

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА

Руководство для врачей

Под редакцией

проф. Г. Е. Труфанова
и к. м. н. В. В. Рязанова

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по медицинскому и фармацевтическому образованию
вузов России в качестве учебного пособия
для системы послевузовского
профессионального образования врачей*

Санкт-Петербург
ФОЛИАНТ
2009

УДК 616+534.292

ББК 53.6:53

Рецензенты:

В. И. Амосов — заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И. П. Павлова, д-р мед. наук, проф.

А. В. Холин — заведующий кафедрой лучевой диагностики Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования, д-р мед. наук, проф.

Ультразвуковая диагностика : Руководство для врачей /

Под ред. проф. Г. Е. Труфанова и к. м. н. В. В. Рязанова. — СПб, 2009. — 800 с.

В руководстве изложены вопросы клинического применения ультразвукового метода диагностики при обследовании различных органов и систем. Первые разделы посвящены изучению физических основ УЗИ, без понимания которых оценить получаемые изображения очень сложно, в силу чего авторы уделили освещению этого вопроса большое внимание. Последующие разделы посвящены использованию УЗИ в диагностике заболеваний и повреждений головы, шеи, груди, паренхиматозных и полых органов, мужских и женских половых органов, органов опоры и движения. В каждом разделе изложена нормальная УЗ-анатомия и УЗ-семиотика заболеваний и повреждений соответствующего органа.

Для слушателей, обучающихся в системе послевузовского дополнительного образования, а также специалистов по лучевой диагностике, врачей, работающих в кабинетах и отделениях ультразвуковой диагностики.

Коллектив авторов осуществляет преподавание на цикле «Ультразвуковая диагностика» при кафедре рентгенологии и радиологии Военно-медицинской академии с выдачей документа о прохождении курса первичной специализации и усовершенствования.

Справки по тел. (812) 329-71-90; 292-33-47

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

- Багненко С. С.** — кандидат медицинских наук, начальник отделения магнитно-резонансной томографии кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Декан В. С.** — кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Иванова Л. А.** — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры акушерства и гинекологии ВМедА
- Иванова Л. И.** — кандидат медицинских наук, врач-специалист кабинета ультразвуковой диагностики кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Ищенко Б. И.** — доктор медицинских наук, профессор кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Ковальчук Г. В.** — врач-специалист кабинета ультразвуковой диагностики кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Кандыба Д. В.** — начальник нейрохирургического отделения (рентгенохирургических методов диагностики и лечения) клиники нейрохирургии ВМедА
- Кравцова Н. С.** — врач-рентгенолог рентгеновского отделения кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Мищенко А. В.** — кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Мостовая О. Т.** — врач-специалист кабинета ультразвуковой диагностики кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Парфенов В. Е.** — доктор медицинских наук, профессор, заместитель начальника Военно-медицинской академии по клинической работе
- Перегудова Е. Л.** — заведующая кабинетом ультразвуковой диагностики кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Пчелин И. Г.** — кандидат медицинских наук, доцент кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА
- Рязанов В. В.** — кандидат медицинских наук, заместитель начальника кафедры рентгенологии и радиологии, Главный рентгенолог Военно-медицинской академии
- Савелло А. В.** — кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры нейрохирургии ВМедА
- Савелло В. Е.** — доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела лучевой диагностики НИИ скорой помощи им. И. И. Джанелидзе
- Свистов Д. В.** — кандидат медицинских наук, доцент, начальник кафедры нейрохирургии ВМедА
- Семенютин В. Б.** — доктор биологических наук, профессор, руководитель лаборатории патологии мозгового кровообращения Российского нейрохирургического института им. А. Л. Поленова
- Труфанов Г. Е.** — доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры рентгенологии и радиологии ВМедА — Главный рентгенолог МО РФ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Сокращения	7
Основы и клиническое применение ультразвукового метода диагностики (Труфанов Г. Е., Рязанов В. В., Ищенко Б. И.)	9
Общие принципы транскраниальной доплерографии (Парфенов В. Е., Свистов Д. В., Семенютин В. Б., Савелло А. В.)	28
Диагностика нейрохирургических заболеваний (Свистов Д. В., Семенютин В. Б., Савелло А. В.)	53
Интраоперационный мониторинг с применением транскраниальной доплерографии (Семенютин В. Б., Свистов Д. В.)	84
Транскраниальная доплерография в послеоперационном контроле (Свистов Д. В., Парфенов В. Е., Кандыба Д. В.)	105
Диагностика заболеваний и повреждений глаза (Труфанов Г. Е.)	115
Диагностика заболеваний сосудов шеи (Савелло А. В., Свистов Д. В.)	125
Диагностика заболеваний щитовидной железы, паращитовидных желез и лимфатических узлов шеи (Рязанов В. В.)	141
Эхокардиография (Иванова Л. И.)	172
Исследование молочных желез (Труфанов Г. Е., Иванова Л. И.)	248
Диагностика заболеваний печени (Багненко С. С., Ковальчук Г. В.)	328
Диагностика заболеваний желчевыделительной системы (Багненко С. С.)	370
Диагностика заболеваний поджелудочной железы (Багненко С. С.)	402
Диагностика заболеваний селезенки (Багненко С. С.)	425
Диагностика заболеваний кишечника (Рязанов В. В.)	439
Диагностика заболеваний кровеносных сосудов брюшной полости (Труфанов Г. Е.)	453
Неотложная диагностика закрытой травмы живота (Савелло В. Е., Багненко С. С.)	462
Исследование мочевых органов (Ищенко Б. И.)	474
Диагностика аномалий развития мочевых органов (Ищенко Б. И.)	492
Диагностика неопухолевых заболеваний мочевых органов (Ищенко Б. И.)	510
Диагностика опухолей почек (Мищенко А. В.)	538
Неотложная диагностика острых заболеваний и повреждений мочевых органов (Ищенко Б. И.)	552
Диагностика заболеваний надпочечников (Мищенко А. В., Пчелин И. Г.)	570

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА

Диагностика заболеваний предстательной железы (<i>Мищенко А. В.</i>)	586
Диагностика заболеваний и повреждений мошонки и полового члена (<i>Рязанов В. В., Перегудова Е. Л.</i>)	595
Исследование при беременности (<i>Иванова Л. А.</i>)	623
Исследование женских половых органов (<i>Иванова Л. А.</i>)	645
Диагностика аномалий развития матки (<i>Иванова Л. А.</i>)	656
Диагностика патологических образований матки и эндометриозной болезни (<i>Иванова Л. А.</i>)	663
Диагностика патологических состояний яичников (<i>Иванова Л. А.</i>)	681
Диагностика воспалительных заболеваний малого таза (<i>Иванова Л. А.</i>)	698
Диагностика неотложных состояний в гинекологии (<i>Иванова Л. А.</i>)	707
Исследование конечностей и суставов (<i>Декан В. С., Пчелин И. Г.</i>)	713
Диагностика повреждений мягкотканых структур конечностей и суставов (<i>Декан В. С.</i>)	736
Диагностика заболеваний мягкотканых структур (<i>Декан В. С., Пчелин И. Г.</i>)	756
Исследование тазобедренных суставов у детей (<i>Кравцова Н. С.</i>)	770
Диагностика заболеваний периферических артерий (<i>Труфанов Г. Е., Рязанов В. В., Мостовая О. Т.</i>)	775
Диагностика заболеваний периферических вен (<i>Труфанов Г. Е., Рязанов В. В., Мостовая О. Т.</i>)	785
Библиографический список рекомендуемой литературы	794

СОКРАЩЕНИЯ

- АВМ — артерио-венозная мальформация
- АКТГ — адренокортикотропный гормон
- ВБА — верхняя брыжеечная артерия
- ВИЧ — вирус иммунодефицита человека
- ВМедА — Военно-медицинская академия
- ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения
- ВСА — внутренняя сонная артерия
- ВЧД — внутричерепное давление
- ГА — глазничная артерия
- ДВС — диссеминированное внутрисосудистое свертывание
- ДСА — дигитальная субтракционная ангиография
- ДСМЭ — доплеровские сигналы микроэмболии
- ЖКБ — желчнокаменная болезнь
- ЖКТ — желудочно-кишечный тракт
- ЗМА — задняя мозговая артерия
- ЗСоА — задняя соединительная артерия
- ЗЧЯ — задняя черепная ямка
- ИБС — ишемическая болезнь сердца
- ИВЛ — искусственная вентиляция легких
- ИВМР — индекс вазомоторной реактивности
- ИОК — изолированные опухолевые клетки
- ИП — индекс пульсации
- ИПГВ — индекс подъема пульсовой волны
- ИР — индекс резистентности
- ИС — индекс сопротивления
- ИУ — индекс ускорения
- КАС — каротидная ангиопластика со стентированием
- КВ — контрастное вещество
- КВР — косой вертикальный размер
- ККР — краниокаудальный размер
- ККС — каротидно-кавернозное соустье
- КО — контрольный объем
- КТ — компьютерная томография
- КТР — копчиково-теменной размер
- КЭ — каротидная эндартерэктомия
- ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс
- ЛСК — линейная скорость кровотока
- МАС — максимальная артериальная скорость
- МК — мозговой кровоток
- МКБ-10 — Международная классификация болезней 10-го пересмотра
- МР — магнитно-резонансный
- МРА — магнитно-резонансная ангиография
- МРТ — магнитно-резонансная томография

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА

- МСДГ — микрососудистая доплерография
- МСКТ — мультиспиральная (многосрезовая) компьютерная томография
- НБА — нижняя брыжеечная артерия
- НПВ — нижняя полая вена
- НСА — наружная сонная артерия
- ОК — основная артерия
- ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения
- ОСА — общая сонная артерия
- ОФЭКТ — однофотонная эмиссионная компьютерная томография
 - ПА — позвоночная артерия
 - ПИ — пульсационный индекс
 - ПИК — полушарный индекс кровотока
- ПЛГД — плечелодыжечный градиент давления
- ПМА — передняя мозговая артерия
- ПСА — простатоспецифический антиген
- ПСоА — передняя соединительная артерия
- ПСС — пиковая систолическая скорость
- ПЭТ — позитронно-эмиссионная томография
- РХПГ — ретроградная холангиопанкреатография
- САК — субарахноидальное кровоизлияние
 - СД — спектральный доплеровский режим
- СДК — систоло-диастолический коэффициент
- СКТ — спиральная компьютерная томография
- СКТА — спиральная компьютерно-томографическая ангиография
- СМА — средняя мозговая артерия
- СОЭ — скорость оседания эритроцитов
- СПИД — синдром приобретенного иммунодефицита
 - ТГ — тиреоглобулин
- ТКДГ — транскраниальная доплерография
- ТПИ — трансмиссионный пульсационный индекс
- ТРГ — тиреолиберин
- ТрУЗИ — трансректальное ультразвуковое исследование
 - ТТГ — тиреотропный гормон
- ТУР — трансуретральная резекция
- УЗ — ультразвук
- УЗДГ — ультразвуковая доплерография
- УЗИ — ультразвуковое исследование
- ЦДК — цветное доплеровское картирование
- ЦНС — центральная нервная система
- ЧМТ — черепно-мозговая травма
- ЧСС — частота сокращений сердца
- ЭД — энергетический доплер
- ЭИКМА — экстра-интракраниальный микроанастомоз
 - ЭКГ — электрокардиограмма
- ЭРХПГ — эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография
 - ЭЭГ — электроэнцефалограмма
- DISCOM — цифровой формат
 - DT — время замедления транзитного потока в первую фазу
 - IVRT — продолжительность изоволюмического расслабления
- THRR — transient hyperemic response ratio — коэффициент транзитного гиперемического ответа

ОСНОВЫ И КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ

Ультразвуковой метод диагностики — это способ получения медицинского изображения на основе регистрации и компьютерного анализа отраженных от биологических структур ультразвуковых волн, т. е. на основе эффекта эха. Данный метод нередко также называют **эхографией**. Современные аппараты для УЗ-исследования представляют собой универсальные цифровые системы высокого разрешения с возможностью сканирования во всех режимах.

Диагностические мощности ультразвука практически безвредны. Само исследование не имеет противопоказаний, безопасно, безболезненно, атравматично и необременительно. Оно при необходимости в неотложных случаях может проводиться сиюминутно без какой-либо подготовки больных. В связи с мобильностью ультразвуковой аппаратуры она может быть доставлена в любое функциональное подразделение для обследования нетранспортабельных больных. Большим достоинством, особенно при неясной клинической картине, является возможность одномоментного исследования многих органов. Немаловажно также, что по сравнению с другими лучевыми методами эхография отличается значительно большей экономичностью: стоимость ультразвуковых исследований в несколько раз меньше, чем рентгенологических, а тем более компьютерно-томографических и магнитно-резонансных.

Вместе с тем ультразвуковому методу присущи и некоторые недостатки. Основными из них являются:

- высокая аппарато- и операторозависимость;
- большая субъективность в интерпретации эхографических изображений;
- малая информативность и плохая демонстративность застывших изображений.

Все же, несмотря на недостатки, благодаря своим достоинствам и преимуществам ультразвуковой метод в настоящее время стал одним из наиболее часто используемых в клинической практике. В распознавании заболеваний многих органов он может рассматриваться как предпочтительный, первый и основной метод диагностики. В диагностически сложных случаях данные ультразвукового исследования предоставляют возможность наметить план

дальнейшего обследования больных с использованием наиболее эффективных лучевых методов и методик.

ФИЗИЧЕСКИЕ И БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ

Ультразвуком называются звуковые колебания, частота которых выше порога восприятия органом слуха человека, т. е. более 20 кГц. Физической основой УЗ-метода диагностики является открытый в 1881 г. Кюри пьезоэлектрический эффект. Практическое применение его связано с приоритетной и общепризнанной разработкой российским ученым С. Я. Соколовым ультразвуковой промышленной дефектоскопии (конец 20-х — начало 30-х годов XX в.). Первые попытки использования УЗ-метода для диагностических целей в медицине относятся к концу 30-х годов XX в. Широкое применение его в клинической практике началось в 60-х годах того же века.

Пьезоэлектрический эффект. Сущность пьезоэлектрического эффекта заключается в том, что при деформации монокристаллов некоторых химических соединений (кварца, титаната бария, сульфида кадмия и др.), в том числе под воздействием УЗ-волн, на поверхностях этих кристаллов возникают противоположные по знаку электрические заряды. Это так называемый прямой пьезоэлектрический эффект («пьеzo» — по-гречески означает «давить»). И наоборот, при подаче на эти монокристаллы переменного электрического заряда в них возникают механические колебания с излучением УЗ-волн. Таким образом, один и тот же пьезоэлемент может быть попеременно то приемником, то источником УЗ-волн. Эта часть в УЗ-аппаратах называется акустическим преобразователем, трансдюсером или датчиком.

Ультразвук распространяется в средах в виде чередующихся зон сжатия и разрежения молекул вещества, которые совершают колебательные движения. Звуковые волны, в том числе и ультразвуковые, характеризуются периодом колебания — временем, за которое молекула (частица) совершает одно полное колебание; частотой — количеством колебаний в единицу времени; длиной, т. е. расстоянием между точками одной фазы и скоростью распространения, которая зависит главным образом от упругости и плотности среды. Длина волны обратно пропорциональна ее частоте. Чем меньше длина волн, тем выше разрешающая способность УЗ-аппарата. В системах медицинской УЗ-диагностики обычно используют частоты от 2 до 10 МГц. Разрешающая способность современных УЗ-аппаратов достигает 1–3 мм.

Любая среда, в том числе и различные ткани организма, препятствует распространению ультразвука, т. е. обладает акустическим сопротивлением, величина которого зависит от ее плотности и скорости ультразвука. Чем выше эти параметры, тем больше акустическое сопротивление. Такая общая характеристика любой эластической среды обозначается термином «импеданс».

Достигнув границы двух сред с различным акустическим сопротивлением, пучок УЗ-волн претерпевает существенные изменения: одна его часть

продолжает распространяться в новой среде, в той или иной степени поглощаясь ею, другая — отражается. Коэффициент отражения зависит от разности величин акустического сопротивления граничащих друг с другом тканей: чем это различие выше, тем больше степень отражения и, естественно, больше амплитуда зарегистрированного сигнала, а значит, тем светлее и ярче он будет выглядеть на экране аппарата. Полным отражателем является граница между тканями и воздухом.

Принцип доплерографического ультразвука. Основой определения скорости и направления кровотока является эффект, открытый физиком Кристианом Йоганом Допплером в 1842 г.: когда источник звука и отражатель движутся по направлению друг к другу, звуковые волны достигают уловителя с большей частотой (F_E), чем при их испускании (F_0). Этот же эффект объясняет увеличение громкости сирены машины «скорой помощи» при ее приближении и ее уменьшение при удалении машины.

Значение угла луча. Если этот феномен применить к эритроцитам, движущимся по сосудам, то возникают дополнительные факторы. Увеличение сдвига доплеровской частоты (ΔF) пропорционально не только скорости кровотока (V) и исходной частоте звуковой волны (F_0), но также скорости звука в ткани человеческого тела (C) и углу относительно продольной оси сосуда, под которым идет УЗ-луч (α).

Специалист всегда должен измерять этот угол, чтобы получить точную информацию о скорости. Поскольку звуковые волны распространяются в человеческом теле с относительно постоянной скоростью (около 1540 м/с), а другие факторы доплеровского уравнения также уже определены, сдвиг частоты зависит в основном от косинуса угла между лучом и сосудом. В наименее благоприятной ситуации, когда луч идет по направлению к сосуду под углом 90° , частотный сдвиг равен нулю, т. е. при наличии кровотока сигнал отсутствует.

Уравнение Допплера

$$\Delta F = F_E - F_0 = (2 F_0 V / C) \cos \dagger,$$

где F_E — частота эха;

F_0 — частота импульса;

V — скорость кровотока;

C — скорость звука в ткани (около 1540 м/с);

\dagger — угол между лучом и сосудом.

Наиболее благоприятная ситуация возникает при угле 0° , т. е. когда луч идет продольно оси сосуда. Чем ближе угол к 90° , тем больше относительная ошибка. Следовательно, угол не должен составлять более 60° по отношению к оси сосуда, а лучше 45° или еще меньше. Такое значение угла снижает ошибки определения скорости кровотока, которая подсчитывается в см/с из ΔF и α .

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ АРТЕРИЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Исследование всегда начинается с визуализации артерий таза. Определено несколько зон, обследование которых позволяет дифференцировать физиологические и патологические изменения. Поэтому нет необходимости исследовать всю нижнюю конечность.

Начальное исследование включает в себя сканирование наружной подвздошной артерии, общей бедренной артерии, поверхностной бедренной артерии, глубокой артерии бедра, подколенной артерии и на голени — передней бедренной артерии, задней бедренной артерии и при необходимости малоберцовой артерии. При выявлении аномалий необходимо исследовать все сосуды.

Область бифуркации общей бедренной артерии важна как место предрасположенности к возникновению атеросклеротических бляшек. Если при сканировании выявляется окклюзия поверхностной бедренной артерии (наиболее частая локализация окклюзий приводящего канала), то в дальнейшем внимание следует обратить на глубокую бедренную артерию, являющуюся важной коллатералью для артерий голени. Иногда трудно проследить сосуд ниже коленного сустава вследствие его малого калибра и при прохождении через приводящий канал. Важно анализировать дистальные сегменты сосуда, поскольку они дают информацию о состоянии проксимальных сегментов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ АРТЕРИЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Исследование артерий верхней конечности всегда начинается с уровня подключичной артерии — места, предрасположенного к окклюзии, затем должны быть оценены подмышечная и плечевая артерии. На расстоянии 1 см дистальнее локтевого сустава плечевая артерия делится на лучевую и локтевую. Проксимальный и дистальный отделы обоих сосудов видны при расположении руки в положении супинации с легким отведением. Заметьте, что синдромы защелкивания в руке можно пропустить, если отведение недостаточно, поскольку в этой позиции подавляются типичные постстенотические изменения спектральных волн.

КАРТИНА НОРМАЛЬНОГО КРОВОТОКА В ПОКОЕ

После идентификации сосудов в В-режиме исследование продолжается в режиме ЦДК по продольной оси и при необходимости по поперечной. Цветовой режим изначально используется лишь в области голени и предплечья, поскольку позволяет определить локализацию и ход сосудов. Улучшается

пульсационная репетиционная частота до измерения скорости кровотока. Для продольного сканирования изменяется луч и выбирается угол датчика, чтобы улучшить угол между лучом и сосудом и оптимизировать цветное изображение. Вследствие высокого периферического сопротивления спектры от периферических артерий показывают типичную трехфазную картину кровотока, состоящую из крутого систолического подъема, систолического пика, компонента обратного кровотока («погружение») в раннюю диастолу, прямого кровотока в позднюю диастолу и пресистолического нулевого кровотока.

КАРТИНА НОРМАЛЬНОГО КРОВОТОКА ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Физическая нагрузка приводит к уменьшению периферического сопротивления, что в норме приводит к появлению двухфазного спектра, отличающегося от спектра в покое отсутствием обратного кровотока в раннюю диастолу, более высоким уровнем диастолического кровотока и более высокой ПСС. Физическая нагрузка может заключаться в повторяющихся сжатиях кисти или круговых движениях стопы.

Пристеночный фильтр должен составлять 100 Гц или ниже, а объем исследования — занимать не более $\frac{2}{3}$ просвета сосуда во избежание пристеночных артефактов. Пустое спектральное окно под систолическим пиком является нормой, свидетельствующей об отсутствии медленных турбулентных компонентов кровотока. При появлении стеноза окно заполняется. Стеноз можно количественно оценить при анализе спектральных волн (табл. 46), определяющих соотношение пиковых скоростей кровотока, или планиметрически на истинных поперечных изображениях. Необходимо уменьшить поперечную область примерно на 30% для определения выявляемых спектральных изменений. Пульсационный индекс и индекс сопротивления дают мало информации, поскольку они изменяются вместе с периферическим сопротивлением сосудов (например, пульсационный индекс может изменяться от 3 до 30). Скорости кровотока тоже различны, но ПСС должна составлять примерно 100 см/с в области бедра и 50 см/с — в области голени.

Критерии стеноза при спектральном анализе

% стеноза	Престенотический спектр	Интрастенотический спектр	Спектр сразу же за стенозом	Спектр на значительном расстоянии дистальнее стеноза
0–50	Норма: • трех- или двухфазный • узкая частотная полоса • пустое спектральное окно	Увеличение ПСС (менее 100% и(или) менее 180 см/с)	• Нет значительной турбулентности • возможен обратный кровоток	То же, что и для престенотического
51–75	Норма	• Увеличение ПСС (более 100% и(или) более 180 см/с) • некоторое уменьшение пульсации	• Обратный кровоток • возможна некоторая турбулентность • некоторое заполнение спектрального окна	Пульсация в норме или слегка снижена
76–99	• Норма или некоторое снижение скорости • усиление пульсации	• Увеличение ПСС (более 250% и(или) более 180 см/с) • уменьшение пульсации	Значительная турбулентность полное заполнение спектрального окна	• Снижение ПСС • снижение пульсации • уплощенный систолический пик
100	• Низкая скорость • усиление пульсации • суженный комплекс с выраженным компонентом обратного кровотока	Нет сигнала	Есть кровоток в дистальных соединяющих сосудах вследствие коллатерального кровообращения	Очень плоский систолический пик

ЗАБОЛЕВАНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ АРТЕРИЙ

Окклюзионная болезнь периферических артерий

Окклюзионная болезнь периферических артерий, вызванная атеросклерозом, является наиболее часто встречающимся заболеванием артерий конечностей (95%). УЗИ с применением ЦДК можно использовать для скринингового обследования больных с клиническим подозрением на окклюзионную болезнь периферических артерий и для контроля после проведения хирургического лечения.

Стадирование хронической окклюзионной болезни периферических артерий

Стадия I — стеноз или окклюзия с отсутствием клинической симптоматики.

Стадия IIa — перемежающаяся хромота, длина безболевого расстояния более 200 м.

Стадия IIb — перемежающаяся хромота, длина безболевого расстояния менее 200 м.

Стадия III — боль в покое.

Стадия IVa — ишемия с трофическими нарушениями и некрозом.

Стадия IVb — ишемия, гангрена.

Приблизительно у 10% жителей имеются расстройства периферической циркуляции, из них у 10% поражаются артерии верхней конечности, а у 90% — нижней (35% — таз, 55% — голень). Часто встречается поражение на нескольких уровнях и двусторонность заболевания. Наиболее ранним УЗ-признаком клинически скрытого атеросклероза является утолщение интимы и меди. Окклюзионная болезнь проявляется также изменениями стенки в В-режиме (сужение просвета, мягкие или твердые бляшки) и турбулентностью и изменением кровотока в цветовом режиме. Первичными инструментами количественной оценки стеноза являются спектральный анализ и определение соотношения ПСС.

■ Синдром Лериша

Специфической формой окклюзионной болезни периферических артерий является синдром Лериша, который представляет собой хронический тромбоз бифуркации аорты с двусторонним отсутствием пульсации на бедренных артериях. Для компенсации окклюзии развивается широкая коллатеральная сеть, которая обычно выявляется случайно у пациентов, обследуемых по поводу перемежающейся хромоты или нарушений эрекции. Снижение периферического сопротивления приводит к появлению двухфазных волн в нижней надчревной артерии, которая служит коллатералью.

■ Истинные аневризмы, псевдоаневризмы, расслаивающие аневризмы

Ключевыми аспектами при диагностике аневризмы являются определение распространенности аневризмы, оценка перфузируемого просвета (тромбы являются потенциальными источниками эмболии) и идентификация расслоения сосудистой стенки. Истинная аневризма представляет собой расширение всех слоев сосудистой стенки. Она чаще встречается в подколенной артерии и может быть одиночной или множественной.

Ложная аневризма, или псевдоаневризма, часто возникает по ятрогенной причине при пункции артерии (в дистальном сегменте наружной подвздошной артерии). Они также могут развиваться в местах наложенных швов после операций на сосудах. Основными осложнениями псевдоаневризм являются разрывы и сдавления расположенных рядом нервов. Аневризматическое образование содержит околососудистую гематому, сообщающуюся с просветом сосуда. С помощью ЦДК обычно выявляется равномерный двусторонний кровоток в шейке аневризмы. Как вид лечения, специалист может вызвать тромбоз перфузируемой гематомы сдавлением под контролем ЦДК. Противопоказанием служит наличие аневризм вдоль пупочной связки, аневризм более 7 см в диаметре и существующая ишемия конечности. Аналогичные результаты можно получить при сосудистой компрессии пневматическим оборудованием (FempStop). Риск спонтанного тромбоза псевдоаневризм составляет около 30–58%.

Артериовенозные мальформации

АВМ могут быть врожденными или приобретенными, например в результате пункции (артериовенозная фистула) или травмы сосуда (0,7% катетеризаций сердца). АВМ представляет собой аномальное соединение между артериальной системой с высоким давлением и венозной системой с низким давлением. Это приводит к нарушениям кровотока и спектральным изменениям проксимальнее и дистальнее фистулы и ее венозного конца. При уменьшении периферического сопротивления с венозной стороны спектр становится двухфазным проксимальнее фистулы и трехфазным дистальнее ее. Артериальный приток в венозный конец вызывает турбулентность и артериальную пульсацию, которую можно визуализировать. Значительное шунтирование потенциально создает опасную перегрузку сердца объемом.

Синдромы артериальной компрессии

Синдромы артериальной компрессии возникают в результате персистирующего или преходящего (например, при изменениях положения) сужения нейрососудистых структур по многим причинам, что приводит к дефициту перфузии дистального сосудистого русла. Нефизиологические стрессы компримированного сосудистого сегмента приводят к поражениям интимы, предрасполагающим к стенозу, тромбозу и эмболии. Основными синдромами артериальной компрессии верхней конечности являются синдромы входного и выходного отверстий грудной клетки. Основным проявлением на нижней конечности является синдром подколенного защелкивания. Сокращение мышц голени нарушает связь между подколенной артерией и средней головкой икроножной мышцы, что вызывает сдавление артерии. Это является причиной около 40% случаев перемежающейся хромоты, возникающей до 30 лет. С помощью ЦДК можно определить изменения кровотока во время физической нагрузки и анатомические взаимосвязи сосудов и мышц.

Контроль после наложения обходного анастомоза

УЗИ с применением ЦДК позволяет оценить успешность наложения обходного анастомоза и выявить возможные осложнения, такие как повторный стеноз и окклюзия обходного сосуда, на ранней стадии. Необходимо оценить проксимальный и дистальный анастомозы сосуда, чтобы выявить нарушения кровотока. Пиковая скорость кровотока должна быть измерена в трех точках. Эхогенные стенки сосудистого протеза или стента и акустическое затенение, вызванное материалом стента, не следует ошибочно воспринимать как бляшки или повторный стеноз.

Соединения сосуда со стентом и линии анастомотических швов являются зонами, предрасположенными к повторному стенозу.

Критерии стеноза обходного сосуда

ПСС до 45 см/с

ПСС от 250 см/с

Изменения в соотношении ПСС более 2,5 (наиболее значимый параметр для стенозов степенью более 50%)

Причины рецидива стеноза

Острый тромбоз

Расслоение сосуда после ангиопластики, вследствие разрывов интимы и меди

Недостаточно расширенный стент

Неровности соединения обходного сосуда или стента с основным

Миоинтимальная гиперплазия

Прогрессирование основного заболевания

Инфекция

Если на спектре выявляются низкая амплитуда, выраженная пульсация и резкий компонент обратного кровотока, то весьма вероятно, что имеется окклюзия. Окклюзия общей бедренной артерии проявляется обрывом цветового кровотока и отсутствием спектральных сигналов от него непосредственно перед обходным анастомозом.

Контроль после чрескожной ангиопластики

Вследствие периферической васкуляризации кровотоков дистальнее окклюзии имеет типичный двухфазный спектр с уменьшением ПСС и усилением диастолического кровотока. Контрольное обследование после успешной чрескожной транслюминальной ангиопластики показывает значительное увеличение ПСС с нормальным поздним диастолическим кровотоком.

Оценка фистул для гемодиализа

Для оценки артериовенозных фистул для гемодиализного доступа используются высокочастотные линейные датчики (7,5 МГц). Вследствие трудности соотнесения данных ЦДК с анатомическими структурами исследование следует производить вместе с врачом, осуществляющим диализ, или хирургом. Рекомендуется следующий протокол.

При обследовании приносящей артерии исследование всегда начинают с плечевой артерии, которая обычно визуализируется в поперечном сечении. Спектр должен показывать ровную картину низкого сопротивления с четким диастолическим кровотоком. Если этого не происходит, то следует заподозрить, что кровь не имеет свободного доступа в фистулу и кровотоки уменьшены за счет стеноза.

В приносящей артерии следует получить несколько дуплексных объемов (минимум три, а лучше шесть). Лучше всего это осуществляется на плечевой артерии в нескольких сантиметрах выше локтевого сустава. Эти измерения необходимы и для контроля, и для общей оценки. Объем кровотока менее 300 мл/мин при фистуле Cimino или менее 550 мл/мин при катетере Gore-Tech говорит о недостаточности. Соответственно нижние значения для «нормальных» фистул составляют 600 и 800 мл/мин.

Ход приносящей артерии исследуют на предмет признаков стеноза (усиление кровотока и турбулентность). Не существует пределов скорости, кото-

рые могут подтвердить стеноз. Стеноз определяется по уменьшению поперечных размеров вследствие наличия нормальных престенотических и постстенотических сегментов в В-режиме. Это применимо также к стенозам венозного конца фистулы. Вену следует исследовать «плавающим» датчиком с очень легким нажатием, поскольку любая компрессия вызывает значительные артефакты. Вену доступа исследуют, как и центральные вены, на предмет стеноза, аневризмы, околососудистой гематомы или частичного тромбоза. Как и при ДСА, количественная оценка стенозов затрудняется отсутствием данных о нормальном состоянии ширины просвета вены доступа. Обычно стеноз располагается в следующих областях:

- область анастомоза между артерией и дренирующей веной;
- область, откуда обычно идет доступ;
- центральные вены (например, после постановки центрального венозного катетера в подключичную или внутреннюю яремную вену);
- при катетере Gore-Tex — дистальный анастомоз между катетером и дренирующей веной.

Количественная оценка кровотока лучше всего производится в поперечном сечении при измерении общей сосудистой области и перфузируемой цветной области по отношению к гипоехогенному тромбу.

Формула для подсчета кровотока в фистуле для гемодиализа:

$$Vol = \pi \times r^2 \times V_{mean} \times 60,$$

где Vol — объем кровотока, мл/мин;

r — радиус ($1/2$ диаметра), см;

V_{mean} — среднее значение скорости кровотока (отражает среднюю скорость по времени, а не среднюю пиковую скорость), см/с.

* * *

Клиническое значение неинвазивных методик ЦДК и МР-ангиографии возросло вследствие отсутствия ионизирующего излучения, особенно при частых контрольных исследованиях, и их преимуществ у больных с аллергией на контрастные препараты, почечной недостаточностью или аденомами щитовидной железы.

В то время как ДСА является инвазивным методом, используемым лишь для топографического картирования, ЦДК может дать дополнительную диагностическую информацию о стенозированных поражениях, функциональных параметрах и реакции окружающих тканей. Оно может выявить также тромбы в аневризмах. В руках опытного специалиста ЦДК является высококачественной неинвазивной методикой исследования периферических сосудов.

Значительно уменьшились недостатки ЦДК, такие как ограниченная визуализация сосудов, расположенных на глубине или скрытых обызвествлениями. Это произошло с внедрением ультразвуковых контрастных препаратов.

Техника панорамной визуализации SieScape в комбинации с энергетической доплерографией значительно улучшает документацию патологиче-

ских изменений, поражающих продолжительный сегмент сосуда. Комбинация этих методик может дать топографическое изображение сосудистых изменений до 60 см в длину.

ЦДК часто играет ограниченную роль в исследовании сосудов нижней конечности, особенно с малым калибром, множественными бляшками и медленным кровотоком вследствие многоуровневого поражения. ДСА в таких случаях в диагностике заболеваний артерий ниже коленного сустава остается методом выбора.

Кроме ЦДК, альтернативой ДСА являются МРТ с контрастированием гадолиний-содержащими препаратами и фазово-контрастная МР-ангиография периферических сосудов. СКТА не играет большой роли в обследовании периферических сосудов вследствие артефактов из-за обызвествленных бляшек, необходимости высоких доз контрастных препаратов при внутривенном введении и высокой лучевой нагрузки при продолжительном обследовании. Ее лучше использовать для выявления аневризм в центральных сосудах.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Методика исследования артерий верхней и нижней конечности?
- 2.** Критерии стеноза при спектральном анализе?
- 3.** УЗ-семиотика окклюзионной болезни периферических артерий и синдрома Лериша?
- 4.** УЗ-семиотика аневризм и артериовенозных мальформаций?
- 5.** Роль УЗИ после оперативных вмешательств?

ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ВЕН

Венозные бассейны верхней и нижней конечности характеризуются разными патофизиологическими механизмами. Методика обследования должна соответствовать топографической анатомии.

Тромбоз глубоких вен представляет основной интерес среди заболеваний глубоких вен нижней конечности. Главными факторами риска являются посттравматическая или послеоперационная эмболия, полеты или автобусные поездки на большие расстояния, паранеопластические синдромы и гиперкоагулопатии.

Клинические симптомы тромбоза глубоких вен неспецифичны, в то время как лучевая диагностика позволяет определиться в сомнительных случаях, особенно если обращать внимание на представленный ниже алгоритм.

Алгоритм для диагностики тромбоза глубоких вен

1. Есть ли тромбоз?
2. Какова его протяженность?
3. Какова его давность?
4. Прикреплен ли тромб к сосудистой стенке?
5. Какова причина тромбоза?

Большинство заболеваний поверхностной венозной системы верхней конечности возникают вследствие венозной недостаточности. Первичное варикозное расширение является заболеванием поверхностных вен нижней конечности, при котором венозные клапаны не могут закрыться по еще не до конца известным причинам. Вторичное варикозное расширение обусловлено увеличением объема крови в системе поверхностных вен, функционирующих как коллатерали при тромбозе глубоких вен (посттромботический синдром). Первичный и вторичный варикоз вен может приводить к клинической картине хронической венозной недостаточности. Оценка изображения должна основываться на ответах на следующие вопросы:

- 1) есть ли венозная недостаточность?
- 2) каковы проксимальные и дистальные границы венозной недостаточности?
- 3) есть ли аномальное подкожно-бедренное или подкожно-подколенное завершение?
- 4) сохранна и функциональна ли система глубоких вен?

Тромбоз поверхностных вен (тромбофлебит) обычно является клиническим диагнозом и редко требует лучевого обследования.

Тромбоз вен верхних конечностей (синдром Педжета—Шреттера) встречается редко. Обычно это осложнение, связанное с катетеризацией или являющееся результатом физических перенагрузок (перенагрузочный тромбоз). Клинические проявления обычно резко выражены (отек руки), а основной целью исследования является подтверждение клинической картины.

ГЛУБОКИЕ ВЕНЫ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

■ Обследование при тромбозе

Наиболее доступной методикой УЗИ в диагностике тромбоза глубоких вен нижних конечностей является проба с компрессией, которую можно проводить от паховой области до лодыжек.

Цветовой режим используется лишь для наведения, поскольку легче визуализируются сосуды. Если качество В-режима хорошее, то использовать цветовой режим для пробы с компрессией не нужно. Ключевым критерием является не «выдавливание цвета», а полная сжимаемость просвета сосуда. Если изображение в В-режиме невысокого качества, то следует использовать цветовой режим и при необходимости комбинировать его с дистальной компрессией. Наиболее аккуратный тест с компрессией заключается в раскачивающихся движениях рукой, удерживающей датчик. Усиление кровотока позволяет врачу идентифицировать вену и предположить ее хотя бы частичное нормальное состояние. Рука затем продвигается вперед, нажимая на датчик.

При обследовании без компрессии кровотоков в венах не определяется. При дистальной компрессии отмечается усиление кровотока. Затем производится полная компрессия датчиком. Точно оценить можно состояние только того венозного сегмента, который подвергнут компрессии. Таким образом, следует получить много поперечных изображений по полной длине каждой из вен нижней конечности (общие бедренные, поверхностные бедренные, глубокие бедренные, подколенные, передние большеберцовые, задние большеберцовые и малоберцовые вены) при применении переменной компрессии.

В большинстве случаев подвздошные вены подвергнуть компрессии невозможно вследствие отсутствия плотной подлежащей ткани, поэтому оценка производится в цветовом режиме.

■ Ультразвуковая анатомия

Глубокие вены нижней конечности сопровождают одноименные артерии. Обычно вены ниже коленного сустава идут парно. Для визуализации передних большеберцовых вен датчик помещают на пальпируемую переднюю большеберцовую мышцу сбоку от переднего края большеберцовой кости. Пе-

редняя большеберцовая вена располагается кзади от мышц-разгибателей и чуть кпереди от межкостной перепонки. Неопытные врачи часто сканируют слишком глубоко. Межкостные края большеберцовой и малоберцовой костей отмечают уровень межкостной перепонки, которую можно визуализировать при помощи УЗИ.

Задние большеберцовые и малоберцовые вены расположены в области сгибателей между трехглавой мышцей и глубокими сгибателями. Костные ориентиры используются для наведения: когда нога поднята в нейтральное положение, задняя поверхность большеберцовой кости находится кпереди от задней поверхности малоберцовой кости. Задние большеберцовые вены расположены к центру над задней поверхностью малоберцовой кости, тогда как малоберцовые вены — очень близко к этой кости.

Ориентиром для подколенной вены служит одноименная артерия, идущая кпереди от нее. Вену легко найти благодаря ее большому калибру и поверхностному расположению. Даже легкое нажатие датчиком часто позволяет полностью пережать вену, при этом ее изображение исчезает. Подколенная вена в 20% случаев является парной и в 2% — тройной. Бедренная вена лежит позади артерии в приводящем канале, переходя медиальнее на более проксимальном уровне. Подвздошная вена идет кзади и медиально одноименной артерии. Глубокая бедренная вена впадает в поверхностную на расстоянии 4–12 см ниже паховой связки. Она идет кпереди от одноименной артерии. Поверхностная бедренная вена примерно в 20% случаев является парной, а три и более вены встречаются в 14% случаев.

Методика обследования

Для дуплексного сканирования вен нижней конечности пациент располагается на спине, верхний конец тела несколько приподнят. Исследование начинают от паховой области линейным датчиком 4–7 МГц. Прослеживают бедренную вену дистально от надмыщелка бедренной кости с переменной компрессией. Отмечают также ход глубокой бедренной вены. Затем спускаются по конечности и сканируют передние большеберцовые вены, после чего пациента переукладывают на живот. Для легкого сгибания в коленном суставе подкладывают небольшой валик. Подколенную вену выводят в поперечное сечение. Сначала прослеживают сосуд проксимально, после чего производят переменную компрессию (часто дистальный отдел приводящего канала лучше визуализируется из заднего доступа, чем из переднего). Далее прослеживают сосуды дистально и отдельно оценивают задние малоберцовые и большеберцовые вены. Необходимо быть внимательным при обследовании проксимальных отделов малоберцовых вен. Из-за физиологического расширения их и при нормальном натяжении кожи над головкой малоберцовой кости для компрессии этих вен требуется сильное и болезненное нажатие. Заключение специалиста зависит от полученных в этой точке данных и от клинической симптоматики. Заключение делают либо по результатам обследования общей бедренной вены, пока пациент выполняет пробу Валь-

сальвы, либо по данным цветового сканирования подвздошных вен с использованием конвексного датчика с частотой 4–7 МГц.

Если адекватно оценить вены голени с использованием этого стандартного протокола невозможно, то пробуют согнуть ногу в коленном суставе и приподнимают ее над краем кровати или стола, когда она расслаблена. Придерживая голень левой рукой, правой сканируют. Повышенное гидростатическое давление приведет к лучшему наполнению вен, что позволит лучше их идентифицировать. С другой стороны, цветовое сканирование ухудшается вследствие медленного кровотока и необходимости большего усилия для сдавления вен, чем в положении лежа.

Диагностические трудности и пути их устранения

Плохо видна бедренная вена в приводящем канале

Поддерживайте бедро левой рукой во время исследования или попробуйте задний доступ для дистальных отделов приводящего канала.

Отек нижней конечности

Прежде попробуйте альтернативные методы диагностики. Если это невозможно, то определите бедренную вену в паховой области и выведите подколенную вену. Обе они могут быть оценены при помощи УЗИ. Результаты, хотя и минимальные, могут быть использованы для выбора метода лечения, особенно при выявлении тромбоза.

Тромбоз имеется, но сосуды таза оценить сложно

Поверхностная подвздошная вена всегда может быть оценена в дистальной части, но проксимальный конец тромба может быть не виден. Обычно компрессия НПВ затруднений не представляет. Это важно при планировании консервативного лечения, когда при УЗИ выявляется поражение на уровне таза, поскольку можно исключить тромбоз НПВ.

Выраженный атеросклероз в сопровождающих артериях создает акустические тени, скрывающие вены

Попробуйте переменить положение датчика и сканируйте за артерией, выходя прямо на вену.

Вены голени невозможно точно идентифицировать

У пациентов с толстыми голенями выберите положение датчика, минимизирующее расстояние от поверхности до интересующих вен. Если их все еще нельзя точно визуализировать, попробуйте согнуть ногу и поднять ее над столом.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВЕНЫ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Обследование при венозной недостаточности

Хотя венозные клапаны и могут быть визуализированы при УЗИ, диагноз венозной недостаточности основан на косвенных признаках. Поскольку проксимальное давление увеличивается при пробе Вальсальвы или компрессии вручную, врач пытается зарегистрировать дистальный рефлюксный сигнал, который в норме предотвращается венозными клапанами. Полный варикоз подкожных вен начинается с недостаточности на уровне терминаль-

ного клапана и с течением времени прогрессирует на дистальные уровни. В результате кровь, наполняющая поверхностные ослабленные вены, поступает из системы глубоких вен. При повышении проксимального давления (например, при пробе Вальсальвы) клапаны глубоких вен закрываются, если глубокая венозная система сохранна, в результате рефлюкс существует лишь между поверхностной веной и ближайшим проксимальным клапаном глубокой вены. Этот сегмент может быть достаточно крупным в случае большой подкожной вены, но в подколенной вене столько клапанов, что объем рефлюкса очень мал. В результате выявить варикоз в малой подкожной вене значительно труднее, чем в большой.

Наиболее проксимальный несостоятельный клапан является проксимальной точкой рефлюкса или проксимальной границей венозной недостаточности. Первый состоятельный клапан варикозно-расширенной вены является дистальной точкой рефлюкса. Проксимальная и дистальная точки рефлюкса позволяют классифицировать варикоз подкожной вены. Проксимальная точка рефлюкса обычно состоит из нефункционального подкожно-бедренного клапана (полный подкожный варикоз). Уровень дистальной точки рефлюкса определяет тяжесть и расположение варикоза согласно классификации Nach:

- степень I — проксимальный отдел бедра;
- степень II — дистальный отдел бедра;
- степень III — проксимальный отдел голени;
- степень IV — дистальный отдел голени.

Аналогичная ступенчатая классификация применяется для малой подкожной вены. Если проксимальная точка рефлюкса расположена дистальнее терминального клапана, то подкожный варикоз классифицируется как неполный.

Ультразвуковая анатомия

Большая подкожная вена начинается от медиального края стопы, поднимается спереди от медиальной лодыжки и впадает в бедренную вену примерно на 3 см ниже паховой связки. Существуют варианты, при которых большая подкожная вена впадает в верхнюю вену подреберья (аномальное проксимальное завершение) или в бедренную вену ниже венозного слияния (аномальное дистальное завершение).

Малая подкожная вена начинается у латерального края стопы, поднимается за медиальной лодыжкой и впадает в подколенную вену в 3–8 см над суставной линией коленного сустава. Конечный отдел малой подкожной вены расположен субфасциально и недоступен для исследования. Обычно большая и малая подкожные вены сужаются к периферии (симптом «телескопа»). Трубчатые несуженные сосуды с прямым кровотоком являются признаком экстрафасциальной коллатерализации при тромбозе глубоких вен, тогда как трубчатый сосуд с обратным кровотоком говорит о венозной недостаточности. Значительное уменьшение скорости кровотока в несосто-

ятельных венах может вызывать наличие спонтанных внутрипросветных эхо. Эти эхо исчезают при надавливании датчиком.

Методика исследования

Пациента обследуют в стандартном положении с расслабленными ногами. Другой вариант: нога может быть фиксирована на краю стола для обследования на варикоз ниже коленного сустава. После обнаружения терминальных отделов подкожных вен усиливают проксимальное надавливание на датчик для оценки функционального состояния клапанов. Проба повторяется на нескольких уровнях, чтобы определить дистальную границу венозной недостаточности. Венозная компрессия производится проксимально во время пробы Вальсальвы, ее цель — решить вопрос, есть ли непосредственно недостаточность подкожных вен или же имеются и дополнительные аспекты (недостаточность боковых ветвей и прободающих вен). У пациентов с неполным варикозом подкожных вен таким образом определяется проксимальная граница венозной недостаточности. Недостаточность прободающих вен можно визуализировать с помощью ЦДК. Нет необходимости бинтования, как при постоянно-волновой доплерографии. Сканировать всю конечность для поиска несостоятельных прободающих вен непрактично, исследование должно быть ограничено клинически подозрительными областями (например, зоной вздутий, типичных изменений кожи).

ВЕНЫ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Обследование при тромбозе вен верхней конечности

Тромбоз чаще всего поражает подключичную вену. Поскольку вена расположена за ключицей, пробу с компрессией выполнить невозможно. Так же сложно сдавить проксимальную и среднюю трети подмышечной вены. Поэтому основным критерием диагностики тромбоза вен верхней конечности является выявление отсутствия цветового кровотока. Однако могут встречаться цветковые артефакты. При использовании компрессии и при сканировании сосуда в продольном направлении можно определить истинную протяженность тромбоза. Другие вены шеи, плеча и дистального сегмента верхней конечности можно сканировать и проводить компрессию. Обследование можно дополнить применением проб с провокацией, как на нижней конечности. Дистальная компрессия производится тоже аналогично исследованию вен нижней конечности. Верхняя конечность отличается от нижней тем, что глубокий вдох вызывает усиление венозного кровотока вследствие понижения внутригрудного давления.

Ошибочная интерпретация данных ЦДК

Эхогенный просвет (подозрение на тромбоз).

Внутрисосудистые эхо могут быть вызваны чрезмерным усилением В-режима (слишком высокое усиление) или неприемлемым акустическим состоянием.

Свободный от эхо просвет (нет признаков тромбоза).

Свежие тромбы могут быть прозрачными для ультразвука.

Не выявляется сигнал от кровотока в просвете сосуда (подозрение на тромбоз).

Очень медленный кровоток может лежать за пределами порога выявления даже при оптимальных настройках датчика. Часто цветовой сигнал невозможно получить сразу же проксимальнее или дистальнее тромбоза, в венах голени или в положении стоя. Затенение от обызвествленной бляшки может помешать цветовому исследованию.

Выявление цветового сигнала в просвете сосуда (нет признака тромбоза).

Неполный или частично rekanализированный тромбоз может давать цветовой сигнал, поэтому перед исключением тромбоза удостоверьтесь, что цвет полностью заполняет просвет. Иногда этого сложно достичь даже у здоровых лиц, поэтому и используется дистальная компрессия. Эта методика может вызвать заполнение эхосигналами частичного тромбоза.

Ультразвуковая анатомия

Обследование вен верхней конечности выполняется с учетом расположения подключичной вены позади ключицы. Надключичная часть вены находится впереди от подключичной артерии. Поскольку датчик наклонен к ключице, вена визуализируется лишь в продольном сечении. На подключичном уровне датчик располагается перпендикулярно, верхний его конец касается ключицы. Он передвигается вдоль кости, чтобы визуализировать подключичные сосуды в медиальной и средней третях ключицы. Вена идет впереди от артерии, сливаясь с подмышечной веной у латерального края I ребра. Плечевые вены имеют более узкий калибр и меньшую клиническую значимость.

Методика обследования и полученные данные

При обследовании вен верхней конечности пациент лежит на спине, верхний конец тела несколько приподнят. Врач кладет руку пациента себе на колени и удерживает требуемое положение левой рукой. Начинают обследование с надключичного уровня датчиком средней или высокой частоты (5–10 МГц). Поверхность датчика должна быть шириной менее 4 см, чтобы облегчить проникновение в надключичную ямку. Получают цветное изображение проксимального отдела подключичной вены. Затем прослеживают внутреннюю яремную вену кверху в поперечном сечении от места ее слияния с подключичной веной, используя переменную компрессию, так высоко в сторону головы, как только возможно. Если результаты нормальные, то В-режима достаточно. Затем продолжают исследование книзу от ключицы. Вены расположены глубоко, когда сканирование идет через окно грудных мышц, поэтому должен использоваться датчик со сменной частотой, чтобы сделать ее

низкой. Начинают сканирование сразу же ниже ключицы, прослеживая сосуды так далеко, как только возможно, до переднего подмышечного свода. Затем сканируют из подмышечного доступа, удостоверившись в том, что произошло перекрытие подмышечных изображений с грудными, во избежание пропуска участков подмышечной вены. Покинув подмышечную впадину опускают руку вниз, чтобы улучшить визуализацию вен. При желании можно попытаться визуализировать плечеголовную вену из надключичного доступа с помощью высокочастотного датчика. Обычно обследования вен предплечья не требуется.

Подозрение на тромбоз глубоких вен

Постоянно-волновая доплерография может не применяться при возможности проведения двух методик: венографии и ЦДК. ЦДК более предпочтительно, поскольку является неинвазивным и занимает меньше времени, чем венография. Опытный специалист может обследовать всю нижнюю конечность полностью в течение 5–10 мин. Исследование может занять больше времени в диагностически сложных ситуациях (около 5–10% случаев). Условия исследования являются отличными, когда все глубокие вены нижней конечности видны в В-режиме. Тромбоз глубоких вен голени в этих случаях также можно исключить. Однако в 10% случаев результаты ЦДК голени могут быть ложноотрицательными. Венография может быть менее информативной, чем ЦДК голени, вследствие нарушения техники введения, поскольку визуализация всех трех венозных систем голени является неполной. Визуализация групп мышц на венограммах происходит случайно, и в выявлении изолированного тромбоза мышечных вен ультразвук предпочтительнее.

Кроме голени, еще одной затруднительной для УЗИ областью является таз. Венография таза у здоровых лиц является лучшим методом, хотя ее может быть затруднительно интерпретировать вследствие «псевдотромботического артефакта», вызванного «неусиленной» кровью из глубокой бедренной вены, большой подкожной вены или внутренней подвздошной вены. В таких случаях ЦДК является хорошим дополнением к венографии. При наличии распространенного тромбоза сосудов бедра и голени контрастирования на уровне таза обычно недостаточно для подтверждения или исключения поражения вен этой области. И снова дополнительным методом исследования является ЦДК. При равных результатах или если хирург хочет получить качественную картину усиления, проксимальное расположение тромбоза можно уточнить с помощью КТ. Крайне сложно с помощью УЗИ оценить наличие рецидивного тромбоза при посттромботическом синдроме. Венография является стандартной методикой для определения посттромботических изменений венозных стволов, визуализации коллатералей и дифференцировки свежих и старых изменений.

■ Подозрение на сосудистую несостоятельность

Протяженность варикоза большой подкожной вены можно оценить с помощью небольшого постоянно-волнового датчика. В отличие от постоянно-волновой доплерографии ЦДК лучше определяет вторичную или посттромботическую недостаточность глубоких вен нижней конечности и перфорантных вен. Однако в выявлении недостаточности последних методом выбора остается венография.

■ Подозрение на тромбоз вен верхней конечности

ЦДК является методикой выбора для выявления причин отека верхней конечности. Постоянно-волновая доплерография не применяется при возможности проведения ЦДК или венографии. Венография лучше определяет коллатеральные каналы, но у пациентов с острым отеком руки и венографическими признаками застарелого подключичного тромбоза ЦДК может выявить тромбоз коллатералей, как причину острого отека. В-режим позволяет выявить или исключить тромбоз яремной вены.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Алгоритм диагностики тромбоза глубоких вен?
- 2.** Алгоритм диагностики хронической венозной недостаточности?
- 3.** Как с помощью УЗИ определяется давность тромбоза глубоких вен?
- 4.** Особенности методики УЗИ глубоких вен верхней и нижней конечностей?
- 5.** Какие области верхних конечностей предрасположены к венозному тромбозу?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Агаджанова Л. П.* Ультразвуковая диагностика заболеваний ветвей дуги аорты и периферических сосудов: Атлас. — 2-е издание. — М.: Издательский дом Видар-М, 2000. — 176 с.
- Адамян Л. В., Кулаков В. И.* Эндометриозы. — М.: Медицина, 1998. — 317 с.
- Анисимов А. В.* Эхография органов мошонки. — Владимир: ВООО ВОИ, 2005. — 44 с.
- Алехин М. Н.* Тканевой доплер в клинической эхокардиографии. — М., 2006. — 104 с.
- Аляев Ю. Г., Амосов А. В., Винаров А. З. и др.* Трансректальная доплерография у больных с заболеваниями предстательной железы. — ФГУИПП «Кострома», 2004. — 88 с.
- Баскаков В. П., Цвелев Ю. В., Кира Е. Ф.* Диагностика и лечение эндометриоза на современном этапе: Пособие для врачей. — СПб, 1998.
- Бацков С. С.* Ультразвуковой метод исследования в гепатологии и панкреатологии. — СПб, 1998. — 168 с.
- Бокерия Л. А., Машина Т. В., Голухова Е. З.* Трехмерная эхокардиография. — М.: Издательство НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2002. — 90 с.
- Быковский В. А.* Абдоминальная эхография: проблемы — сложности — ошибки. — М.: Реал Тайм, 2006. — 328 с.
- Гажонова В. Е.* Ультразвуковая диагностика в гинекологии. — М.: Медпресс-информ, 2005. — 264 с.
- Дедов И. И., Трошина Е. А., Юшков П. В. и др.* Диагностика заболеваний щитовидной железы: Атлас. — М.: Издательский дом Видар-М, 2001. — 128 с.
- Демидов В. Н., Зыкин Б. И.* Ультразвуковая диагностика в гинекологии. — М.: Медицина, 1990.
- Дергачев А. И.* Ультразвуковая диагностика заболеваний почек и надпочечников: Атлас. — М.: Три-ада-Х, 2004. — 96 с.
- Догра В., Рубенс Д. Дж.* Секреты ультразвуковой диагностики. — Пер. с англ. / Под общ. ред. проф. А. В. Зубарева. — М.: МЕДпресс-информ, 2005. — 456 с.
- Железнов Б. И., Стрижаков А. Н.* Генитальный эндометриоз. — М.: Медицина, 1985.
- Заболотская Н. В., Заболотский В. С.* Новые технологии в ультразвуковой маммографии. — М.: Стром, 2005. — 240 с.
- Зубарев А. В., Гажонова В. Е., Долгова И. В.* Ультразвуковая диагностика в травматологии. — М.: Фирма СТРОМ, 2003. — 176 с.
- Зубарев А. Р., Богачев В. Ю., Митьков В. В.* Ультразвуковая диагностика заболеваний вен нижних конечностей. — М.: Видар, 1999. — 100 с.
- Иванов В. А., Мальярчук В. И.* Ультразвуковая диагностика заболеваний органов билиопанкреато-дуоденальной зоны. — М.: Издательский дом «Камерон», 2004. — 136 с.
- Игнашин Н. С.* Ультрасонография в диагностике и лечении урологических заболеваний. — М.: Видар, 1997. — 119 с.
- Интраоперационное ультразвуковое исследование в частной хирургии / Под ред. акад. Ю. Л. Шевченко. — М.: Медицина, 2006. — 240 с.
- Ищенко Б. И., Бисенков Л. Н., Тюрин И. Е.* Лучевая диагностика для торакальных хирургов. — СПб, 2001. — 346 с.

- Ищенко Б. И., Перегудова Е. Л., Мостовая О. Т. и др.* Ультразвуковое обследование урологических больных: Методика и нормальная эхоанатомия: Пособие для врачей. — СПб: ЭЛБИ-СПб, 2005. — 82 с.
- Казакевич В. И.* Ультразвуковое исследование грудной клетки при опухолях легких. — М.: Айти-арт, 2003. — 168 с.
- Калантаров Т. К., Мовчан К. Н., Сергеева А. Г. и др.* Возможности ультразвуковой диагностики при обследовании и лечении больных паховой грыжей / Под ред. проф. К. Н. Мовчана. — Тверь: Триада, 2007. — 104 с.
- Кондаков В. Т., Пыков М. И.* Варикоцеле. — М.: Видар-М, 2000. — 104 с.
- Корженкова Г. П.* Комплексная рентгено-сонографическая диагностика заболеваний молочной железы. — М.: Стром, 2004. — 123 с.
- Лелюк В. Г., Лелюк С. Э.* Ультразвуковая ангиология. — М.: Реальное Время, 2003. — 322 с.
- Медведев М. В., Юдина Е. В.* Дифференциальная ультразвуковая диагностика в акушерстве. — М.: Видар, 1997. — 336 с.
- Митина И. Н., Бондарев Ю. И.* Неинвазивная ультразвуковая диагностика врожденных пороков сердца: Атлас. — М.: Видар-М, 2004. — 304 с.
- Митьков В. В.* Допплерография в диагностике заболеваний печени, желчного пузыря, поджелудочной железы и их сосудов. — М.: Видар-М, 2000. — 146 с.
- Назаренко Г. И., Хитрова А. Н., Краснова Т. В.* Допплерографические исследования в уронефрологии. — М.: Медицина, 2002. — 150 с.
- Никитина Ю. М., Труханова А. М.* Ультразвуковая доплерографическая диагностика сосудистых заболеваний. — М.: Медицина, 1998. — 345 с.
- Озерская И. А.* Эхография в гинекологии. — М.: Медика, 2005. — 285 с.
- Ольхова Е. Б.* Ультразвуковая диагностика заболеваний почек у детей. — СПб: СПбМАПО, 2006. — 376 с.
- Осипов Л. В.* Ультразвуковые диагностические приборы: Практическое руководство для врачей. — М.: Видар, 1999. — 234 с.
- Панфилов С. А., Панфилова Е. В.* Диагностика заболеваний печени, билиарного тракта, поджелудочной железы, селезенки и надпочечников с курсом патологической анатомии. — М.: БИНОМ, 2003. — 215 с.
- Паршин В. С., Цыб А. Ф., Ямасита С.* Рак щитовидной железы: Ультразвуковая диагностика: Клинический атлас: По материалам Чернобыля. — Обнинск: МРНЦ РАМН, 2002. — 238 с.
- Практическое руководство по ультразвуковой диагностике: Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. В. В. Митькова. — М: Видар, 2005.
- Росин Ю. А.* Допплерография сосудов головного мозга у детей. — СПб, 2004. — 112 с.
- Синюкова Г. Т., Комаров И. Г., Игнатова Е. И.* Видеолапароскопия с применением интраоперационного ультразвукового исследования в абдоминальной онкологии. — М.: Триада-Х, 2003. — 88 с.
- Синюкова Г. Т., Корженкова Г. П., Данзанова Т. Ю.* Ультразвуковое исследование молочной железы в онкологии. — М.: СТРОМ. — 160 с.
- Стрижаков А. Н., Давыдов А. И.* Трансвагинальная эхография: 2D- и 3D-методы. — М.: ОСЛН, 2006. — 160 с.
- Стрижаков А. Н., Давыдов А. И.* Клиническая трансвагинальная эхография. — М.: Медицина, 1994.
- Ультразвуковая диагностика (Специальность № 040122.11): Образовательный стандарт послеузовской профессиональной подготовки. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. — 142 с.
- Чиссов В. И., Трофимова Е. Ю.* Ультразвуковое исследование лимфатических узлов в онкологии. — М.: СТРОМ, 2003. — 112 с.
- Чуриков Д. А., Кириенко А. И.* Ультразвуковая диагностика болезней вен. — М.: Литтерра, 2006. — 96 с.

- Харченко В. П., Котляров П. М., Могутов М. С. и др.* Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы. — М.: Видар-М, 2007. — 232 с.
- Хачкурузов С. Г.* Ультразвуковое исследование при беременности раннего срока. — 4-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2006. — 248 с.
- Хоффер М.* Ультразвуковая диагностика: Базовый курс. — М.: Мед. лит., 2006. — 104 с.
- Хоффер М.* Цветовая дуплексная сонография: Практическое руководство. — М.: Мед. лит., 2007. — 108 с.
- Шабалин А. В., Шабалин И. В.* Клиническая ультразвуковая диагностика у детей и подростков. — Нижний Новгород, 2001. — 236 с.
- Шахов Б. Е., Сафонов Д. В.* Трансторакальное ультразвуковое исследование легких и плевры. — Н. Новгород, НГМА, 2002. — 117 с.
- Шевченко Ю. Л., Попов Л. П., Волкова Л. В., Травин Н. О.* Интраоперационная чреспищеводная эхокардиография при вмешательствах на сердце. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2004. — 208 с.
- Шиллер Н., Осипов М. А.* Клиническая эхокардиография. — М.: Практика, 2005. — 344 с.
- Шолохов В. Н., Бухаркин Б. В., Лепэдату П. И.* Ультразвуковая томография в диагностике рака предстательной железы. — М.: СТРОМ, 2006. — 112 с.
- Эрман М. В., Марцулевич О. И.* Ультразвуковое исследование мочевой системы у детей. — СПб: Питер, 2000. — 160 с.
- Эхография в акушерстве и гинекологии: Теория и практика. 6-е изд. В II частях. Часть первая / Под ред. А. Флейшера, Ф. Мэнинга, П. Дженти, Р. Ромеро: Пер. с англ. // М.: Изд. дом Видар-М, 2005. — 752 с.
- Эхография в акушерстве и гинекологии. Теория и практика. 6-е изд. В II частях. Часть вторая / Под ред. А. Флейшера, Ф. Мэнинга, П. Дженти, Р. Ромеро: Пер. с англ. // М.: Изд. дом Видар-М, 2004. — 592 с.
- ACOG Uterine leiomyomata. ACOG technical bulletin // Int. J. Gynaecol. Obstet. — 1994. — Vol. 46. — P. 73–82.
- Bartels E.* Color-coded Duplex Ultrasonography of Cerebral Vessels: Atlas and Manual / E. Bartels // Stuttgart; N Schattauer, 1999.
- Bates J. A.* Abdominal Ultrasound / J. A. Bates // Toronto: Churchill Livingstone. 2004. — 284 p.
- Block B.* Color atlas of ultrasound anatomy / B. Block //N.-Y.: Teime 2003. — 269 p.
- Bomeke C.* Und and Sonographieren in 30 Tagen / C. Bomeke, J. Dembowsci, M. Geiss // Printed in Germany: Theme. 2005. — 158 s.
- Callen P. W.* Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology, 4th ed. Philadelphia, W. B. Saunders, 2000.
- Carrere J. M.* Atlas of Clinical Applications of Ultrasound in Obstetrics And Gynaecology / J. M. Carrere, J. M. Carrere A. Kurjak // Anshan, 2006.
- Cramer S. F., Patel A.* The frequency of uterine leiomyomas // Am. J. Clin. Pathol. — 1990. — P. 435–438.
- Cunningham F. G., Gant N., Leveno K. J. et al.* (eds): Williams Obstetrics, 21st ed. — New York, McGraw-Hill, 2001.
- Curry R. A.* Sonography. Introduction to normal structure and function / R. A. Curry, B. B. Tempkin // Saunders. 2004. — 194 p.
- Diagnostic Imaging. Chest / J. W. Gurney et al. // Amirsys Inc., 2006.
- Doubilet P. M.* Atlas of ultrasound in obstetrics and gynecology / P. M. Doubilet, C.B. Benson // Lippincott Williams & Wilkins, 2003. — 352 p.
- Farthmann E. H.* Ultraschall in der Chirurgie / E. H. Farthmann, M. Lausen //Wien: Urban & Schwarzenberg. 1991. — 191 s.
- Goldstein S. R.* Ultrasound in Gynecology / S. R. Goldstein // Churchill Livingstone, 2006.
- Hofer M.* Sonographie Grundkurs / M. Hofer // Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 3. Aufl.–1999. — 102 s.
- Mathis G.* (Editor). Atlas of Chest Sonography / G. Mathis, K. D. Lessnau // Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2003. — 180 p.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Myers K. A.* Making Sense of Vascular Ultrasound / K. A. Myers // Oxford: Oxford University Press, 2005.
- Rumack C. M.* Diagnostic Ultrasound / C. M. Rumack, C. R. Wilson, J. W. Charboneau // St. Louis, Mosby, 1998.
- Sanderc R. C.* (ed.). Structural Fetal Abnormalities: The total Picture, 2nd ed. — St. Louis, Mosby, 1992.
- Skucas J.* Advanced imaging of the abdomen / J. Skucas // Springer-Verlag London Ltd. — 2006. — 1079 p.
- Siegel M. J.* (ed.): Pediatric Sonography, 3rd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- Sutherland G. R.* Doppler myocardial imaging / G. R. Sutherland, L. Hatle, F. E. Rademakers et al. // Leuven University Press. — 2003. — 99 p.
- Sutton D.* (ed.) Textbook of radiology and imaging. 7th edition / D. Sutton / Churchill Livingstone, 2003. — 1854 p.
- Thrush A.* Peripheral Vascular Ultrasound / A. Thrush // London: Churchill Livingstone, 2005.
- Timor-Tritsch I. E., Montegaudo A., Cohen H. L.* Ultrasonography of the prenatal and neonatal brain, 2nd ed., New York, McGraw-Hill, 2001.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА

Руководство для врачей

*Под редакцией
проф. Г.Е. Труфанова
и к.м.н. В.В. Рязанова*

ООО «Издательство ФОЛИАНТ»
190020, Санкт-Петербург, Нарвский пр., 18, оф. 502
тел.: (812) 325-39-86, 786-72-36
факс: (812) 320-08-06
e-mail: foliant@peterlink.ru
<http://www.foliant.com.ru>

Подписано в печать 10.02.2009.
Формат 70 × 100 $\frac{1}{16}$. Печ. л. 50.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Тираж 1000 экз. Заказ №

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП «Типография «Наука»
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12