса. Размер нижней полой вены предоставляет оперативную и значимую информацию о состоянии жидкостного баланса и давлении в правом предсердии, которое отражает центральное венозное давление. Регистрируются максимальный и минимальный диаметры нижней полой вены, соответствующие изменениям её просвета на выдохе и вдохе. При продольном сканировании нижней полой вены датчик располагают продольно непосредственно под мечевидным отростком, слегка направляя ультразвуковой луч вправо до появления продольного изображения НПВ, которая проходит прямо под хвостатой долей печени и впадает в правое предсердие.



Рис. №69. Положение зонда для получения субкостифоудально-го изображения. Расправьте снизу, чтобы визуализировать нижнюю полую вену по короткой оси. Поверните датчик на 180 градусов по часовой стрелке, чтобы визуализировать нижнюю полую вену по длинной оси.

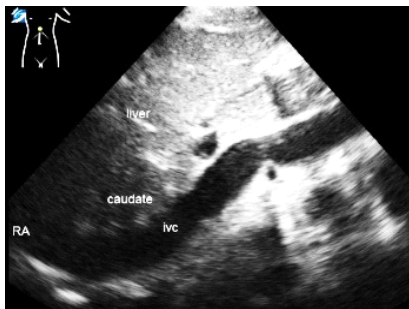


Рис. №70. Подреберная нижняя полая вена по длинной оси. IVC = нижняя полая вена. Caudate = хвостатая доля печени. RA = правое предсердие. Обратите внимание на общий диаметр и спадение при дыхании примерно на 2-3 см дистальнее правого предсердия или чуть дистальнее места вхождения печеночной вены.

Анатомическими ориентирами при идентификации нижней полой вены являются хвостатая доля печени (сразу под ней расположена нижняя полая вена) и правое предсердие, в которое впадает нижняя полая вена (это место легко определяется из-за сердечных сокращений). В норме диаметр нижней полой вены не более 2 см, но у молодых может быть более 2-х см, с хорошим коллабированием на вдохе.

В норме диаметр нижней полой вены уменьшается более чем на 50% во время вдоха, что свидетельствует о давлении в правом предсердии ниже 10 мм рт. ст. Расширение нижней полой вены в сочетании

со снижением её спадения на вдохе указывает на повышенное центральное венозное давление. В контексте травмы рост давления в правом предсердии типичен для тампонады сердца и напряжённого пневмоторакса — в результате «обструкции» кровотока из-за наружного сдавления камер сердца. Кроме того, в исследованиях было показано, что коллапс нижней полой вены

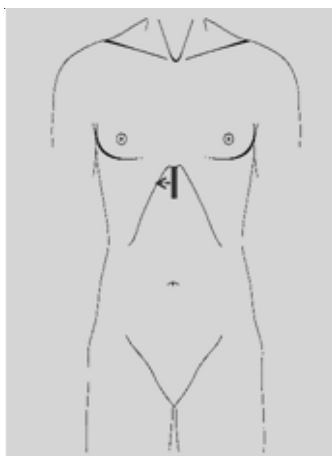


Рис. №71. Для получения продольного скана нижней полой вены датчик необходимо установить в эпигастральной области продольно по средней линии и немного отклонить вправо, до появления продольного изображения нижней полой вены (или сместить датчик вправо от средней линии).

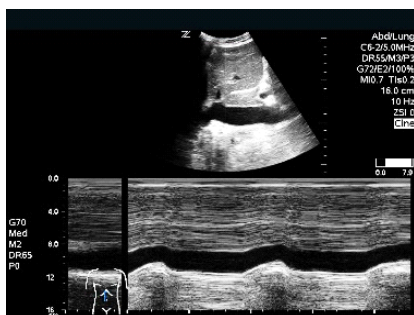


Рис. №72. Изменение дыхания нижней полой вены в М-режиме. Нормальная нижняя полая вена с легким респираторным коллапсом

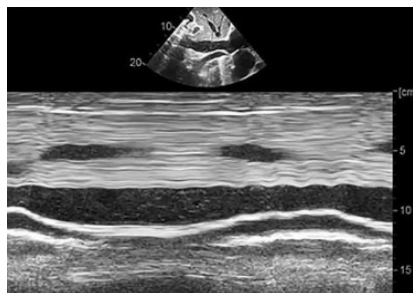


Рис. №73. На подреберной продольной проекции сердца показана нижняя полая вена, которая отображается в М-режиме во время вдоха.

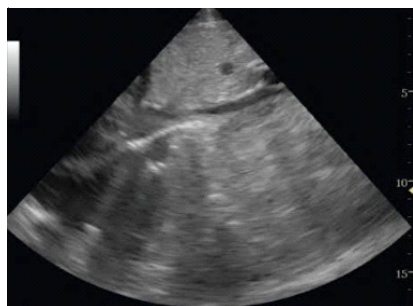


Рис. №74. Продольное сканирование спавшейся нижней полой вены. Максимальный диаметр, измеренный на расстоянии 2 см от кавадно-предсердного соединения — 0,4 см. На подреберной продольной проекции показана нижняя полая вена, практически с полным коллапсом на вдохе при значительном снижении внутрисосудистого объема.

(максимальный переднезадний размер менее 1 см) коррелирует с гиповолемией (гиповолемическим шоком) у травмированных пациентов и служит надёжным индикатором кровопотери, в том числе небольшого объёма (около 450 мл). Поскольку коллапс нижней полой вены чётко связан с гиповолемическим шоком, эта информация помогает заподозрить кровопотерю при тупой травме живота ещё до обнаружения её источника. При тампонаде сердца и напряжённом пневмотораксе, напротив, наблюдается расширенная нижняя полая вена (более 2 см) со сниженным или полностью отсутствующим спадением на вдохе.

Расширение нижней полой



Рис. №75. На подреберной продольной проекции показана нижняя полая вена с увеличенным диаметром при объемной перегрузке.

вены со снижением её спадения на вдохе свидетельствует о повышенном центральном венозном давлении (ЦВД). При этом диаметр НПВ превышает 2 см, а инспираторный коллапс составляет менее 50%. Напротив, выраженное спадение НПВ указывает на гиповолемию (гиповолемический шок): диаметр сосуда менее 1 см, а уменьшение на вдохе — более 50%. После оценки верхних квадрантов и таза необходимо осмотреть латеральные каналы (в поперечной плоскости) и центральную область живота. Чтобы лучше визуализировать свободную жидкость вокруг печени и селезенки, пациента можно перевести в положение Тренделенбурга. При поиске гемоторакса или жидкости в малом тазу, напротив, применяют обратное положение Тренделенбурга (32). Для полноценного выявления свободной жидкости может понадобиться сканирование из нескольких доступов. Подкожная эмфизема способна ухудшать видимость глуболежащих структур. Циркулярные анэхогенные или гипоэхогенные полосы в области перикарда, как правило, соответствуют перикардальной жидкости, тогда как локальное гипоэхогенное образование спереди может быть нормальной перикардальной жировой тканью. Перикардальный жир обычно движется синхронно с сердцем, так как прилежит к нему, а не смещается независимо. Ограниченный выпот, визуализируемый по задней стенке в парастернальной длинной оси, скорее является левым плевральным выпотом, а не перикардальным. Полоска перикардального выпота, как правило, огибает верхушку сердца и находится поверхностнее нисходящей грудной аорты, которая видна на этом срезе непосредственно под сердцем. Плевральный выпот на экране располагается справа от нисходящей грудной аорты и часто распространяется глубже уровня аорты. Околопочечная жировая клетчатка, особенно у тучных пациентов, может быть ошибочно расценена как свободная интраперитонеальная жидкость. Свободная жидкость не всегда представлена кровью; следует помнить об асците, содержимом разорвавшейся кисты яичника, моче при разрыве мочевого пузыря или диализате у пациентов на перитонеальном диализе. Не каждая травма живота сопровождается появлением свободной жидкости. Повреждения кишечника и паренхиматозных органов без существенной геморрагии не визуализируются при УЗИ. Свернувшаяся кровь может иметь разную степень эхогенности и имитировать нормальные

окружающие мягкие ткани. Ультрасонография грудной клетки способна выявить лишь тот пневмоторакс, который располагается непосредственно под датчиком, поэтому при высокой настороженности целесообразно осмотреть несколько точек на передней поверхности грудной клетки. Отсутствие скопления легкого может быть признаком не только пневмоторакса, но и интубации главного бронха, буллезной эмфиземы или просто недостаточной вентиляции/апноэ. Сравнение правой и левой половин грудной клетки иногда помогает, однако при двустороннем пневмотораксе может дезориентировать. У пациентов с выраженным ожирением смещение легкого лучше визуализируется, если ультразвуковой луч направлен медиально, перпендикулярно грудной полости, а не перпендикулярно коже (32).

Расширенный FAST – E-FAST

Расширенный FAST-протокол (дополнительные исследования) включает: выявление пневмоперитонеума, экстренную транскраниальную сонографию, ультрасонографию зрительного нерва, диагностику повреждений диафрагмы, ультразвуковую оценку костных травм и обследование при тупой абдоминальной травме у беременных (34). Наличие интраперитонеального газа служит косвенным свидетельством перфорации полого органа. В последнее время ряд специалистов дополняет FAST-протокол поиском пневмоперитонеума именно как косвенного маркера разрыва полых органов. Сонография позволяет обнаруживать пневмоперитонеум объемом от 5 мл, и по данным некоторых исследований превосходит по чувствительности рентгенографию в его диагностике. Компьютерная томография, безусловно, остаётся золотым стандартом выявления пневмоперитонеума, определения его локализации и объёма, однако, поскольку у большинства больных сонография является первичным методом визуализации, она представляет собой весьма ценный инструмент для быстрой диагностики внутрибрюшных повреждений (в том числе повреждений полых органов) у пациентов с нестабильной гемодинамикой (35).

Выявление свободного газа в брюшной полости играет ключевую роль в распознавании перфорации желудочно-кишечного трак-

та. Интраперитонеальный воздух является косвенным признаком прободения желудочно-кишечного тракта. Наличие свободного внутрибрюшного воздуха в сочетании с экзогенной «грязной» сво-



Рис. №76. Интра-люминальный газ. Физиологический газ присутствует внутри просвета желудочно-кишечного тракта, ассоциирован с кишечником и движется при перистальтике.

Sonomir.wordpress.com



Рис. №77. Экстра-люминальный газ. Патологический газ в перитонеальной полости (вне просвета желудочно-кишечного тракта).

Sonomir.wordpress.com

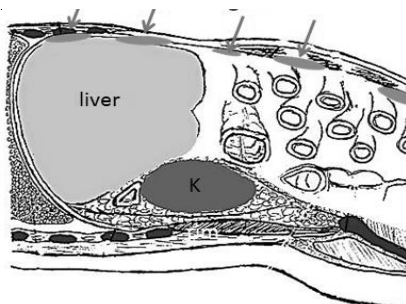
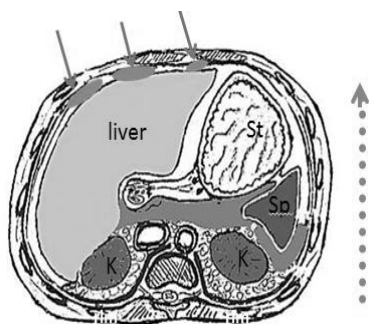


Рис. № 78. Сонографически свободный интраперитонеальный воздух имеет вид гиперэхогенных фокусов с задними реверберационными артефактами в любом месте перитонеальной полости, вне гастроинтестинального тракта. Но вследствие его низкой плотности, газ обычно движется в антигравитационном направлении, кверху. У пациента в положении на спине газ будет скапливаться под передней абдоминальной стенкой (под перитонеальной линией).

Sonomir.wordpress.com

бодной жидкостью в брюшинной полости служит основанием для окончательного диагноза перфорации полого органа.

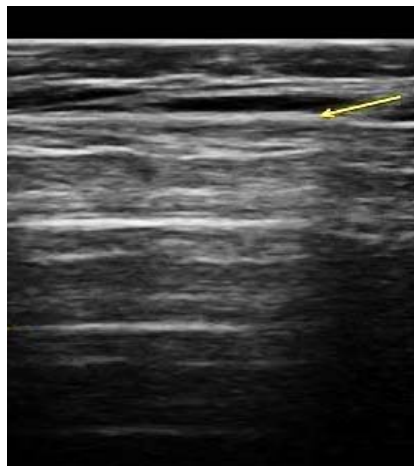
В нормальном состоянии на ультразвуковом изображении париетальная брюшина представлена тонкой эхогенной линией, залегающей глубже мышечного слоя и предбрюшинного жира передней брюшной стенки. Под этой линией определяются внутрибрюшные органы и структуры, которые совершают скользящие движения «вперед-назад» синхронно с фазами вдоха и выдоха; помимо этого, наблюдаются перистальтирующие петли кишечника.

Феномен усиления перитонеальной линии обычно сопровождается выраженными реверберационными артефактами, которые простираются до нижней границы ультразвукового изображения, хотя иногда, при крайне малом количестве газа, они могут не наблюдаться. В норме париетальная брюшина визуализируется как тонкая эхогенная полоска, четко определяемая на границе между передней брюшной стенкой и подвижными интраабдоминальными структурами. При пневмоперитонеуме скопившийся свободный воздух создает зону яркой эхогенности на уровне париетальной брюшины, что выглядит как локальное усиление этой линии. Указанный признак характеризуется высокой чувствительностью и специфичностью, поэтому считается достоверным и точным сонографическим критерием пневмоперитонеума.

При поиске пневмоперитонеума особое значение имеет техника выполнения исследования. Для обнаружения свободного интраперитонеального газа следует применять как конвексный датчик с частотой 3,5–6 МГц, так и высокочастотный линейный датчик 7–13 МГц. Исследование



Рис. №79. Нормальная перитонеальная линия у пациента без пневмоперитонеума при сканировании правого верхнего квадранта линейным датчиком 12МГц. Нормальная перитонеальная линия имеет вид тонкой гиперэхогенной линии позади передней абдоминальной стенки (локализована ниже мышечного слоя и преперитонеального жира абдоминальной стенки).



*Рис. №80. На ультразвуковом изображении четко визуализируется скопление свободного газа под париетальной перитонеумом в виде признака усиления перитонеальной линии (стрелка). Линейный датчик 12 МГц. Свободная жидкость помогает оптимальному очерчиванию перитонеальной полости.
Sonomir.wordpress.com.*

начинают с осмотра эпигастральной области и правого верхнего квадранта, используя конвексный абдоминальный датчик, который обычно применяется у пациентов с острой болью в животе. В сомнительных ситуациях или при отсутствии свободного газа по данным конвексного датчика необходимо продолжить поиск с помощью высокочастотного линейного датчика. Сканирование передней поверхности печени позволяет разрешить все диагностические сомнения, поскольку в этой зоне отсутствуют петли кишечника, и любой визуализируемый газ является свободным. Именно поэтому свободный интраперитонеальный газ легче всего идентифицируется между передней поверхностью печени и передней брюшной стенкой. Хотя при пневмоперитонеуме газ может определяться в любом отделе брюшной полости, наиболее часто и с большей лёгкостью он выявляется в эпи-

гастрии и правом верхнем квадранте — между печенью и передней брюшной стенкой. Характерные ультразвуковые признаки включают: локальное усиление перитонеальной полоски (визуализируемое как гиперэхогенная утолщённая линия или гиперэхогенные пятна); наличие реверберационных артефактов — множественных горизонтальных артефактов, распространяющихся до конца изображения и обусловленных интраперитонеальным воздухом (при минимальном количестве газа артефакты могут отсутствовать); феномен смещения — свободный воздух перемещается от передних отделов печени

к латеральным при изменении положения тела пациента, например при повороте со спины на левый бок; а также обнаружение пузырьков газа в свободной жидкости.

Исследование начинают в положении пациента лёжа на спине с небольшим приподниманием грудной клетки — это способствует лучшему скоплению свободного воздуха над печенью, непосредственно под передним париетальным листком брюшины. Протокол сканирования предусматривает осмотр передней поверхности печени: сначала оценивают эпигастральную зону, затем переднюю поверхность печени в правом верхнем квадранте, применяя продольные, поперечные или косые срезы. Основное внимание должно быть сосредоточено на изучении пространства между передней поверхностью печени и передней брюшной стенкой (то есть между висцеральным и париетальным перитонеумом) с целью обнаружения свободного газа (36).

Сканирование необходимо продолжать вплоть до торакоабдоминальной границы для выявления свободного газа под диафрагмой. Если в положении паци-

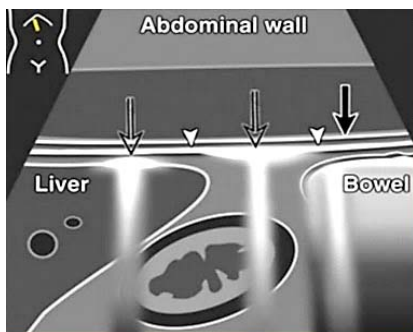


Рис. №81. Свободный газ в брюшной полости — гиперэхогенные полосы (полые стрелки) непосредственно под брюшной (белые треугольники) и поперечной фасцией (черная стрелка). Газ в кишечнике отделен от париетальной брюшины стенкой кишки. Sonomir.wordpress.com.



Рис. №82. Исследование начинается в эпигастральной области, под мечевидным отростком, применяя продольное сканирование (для поиска свободного газа между левой долей печени и передней абдоминальной стенкой). Sonomir.wordpress.com



Рис. №83. Затем сканирование правой доли печени проводится через правые нижние межреберные промежутки для поиска газа между передней/латеральной поверхностью правой доли печени и передней/латеральной грудной стенкой.
Sonomir.wordpress.com



Рис. №84. Датчик должен постепенно смещаться от эпигастрия, вдоль правых нижних межреберных промежутков, до торакоабдоминальной границы, разделенной диафрагмой в виде “ступеньки” ткани на границе печени и легких.
Sonomir.wordpress.com.

ента лёжа на спине свободный газ над печенью не обнаружен, следует перевести пациента на левый бок — это способствует перемещению свободного газа из других отделов брюшинной полости в правый верхний квадрант. Оптимальная визуализация свободного газа под правым куполом диафрагмы достигается именно в положении на левом боку.

Сонографическим доказательством пневмоперитонеума является усиление перитонеальной линии, ассоциированное с задними артефактами между правой долей печени и грудной стенкой. Такое же исследование проводится слева, над селезенкой, при этом пациент должен быть повернут на правый бок. Когда пациент повернут на левый или правый бок, то свободный газ будет скапливаться в гепато-перитонеальном пространстве или у нижнего поля селезенки, в селезеночно-перитонеальном пространстве. Но свободный интраперитонеальный газ намного проще и чаще обнаруживается в правом верхнем квадранте при положении пациента на левом боку (37).

При обнаружении необъяснимой свободной жидкости следует обязательно выполнять

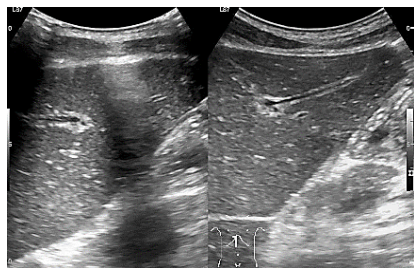


Рис. №85. Пневмоперитонеум. Свободный газ в перитонеальной полости (в субдиафрагмальном пространстве) имеет вид гиперэхогенного усиления перитонеальной линии с задними артефактами.

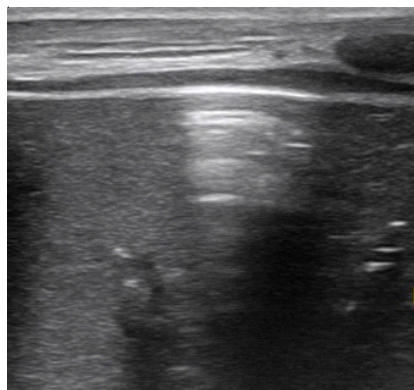


Рис. №86. Пневмоперитонеум. Признак усиления перитонеальной линии является специфическим признаком пневмоперитонеума (перитонеальная линия выглядит более эхогенной и утолщенной, чем нормальная перитонеальная линия).

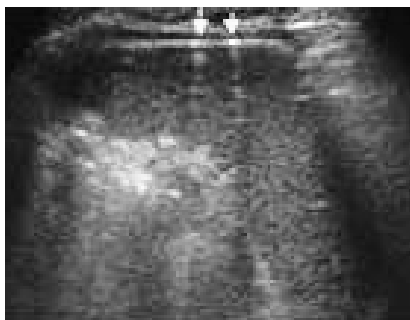


Рис. №87. Пневмоперитонеум. Яркая гиперэхогенная полоска (стрелка) с «хвостом кометы» в надпеченочном пространстве (стрелки).

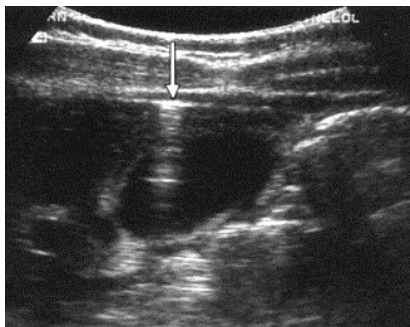


Рис. №88. Пневмоперитонеум. На продольном изображении правого верхнего квадранта, полученном при повороте пациента на левый бок, визуализируется зона усиления перитонеальной полоски с задним артефактом, которая сместилась к передним отделам правой доли.
Sonomir.wordpress.com.

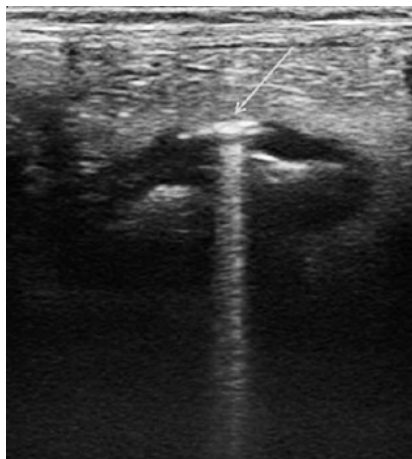


Рис. №89. Пневмоперитонеум. Свободный газ В-режим.

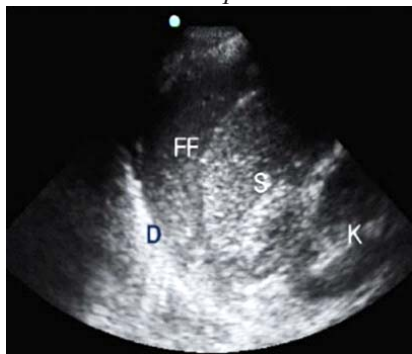


Рис. №92. Пневмоперитонеум. Исследование левого верхнего квадранта с конвексным датчиком 3.5 MHz. FF – эхогенная свободная жидкость. К – kidney (почка). S – spleen (селезенка). D – diaphragm (диафрагма). Интра-перитонеальный свободный газ был обнаружен над передней поверхностью печени. Sonomir.wordpress.com.

прицельный поиск свободного интраперитонеального газа, поскольку его наличие указывает на желудочно-кишечную перфорацию. Давление датчиком может использоваться для быстрого перемещения газа: скопление свободного газа смещается при



Рис. №90. Пневмоперитонеум. Между печенью и правой почкой гиперэхогенная полоса свободного.

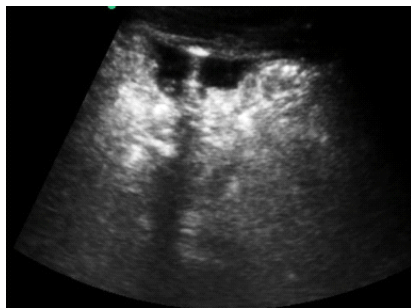


Рис. №91. Пневмоперитонеум. На УЗИ скопление «грязной жидкости» с ярким пузырьком свободного газа.

нажатии датчиком на переднюю брюшную стенку. Этот феномен был описан Karahan и коллегами как симптом «ножниц». В упомянутом исследовании чувствительность сонографии составила 94%, а специфичность — 100%. Таким образом, данный приём способен служить ценным дополнением, повышающим точность ультразвуковой диагностики пневмоперитонеума. Маневр заключается в осторожном надавливании датчиком (при его продольной ориентации) на переднюю брюшную стенку в эпигастральной области

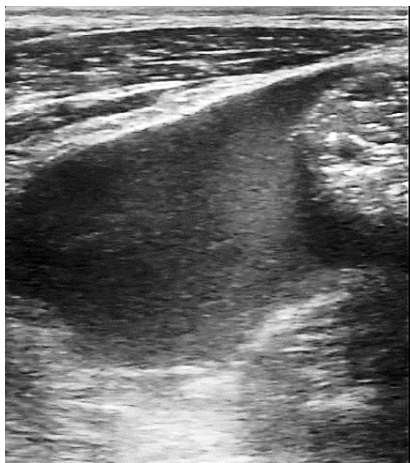


Рис. №93. Перфорация кишки. Эхогенная свободная жидкость в брюшной полости.

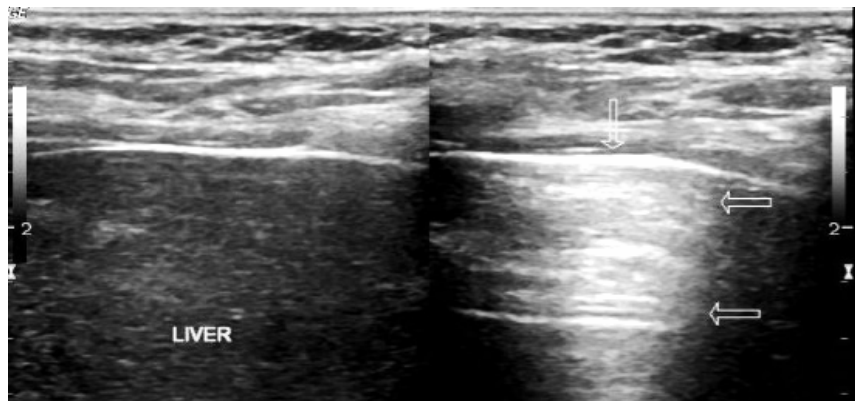


Рис. №94. «Феномен ножниц». Свободный газ легко смещается при компрессии датчиком. Давление датчика вызывает “разделение” свободного газа в эпигастральной области, вызывая эффект раскрытия ножниц или открытия штор, подтверждая свободное движение интраперитонеального газа. Появляется изображение левой доли печени, которая до давления датчиком была полностью затенена свободным газом. Sonomir.wordpress.com.

ти. При этом свободный газ в эпигастрии «разделяется», создавая эффект раскрывающихся ножниц или раздвигающихся штор, что подтверждает свободное перемещение интраперитонеального газа. Симптом ножниц наблюдается при значительных скоплениях газа (38).

Свободный газ, образующийся при перфорации и ещё не достигший линии брюшины, может выявляться в свободной жидкости или в осумкованных жидкостных скоплениях. В свободной жидкости он

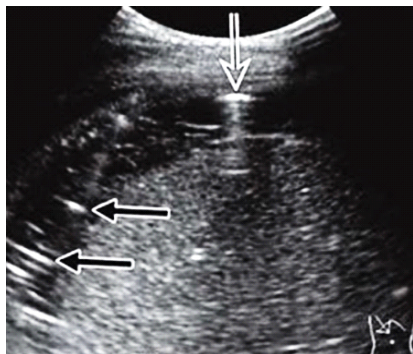


Рис. № 95. На изображении, полученном при межреберном сканировании справа, стрелками отмечен свободный газ над передней и латеральной поверхностью печени внутри эхогенной и гетерогенной свободной жидкости. Белой стрелкой отмечен свободный газ у перитонеальной линии, над передней поверхностью печени. Черными стрелками отмечен свободный газ, который локализован в жидкости с фиброзными перегородками. Sonomir.wordpress.com.

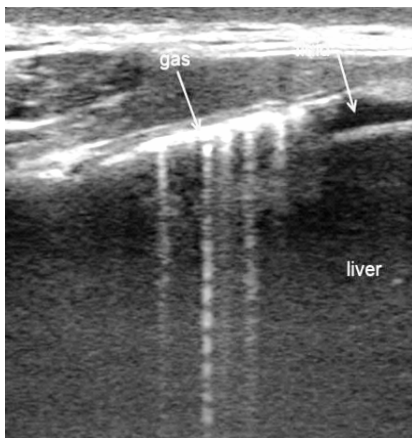


Рис. №96. Свободная жидкость между печенью и абдоминальной стенкой. Пневмоперитонеум имеет вид множественных мелких гиперэхогенных пятен под париетальным перитонеумом с артефактами «хвоста кометы», представленные широким слоем множественных крошечных пузырьков газа, прилегающих друг к другу и расположенных под перитонеальной линией (стрелка). Sonomir.wordpress.com.



Рис. №97. Пневморетроперитонеум. Ретроперитонеальный воздух, вызванный дуоденальной перфорацией. Правая почка окружена воздухом, который затеняет почку, создавая вид “туманности”.

Sonomir.wordpress.com.

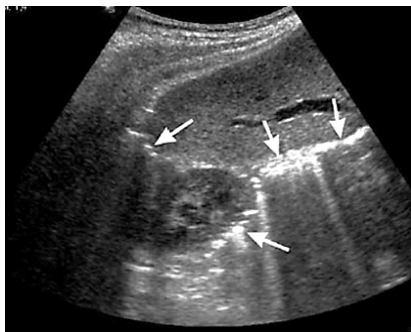


Рис. №98. Ретроперитонеальная перфорация. Большое количество пузырьков газа (стрелки) окружают правую почку, затеняющие почку и крупные ретроперитонеальные сосуды – являются типичными признаками ретроперитонеальной перфорации. Renal rind sign – признак ренальной кожурь – гиперэхогенность передней экстраренальной ткани. Sonomir.wordpress.com.

визуализируется как плавающие гиперэхогенные точечные структуры, иногда сопровождающиеся дистальными реверберационными артефактами, выраженность которых зависит от количества газа. Крупные скопления газовых пузырьков выглядят как яркие эхогенные фокусы с отчетливыми реверберационными артефактами позади них. Мелкие же пузырьки газа проявляются как очень небольшие гиперэхогенные вкрапления в жидкости, которые зачастую не дают реверберационных артефактов (39).

При перфорации свободный воздух в круглой связке печени будет иметь вид гиперэхогенных мелких пятен вдоль связки (40). Этот признак может быть едва заметным, но является достоверным индикатором пневмоперитонеума и при его наличии строго подозревается перфорация верхних отделов гастроинтестинального тракта

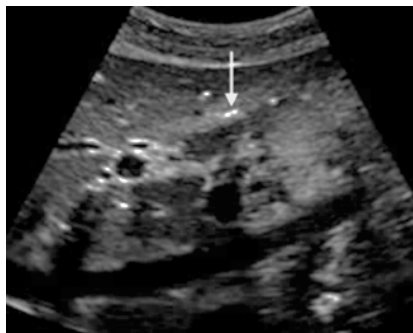


Рис. №99. Едва заметные ультразвуковые признаки свободного газа в fissure for ligamentum teres у пациента с перфорацией пилорического отдела желудка. Sonomir.wordpress.com.

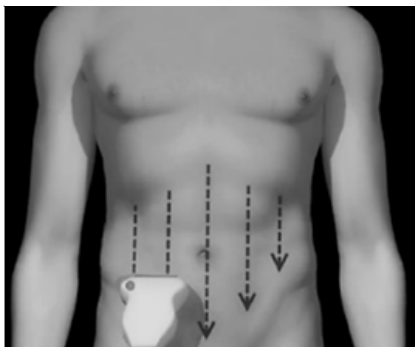


Рис. №100. В случаях, когда свободный газ не обнаружен над печенью в положении пациента на левом боку, тогда исследование должно быть проведено в положении лежа на спине, с применением линейного датчика 7-13 МГц для исследования всех зон абдоминальной полости, с целью выявления свободного газа, свободной жидкости или локализованных скоплений жидкости, вне гастроинтестинального тракта. Должны быть исследованы все зоны абдоминальной полости, включая фланки и центральные зоны, применяя поперечное сканирование линейным датчиком 7-13 МГц для поиска свободного газа и свободной жидкости, особенно в тех случаях, когда свободный газ или жидкость не были обнаружены при применении конвексного датчика 3,5-6 МГц. Sonomir.wordpress.com.

(гастродуоденальная перфорация).

Оценка центрального венозного давления

Ультразвуковое измерение диаметра нижней полой вены служит ценным, быстрым и неинвазивным методом косвенной оценки центрального венозного давления и волевического статуса. Коллапс нижней полой вены служит маркером кровопотери и позволяет быстро оценить волевический статус — будь то наличие гиповолемии или нормоволемии. Поскольку этот признак чётко связан с гиповолевическим шоком, он помогает заподозрить и диагностировать кровопотерю при тупой травме живота ещё до непосредственного обнаружения её источника. Резюмируя: при гиповолевическом шоке максимальный диаметр нижней полой вены оказывается менее 1 см (коллапс вены); при тампонаде сердца и напряжённом пневмотораксе, напротив, выявляется дилатированная нижняя полая вена (более 2 см) с уменьшенным или полностью отсутствующим спадением на вдохе.

Ультрасонография зрительного нерва

При ультразвуковом исследовании зрительный нерв с окружающей его оболочкой визуализируются как гипоэхогенная структура, отходящая от глазного яблока. Поскольку нерв входит в полость орбиты под небольшим углом, для его чёткой визуализации ультра-



Рис. №101. Обильный слой геля наносится на закрытое верхнее веко, на которое нежно помещается высокочастотный датчик. Глубина сканирования должна быть установлена так, чтобы глазное яблоко заполнило экран.

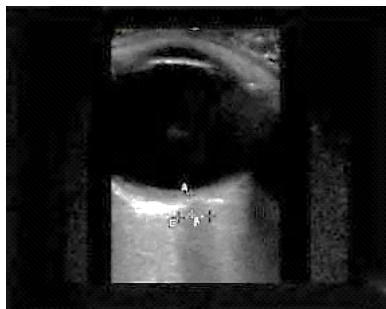


Рис. №102. Измерение диаметра оболочки зрительного нерва проводится на расстоянии 3мм позади глазного яблока. Измерения должны быть выполнены при поперечном и продольном сканировании, поворачивая датчик на 90 градусов, для более точного измерения.

звуковой луч должен пересечь его, что требует незначительного углового отклонения или лёгкого смещения датчика к латеральному краю глазницы.

Нормальные значения диаметра оболочки зрительного нерва: до 4 мм - у детей до 1 года; до 4,5 мм - у детей от 1 года до 15 лет, до 5 мм - у взрослых. Если диаметр превышает эти значения, то это указывает на повышенное внутричерепное давление. Диаметр более 5мм коррелирует с повышенным внутричерепным давлением $> 20 \text{ mm Hg}$.

Травма диафрагмы

Всем пациентам, которым проводится рентгенография грудной клетки по поводу закрытой травмы груди, рекомендуется целенаправленно выявлять рентгенологические признаки повреждения диафрагмы (41). Использование УЗИ плевральных полостей в качестве основного метода диагностики диафрагмальных разрывов не рекомендуется ввиду недостаточной чувствительности этого метода (42). Ультразвуковое исследование плевральных полостей следует применять лишь как вспомогательный способ, дающий возможность ориентировочно отличить осумкованный плевральный выпот от желудка и петель кишечника. Вместе с тем метод недостаточно чувствителен для диагностики повреждений лёгких, аорты, сердца

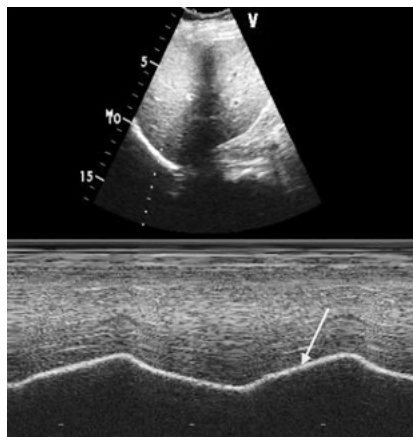


Рис. №103. На изображении демонстрируется нормальное движение диафрагмы в течение дыхательного цикла в М-режиме. Диафрагма обозначена стрелкой. Линия М-режима на изображении в В-режиме обозначена пунктирной линией.

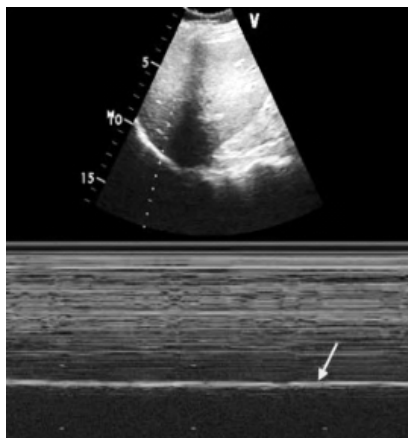


Рис. №104. На изображении демонстрируется отсутствие движений диафрагмы у пациента с травмой. Фиксированное М-изображение диафрагмы указывает на ее повреждение. Линия М-режима на изображении в В-режиме обозначена пунктирной линией.

и скелетно-мышечных структур (15). Для выявления повреждений диафрагмы Blaivas и соавт. предлагают использовать М-режим. В норме диафрагма движется синхронно с дыхательными движениями, а при её повреждении становится неподвижной (19).

Поиск переломов костей

Типичными ультразвуковыми признаками переломов костей являются: нарушение целостности нормальной гиперэхогенной линии, отражающей поверхность кости; в месте перелома визуализируется гипоэхогенный «разрыв» этой линии, а при смещении отломков —

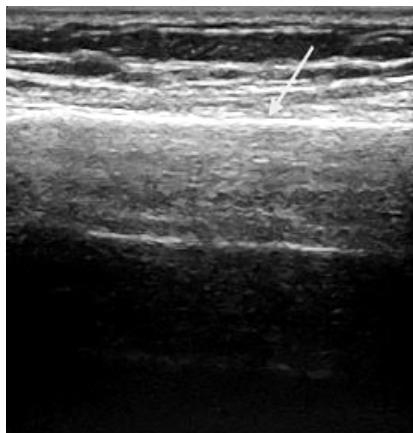


Рис. №105. Поверхность кости в норме. Продольное сканирование кости. Поверхность кости в виде непрерывной, ровной, гиперэхогенной линии с дистальной тенью.

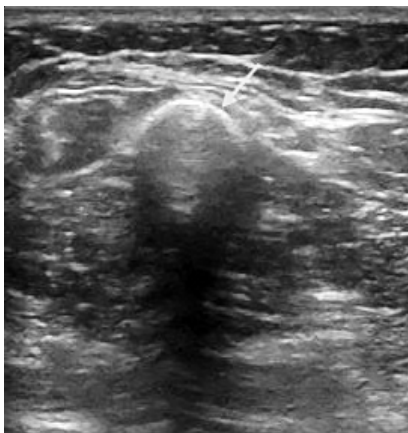


Рис. №106. Поверхность кости в норме. Поперечное сканирование кости. Поверхность кости имеет вид гиперэхогенной дуги с дистальной акустической тенью.

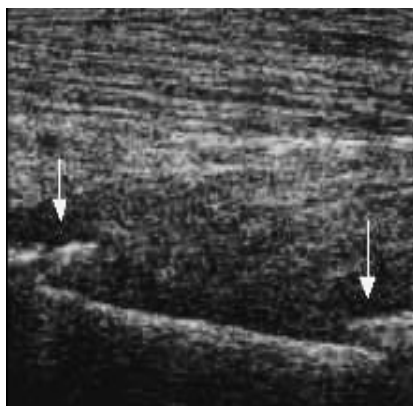


Рис. №107. Продольное сканирование кости. Раздробленный перелом малоберцовой кости с “обрывами” гиперэхогенной линии в местах перелома и симптомом “ступеньки” (стрелки).

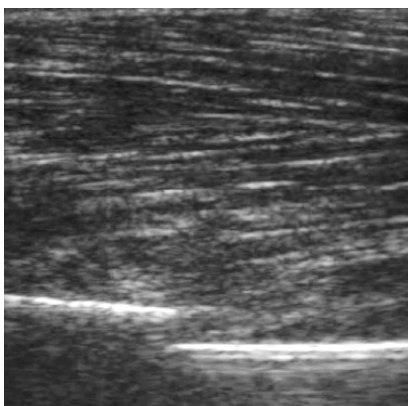


Рис. №108. Продольное сканирование кости. Перелом малоберцовой кости с “обрывом” гиперэхогенной линии в месте перелома с симптомом “ступеньки” и выраженным отеком мягких тканей.



Рис. №109. Перелом ребра. При сканировании вдоль линии ребра над местом максимальной болезненности выявлен участок обрыва гиперэхогенного контура поверхности кости (стрелка) и гематома (треугольники).



Рис. №110. Перелом грудины. Стрелкой указан обрыв гиперэхогенной линии (поверхностного контура кости) в виде ступеньки.

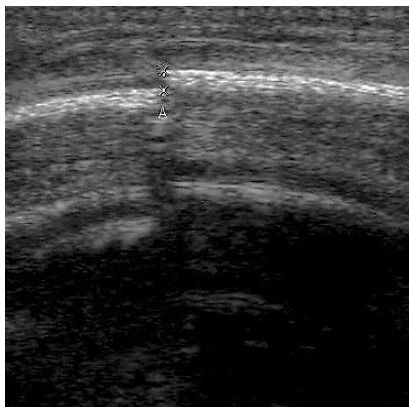


Рис. №111. Перелом свода черепа. При сканировании определяется участок обрыва гиперэхогенного контура поверхности кости со ступенькой.

симптом «ступеньки». Перелом часто сопровождается локальной гематомой и отёком окружающих мягких тканей (43).

Протокол- FATE (Focus Assessed Tran- sthoracic Echocardiogram)

Фокусированное (целенаправленное, прицельное) исследование представляет собой такое ультразвуковое исследование, которое может проводиться не только специалистом по ультразвуковой и инструментальной диагностике, но и клиническим врачом, владеющим дополнительными профессиональными компетенциями в



Рис. №112. Фазированный решетчатый зонд

области УЗИ, непосредственно в точке оказания медицинской помощи — у постели больного (в отделении, приёмном покое, на дому и т.п.) — по ограниченному протоколу. Исследование выполняется в 2D-режиме и режиме цветового доплеровского картирования с использованием ограниченного числа позиций (2).

Фокусированное (прицельное, целевое) ультразвуковое исследование — это метод, доступный не только врачу ультразвуковой диагностики, но и клиницисту, обладающему дополнительными навыками в области УЗИ, выполняемый непосредственно в

месте оказания помощи (у постели больного, в приёмном отделении, на дому и т.д.) по сокращённому протоколу. Исследование осуществляют в В-режиме и режиме цветного доплеровского картирования, используя ограниченное количество доступов и позиций (2). Заключение зачастую носит качественный характер с категоричным ответом («да/нет»), либо бывает полуколичественным или количественным. Задачей клинического ультразвукового исследования не является подмена дополнительных консультативных визуализирующих методик. Клинические ориентиры для фокусированного ультразвукового исследования сердца (focused cardiac ultrasound – FOCUS): оценка волемического статуса, явная дисфункция левого и правого желудочков, выраженная перегрузка правых камер, лёгочная гипертензия, очевидная патология аортального и митрального клапанов, выявление тампонады сердца и перикардального выпота. В сжатом виде это:

1. Наличие жидкости в перикарде.
2. Общая сократительная функция сердца.
3. Относительные размеры камер.
4. Волемический статус.

Ультразвуковая методика предназначена для решения сфокусированных задач, позволяя получать ответы на конкретные клинические вопросы непосредственно у постели больного. При всей эффективности прицельного УЗИ врач должен осознавать его ограничения. Так, оценка клапанной дисфункции выходит за пределы компетенции большинства специалистов неотложной помощи, если только они не прошли дополнительную специализированную подготовку. Для исключения такой патологии требуется комплексная эхокардиография, выполняемая и интерпретируемая профильными специалистами. Принципиальное отличие фокусного протокола от УЗИ-ассистированного осмотра состоит в необходимости выполнения измерений и расчётов, а также в оформлении отдельного протокола исследования. При проведении УЗИ-ассистированного осмотра сердца важно установить наличие или отсутствие следующих патологических изменений: регионарные нарушения сократимости левого желудочка (да/нет), регионарные нарушения сократимости правого желудочка (да/нет), снижение амплитуды движения митрального и трикуспидального колец (MAPSE и TAPSE) (да/нет), дилатация левого желудочка (да/нет), дилатация правого желудочка (да/нет), значимая митральная регургитация (да/нет), значимая трикуспидальная регургитация (да/нет), расширение и характер спадения нижней полой вены (да/нет), обнаружение патологических гиперэхогенных сигналов в полостях желудочков, фиксированных к участкам миокарда с нарушенной локальной сократимостью – вероятно, тромбов (да/нет) (2).

При наличии прибора, позволяющего проводить количественные расчёты, метод фокусированной эхокардиографии даёт возможность оценить:

1. глобальную и регионарную сократительную функцию левого и правого желудочков (качественно/полуколичественно/количественно);
2. размеры камер сердца;
3. присутствие жидкости в полости перикарда и в плевральных полостях;
4. факт и выраженность клапанной регургитации;
5. расчётное систолическое давление в лёгочной артерии;
6. признаки тампонады сердца.

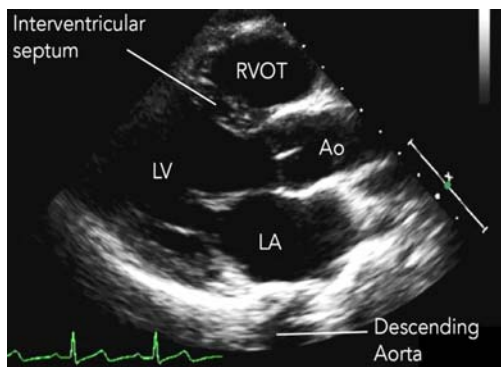


Рис. №113. Парастеральная позиция, визуализация по длинной оси левого желудочка. Парастеральный доступ - область 3-5 межреберья слева от грудины. С этой позиции можно получить стандартный вид. Датчик расположен на расстоянии 2!3 см слева от грудины в 3-м или 5-м межреберьи. Риска на датчике должна быть направлена в положении «10 часов» по направлению к правому плечу. Левый желудочек должен быть ориентирован почти горизонтально. Позади левого предсердия иногда видна проксимальная нисходящая грудная аорта. (2)

При выполнении эхокардиографии у больного с подозрением на острый коронарный синдром, в зависимости от клинической ситуации, следует применять необходимые трансторакальные доступы, позволяющие визуализировать сегменты миокарда обоих желудочков (2):

1. Парастернальный доступ по длинной оси левого желудочка.
2. Парастернальный доступ по короткой оси левого желудочка (на уровне митрального клапана, папиллярных мышц и верхушки).
3. Апикальный четырёхкамерный доступ.
4. Апикальный двухкамерный доступ.
5. Субкостальный доступ по длинной оси правого желудочка и нижней полой вены.
6. Супрастернальный доступ.

Пациент может располагаться лёжа на левом боку, на спине или с приподнятым головным концом. Для оператора наиболее удобно положение больного на левом боку, однако в условиях отделения реанимации это не всегда осуществимо.

Парастернальная позиция по длинной оси левого желудочка позволяет визуализировать и оценить: размеры корня и восходящей части грудного отдела аорты (с целью исключения острого аортального синдрома как причины кардиалгии); состояние и подвижность створок аортального клапана, наличие патологических структур на створках; наличие аортальной регургитации по данным цветового доплеровского картирования (для оценки наличия аортального стеноза/аортальной регургитации как причины кардиалгии); состояние и подвижность, наличие патологических образований на створках митрального клапана, коаптацию створок, наличие митральной регургитации по

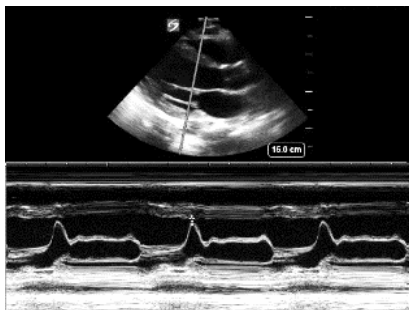


Рис. №114. Используя М-режим, фиксируется расстояние между передней створкой митрального клапана и межжелудочковой перегородкой. Измерение >7 мм коррелирует со сниженной функцией сердца. (2)



Рис. №115. Парастеральная позиция, визуализация по короткой оси левого желудочка на уровне митрального клапана. Для получения парастеральной короткой оси левого желудочка на уровне митрального клапана датчик устанавливают слева от грудины в третьем, четвертом или пятом межреберьи. (2).

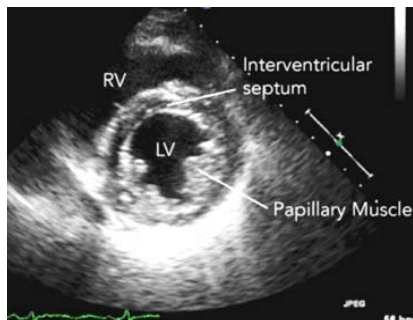


Рис. №116. Парастеральная позиция, визуализация по короткой оси левого желудочка на уровне сосочковых мышц. Для регистрации этой позиции датчик устанавливают в такое же положение, как и для получения позиции парастеральной короткой оси левого желудочка на уровне митрального клапана, но центральный луч отклоняют немного книзу, или сам датчик смещают на одно межреберье ниже (2).

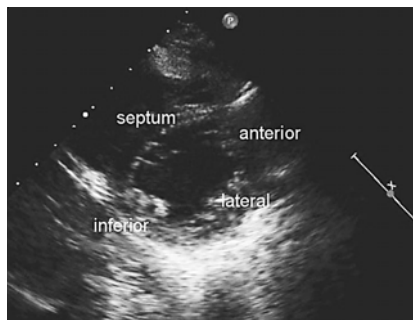


Рис. №117. Парастеральная позиция, визуализация по короткой оси левого желудочка на уровне верхушки. Позиция на уровне верхушки позволяет оценить регионарную сократимость апикальных сегментов (2).

данным цветного доплеровского картирования (как причины кардиалгии); диаметр проксимальной части выносящего тракта ПЖ (при ИМ в бассейне правой коронарной артерии); толщину миокарда базального и среднего переднеперегородочных и нижнебоковых сегментов, регионарную сократимость этих сегментов; наличие сепарации листков перикарда (при перикардите).

При парастеральном доступе по короткой оси левого желудочка (ЛЖ) на уровне митрального клапана визуализируют и оценивают регионарную сократимость базальных сегментов миокарда ЛЖ. Смещение плоскости сканирования на уровень папиллярных мышц даёт возможность исследовать сократимость средних сегментов ЛЖ, а позиция на уровне верхушки позволяет оценить регионарную сократимость апикальных сегментов ЛЖ.

Апикальная четырёхкамерная позиция даёт возможность визуализировать и оценить: соотношение размеров левого и правого желудочков (что важно при подозрении на тромбоэмболию лёгочной артерии), трансклапанные потоки на предсердно-желудочковых клапанах — включая факт наличия, степень выраженности и направление струй митральной и трикуспидальной регургитации, а также сократимость левого желудочка и свободной стенки правого желудочка.

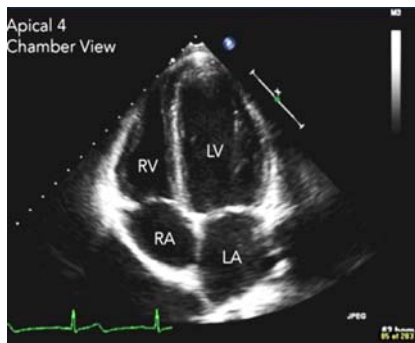


Рис. №118. Апикальная четырехкамерная позиция. RV-правый желудочек, LV- левый желудочек, RA- правое предсердие, LA- левое предсердие. Апикальная четырехкамерная позиция — одна из основных при исследовании глобальной и локальной сократимости левого желудочка. Положение датчика: апикальные виды получают путем размещения датчика в точке верхушечного толчка. Четырехкамерный обзор обычно получают сначала с риской датчика в 3 часа (по направлению к левой стороне пациента) (2).

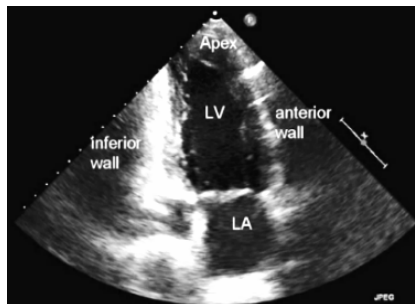


Рис. №119. Апикальная двухкамерная позиция. Эта позиция с отклонением плоскости сканирования книзу подходит для оценки движения стенки нижней стенки, передней стенки и вершины. Это еще одна полезная точка зрения для оценки митрального клапана (2).

Апикальная двухкамерная позиция позволяет визуализировать и оценить регионарную сократимость.

Систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца (TAPSE) — это показатель, характеризующий систолическую функцию правых отделов сердца. В условиях отделения неотложной помощи его чаще всего используют для выявления признаков перегрузки правых камер у пациентов с подозрением на тромбоэмболию лёгочной артерии или уже подтверждённым диагнозом. Этот параметр обладает хорошей прогностической ценностью, хотя и недостаточно чувствителен для диагностики всех случаев тромбоэмболии. При выполнении измерения в апикальной четырёхкамерной позиции курсор М-режима устанавливают над латеральным краем трикуспидального кольца. Это даёт кривую, на которой измеряют расстояние от пика до самой низкой точки. Значения менее 16 мм расцениваются как признак неудовлетворительной функции правого желудочка и коррелируют с повышенной летальностью.

Трансмитральный кровоток регистрируют с помощью импульсно-волнового доплера, помещая контрольный объём на уровне кончиков створок митрального клапана из апикальной четырёхкамер-



Рис. №120. Субкостальная позиция длинной оси НПВ позволяет визуализировать и оценить: НПВ: диаметр и степень её коллабирования на вдохе (для оценки выраженности застоя) (2).

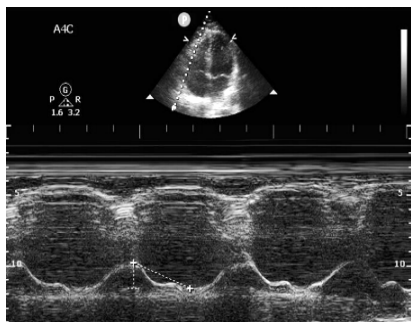


Рис. №121. Нормальная систолическая экскурсия кольца трехстворчатого клапана, измеренная в М-режиме (2).

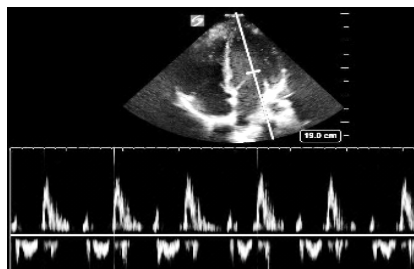
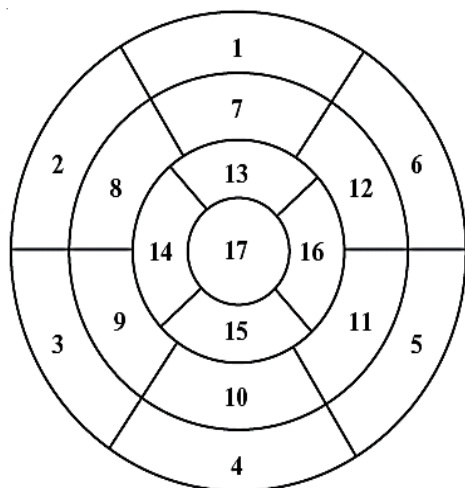


Рис. №122. Нормальный поток крови к митральному клапану на импульсно-волновой доплерографии (2).

ной позиции. При подозрении на тампонаду сердца чрезмерная дыхательная изменчивость скорости потока (более 25%) служит настораживающим признаком, обусловленным патофизиологическими механизмами тампонады(2).

Для отражения в протоколе эхокардиографии зон нарушения локальной сократимости используют 17-сегментарную модель левого желудочка. Она включает 6 базальных, 6 средних, 4 апикальных сегмента и верхушку.

Наиболее удобным доступом для осмотра всех 17 сегментов служит парастеральная позиция по короткой оси: на уровне митрального клапана визуализируются все базальные сегменты, на уровне папиллярных мышц — средние сегменты, а смещение датчика к верхушке позволяет оценить апикальные структуры и собственно верхушку сердца.



1. Базальный передний
2. Базальный переднеперегородочный
3. Базальный нижеперегородочный
4. Базальный нижний
5. Базальный нижебоковой
6. Базальный переднебоковой
7. Средний передний
8. Средний переднеперегородочный
9. Средний нижеперегородочный
10. Средний нижний
11. Средний нижебоковой
12. Средний переднебоковой
13. Апикальный передний
14. Апикальный перегородочный
15. Апикальный нижний
16. Апикальный боковой
17. Верхушка

Рис. №123. Сегментарное строение левого желудочка (2).

При характеристике сегментов необходимо учитывать «принцип контралатеральности»: каждому переднему сегменту противостоит нижний, а каждому перегородочному — боковой. На базальном уровне (всего 6 сегментов) выделяют: передний (условно соответствует «12 часам») и противоположный ему нижний (на «6 часах»), а также перегородочные и боковые сегменты. Последние, в свою очередь, подразделяются по признаку примыкания к переднему или нижнему сегменту. Так, напротив переднеперегородочного сегмента по принципу контралатеральности находится нижнебоковой, а напротив нижнеперегородочного — переднебоковой. Средний уровень оценивается аналогично в парастеральной позиции на уровне па-

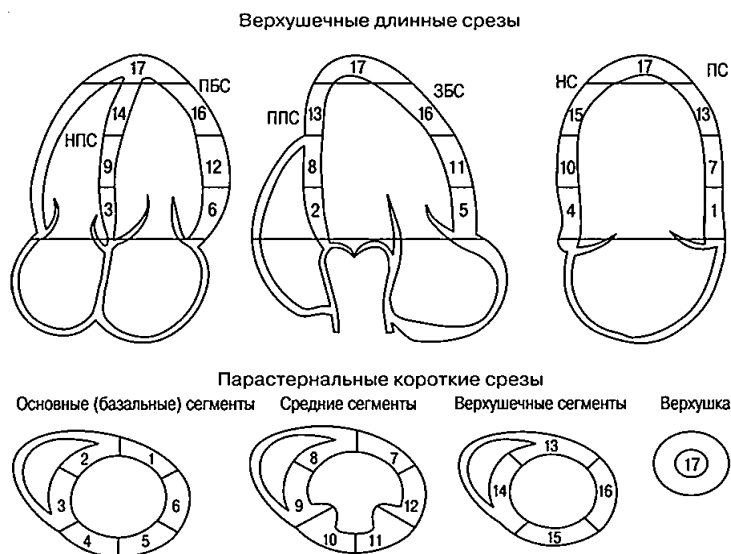


Рис. №124. Сегментарное кровоснабжение миокарда левого желудочка. 1-переднеперегородочный базальный, 2-передний базальный, 3-боковой базальный, 4-заднебоковой базальный, 5-нижний базальный, 6-заднеперегородочный базальный, 7-переднеперегородочный средний, 8-передний средний, 9-боковой средний, 10-заднебоковой средний, 11-нижний средний, 12-заднеперегородочный средний, 13-перегородочный верхушечный, 14-передний верхушечный, 15-боковой верхушечный, 16-нижний верхушечный, 17 – верхушка (2).

пилярных мышц. Здесь также определяют 6 сегментов, дублирующих номенклатуру базального уровня. В верхней гемисфере располагаются передний, переднеперегородочный и переднебоковой средние сегменты, а в нижней — нижний, нижнебоковой и нижнеперегородочный средние сегменты. Апикальный уровень соответствует проекции верхушки ЛЖ и насчитывает 4 сегмента: апикальный передний, апикальный боковой, апикальный нижний и апикальный перегородочный. Промежуточные варианты в этой зоне не выделяют. Семнадцатым сегментом является верхушка. По степени нарушения регионарной сократимости выделяют: гипокинезию, когда снижена амплитуда движения и систолического утолщения миокарда; акинезию — движение и систолическое утолщение отсутствует, дискинезию — парадоксальное асинхронное с фазами сердечного цикла.

Травма кровеносных сосудов

Ключевые ретроперитонеальные сосудистые образования — это брюшная аорта, нижняя полая вена, почечные сосуды, чревный ствол, верхние брыжеечные артерия и вена, поясничные артерии и вены, а также подвздошные сосуды. Брюшная аорта служит прямым продолжением грудной аорты: она берёт начало на уровне аортального отверстия диафрагмы (Th12) и заканчивается приблизительно на уровне L4, разделяясь на правую и левую общие подвздошные артерии. Эти артерии расходятся в стороны и следуют в нижнелатеральном направлении вдоль поясничных мышц. Протяжённость брюшной аорты составляет около 13 см; среди её ветвей различают непарные (чревный ствол, верхняя и нижняя брыжеечные артерии) и парные (почечные и гонадные артерии), а также париетальные и висцеральные сосуды. Поясничные артерии являются парными париетальными ветвями, отходящими от задней стенки аорты с обеих сторон; обычно насчитывается четыре пары, причём нижняя пара может брать начало от общей подвздошной артерии. Брюшная аорта лежит впереди от позвоночного столба, кзади от поджелудочной железы и желудка и левее нижней полой вены. Исследование выполняют конвексным датчиком в диапазоне 2,5–8 МГц (оптимальная частота 3,5–6 МГц) в двух плоскостях — продольной и попереч-

ной. Для продольного сканирования датчик располагают параллельно длиннику тела парамедианно слева либо строго по срединной линии. Характеристики кровотока оценивают в проксимальном (верхнеабдоминальном) и дистальном (непосредственно перед бифуркацией) отделах. Брюшная аорта относится к артериям с высоким периферическим сопротивлением. При импульсно-волновой доплерографии в проксимальном отделе регистрируется сигнал с низким сопротивлением и сохранением диастолического потока; дистальный сигнал приобретает типичную трёхфазную периферическую форму. Исследование в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) целесообразно, поскольку крупные ветви аорты кровоснабжают печень, селезёнку и почки — органы, требующие непрерывного низкорезистентного кровотока на протяжении всего сердечного цикла. Средняя пиковая систолическая скорость в брюшной аорте у лиц около 12 лет составляет 110 см/с, с возрастом она снижается, варьируя в пределах 70–100 см/с. Исследование начинают в субкостифоидальной области, используя тела позвонков как ориентир: аорта определяется спереди и слева от тела позвонка. Диаметр аорты (проксимальный, средний и дистальный) измеряют по наружному контуру в переднезаднем направлении исключительно на поперечных сканах; также измеряют подвздошные артерии дистальнее бифуркации. Измерения в поперечной плоскости, а не в сагиттальной, уменьшают риск получения косых срезов и занижения истинных размеров. После визуализации брюшной аорты на всём протяжении датчик поворачивают на 90° для получения сагиттальной проекции; такая плоскость облегчает выявление локальных выпячиваний (мешотчатых аневризм) и уточнение локализации любых обнаруженных отклонений вдоль длинной оси тела. При ограничении визуализации из-за избыточного кишечного газа применяют дозированную компрессию, которая улучшает изображение; тем не менее технические трудности встречаются в 5–10% случаев. Грудную аорту оценивают с помощью комбинации нескольких доступов. Корень аорты изучают и измеряют в парастеральной продольной позиции сердца; дугу аорты — из супрастерального доступа; сегменты нисходящей грудной аорты могут быть видны в дальнем поле как из парастеральной, так и из апикальной кардиологи-

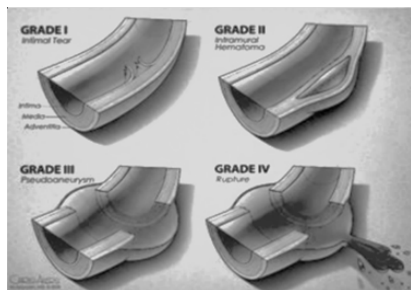


Рис. №125. Классификация сосудистых повреждений:

- I – интимальный разрыв*
- II – интрамуральная гематома*
- III – псевдоаневризма*
- IV – разрыв*

ческой позиции. Изображения брюшной аорты также применяются для оценки распространённости патологических изменений на её инфрадиафрагмальный отдел. При подозрении на наличие лоскута интимы необходимо обязательно верифицировать или исключить эту находку в дополнительной проекции.

Всем пациентам с подозрением на травматическое повреждение сосудов грудной клетки рекомендуется выполнение: рентгенографии лёгких (при тяжёлом состоянии, когда вертикальное

положение невозможно, исследование проводят лёжа); трансторакального ультразвукового исследования плевральных и перикардальной полостей по методике FAST; чреспищеводной эхокардиографии; дуплексного сканирования дуги аорты, брахицефальных артерий и сосудов корней лёгких; компьютерной томографии органов грудной полости с внутривенным болюсным контрастированием; ретроградной ангиографии грудной аорты; диагностической торакоскопии (15). Инструментальными признаками травмы сосудов груди служат: при комплексном УЗИ внутренних органов (в объёме FAST) — визуализация большого количества жидкости в левой плевральной полости, жидкости в полости перикарда (тампонада), а также связанных с крупными сосудами гематом средостения и корней лёгких; при УЗИ средостения — выявление внутриаортальных повреждений, таких как разрыв интимы, интрамуральная гематома и/или расслоение аорты; при дуплексном сканировании аорты — изменение линейной скорости кровотока и спектра доплеровской кривой в аорте, брахицефальных артериях и сосудах корней лёгких; при чреспищеводной эхокардиографии — диагностика разрывов интимы, интрамуральных гематом и расслоения аорты. Острая патология аорты всегда должна рассматриваться у пациентов с недифференцированным шоком. Некоторые urgentные поражения аорты,



Рис. №126. Механизм диссекции (расслоение стенки сосуда при разрыве интимы – внутренней оболочки сосуда).



Рис. №127. Диссекция абдоминальной аорты.

в частности аневризма и расслоение, могут иметь классическую симптоматику: боль в животе или в боку, боль в груди с иррадиацией в спину. Однако они могут проявляться и значительно более неспецифично — потерей сознания, головокружением, неврологической симптоматикой, ишемией конечностей или внезапной остановкой сердца (44). При расслоении аорты смертность остаётся высокой, и, когда речь идёт о восходящем отделе, раннее хирургическое вмешательство, как известно, улучшает результаты лечения. Поэтому ультразвуковое исследование у постели пациента, будучи субоптимальным по чувствительности, может иметь важное клиническое значение, так как обнаружение лоскута интимы аорты способно повлиять на дальнейший диагностический алгоритм и ускорить начало лечения. У пациентов, у которых визуализируется отслоённый лоскут, прикроватное УЗИ позволяет выявить особенности расслоения восходящей аорты, указывающие на высокий риск и угрозу разрыва: вы-

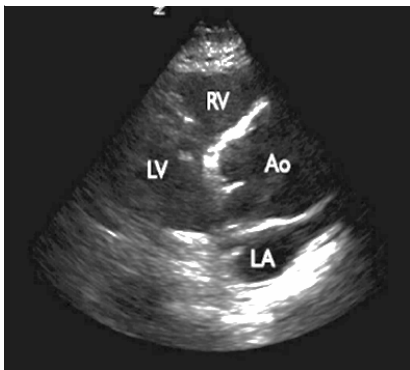


Рис. №128. Парастеральная продольная проекция сердца, демонстрирует сильно расширенный корень аорты. Мобильный отслоённый лоскут визуализирован в режиме реального времени.



Рис. №129. Диссекция дуги аорты. Субкостальный доступ. короткими стрелками обозначен большой эхогенный сгусток с минимальным количеством жидкой крови (анэхогенной), длинными стрелками правый и левый желудочки.

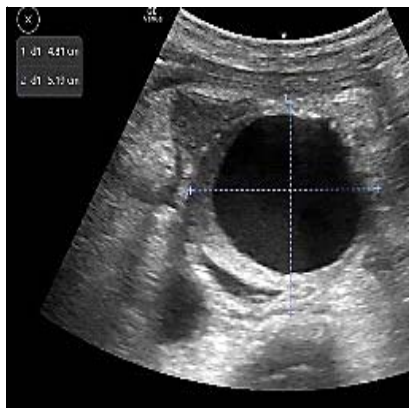


Рис. №131. На УЗИ выявлена аневризма аорты 4,8 см. В париаортальном пространстве — серповидная гипоэхогенная зона. ЦДК: активный кровоток вне просвета аорты. Признак разрыва аневризмы (гематома).

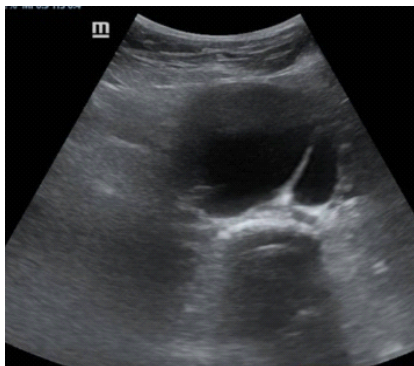


Рис. №130. Расслоение нисходящей аорты. Более широкий просвет, медленный турбулентный поток.

раженную дилатацию проксимального отдела аорты, перикардиальный выпот и аортальную недостаточность (45).

Ультразвуковое исследование, выполняемое клиницистом, является превосходным неинвазивным методом скрининга аневризмы брюшной аорты. Риск летального исхода снижается, если диагноз установлен до разрыва или в ближайшее время после него. УЗИ отлично подходит для выявления самого аневризматического расширения, но имеет ограничения в диагностике разрыва. В редких случаях сонография может обнаружить признаки, указывающие на разрыв аневризмы аорты. Чаще всего это забрюшинная гематома, однако могут определяться и другие симп-

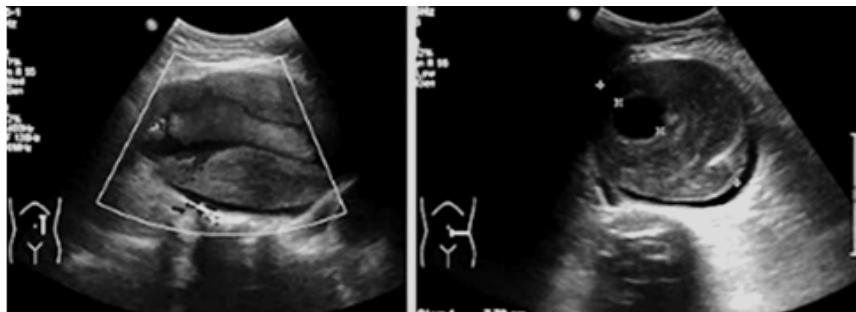


Рис. №132. Инфраренальный сегмент аорты расширен до 5,2 см, с гипоэхогенным тромбом по задней стенке.

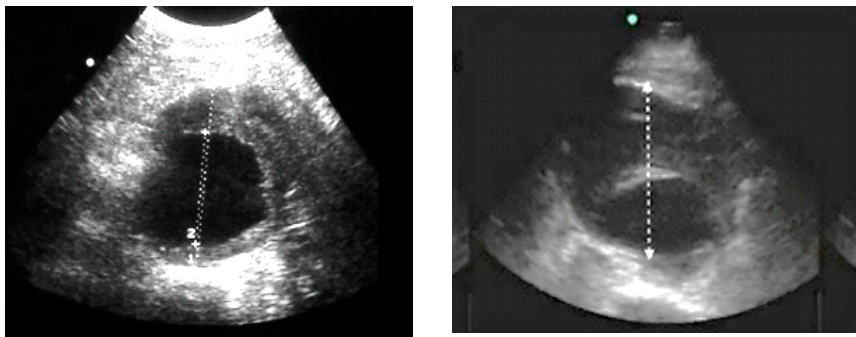


Рис. №133. На УЗИ мешок аневризмы содержит гипоэхогенный тромб с гиперэхогенными включениями (кальцинаты).

томы: нарушение целостности тромба, прерывистость стенки аорты или свободная жидкость в брюшной полости.

Тупая травма абдоминальной аорты является редким явлением. Повреждения грудной аорты наблюдаются в 20 раз чаще. Свыше 90% травм крупных торакальных сосудов обусловлены проникающими ранениями, которые включают полную или частичную транссекцию, а также образование артериовенозных фистул. Большинство таких повреждений локализуется в восходящем отделе и дуге аорты, что сопряжено с крайне неблагоприятным прогнозом. Хотя проникающий механизм травмы доминирует, частота разрывов аорты вследствие тупой травмы продолжает возрастать. Механизм травматизации абдоминальной аорты

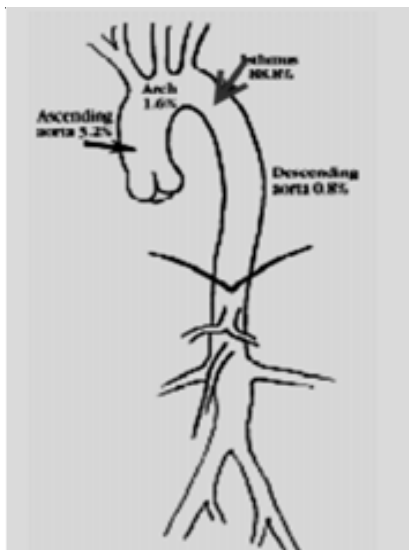


Рис. №134. Наиболее часто (до 89% случаев) повреждается самая проксимальная часть нисходящей аорты, сразу за отхождением левой подключичной артерии. Это место торакальной аорты является менее фиксированным и наиболее подвижным, и находится между двумя фиксированными сегментами аорты.

может заключаться в прямом воздействии силы, сдавливающей сосуд между ремнём безопасности и позвоночником, либо в непрямой передаче кинетической энергии от соседних органов на аортальную стенку. Наиболее часто повреждается самый проксимальный участок нисходящей аорты — тотчас за местом отхождения левой подключичной артерии. Эта зона грудной аорты наименее фиксирована и наиболее подвижна, располагаясь между двумя относительно неподвижными сегментами. При внезапном «торакальном» торможении фиксированные отделы аорты замедляются вместе с грудной клеткой, тогда как более мобильная проксимальная часть нисходящего отдела по инерции продолжает движение вперёд до момента окончательной остановки; именно в этом подвижном сегменте, между двумя фиксированными участками, и происходит разрыв (46).

При резком «торакальном» торможении фиксированные участки аорты замедляются синхронно с грудной клеткой, в то время как наиболее подвижный проксимальный отдел нисходящей аорты продолжает смещаться вперёд до момента окончательной остановки; разрыв аорты происходит именно в этом подвижном сегменте, расположенном между двумя фиксированными. При ретропечёночных травмах нижней полой вены наиболее частым сопутствующим повреждением является травма печени. Вместе с тем ультразвукография обладает низкой чувствительностью в диагностике повреждений крупных абдоминальных сосудов, что обусловлено их глубоким ретроперитоне-

альным расположением, присутствием кишечного газа и конституциональными особенностями пациента (46).

D. Neurologic Disability (неврологический дефицит) в схеме ABCDE

Черепно-мозговая травма остаётся одной из ведущих причин смертности и инвалидизации в мире. Американской ассоциацией нейрохирургов разработаны методические руководства по ведению пациентов с тяжёлой черепно-мозговой травмой. До 65% летальных исходов при травме головы обусловлены вторичным церебральным повреждением, возникающим вследствие гипоксии и гипотензии (47). Неврологический статус оценивают по наличию грубого дефицита функции головного и спинного мозга. Для определения уровня сознания и тяжести интракраниального повреждения применяются Шкала комы Глазго и реакция зрачков на свет. Ультрасонография при черепно-мозговой травме складывается из двух компонентов: транскраниального ультразвукового исследования, задачей которого служит выявление внутричерепных гематом и смещения срединных структур, и ультрасонографии зрительного нерва, используемой в качестве скринингового теста на повышенное внутричерепное давление. При наличии удовлетворительного акустического окна большинство интрацеребральных гематом могут быть обнаружены с помощью транскраниальной сонографии и визуализируются как гиперэхогенные образования. Данная методика даёт возможность диагностировать не только внутричерепные кровоизлияния (паренхиматозные, внутрижелудочковые), но и латеральное смещение третьего желудочка (срединных структур) при

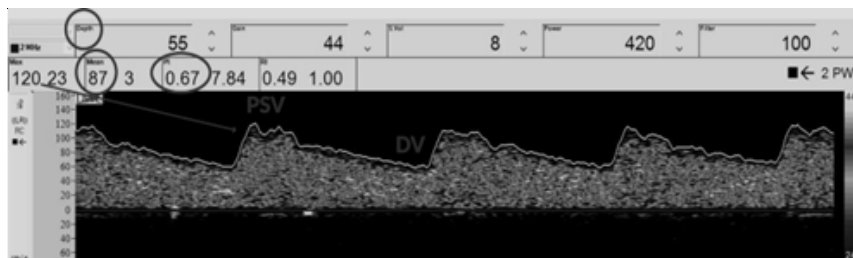


Рис. №135. Изображение транскраниальной доплеровской ультрасонографии, показывающей скорость мозгового кровотока (48).

прогрессировании гематомы или отёке мозга, способствуя принятию решения о необходимости декомпрессивной трепанации черепа (47).

Выделяют два подхода к ультразвуковой оценке мозга: традиционную транскраниальную доплерографию, предоставляющую информацию о скоростях церебрального кровотока в магистральных артериях, и транскраниальное цветное дуплексное сканирование, сочетающее В-режим с цветовым доплеровским картированием. Нормальный спектральный доплеровский сигнал обладает типичной конфигурацией: крутой систолический подъём, ступенеобразное снижение скорости и сохранение положительного конечного диастолического потока, что позволяет количественно определить пиковую систолическую, конечную диастолическую и среднюю скорости кровотока в см/с.

Окна для инсонации

Транстемпоральный доступ достигается путём установки датчи-

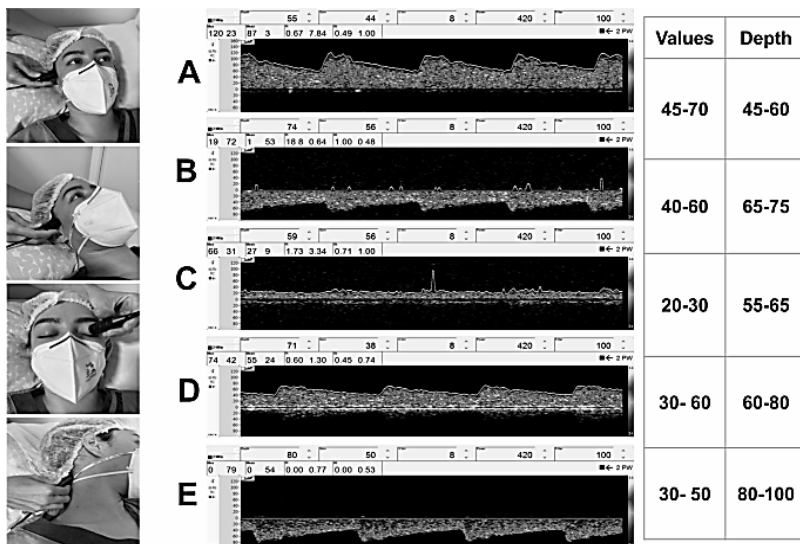


Рис. №136. На рисунке изображены транстемпоральное, трансорбитальное и субокипитальное костное окно и нормальная кривая скорости кровотока с ее рисунком, глубиной, значением, пульсацией и индексом сопротивления (48).

ка между козелком уха и латеральным краем глазницы, при этом маркер датчика ориентирован в сторону глаза. В первую очередь через транстемпоральное окно выполняют оценку средней мозговой артерии (48). В этом же окне можно дополнительно визуализировать переднюю мозговую артерию, заднюю мозговую артерию и переднюю соединительную артерию.

Трансорбитальное окно применяется для визуализации ипсилатеральной глазной артерии и сифона внутренней сонной артерии. Датчик осторожно располагают на веке, слегка наклоняя его медиально и вверх (48). Для получения субокципитального (подзатылочного) доступа голову пациента поворачивают набок, а датчик размещают чуть ниже и медиальнее сосцевидного отростка, направляя луч слегка медиально — в сторону переносицы или противоположного глаза. Этот доступ является ключевым для регистрации кровотока в позвоночных артериях и базилярной артерии. При подчелюстном доступе датчик устанавливают латерально под нижней челюстью, кпереди и медиальнее грудино-ключично-сосцевидной

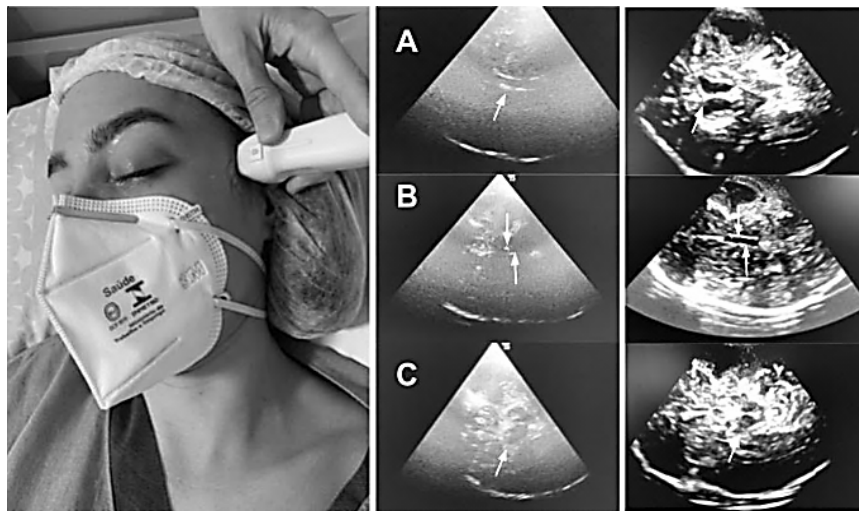


Рис. №137. Транстемпоральный подход окна и три изображения ультразвуковых плоскостей мозга. А. Желудочковый план. В. Диэнцефальный план. С. Мезэнцефальный план (48).

мышцы, ориентируя его вверх и немного медиально. Исследование, как правило, выполняют секторным датчиком с частотой 2–2,5 МГц, который позволяет визуализировать основные церебральные структуры и сосуды (48). Среднемозговая плоскость — это наиболее базальная плоскость сканирования, дающая возможность идентифицировать контралатеральный свод черепа в качестве главного ориентира (обычно на глубине 12–15 см) и тем самым подтвердить наличие адекватного акустического окна. Средний мозг, расположенный по средней линии, обычно легко распознаётся по характерной картине, напоминающей бабочку с направленными вперёд крыльями.

Диэнцефальная плоскость: начиная с мезэнцефальной плоскости, наклон ультразвукового луча краниально примерно на 10° позволяет визуализировать третий желудочек. Он выглядит как две пульсирующие параллельные линии, расположенные на расстоянии обычно менее 10 мм друг от друга, немного выше и впереди от среднего мозга. Желудочковая плоскость: дополнительный наклон луча в краниальном направлении даёт возможность увидеть таламус и передние рога боковых желудочков. Сопротивление внутриартериального потока можно оценить с помощью

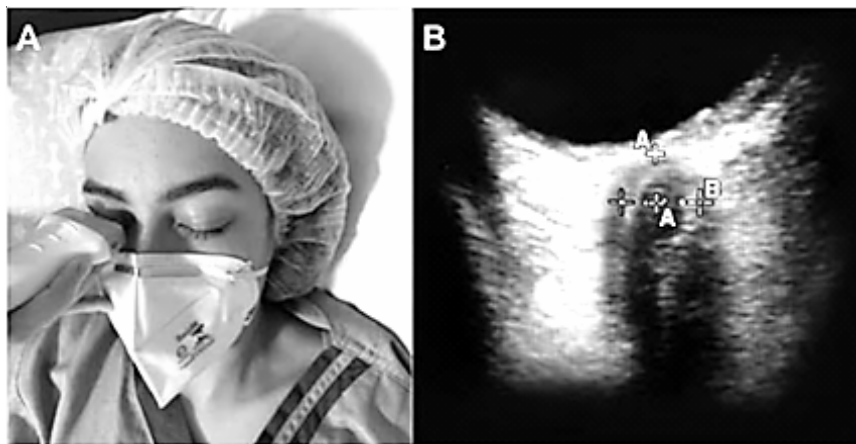


Рис. № 138. Диаметр оболочки зрительного нерва измеряется через трансорбитальное окно на расстоянии 3 мм позади глазного яблока с помощью электронного штангенциркуля и оси, перпендикулярной зрительному нерву. (49).

индекса пульсативности, который рассчитывается как разность пиковой систолической и конечной диастолической скоростей, делённая на среднюю скорость потока. Этот индекс не зависит от угла инсонации, и его значение выше 1,3 свидетельствует о высоком сосудистом сопротивлении. Диаметр оболочки зрительного нерва: зрительный нерв анатомически тесно связан с субарахноидальным пространством головного мозга. Его окружают оболочки, поэтому повышение внутричерепного давления приводит к увеличению диаметра оболочки зрительного нерва и высоты его диска (48). Показано, что ультразвуковые измерения этих параметров хорошо коррелируют с инвазивными показателями внутричерепного давления (49).

Диаметр оболочки зрительного нерва измеряют как расстояние между наружными границами гиперэхогенной зоны, окружающей нерв; эта зона соответствует субарахноидальному пространству с паутинной оболочкой.

Стрелкой указан принцип измерения расстояния от центра ультразвукового луча до середины третьего желудочка. Измере-

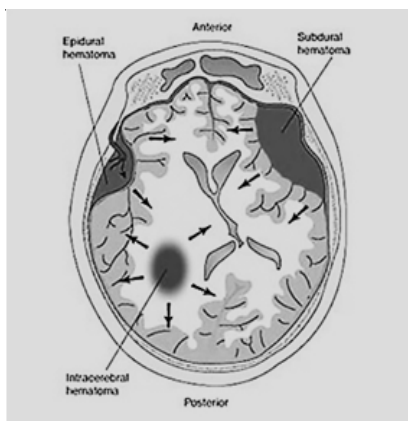


Рис. №139. Схема различных видов интракраниальных гематом (51).

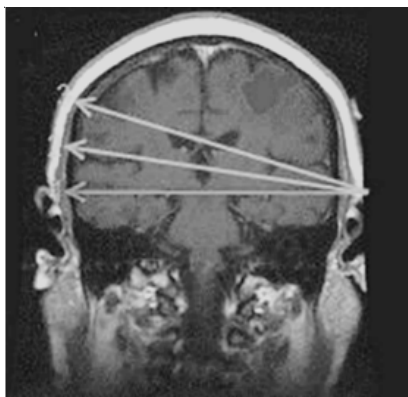


Рис. №140. Схема пространственной ориентации стандартных плоскостей сканирования через транстемпоральный доступ: на уровне ножек мозга (1), на уровне третьего желудочка (2), на уровне тел боковых желудочков (3) (48).

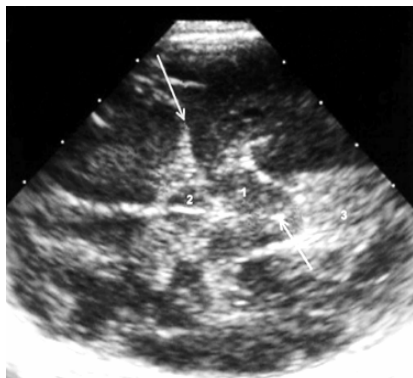


Рис. 141. Ультразвуковое изображение аксиального скана на уровне ножек мозга: 1 – гипоэхогенные ножки мозга, имеющие вид сердца, на вершине которого расположен Сильвиев водопровод в виде гиперэхогенного пятна, обозначенного белой стрелкой; 2 – гипоэхогенный, овальной формы гипоталамус, с гиперэхогенной линией в центре, представляющей инфундибулярную часть третьего желудочка. Стрелкой обозначена базальная цистерна, имеющая вид пятиконечной эхогенной звезды, которая окружает гипоэхогенный гипоталамус; 3 – мозжечок (48).



Рис. №142. Изображение основных сосудов Виллизиева круга (средних, передних и задних мозговых артерий), окружающих гипоталамус в базальной цистерне, в режиме энергетического доплера (51).

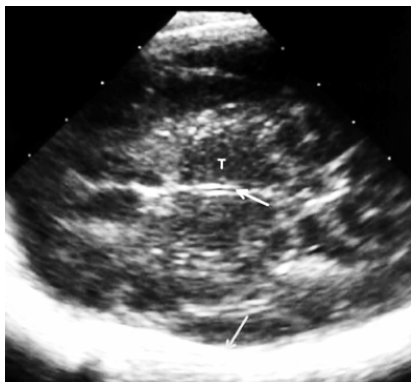


Рис. №143. Аксиальный скан на уровне третьего желудочка. Третий желудочек обозначен белой стрелкой. Стенки желудочка представлены двумя гиперэхогенными параллельными линиями. Т – гипоэхогенный таламус, внутри которого расположен третий желудочек в виде тонкой щели. Стрелкой отмечена противоположная кость свода черепа.

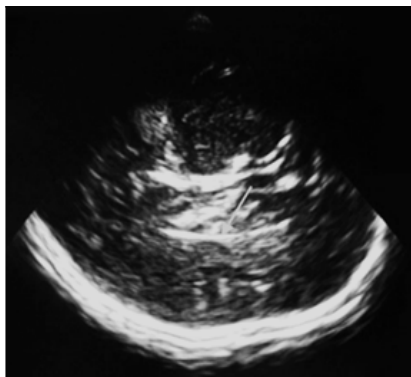


Рис. №144. Аксиальный скан на уровне тел боковых желудочков. Желудочек представлен гиперэхогенной линией (51).

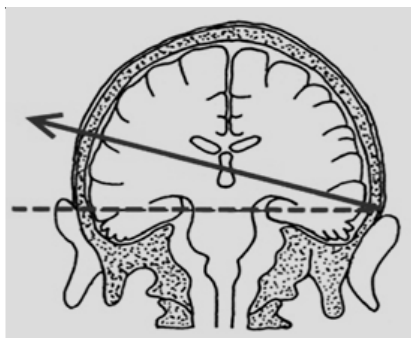


Рис. №145. Направление ультразвукового луча для визуализации третьего желудочка (51).

желудочка: расстояние от точки сканирования до середины третьего желудочка справа составило 83 мм, при исследовании слева – 75 мм. Таким образом, по формуле $(A - B)/2$, $83 - 75/2 = 4$, в данном примере имеется смещение третьего желудочка на 4 мм влево от срединной линии (52).

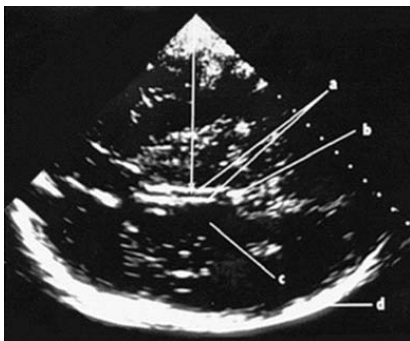


Рис. №146. На аксиальном скане показаны: третий желудочек (a), представленный двумя гиперэхогенными линиями, гипохогенный таламус (c); область шишковидной железы (b), контрлатеральная кость черепа (d) (51).

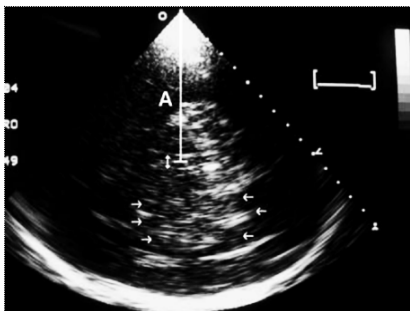


Рис. №147. Пример расчета величины смещения третьего

ния проводятся с каждой стороны, половина разницы этих расстояний отображает смещение срединной линии (52).

E. Exposure and Environment (воздействие внешней среды) в схеме ABCDE

Проведение полного осмотра, выявление скрытых травм, кровотечений или сыпи. Предотвращение гипотермии, защита от перегрева.





Заключение

Интерес к широкому внедрению в клиническую практику УЗИ-ассистированных осмотров как раз связан с широким распространением мобильного и карманного ультразвукового оборудования. Важно понимать ограничения УЗИ-ассистированных осмотров. По сути, выполнение исследования по лимитированному протоколу — это исследование для принятия решения или ассистированная манипуляция. Для проведения УЗИ-ассистированного осмотра не нужна профессиональной переподготовки по инструментальной или лучевой диагностике, достаточно курса обучения в рамках основной специальности. Комплексное ультразвуковое исследование внутренних органов является одним из наиболее информативных методов верификации анатомического характера травмы. Помимо высокой информативности важным его преимуществом является возможность выполнения исследования пациента в тяжелом состоянии *ex tempore*, в т.ч. в динамике - без необходимости транспортировки. Во многих странах ультразвуковые исследования становятся неотъемлемой частью оказания неотложной помощи.





Список литературы

1. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 08.06.2020 г. № 557н “Об утверждении Правил проведения ультразвуковых исследований.
2. Драпкина О. М., Джигоева О. Н. Основы УЗИ-ассистированного осмотра и оценки пациентов, госпитализированных с коронавирусной инфекцией в терапевтический стационар. Учебно-методическое пособие. М.: ФГБУ “НМИЦ ТПМ”, РОПНИЗ, 2021. — 40 с.
3. Mirabel M, Celermajer D, Beraud A-S, et al. Pocket-sized focused cardiac ultrasound: strengths and limitations. Arch Cardiovasc Dis. 2015;108:197-205. doi:10.1016/j. acvd.2015.01.002.
4. ATLS Subcommittee, American College of Surgeons’ Committee on Trauma, International ATLS working group. Advanced trauma life support (ATLS®): student course manual. The tenth edition. Chicago, IL: American College of Surgeons, 2018. 391 p
5. Gunst M., Ghaemmaghami V., Gruszecki A., et al. Changing epidemiology of trauma deaths leads to a bimodal distribution. Proc (Bayl Univ Med Cent). 2010 Oct; 23 (4): 349–54.
6. Агаджанян В.В., Пронских А.А., Устьянцева И.М. и др. (под ред. Агаджаняна В.В.). Политравма. Новосибирск: Наука, 2003. 492 с.
7. Агаларян А.Х. Хирургическое лечение и летальность у пациентов с абдоминальными повреждениями при политравме. Политравма. 2014;4:24–31.
8. Тулупов А.Н., Бесаев Г.М., Кажанов И.В., Найденов А.А. Особенности оказания медицинской помощи пациентам с политравмой в травмоцентрах Санкт-Петербурга // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2018. № 1. Р. 39–48.

9. Тулупов А.Н. Тяжелая сочетанная травма: Руководство для врачей. СПб.: Издательство «РА «Русский ювелир»», 2015. 314 с.

10. Schnittker R., Marshall S.D., Berecki-Gisolf J. Patient and surgery factors associated with the incidence of failed and difficult intubation. *Anaesthesia*. 2020; 75(6): 756–66. DOI: 10.1111/anae.14997.

11. Робба К., Вонг А., Пул Д., Аль Тайар А., Арнтфилд Р.Т., Чу М.С. и др. (2021) Базовые навыки ультразвуковой диагностики с головы до ног для врачей-реаниматологов в отделениях общей и нейрореанимации: консенсус и рекомендации экспертов Европейского общества интенсивной терапии. *Intensive Care Med* 47(12):1347–1367.

12. Зайцев А.Ю., Усикян Э.Г., Дубровин К.В., Светлов В.А., Выжигина М.А., Жукова С.Г. Диагностика трудных дыхательных путей: обзор литературы. *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова*. 2023;(4):149–168. doi:10.21320/1818-474X-2023-4-149-168.

13. Parameswari A., Govind M., Vakamudi M. Correlation between preoperative ultrasonographic airway assessment and laryngoscopic view in adult patients: A prospective study. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2017; 33(3): 353–8. DOI: 10.4103/joacp.JOACP_166_17.

14. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW et al (2012) Международные рекомендации на основе фактических данных по ультразвуковому исследованию легких в месте оказания медицинской помощи. *Intensive Care Med* 38(4):577–591.

15. “Клинические рекомендации “Закрытая травма грудной клетки” 2023 г. (одобрены Минздравом России).

16. И. Адомайтене, В. Аугайтене, Р. Янилионис, УЗИ травм грудной клетки *Ультразвуковая медицинская биология*, 37 (8) (2011), стр. 102 - S103.

17. Лихтенштейн Д., Мезьер Г., Ласколс Н. и др. Ультразвуковая диагностика скрытого пневмоторакса. *Crit Care Med*. 2005;33:1231-8.

18. Лихтенштейн ДА, Меню Y. Признак ультразвукового исследования у постели больного, исключая пневмоторакс у тяжелобольного. *Скольжение легких*. 1995;108:1345-8.

19. Blaivas M., Lyon M., Duggal S. A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic

pneumothorax. // Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine. 2005. Vol. 12. P. 844–849.

20. Лихтенштейн Д., Гольдштейн И., Муржон Э. и др. Сравнительные диагностические характеристики аускультации, рентгенографии грудной клетки и ультрасонографии легких при остром респираторном дистресс-синдроме. 2004;100:9-15.

21. Tayal VS, Beatty MA, Marx JA и др. FAST (целевая оценка с помощью сонографии при травме) точна для сердечного и внутрибрюшинного повреждения при проникающей передней травме грудной клетки. J Ultrasound Med. 2004;23:467-72.

22. Bader A., Rahman U., Morris M., McCormack J.E., Huang E.C., Zawin M., Vosswinkel J.A., Jawa R.S. Pulmonary contusions in the elderly after blunt trauma: Incidence and outcomes. // The Journal of surgical research. 2018. Vol. 230. P. 110–116.

23. Соффер Д., МакКенни М. Г., Кон С. и др. Перспективная оценка ультрасонографии для диагностики проникающих ранений туловища. Журнал травматологии. 2004;56:953-9.

24. Саватмонгкорнгул С., Вонгвайсаяван С., Кэвлай Р. Целенаправленная оценка с помощью сонографии при травме: современные перспективы. Открытый доступ Emerg Med. 2017;9:57-6.

25. Пламмер Д. Принципы неотложной ультразвуковой диагностики и эхокардиографии. Ann Emerg Med. 1989;18:1291-7.

26. Ма О.Дж., Кефер М.П., Матер Дж.Р. и др. Оценка гемоперитонеума с помощью одно- и многопроекционного ультразвукового исследования. Академия неотложной медицинской помощи. 1995;2:581-6.

27. Картер Дж. В., Фалько М. Х., Чопко М. С. и др. Действительно ли мы полагаемся на быстроту принятия решений при лечении тупой травмы живота? Травма. 2014;46(5):817-21.

28. Абрамс Б.Дж., Сукумванич П., Сейбел Р. и др. Ультразвук для обнаружения внутрибрюшинной жидкости: роль положения Тренделенбурга. Am J Emerg Med. 1999;17:117-20.

29. Wherrett LJ, Boulanger BR, McLellan BA и др. Гипотония после тупой травмы живота: роль неотложной абдоминальной сонографии в хирургической сортировке. J Trauma. 1996;41:815-20.

30. Киркпатрик АW, Сируа М, Лаупланд КВ и др. Ручная торакальная сонография для обнаружения посттравматического пнев-

моторакса: расширенная фокусированная оценка с сонографией при травме (EFAST). J Trauma. 2004;57:288-95.

31. Лихтенштейн Д., Мезьер Г., Ласколс Н. и др. Ультразвуковая диагностика скрытого пневмоторакса. Crit Care Med. 2005;33:1231-8.

32. Фон Кюнсберг Йеле Д., Стиллер Г., Вагнер Д. Чувствительность обнаружения свободной внутрибрюшинной жидкости с помощью тазовых проекций исследования FAST. Am J Emerg Med. 2003;21:476-8.

33. Ма О Джей, Мэтер. Травма, в: Ма О.Дж., Мэтер Дж. (ред.), Экстренное ультразвуковое исследование, McGraw-Hill: Нью-Йорк. 2003;67-88.

34. E-FAST (Расширенная целевая оценка с использованием сонографии при травмах) Андреа Роулэнд-Фишер, доктор медицины Роберт Ф. Рирдон, доктор медицины, FACEP 19 октября 2021.

35. Free intra-abdominal gas - where did it come from? Localisation of perforation site based on peritoneal anatomy. K. Micallef, P. Nsiah-Sarbeng, B. Murtagh, K. Planche, LONDON/UK 2013.

36. Focus on abnormal air: diagnostic ultrasonography for the acute abdomen, Beatrice Hoffmann, European Journal of Emergency Medicine 201.

37. Ultrasonography for the Diagnosis of Intraperitoneal Free Air in Chest-Abdominal-Pelvic Blunt Trauma and Critical Acute Abdominal Pain, Yoshihiro Moriwaki, Arch Surg. 20.

38. Detection of intraperitoneal free gas by ultrasound, Adrian Goudie, AJUM May 2013.

39. Sonography of Small Bowel Perforation, Siarhei Kuzmich, AJR:201, August 2013.

40. Gastrointestinal perforation: ultrasonographic diagnosis, FF Coppolino, G Gatta, Critical Ultrasound Journal 2013.

41. Корымасов Е.А., Пушкин С.Ю., Белян А.С., Решетов А.П., Хурнин В.Н., Камеев И.Р., Сызранцев Ю.В., Медведчиков-Ардия М.А., Айрапетова М.П., Тамарова М.С. Хирургия закрытых повреждений диафрагмы: Ошибки, опасности и осложнения // Тольяттинский медицинский консилиум. 2014. № 5-6. Р. 32–3.

42. Абакумов М.М., Ермолова И.В., Погодина А.Н. Диагностика и лечение разрывов диафрагмы // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2000. № 7. Р. 28–33

43. Барский Б.В. Метод мини-инвазивной фиксации флотирующих переломов ребер (экспериментально-клиническое исследование): Автореф. Дис. ... канд. Мед. наук. Москва, 2007. Р. 26.

44. Абакумов А.М. Травматический свернувшийся гемоторакс (диагностика и лечение): Автореф. Дис. ... канд. Мед. Наук: 14.00.27. Москва, 2004. Р. 28.

45. Перера П., Мэйлхот Т., Райли Д., Мандавия Д. (2010) Экзамен RUSH: быстрое ультразвуковое исследование при шоке в оценке состояния тяжелобольных. *Emerg Med Clin North Am* 28(1):29–56 vii.

46. Торакальная хирургия: Руководство для врачей / ed. Бисенков Л.Н. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2004. Р. 928.

47. POCUS, как мы можем включить мозг? Обзор Джулиана Кальдас, Карла Биттенкур Рынковски и Кьяра Робба Журнал анестезии, аналгезии и интенсивной терапии объем 2 , Номер статьи: 55 (2022).

48. Robba C, Poole D, Citerio G, Taccone FS, Rasulo FA (2020) Консенсус по ультрасонографии мозга в группе интенсивной терапии. Консенсус по рекомендациям по навыкам и уровням компетентности в области ультрасонографии мозга в условиях интенсивной терапии. *Neurocrit Care* 32(2):502–511.

49. Schroeder C, Katsanos AN, Richter D, Tsiygoulis G, Gold R, Krogias C (2020) Количественная оценка диаметра зрительного нерва и оболочки с помощью трансорбитальной сонографии: систематический обзор и метаанализ. *J Neuroimaging* 30(2):165–174.

50. Гупта С., Пачизия А. (2019) Диаметр оболочки зрительного нерва, измеренный с помощью ультразвука, хорошо коррелирует с давлением спинномозговой жидкости. *Neurol India* 67(3):772–776.

51. Транскраниальная доплерография как скрининговый тест для исключения внутричерепной гипертензии у пациентов с черепно-мозговой травмой: перспективное многоцентровое международное исследование IMPRESSIT-2. *Crit Care* 26(1):110).

52. Motuel J, Biette I, Srairi M, Mrozek S, Kurrek MM, Chaynes P et al (2014) Оценка смещения средней линии мозга с помощью сонографии у нейрохирургических пациентов отделения интенсивной терапии. *Crit Care* 18(6):676).



*Латышева А. Я., Романов Г. Г., Емельянцев А. А.,
Кушнарев С. В., Мякишева А. Б., Моисеев К. К.*

Основы УЗИ-ассистированного осмотра
и фокусированного ультразвукового исследования
в оценке пациентов с политравмой

Учебное пособие

ВМедА – Нордмедиздат

978-5-98306-177-4



Отпечатано в типографии «Art-Xpress»
199155, Санкт Петербург, В.О., Уральская ул., 17/3 - 4.
Печать цифровая. Бумага офсетная.
Подписано в печать 26.07.2026 г.
Тираж 50 экз. Объем 4 п.л. Заказ №