

А.Мацас, А.В.Марочков, С.В.Капустин

**Ультразвуковое
исследование в интенсивной
терапии и анестезиологии**

2-е издание, исправленное и дополненное



**Москва
«МЕДпресс-информ»
2021**

УДК 615.849:616-089.5

ББК 53.6

М12

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Авторы и издательство приложили все усилия, чтобы обеспечить точность приведенных в данной книге показаний, побочных реакций, рекомендуемых доз лекарств. Однако эти сведения могут изменяться.

Информация для врачей. Внимательно изучайте сопроводительные инструкции изготовителя по применению лекарственных средств.

Книга предназначена для медицинских работников: врачей экстренной медицины, анестезиологов-реаниматологов, радиологов, врачей ультразвуковой диагностики.

Книга печатается в авторской редакции.

Мацас, Андриус

М12 Ультразвуковое исследование в интенсивной терапии и анестезиологии / А.Мацас, А.В.Марочков, С.В.Капустин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : МЕДпресс-информ, 2021. – 160 с. : ил.

ISBN 978-5-00030-820-2

Книга посвящена вопросам ультразвуковой диагностики экстренной патологии в практике врачей экстренной медицины; предназначена для анестезиологов-реаниматологов, врачей скорой помощи и специалистов по ультразвуковой диагностике.

УДК 615.849:616-089.5

ББК 53.6

ISBN 978-5-00030-820-2

© Мацас А., Марочков А.В., Капустин С.В., 2021

© Оформление, оригинал-макет, иллюстрации.

Издательство «МЕДпресс-информ», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Сокращения	6
Предисловие ко второму изданию	7
Технические основы ультразвукового исследования	9
Обучение методам ультразвукового исследования	13
Основы целевой эхокардиографии	16
Основные эхографические позиции	16
Оценка размеров полостей сердца	18
Оценка сократимости миокарда левого желудочка	26
Брюшной отдел аорты и нижняя полая вена	33
Аневризма аорты	33
Сосудистый тромбоз	36
Давление в правом предсердии и волемический статус	38
Основы ультразвукового исследования легких	40
Настройка аппаратуры	40
Положение пациента и методика исследования	40
Элементы легочной сонограммы	42
Легочная консолидация	45
Жидкость в плевральной полости	48
Пневмония и ателектаз легкого	54
Пневмония	54
Ателектаз	56
Тромбоэмболия легочной артерии	58
Эхокардиография при тромбоэмболии легочной артерии	58
Ультразвуковое исследование вен нижних конечностей при тромбоэмболии легочной артерии	60
Ультразвуковое исследование легких при тромбоэмболии легочной артерии	63

Пневмоторакс	65
Протокол BLUE	68
Кардиогенный шок	72
Тампонада сердца	74
Протокол RUSH	76
Протокол FEEL	79
Протокол FALLS	82
Протокол FAST	85
Травма грудной клетки	92
Регионарная блокада под ультразвуковым контролем	96
Местный анестетик и его введение	96
Электростимуляция	97
Самодельный фантом для обучения манипуляциям	98
Методики введения иглы	100
Нервы при ультрасонографии	102
Межлестничная блокада плечевого сплетения	104
Надключичная блокада плечевого сплетения	106
Подмышечная блокада плечевого сплетения	108
Блокада отдела подвздошной фасции	110
Блокада латерального кожного нерва бедра	112
Блокада бедренного нерва	113
Блокада запирающего нерва	114
Блокада подкожного нерва	116
Блокада седалищного нерва	118
Блокада поперечного пространства живота	124
Грудная паравerteбральная блокада	126
Блокада мышцы, выпрямляющей позвоночник	128
Катетеризация центральных вен под ультразвуковым контролем ..	130
Катетеризация подключичной вены	134
Катетеризация внутренней яремной вены	137
Катетеризация наружной яремной вены	138
Катетеризация бедренной вены	138

Ультразвуковое исследование зрительного нерва для выявления внутричерепной гипертензии	140
Оценка функции диафрагмы	142
Дыхательная подвижность диафрагмы	142
Оценка сократимости диафрагмы	144
Слабость и парез диафрагмы	146
Предсказание результатов экстубации	146
Оценка риска аспирации желудочного содержимого в дыхательные пути	148
Оценка эндотрахеальной интубации и установки назогастрального зонда	150
Литература для углубленного изучения	151

Предисловие ко второму изданию

В настоящее время не существует ни одного раздела современной медицины, который мог бы обойтись без ультразвукового исследования (УЗИ). Внедрению УЗИ в клиническую практику способствует создание портативных ультразвуковых аппаратов, которые могут быть использованы везде, где это необходимо: в реанимобиле, на месте дорожно-транспортного происшествия, у постели больного. Врачам экстренной медицины стала доступна возможность визуализации сердца, легких, сосудов; быстрой диагностики внутренних кровотечений, пневмоторакса, пневмоний, сердечной недостаточности, переломов. Эти революционные изменения привели к возникновению и развитию концепции POCUS (Point-of-Care Ultrasound), которая предполагает использование УЗИ при клинической необходимости немедленно, «здесь и сейчас».

Кроме того, появилась возможность выполнять многие манипуляции не вслепую, как ранее, а под визуальным ультразвуковым контролем. Уже стало нормой проведение регионарной анестезии и катетеризации центральных вен под ультразвуковым наведением, что повышает эффективность этих манипуляций и уменьшает частоту осложнений.

Данная книга дает краткое представление возможностей ультразвуковой диагностики в экстренной медицине и анестезиологии.

Второе издание является исправленным и дополненным, указаны нормы размеров сердца согласно международным рекомендациям, добавлен материал по регионарной анестезии, диагностике дисфункции диафрагмы.

Важным изменением второго издания является возможность «оживления» статичных сонограмм в книге. Для этого

необходимо скачать программу-сканер QR-кода на смартфон или планшет, считать QR-код, расположенный рядом с изображением, и просмотреть видеоклип.

Авторы будут благодарны за отзывы и пожелания, которые можно направлять по электронному адресу usbook@yandex.ru.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Современный ультразвуковой аппарат представляет собой компьютер с монитором, набором датчиков и специальным программным обеспечением.

Источником ультразвуковых волн является ультразвуковой датчик (рис. 1). Линейный датчик используется для исследования мягких тканей и проведения регионарной анестезии и катетеризации под ультразвуковым контролем. Конвексный (с искривленной поверхностью) датчик удобен для исследования внутренних органов. Секторный датчик чаще всего применяется для УЗИ сердца, но им также можно визуализировать жидкость в брюшной и плевральных полостях.

Для контакта датчика с поверхностью кожи используется ультразвуковой гель, в экстренных ситуациях он может быть заменен на любую химически неагрессивную жидкость (например, физиологический раствор).

Имеется несколько режимов ультразвукового аппарата. В-режим – основной, при котором можно получить максимальный объем информации, он дает двухмерное изображение срезов органов и тканей. Структуры, через которые ультразвуковые волны распространяются беспрепятственно, выглядят на изображении черными (анэхогенными) – например, кровь, моча, желчь. Плотные структуры – кости, конкременты, кальцификаты, металл – полностью отражают ультразвуковые волны и выглядят белыми (гиперэхогенными), при этом они дают ультразвуковую тень.

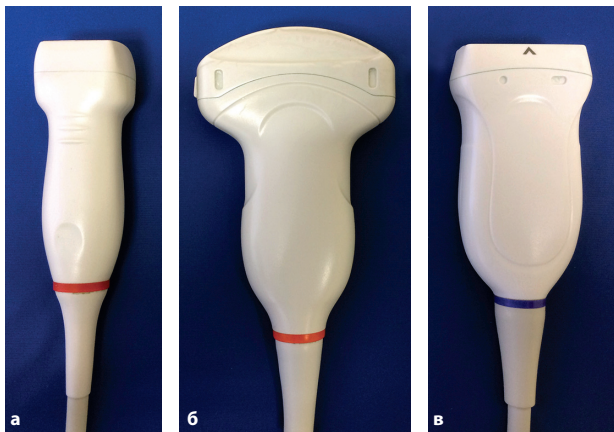


Рис. 1. Основные виды датчиков, используемые при выполнении УЗИ. *а* – секторный, *б* – конвексный, *в* – линейный.

Паренхиматозные органы имеют практически одинаковую эхогенность и показываются на экране оттенками серого (рис. 2, 3).

При исследовании сердца и легких используется М-режим, который представляет собой развертку среза тканей во времени. Этот режим применяется для проведения стандартизированных измерений полостей сердца и документации данных УЗИ легких.

Допплеровские режимы предназначены для качественной и количественной оценки кровотока. Импульсно-волновая доплерография (pulsed wave Doppler, PWD) позволяет оценить скорость кровотока в определенном (назначенном оператором) месте потока – «контрольном объеме». Ограничением импульсно-волновой доплерографии является невозможность точного измерения высоких (стенотических) скоростей. Постоянноволновая доплерография (continuous wave Doppler,

CWD) позволяет определять весь диапазон скоростей кровотока, но не локально, а на всем пути ультразвукового луча. Режим цветового доплеровского картирования (colour flow mapping, CFM; ЦДК) позволяет визуализировать при помощи цветовой шкалы скорость кровотока в окне, каждая точка которого представляет собой маленький «контрольный объем» импульсно-волновой доплерографии.

Таким образом, при исследовании органов брюшной полости, плевральных полостей и средостения чаще всего используется В-режим, при котором оценивается анатомия, выявляются патологические изменения органов и тканей. Режим ЦДК позволяет качественно отличить жидкостное образование от сосудистой структуры (например, аневризмы) по наличию внутреннего кровотока. Импульсно- и постоянноволновая доплерография дает возможность количественно определить параметры кровотока.

Гиперэхогенный	Кости, камни, кальцификаты
Эхогенный	Воздух и газ Камни («мягкие»), жир, соединительная ткань
Нормо- (изо-) эхогенный	Паренхима органов, кровь (сгустки)
Гипоэхогенный	Инфицированная моча, желчь, трансудат
Анэхогенный	Кровь, моча, желчь, трансудат

Рис. 2. Схема примерного соответствия эхогенности при УЗИ.

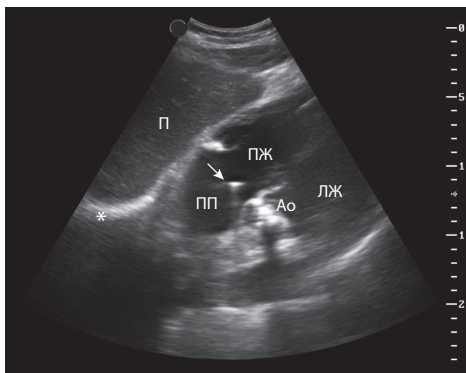


Рис. 3. Эхогенность структур и тканей на примере сонограммы сердца с атеросклеротическим стенозом аортального клапана. Эпигастральное сканирование. Печень (П) и сердечная мышца имеют нормальную эхогенность, диафрагма (звездочка) – эхогенная, полости сердца (ПЖ, ПП, ЛЖ и ЛП) заполнены анэхогенной кровью. Створки аортального клапана (Ао) гиперэхогенны вследствие кальциноза, имеется дистальная акустическая тень. *Стрелкой* обозначен срез гиперэхогенного металлического электрода на уровне створок трикуспидального клапана.

Брюшной отдел аорты и нижняя полая вена

Абдоминальный отдел аорты и НПВ при продольном сканировании определяются в виде анэхогенных трубчатых структур, которые окрашиваются при ЦДК (рис. 13). При поперечном исследовании аорта выявляется как округлая, а НПВ – овальная или треугольная структура с внутренним кровотоком.

Диаметр брюшного отдела аорты в норме не превышает 20 мм и постепенно уменьшается от поддиафрагмальной части до уровня бифуркации.

Диаметр НПВ довольно вариабелен, зависит от давления в ПП, что может быть использовано для его полуколичественной оценки.

Аневризма аорты

Наиболее часто встречающейся патологией аорты у пожилых людей является хроническая *аневризма брюшного отдела аорты*, которая развивается на фоне атеросклеротического изменения ее стенок. Аневризму аорты диагностируют в случае обнаружения аорты шире 30 мм или при локальном расширении более 50% от ее проксимального отдела (рис. 14). Расширение аорты, наряду с локальным нарушением ее целостности, в конечном итоге приводит к разрыву ее стенки и абдоминальной гематоме.

Расслаивающая аневризма возникает в результате локального нарушения целостности внутреннего слоя стенки аорты и распространения крови во вновь сформированном канале с образованием внутристеночной гематомы (рис. 15). Заболевания приводит к ишемии внутренних органов и разрыву аорты.

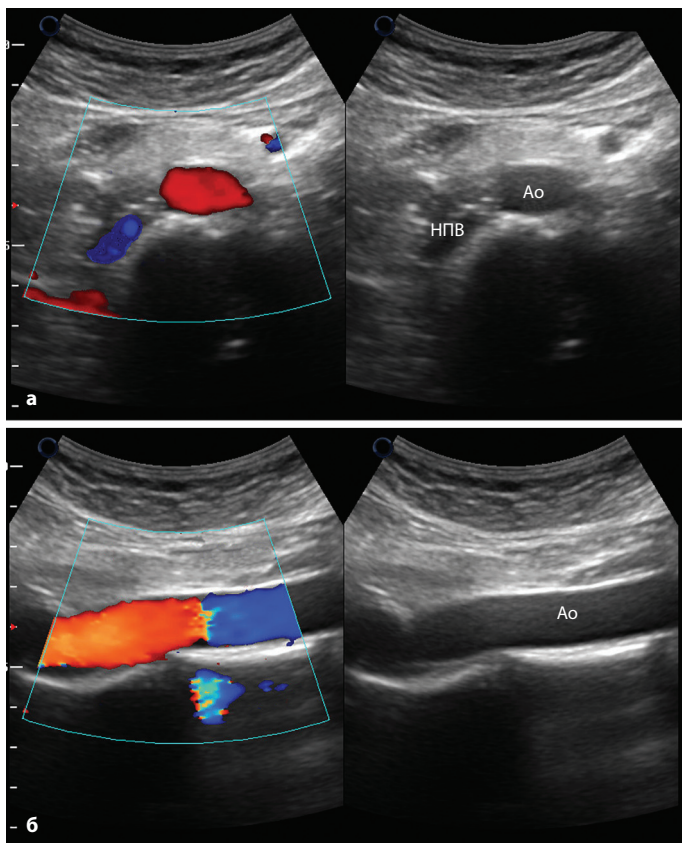


Рис. 13. Брюшной отдел аорты (Ao) и НПВ в норме при поперечном (а) и продольном (б) сканировании.

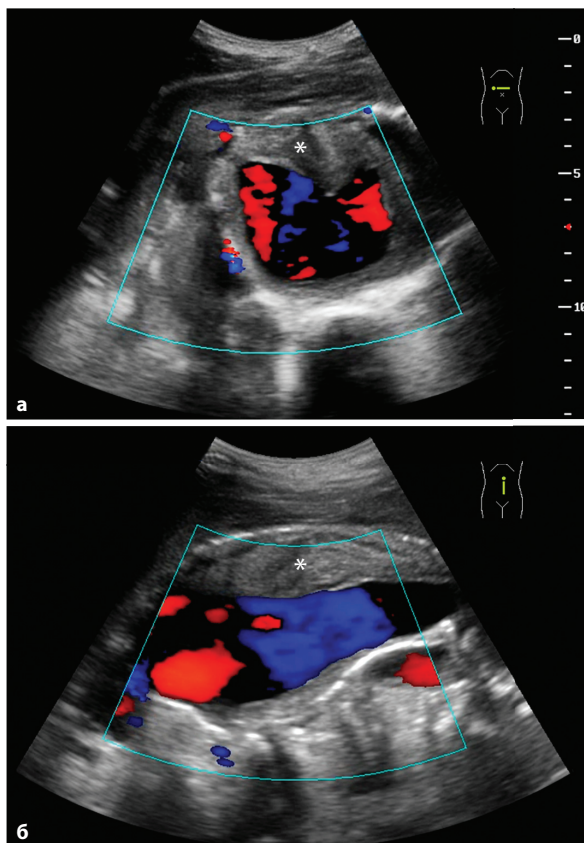


Рис. 14. Аневризма брюшного отдела аорты, продольное (а) и поперечное (б) сканирование. Аорта расширена до 80 мм, определяются признаки пристеночного тромбоза (звездочки). (Видео – QR→)



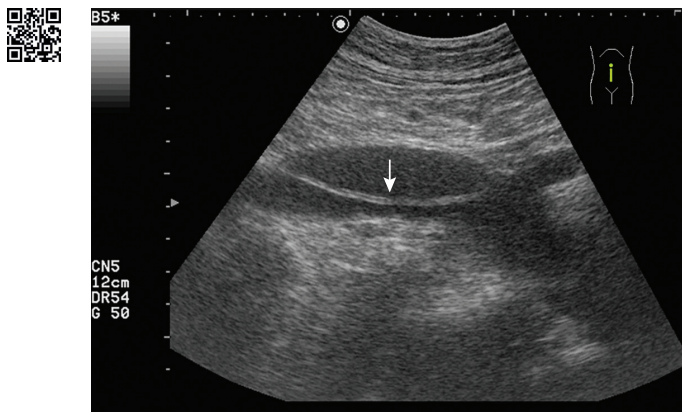


Рис. 15. Расслаивающая аневризма аорты, продольное сканирование. Аорта не расширена, имеется отслоение внутреннего слоя (стрелка), в ложном канале регистрируется кровоток. (Видео – QR↑)

Сосудистый тромбоз

Тромбоз НПВ обычно является дальнейшим развитием тромбоза глубоких вен нижних конечностей и вен таза. При УЗИ в НПВ определяется гипо- или изоэхогенный тромб, часто подвижный (рис. 16).

Аортальный тромбоз является редкой, часто фатальной патологией и возникает преимущественно вследствие кардиогенной эмболии. В аорте определяются гипо- или изоэхогенные тромботические массы, полностью или частично занимающие просвет аорты (рис. 17).

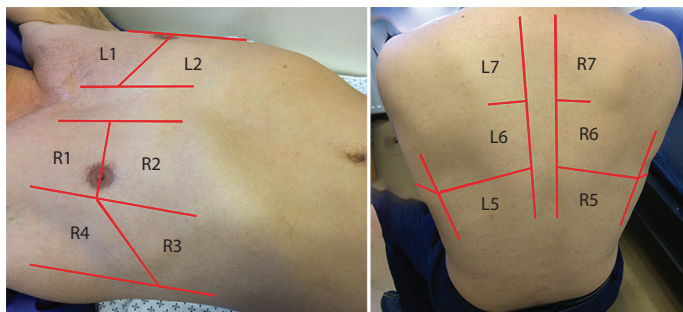


Рис. 21. Зоны осмотра при УЗИ легких (Laursen, 2013). Каждая половина грудной клетки делится на 7 зон, вертикальные границы – *ll. axillaris anterior et posterior*. Зона 1. Датчик располагается во втором межреберье недалеко от края грудины. Нижняя анатомическая граница – *m. pectoralis* или ткань грудной железы. Зона 2. Датчик располагается в четвертом межреберье недалеко от края грудины. Зона 3. Датчик – по *l. medioclavicularis* в нижней части грудной клетки. Зона 4. Датчик – по *l. medioclavicularis* примерно в четвертом межреберье. Зона 5. Датчик – по *l. medioclavicularis* в нижней части грудной клетки. Зона 6. Датчик – по *l. scapularis* на уровне примерно середины лопатки. Зона 7. Датчик – по *l. scapularis* на уровне приблизительно верхней части лопатки. Зоны обозначаются как R1–R7 справа и L1–L7 слева.

грудной клетки, в 14-зонном к ним добавляются задние области (рис. 21). Протокол подразумевает подразделение каждой половины грудной клетки на переднюю, боковую и заднюю поверхности (границы – *ll. axillaris anterior et posterior*), которые в свою очередь делятся на верхние и базальные участки (+ дополнительно средний сзади).

ОЦЕНКА ЭНДОТРАХЕАЛЬНОЙ ИНТУБАЦИИ И УСТАНОВКИ НАЗОГАСТРАЛЬНОГО ЗОНДА

Одним из осложнений экстренной эндотрахеальной интубации является непреднамеренная интубация пищевода, которая встречается примерно в 4–10% случаев.

УЗИ позволяет быстро выявить это осложнение при обнаружении симптома «двойной трахеи» (рис. 95) и оперативно исправить ошибку. Сходным образом выглядит зонд для желудочной интубации, находящийся в пищеводе, поэтому при необходимости уточнить локализацию зонда можно быстро выполнить сонографию.

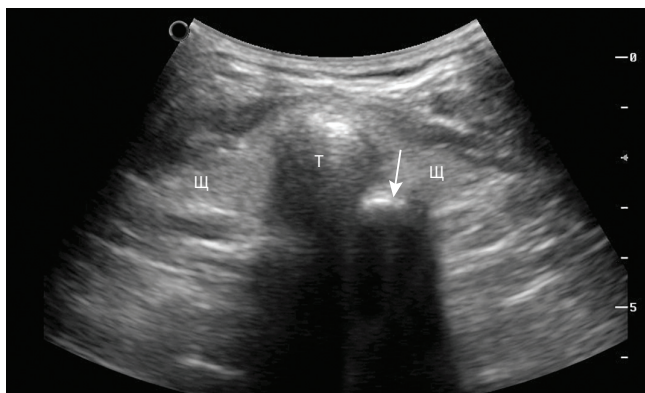


Рис. 95. УЗИ шеи, конвексный датчик. Симптом «двойной трахеи» при ошибочной интубации пищевода. Т – трахея, Щ – доли щитовидной железы. Стрелкой обозначен интубированный пищевод.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ

- Браун Д.Л.* Атлас регионарной анестезии. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 393 с.
- Вилкенсхоф У., Крук И.* Справочник по эхокардиографии. Справочное пособие. – М.: Медицинская литература, 2008. – 167 с.
- Киллу К., Далчевски С., Коба В.* УЗИ в отделении интенсивной терапии. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 280 с.
- Лазюк Д.Г., Сидоренко Е.В., Кокорева Н.Е.* Ультразвуковое исследование сердца (эхокардиография). Методические рекомендации. – Минск, 2000. – 30 с.
- Нобль В.Е., Нельсон Б., Сутингко А.Н.* УЗИ при неотложных и критических состояниях. Практическое пособие. – М.: Медицинская литература, 2009. – 240 с.
- Строкань А.Н., Шлапак И.П.* Регионарная анестезия. Учебное пособие. – Киев: Рябина, 2014. – 149 с.
- Яскевич В.В., Марочков А.В.* Особенности развития грудной паравerteбральной блокады как компонента анестезиологического обеспечения при радикальной мастэктомии // Регионарная анестезия и лечение острой боли. – 2016. – Т. 10, №2.
- Agmy G., Hamdy S., Farghally S.* Diaphragm ultrasound as a novel guide of weaning from invasive ventilation // Eur. Resp. J. – 2015. – Vol. 46.
- Ali E.R., Mohamad A.M.* Diaphragm ultrasound as a new functional and morphological index of outcome, prognosis and discontinuation from mechanical ventilation in critically ill patients and evaluating the possible protective indices against VIDD // Egypt J. Chest Dis. Tuberc. – 2016.