

Е.М. Носенко, Н.С. Носенко, Л.В. Дадова

Ультразвуковое исследование
**при заболеваниях
артерий и вен
нижних конечностей**

Учебное пособие



УДК [616.134+616.145]-073.431(07)
ББК 54.10(53.6)
Н84

Носенко, Екатерина Михайловна

Н84 Ультразвуковое исследование при заболеваниях артерий и вен нижних конечностей : Учебное пособие / Е.М. Носенко, Н.С. Носенко, Л.В. Дадова. – Москва: Издательский дом Видар-М, 2021. – 320 с. ил. ISBN 978-5-88429-269-7

В учебном пособии подробно изложен и иллюстрирован алгоритм ультразвукового исследования артерий и вен нижних конечностей. На основании материалов современных литературных источников и многолетнего практического опыта работы авторами собрана компактная информация. Основное внимание уделено описанию результатов дуплексного сканирования пациентов многопрофильной клиники с разнообразной сосудистой патологией. Авторы руководствовались стремлением облегчить работу врачей-исследователей, поделившись принципами и подходами к проведению методики дуплексного сканирования сосудов с формированием заключений.

Данное пособие предназначено для обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования – подготовки кадров высшей квалификации по программам ординатуры и послевузовского профессионального образования врачей по специальностям «ультразвуковая диагностика», «функциональная диагностика» и «сосудистая хирургия».

УДК [616.134+616.145]-073.431(07)
ББК 54.10(53.6)

В книге использованы графические иллюстрации Галактионовой Дарьи Александровны и Азарян Яны Армановны

Рецензенты:

Берестень Н.Ф. – академик РАЕН, профессор кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики ФГБОУ ДПО РМАПО, доктор медицинских наук, профессор

Балахонова Т.В. – главный научный сотрудник отдела ультразвуковой диагностики Института клинической кардиологии имени А.Л. Мясникова ФГБУ НМИЦ кардиологии Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор

ISBN 978-5-88429-269-7

© Носенко Е.М., Носенко Н.С., Дадова Л.В., 2021
© Оформление. Издательский дом Видар-М, 2021

Оглавление

| | |
|--|----|
| Список сокращений | 5 |
| Предисловие | 7 |
| Часть 1. Ультразвуковое исследование при заболеваниях артерий нижних конечностей | 9 |
| 1.1. Заболевания брюшного отдела аорты | 10 |
| 1.2. Заболевания артерий нижних конечностей | 10 |
| 1.3. Показания и противопоказания к ультразвуковому исследованию артерий нижних конечностей | 11 |
| 1.4. Анатомия ветвей нисходящего отдела аорты | 12 |
| 1.4.1. Анатомия брюшного отдела аорты и подвздошных артерий | 12 |
| 1.4.2. Анатомия артерий нижних конечностей | 13 |
| 1.4.3. Анатомия артерий стоп | 16 |
| Ветви артерии тыла стопы | 16 |
| Ветви латеральной подошвенной артерии | 17 |
| 1.5. Методика дуплексного сканирования ветвей нисходящего отдела аорты | 18 |
| 1.5.1. Ультразвуковая техника исследования брюшного отдела аорты, подвздошных артерий и артерий нижних конечностей | 18 |
| 1.5.2. Дуплексное сканирование брюшного отдела аорты, подвздошных артерий и артерий нижних конечностей | 27 |
| 1.5.3. Ультразвуковая характеристика нормы | 46 |
| В-режим | 46 |
| Правила измерения комплекса интима-медиа артерий нижних конечностей | 47 |
| Морфология спектрограммы кровотока | 53 |
| 1.6. Ультразвуковые признаки патологии | 60 |
| 1.6.1. Дуплексное сканирование с цветовым картированием кровотока брюшного отдела аорты | 60 |
| 1.6.2. Стеноокклюзирующие поражения артерий нижних конечностей | 61 |
| 1.6.3. Индексы, характеризующие уровень периферического сосудистого сопротивления | 69 |
| 1.6.4. Особенности регионарной гемодинамики | 69 |
| Функциональные пробы | 70 |
| Методы, основанные на измерении давления | 70 |
| 1.6.5. Пробы с вазодилатацией | 78 |
| Тест со сгибанием и разгибанием конечности | 78 |

| | |
|---|-----|
| Тредмил-тест | 78 |
| Нитроглицериновая проба | 82 |
| 1.7. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем (10-го пересмотра) | 82 |
| 1.7.1. Атеросклероз артерий нижних конечностей | 83 |
| 1.7.2. Аневризмы артерий нижних конечностей | 85 |
| 1.7.3. Диабетическая периферическая ангиопатия | 94 |
| 1.7.4. Неспецифический аортоартериит (болезнь Такаюсу) | 104 |
| 1.7.5. Облитерирующий тромбангиит (болезнь Бюргера) | 104 |
| 1.7.6. Неатеросклеротические поражения | 113 |
| Эмболия и тромбоз артерий нижних конечностей | 117 |
| Синдром подколенной компрессии | 131 |
| Кистозная болезнь адвентиции | 132 |
| 1.8. Болезнь Рейно. Синдром Рейно | 132 |
| 1.9. Эндоваскулярные и гибридные операции при облитерирующих заболеваниях аорты и периферических артерий | 134 |
| 1.10. Рекомендации к формированию заключений | 148 |
| Список литературы | 150 |

Часть 2. Ультразвуковое исследование при заболеваниях вен нижних конечностей 153

| | |
|--|-----|
| 2.1. Дуплексное сканирование вен нижних конечностей. Методика исследования | 154 |
| 2.2. Основные показания к дуплексному сканированию вен нижних конечностей | 154 |
| 2.3. Противопоказания к исследованию | 155 |
| 2.4. Закономерности распределения вен | 155 |
| 2.5. Анатомия венозной системы | 156 |
| 2.5.1. Глубокие вены нижних конечностей | 157 |
| 2.5.2. Подкожные (поверхностные) вены нижних конечностей | 157 |
| 2.5.3. Коммуникантные вены | 161 |
| 2.6. Физиология венозной системы нижних конечностей | 163 |
| 2.7. Методика дуплексного сканирования вен нижних конечностей | 164 |
| 2.7.1. Характеристика нормы при дуплексном сканировании вен | 173 |
| 2.7.2. Функциональные пробы (тесты) для оценки проходимости и клапанной недостаточности вен | 183 |
| Проба с проксимальной компрессией вен | 183 |
| Вертикальное положение | 192 |
| Проба Вальсальвы | 192 |
| Проба с дистальной компрессией вен | 199 |
| 2.7.3. Дуплексное сканирование вен нижних конечностей в норме в сравнении с различной патологией | 202 |
| 2.8. Клинические примеры при заболеваниях вен нижних конечностей | 213 |

| | |
|--|-----|
| 2.8.1. Варикозная болезнь вен нижних конечностей | 213 |
| 2.8.2. Классификации хронической венозной недостаточности | 227 |
| 2.8.3. Флебит подкожных вен (варикофлебит). | 228 |
| 2.8.4. Тромбоз глубоких вен нижних конечностей | 236 |
| 2.8.5. Эмболия и тромбоз нижней полой вены и подвздошных вен | 250 |
| 2.8.6. Особенности заболеваний вен на фоне подтвержденной коронавирусной инфекции | 283 |
| Список литературы | 297 |
| Тестовые задания для самоконтроля | 299 |
| Тема: Брюшной отдел аорты, подвздошные артерии и артерии нижних конечностей | 299 |
| Тема: Система нижней полой вены, подвздошные вены и вены нижних конечностей | 307 |
| Ответы к тестовым заданиям по теме: Брюшной отдел аорты, подвздошные артерии и артерии нижних конечностей | 316 |
| Ответы к тестовым заданиям по теме: Система нижней полой вены, подвздошные вены и вены нижних конечностей | 317 |

Список сокращений

АБА – аневризма брюшного отдела аорты
 АНК – артерии нижних конечностей
 АД – артериальное давление
 БПВ – большая подкожная вена
 ВВ – время восстановления
 ГАБ – глубокая артерия бедра
 ГВБ – глубокая вена бедра
 ЗББА – задняя большеберцовая артерия
 ЗББВ – задняя большеберцовая вена
 ИПС – индекс пиковых скоростей
 КИНК – критическая ишемия нижних конечностей
 КО (SV) – контрольный объем
 ЛАД – лодыжечно-артериальное давление
 ЛПИ – лодыжечно-плечевой индекс
 ЛСК – линейная скорость кровотока
 ИРСД – индекс регионарного сосудистого сопротивления
 макс. ДХ – максимальная дистанция ходьбы
 МБА – малоберцовая артерия
 МБВ – малоберцовые вены
 мин.ДХ – минимальная дистанция ходьбы

МКБ-10 – Международная классификация болезней (10-й пересмотр)
МПВ – малая подкожная вена
НПВ – нижняя полая вена
ОБА – общая бедренная артерия
ОБВ – общая бедренная вена
ОПВ – общая подвздошная вена
ПА – подколенная артерия
ПБА – поверхностная бедренная артерия
ПБВ – поверхностная бедренная вена
ПББА – передняя большеберцовая артерия
ПББВ – передняя большеберцовая вена
ПВ – подколенная вена
ППИ – пальцеплечевой индекс
ПСС – пиковая систолическая скорость кровотока
САД – систолическое артериальное давление
САДС – спектральный анализ доплеровских сигналов
СД – сахарный диабет
ТИМ – толщина комплекса интима-медиа
ТЭЛА – тромбоэмболия легочных артерий
УЗИ – ультразвуковое исследование
ЦДК – цветное доплеровское картирование
ХВН – хроническая венозная недостаточность
ХИНК – хроническая ишемия нижних конечностей
aliasing – наложение спектров
Accel – ускорение
AT – время ускорения
gate – ширина контрольного объема
PI – пульсационный индекс (индекс Гослинга)
PW – импульсный доплеровский режим
RI – индекс сопротивления (резистентности) (индекс Пурсело)

Предисловие

Данное издание подготовлено врачами ультразвуковой и функциональной диагностики с большим стажем практической и преподавательской работы. Основное внимание уделено ультразвуковой диагностике наиболее распространенных заболеваний артерий и вен нижних конечностей. Дуплексное сканирование артерий и вен с цветовым картированием кровотока является основным, наиболее информативным и неинвазивным ультразвуковым методом исследования сосудистого русла нижних конечностей. Наиболее популярный термин – «ультразвуковое исследование сосудов». Авторы руководствовались стремлением облегчить работу врачей-исследователей заболеваний сосудистого русла по правилам проведения методики ультразвукового исследования с формированием заключений, а также ответить на множество вопросов специалистов инструментальной диагностики по этой теме в сопоставлении с анализом жалоб и клинической картины заболеваний.

Патология сосудов нижних конечностей наиболее распространена, клинически значима и опасна для жизни больного. Детальному анализу симптомов и клинической картины, методам диагностики этой патологии посвящено немало специальных руководств по сосудистой хирургии, терапии и кардиологии и ультразвуковой диагностике. Классическими стали работы отечественных ученых: академиков В.С. Савельева и А.И. Кириенко, профессоров В.Ю. Богачева, В.П. Куликова, М.В. Шумиловой, А.Р. Зубарева, канд. мед. наук А.Г. Евдокимова. Нам посчастливилось учиться, а затем совместно работать с этими великими учеными и хирургами.

Тема обследования, диагностики и лечения поражений вен всегда актуальна. В условиях пандемии коронавируса COVID-19 у практикующих врачей, специалистов ультразвуковой и функциональной диагностики появились дополнительные вопросы по инструментальной диагностике заболеваний системы нижней полой вены. Авторы присоединились к обсуждению ультразвуковой оценки этой патологии.

Авторы благодарят заведующего отделением функциональной диагностики Центральной клинической больницы с поликлиникой Управления делами (ЦКБП УД) Президента Российской Федерации доктора мед. наук, профессора Михаила Николаевича Алехина и старшего ординатора, канд. мед. наук, доцента Григория Евгеньевича Гогина за создание необходимых условий обучения и работы коллектива врачей отделения. Авторы выражают благодарность врачу высшей квалификационной категории Екатерине Владимировне Мозжухиной за предоставленные материалы собственных исследований.

Внушительный объем работы врачей и медицинских сестер отделения позволил авторам суммировать опыт и предоставить данные многочисленным аспирантам, ординаторам, курсантам и читателям учебного пособия.

Авторы благодарят за многолетнюю совместную работу сердечно-сосудистых хирургов отделения сосудистой хирургии ЦКБП УД Президента РФ: заведующего отделением канд. мед. наук А.А. Калинина, хирургов О.Е. Кутырева, Е.В. Ермилова, А.Б. Сахарова.

Методами верификации для ультразвукового дуплексного сканирования сосудов являются мультиспиральная компьютерная томография и рентгеноконтрастная ангиография. Авторы выражают благодарность сотрудникам отделений ЦКБП УД Президента РФ: рентгеновской диагностики и томографии (руководитель канд. мед. наук О.В. Крючкова) и рентгенохирургических методов диагностики и лечения (заведующий отделением доктор мед. наук А.В. Тер-Акопян).

Авторы благодарят коллектив ЦКБП УД Президента РФ – кардиологов, неврологов, терапевтов.

Часть

1

Ультразвуковое
исследование
при заболеваниях
артерий
нижних конечностей

1.1. Заболевания брюшного отдела аорты

Распространенность аневризмы брюшного отдела аорты (АБА) в группе больных с заболеваниями магистральных артерий и гипертонической болезнью составляет 6,7% (в 1,7–3,4 раза выше, чем в популяции). Среди европейцев АБА более 3 см в 4,5% случаев наблюдается в возрасте 65 лет и в 10,8% случаев – в возрасте 80 лет. Около 80% больных с АБА – это пациенты старше 60 лет. Соотношение мужчин и женщин составляет 8–10:1. АБА встречается в 29–37,8% случаев аневризм всех локализаций. Среди патологических расширений различных отделов аорты на долю АБА приходится около 80% (Национальные рекомендации по ведению пациентов с аневризмами брюшной аорты, 2011; Шумилина М.В., 2012; Евдокимов А.Г., Тополянский В.Д., 2014; Сосудистая хирургия, 2015). А.А. Спиридонов и Л.И. Клионер (1989) по размеру выделяли малые аневризмы (до 5,0 см в диаметре), средние (5,0 – 7,0 см) и большие (более 7,0 см). АБА увеличивается в среднем на 1,5–3,0 мм в год (Спиридонов А.А., Клионер Л.И., 1989). Частота разрыва АБА увеличивается в зависимости от диаметра и составляет при малых аневризмах 5%, при больших аневризмах – 76%. У 40% больных в течение первого года после установления диагноза наступает разрыв АБА (Национальные рекомендации по ведению пациентов с аневризмами брюшной аорты, 2011; Шумилина М.В., 2012; Евдокимов А.Г., Тополянский В.Д., 2014; Сосудистая хирургия, 2015).

1.2. Заболевания артерий нижних конечностей

На основании целого ряда работ ведущих специалистов, клинического опыта и результатов многочисленных ультразвуковых дуплексных исследований сформирована классификация заболеваний артерий нижних конечностей (АНК) (Цвибель В.Д., Пеллерито Д.С., 2008; Шумилина М.В., 2012; Евдокимов А.Г., Тополянский В.Д., 2014; Куликов В.П., 2015; Сосудистая хирургия, 2015; Куликов В.П., 2019; Шумилина М.В., Аракелян В.С., 2019).

По данным А.А. Спиридонова и Л.И. Клионер (1989), основными причинами ишемии нижних конечностей являются атеросклероз (90%); диабетическая ангиопатия; неспецифический аортоартериит (болезнь Такаясу); облитерирующий тромбангиит (болезнь Бюргера); постэмболические и травматические окклюзии (Спиридонов А.А., Клионер Л.И., 1989; Спиридонов А.А. и др., 1996). Реже встречаются врожденные заболевания: гипоплазия брюшного отдела аорты, подвздошных артерий.

К заболеваниям АНК относятся также: васкулит – гигантоклеточный артериит (болезнь Хортон); аневризмы (истинные и ложные); эмболии и тромбозы (при травмах, тромбофилиях, опухолях, кардиальной эмболии при пороках сердца, аневризме левого желудочка, кардиомиопатиях, мерцании предсердий, осложненные атеросклеротические бляшки в аорте и АНК); артериовенозные шунты (артериовенозные мальформации), рас-

слоение (диссекция) артерий (часто сопровождается синдромами Марфана и Элерса–Данло); фиброзно-мышечная дисплазия (преимущественное поражение подвздошных артерий); болезнь и синдром Рейно; синдром ущемления подколенной артерии.

На основании научного анализа клинических наблюдений в сопоставлении с результатами ультразвуковых сосудистых исследований ведущими специалистами сформирована классификация ультразвуковых признаков заболеваний АНК (Спиридонов А.А. и др., 1996; Хофер Матиас, 2007; Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний, 2011; Сосудистая хирургия, 2015). К ультразвуковым признакам заболеваний АНК относятся: стеноз; окклюзия; тромбоз.

1.3. Показания и противопоказания к ультразвуковому исследованию артерий нижних конечностей

Показания к проведению дуплексного сканирования АНК крайне разнообразны, их обязательно необходимо учитывать при выполнении исследования и формировании текста заключения (Спиридонов А.А. и др., 1996; Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний, 2011; Рекомендации Европейского общества кардиологов по диагностике и лечению заболеваний периферических артерий, 2012).

Обследование сосудов нижних конечностей чаще всего назначается в следующих случаях:

- при любых жалобах пациентов на неприятные ощущения и/или боли в нижних конечностях при ходьбе (перемежающаяся хромота);
- перед проведением коронарографии и/или стентирования коронарных артерий;
- после проведения коронарографии и/или стентирования коронарных артерий;
- при обнаружении признаков воспаления и отека травмированной нижней конечности;
- при трофических изменениях нижних конечностей любой этиологии.

Противопоказания к дуплексному сканированию АНК отсутствуют.

При необходимости осмотр возможен даже при наличии ран, трофических изменений и инфекционных процессов. В таких ситуациях, чтобы снизить риск инфицирования пациента и врача, обязательно использование перчаток на обеих руках, чехла для ультразвукового датчика (сканера). Стерильный гель применяется редко, преимущественно при контакте датчика с послеоперационной раной. В остальных случаях достаточно обычного геля для ультразвукового исследования. Последующая обработка датчика производится специальными дезинфицирующими средствами. Обработка спиртом, перекисью водорода и многими другими веществами недопустима, так как приводит к повреждению ультразвукового сканера.

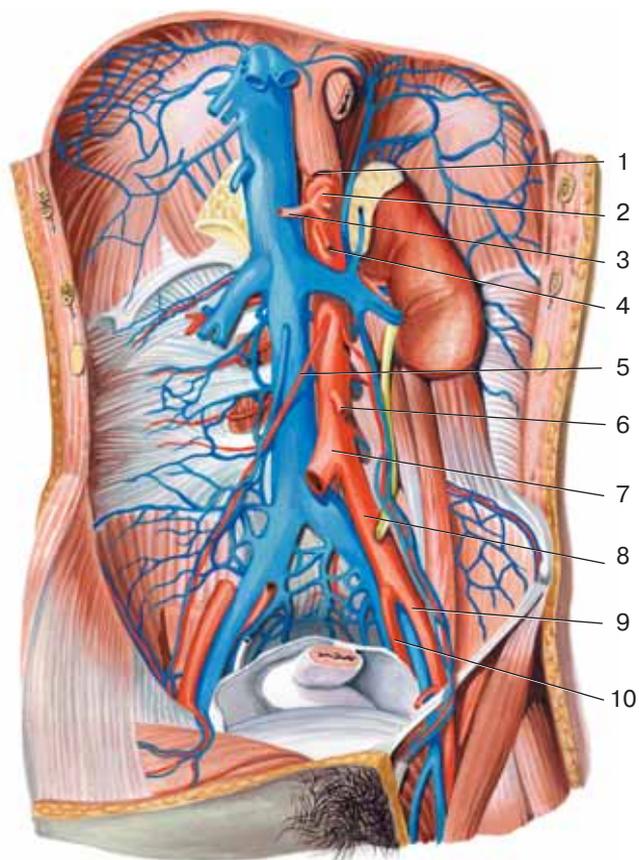


Рис. 1.1. Схема строения брюшного отдела аорты и подвздошных артерий (Синельников Р.Д., Синельников Я.Р., Синельников А.Я., 2021. Т. 3).

1 – брюшной отдел аорты; 2 – чревный ствол; 3 – общая печеночная артерия; 4 – верхняя брыжеечная артерия; 5 – правая яичковая (яичниковая) артерия; 6 – нижняя брыжеечная артерия; 7 – область бифуркации аорты; 8 – левая общая подвздошная артерия; 9 – левая наружная подвздошная артерия; 10 – левая внутренняя подвздошная артерия.

1.4. Анатомия ветвей нисходящего отдела аорты

1.4.1. Анатомия брюшного отдела аорты и подвздошных артерий

Брюшная аорта проходит в брюшную полость через отверстие диафрагмы и снабжает кровью кишечник и другие органы брюшной полости (печень, селезенку, почки) (рис. 1.1). **Ветви брюшной аорты: пристеночные и висцеральные.** Висцеральные ветви подразделяются на парные и непарные. Парные артерии: средние надпочечниковые (*a. suprarenalis media*), почечные (*a. renalis*), яичниковые (*a. testicularis*) и/или яичковые (*a. ovarica*). Непарные артерии: чревный ствол (*truncus celiacus*), который делится на левую желудочную артерию (*a. gastrica sinistra*), общую печеночную (*a. hepatica communis*) и селезеночную (*a. lienalis*) артерии, верхняя (*a. mesenterica superior*) и нижняя брыжеечные артерии (*a. mesenterica inferior*) (Синельников Р.Д. и др., 2021).

Брюшная аорта в терминальном отделе делится на уровне пупка (наружный ориентир) на две **общие подвздошные артерии** (*a. iliaca communis*).

Правая и левая общие подвздошные артерии представляют собой две конечные ветви брюшного отдела аорты, разделяясь на уровне IV поясничного позвонка (внутренний ориентир). От места раздвоения аорты (*bifurcation aortae*) общие подвздошные артерии расходятся под острым углом (у мужчин – 60°, у женщин – 70°). Деление происходит несколько влево от средней линии, поэтому правая общая подвздошная артерия на 6–7 мм длиннее левой. Направляясь вниз и латерально к крестцово-подвздошному сочленению, каждая общая подвздошная артерия делится на две конечные ветви: **внутреннюю подвздошную** (*a. iliaca interna*) для кровоснабжения стенок и органов таза, ягодичных мышц и **наружную подвздошную** (*a. iliaca externa*), которая в паховой области переходит в общую бедренную артерию для перфузии нижних конечностей (см. рис. 1.1) (Синельников Р.Д. и др., 2021).

1.4.2. Анатомия артерий нижних конечностей

Общая бедренная артерия (ОБА) (*a. femoralis*) представляет собой продолжение ствола наружной подвздошной артерии, получая свое название от места прохождения под пупартовой связкой на уровне середины ее длины. Медиально от бедренной артерии лежит бедренная вена, вместе они проходят бедренный треугольник, далее на бедре прикрыты портняжной мышцей. В дистальной трети бедра артерия и вена находятся в канале приводящих мышц (бедренно-подколенном или гунтеровом канале). Ветвь ОБА – **глубокая артерия бедра (ГАБ)** (*a. profunda femoralis*) является основным сосудом, осуществляющим васкуляризацию бедра. Ее короткий ствол отходит от ОБА на 4–5 см дистальнее пупартовой связки и отдает многочисленные ветви (прободающие артерии). Дистальнее этой ветви **бедренную артерию** принято называть **поверхностной (ПБА)** (*a. superficialis femoralis*). Ветви ГАБ – восходящая, медиальная и латеральная, огибающие (*aa. circumflexa femoralis*) бедренную кость, прободающие артерии (рис. 1.2, 1.3) (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

Нисходящая артерия коленного сустава (*genus descendens*) отходит от бедренной артерии в канале приводящих мышц и участвует в кровоснабжении коленного сустава.

Подколенная артерия (ПА) (*a. poplitea*) – продолжение бедренной артерии, лежит в подколенной ямке, располагается на кости, окружена головками мышц *m. gastrocnemius*, где делится на две свои конечные ветви – переднюю и заднюю большеберцовые (*aa. tibiales anterior et posterior*). **Ветви ПА: верхние** (*aa. genus superiores lateralis et medialis*) и **нижние медиальные и латеральные** (*aa. genus inferiors lateralis et medialis*) отходят на уровне верхнего края мышечков бедра; огибают каждая со своей стороны коленные суставы, анастомозируют между собой и участвуют в образовании артериальной сети коленного сустава. **Средняя артерия коленного сустава** (*a. genus media*) отходит на середине между верхними и нижними артериями коленного сустава (рис. 1.4) (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

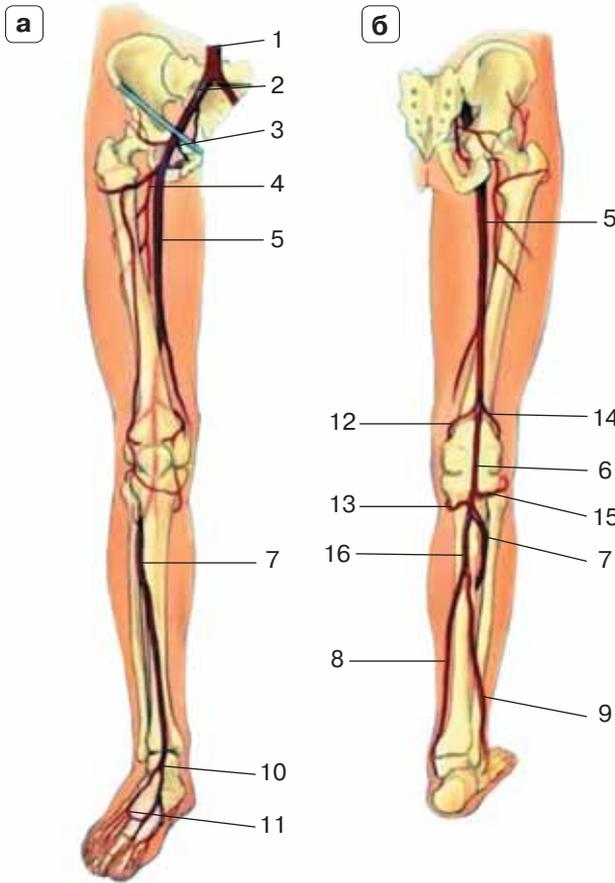


Рис. 1.2. Схема строения аорты, подвздошных артерий и артерий правой нижней конечности (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010). **а** – вид спереди; **б** – вид сзади. 1 – терминальный отдел брюшного отдела аорты; 2 – правая общая подвздошная артерия; 3 – общая бедренная артерия; 4 – глубокая бедренная артерия; 5 – правая поверхностная бедренная артерия; 6 – подколенная артерия; 7 – передняя большеберцовая артерия; 8 – правая задняя большеберцовая артерия; 9 – правая малоберцовая артерия; 10 – правая артерия тыла стопы; 11 – дуговая артерия правой стопы; 12 – верхняя медиальная коленная артерия; 13 – нижняя медиальная коленная артерия; 14 – верхняя латеральная коленная артерия; 15 – нижняя латеральная коленная артерия; 16 – тибιοперонеальный (тибиальный) ствол.

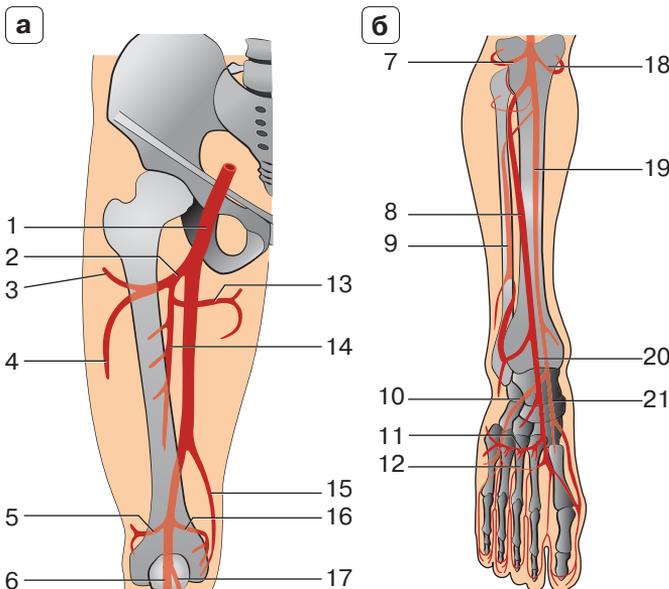


Рис. 1.3. Схема строения артерий правой нижней конечности (вид спереди) (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010, с изменениями). **а** – бедро; **б** – голень и стопа. 1 – общая бедренная артерия; 2 – глубокая артерия бедра; 3 – восходящая ветвь глубокой артерии бедра; 4 – латеральная артерия, огибающая бедренную кость; 5 – верхняя латеральная коленная артерия; 6 – подколенная артерия; 7 – нижняя латеральная коленная артерия; 8 – передняя большеберцовая артерия; 9 – малоберцовая артерия; 10 – латеральная предплюсневая артерия.

Рис. 1.3 (окончание). 11 – тыльная артериальная дуга стопы; 12 – подошвенная артериальная дуга стопы; 13 – медиальная артерия, огибающая бедренную кость; 14 – прободающие артерии; 15 – нисходящая артерия коленного сустава; 16 – верхняя медиальная коленная артерия; 17 – срединная коленная артерия; 18 – нижняя медиальная коленная артерия; 19 – задняя большеберцовая артерия; 20 – артерия тыла стопы; 21 – медиальная предплюсневая артерия.

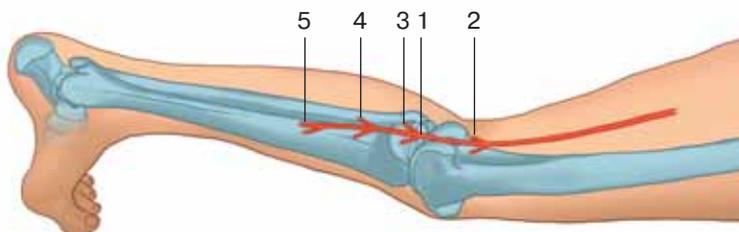


Рис. 1.4. Схема строения подколенной артерии (вид сзади) (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010, с изменениями).

1 – подколенная артерия; 2 – верхние латеральная и медиальная коленные артерии; 3 – нижние латеральная и медиальная коленные артерии; 4 – передняя и задняя большеберцовые артерии; 5 – малоберцовая артерия.

Передняя большеберцовая артерия (ПББА) (*a. tibialis anterior*) представляет собой одну из двух конечных ветвей ПА (меньшую по калибру). Тотчас после начала она прободает глубокие мышцы сгибательной поверхности голени и через отверстие в межкостной перепонке уходит в переднюю область голени, проходит между мышцами передней поверхности голени. Над голеностопным суставом она проходит поверхностно, прикрытая кожей и фасцией; продолжение ее на тыле стопы носит название **артерия тыла стопы (*a. dorsalis pedis*)**. Ветви – задняя и передняя возвратные большеберцовые артерии, принимают участие в образовании сети коленного сустава (*rete articulare genus*) (см. рис. 1.3б) (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

Задняя большеберцовая артерия (ЗББА) (*a. tibialis posterior*) является продолжением ПА, располагается между мышцами голени. Обходя сзади медиальную лодыжку, она делится на две конечные ветви: **медиальную и латеральную подошвенные артерии (*aa. plantares medialis et lateralis*)**. Самая большая ветвь ЗББА **малоберцовая артерия (МБА) (*a. peronea*)** отходит на уровне верхней трети голени и заканчивается у пяточной кости (см. рис. 1.3 б). До отхождения МБА проксимальный отдел ЗББА называют тибиоперонеальным, или тибиальным, стволом (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

1.4.3. Анатомия артерий стоп

На тыле стопы проходит продолжение ПББА – **артерия тыла стопы** (*a. dorsalis pedis*), имея медиально от себя сухожилие длинного разгибателя большого пальца, а латерально – медиальное брюшко короткого разгибателя пальцев.

Ветви артерии тыла стопы

Медиальные предплюсневые артерии (*aa. tarseae medialis*) отходят к медиальному краю стопы.

Латеральная предплюсневая артерия (*a. tarseae lateralis*), которая концом сливается с дугообразной артерией (рис. 1.5 а).

Дугообразная артерия (*a. arcuata*) отходит против медиальной клиновидной кости, направляется в латеральную сторону по основаниям плюсневых костей и анастомозирует с латеральной предплюсневой и подошвенной артериями; также отдает кпереди три межкостные плюсневые ветви *aa. metatarsae dorsales* – вторую, третью и четвертую, направляющиеся в соответствующие межкостные плюсневые промежутки и делящиеся каждая на две *aa. digitales dorsales* на соприкасающихся поверхностях пальцев. Каждая из плюсневых артерий отдает прободающие ветви, передние и задние, проходящие на подошву (Синельников Р.Д. и др., 2021).

Первая тыльная плюсневая артерия (*a. metatarsae dorsales prima*), представляет собой одну из двух конечных ветвей тыльной артерии стопы, идет к промежутку между I и II пальцами, где делится на две пальцевые ветви; до разделения отходит ветвь к медиальной стороне большого пальца.

Глубокая подошвенная ветвь (*ramus plantaris profundus*) (рис. 1.5 б), вторая более крупная из конечных ветвей, на которые делится тыльная артерия стопы, уходит через первый межплюсневый промежуток на подошву, где участвует в образовании подошвенной дуги (*arcus plantaris*).

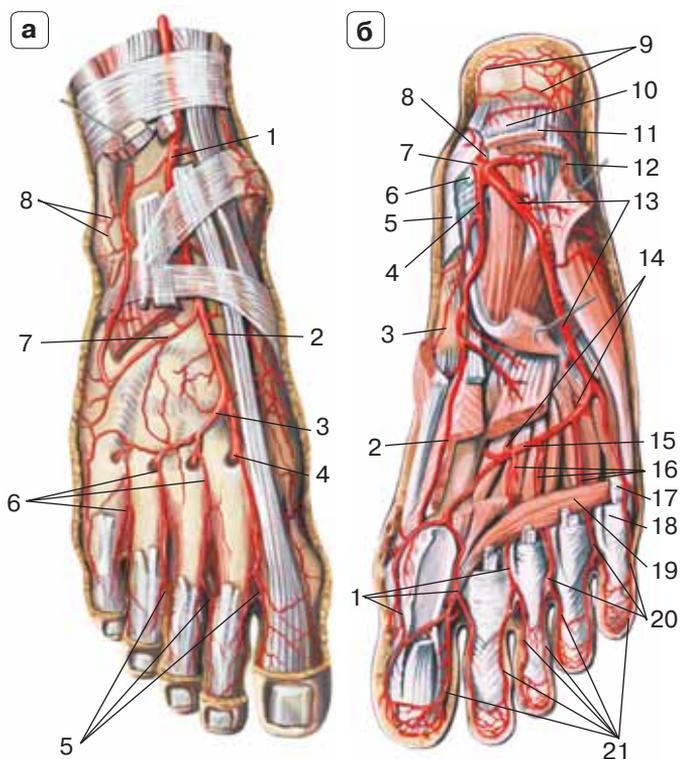
На подошве стопы находятся две подошвенные артерии (*aa. plantaris medialis et lateralis*), которые представляют собой конечные ветви задней большеберцовой артерии.

Более тонкая из двух медиальная подошвенная артерия (*a. plantaris medialis*) располагается в одноименной борозде, у головки I плюсневой кости она оканчивается, соединяясь с первой подошвенной плюсневой артерией или впадает в подошвенную дугу (*arcus plantaris*).

Более крупная латеральная подошвенная артерия (*a. plantaris lateralis*) идет в одноименной борозде к медиальной стороне основания V плюсневой кости, где она круто поворачивает в медиальную сторону и, образуя на основании плюсневых костей дугу выпуклостью кпереди (*arcus plantaris*), оканчивается на латеральной стороне I плюсневой кости анастомозом с *ramus plantaris profundus a. dorsalis pedis*. Кроме того, она дает веточку на соединение с *a. plantaris medialis*. Таким образом, артерии подошвы образуют две дуги, которые располагаются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: в горизонтальной – между *aa. plantares medialis et lateralis* и в вертикальной – между *a. plantaris lateralis* и *r. plantaris profundus* (Синельников Р.Д. и др., 2021).

Рис. 1.5. а – схема строения тыльной поверхности артерий стопы правой нижней конечности (Синельников Р.Д., Синельников А.Я., 2021. Т. 3). 1 – передняя большеберцовая артерия; 2 – артерия тыла стопы; 3, 4 – тыльная артериальная дуга; 5 – глубокая подошвенная ветвь передней большеберцовой артерии; 6 – тыльные плюсовые артерии; 7 – латеральная предплюсовая артерия; 8 – латеральная лодыжечная сеть;

б – схема строения артерий подошвенной поверхности стопы правой нижней конечности (Синельников Р.Д., Синельников А.Я., 2021. Т. 3). 1 – общие подошвенные пальцевые артерии; 2 – поверхностная ветвь медиальной подошвенной артерии; 3 – глубокая ветвь медиальной подошвенной артерии; 4 – медиальная подошвенная артерия; 5 – удерживатель мышц сгибателей; 6 – медиальный подошвенный нерв; 7 – задняя большеберцовая артерия; 8 – латеральный подошвенный нерв; 9 – пяточная артериальная сеть; 10 – подошвенный апоневроз; 11 – короткий сгибатель пальцев; 12 – мышца, отводящая мизинец; 13 – латеральная подошвенная артерия; 14 – прободающие ветви; 15 – подошвенная дуга; 16 – подошвенные плюсовые артерии; 17, 18 – сухожилия; 19 – мышца, приводящая большой палец; 20 – общие подошвенные пальцевые артерии; 21 – собственные подошвенные пальцевые артерии.



Ветви латеральной подошвенной артерии (см. рис. 1.5б)

Четыре плюсовые артерии (*aa. metatarsae plantares*), которые в заднем конце каждого из плюсовых промежутков соединяются с прободающими тыльными задними артериями, в переднем конце с прободающими передними и распадаются на подошвенные пальцевые артерии *aa. digitales plantares*, которые со II фаланги посылают веточки и на тыльную сторону пальцев. В результате на стопе имеются два ряда прободающих артерий, соединяющих сосуды тыла и подошвы. Две основные артерии голени имеют на стопе в области плюсны два вида анастомозов (Синельников Р.Д. и др., 2021):

- 1) *arcus plantaris*;
- 2) *rami perforantes*.

1.5. Методика дуплексного сканирования ветвей нисходящего отдела аорты

1.5.1. Ультразвуковая техника исследования брюшного отдела аорты, подвздошных артерий и артерий нижних конечностей

Для исследования брюшной аорты и подвздошных артерий требуется 2–3-дневная подготовка пациента, включающая бесшлаковую диету и активированный уголь или симетикон (эспумизан). Ультразвуковую визуализацию брюшной аорты проводят утром, натощак. Для визуализации брюшного отдела аорты (АБА) и подвздошных артерий рекомендуется использовать конвексный датчик с частотой 3,5 МГц (рис. 1.6).

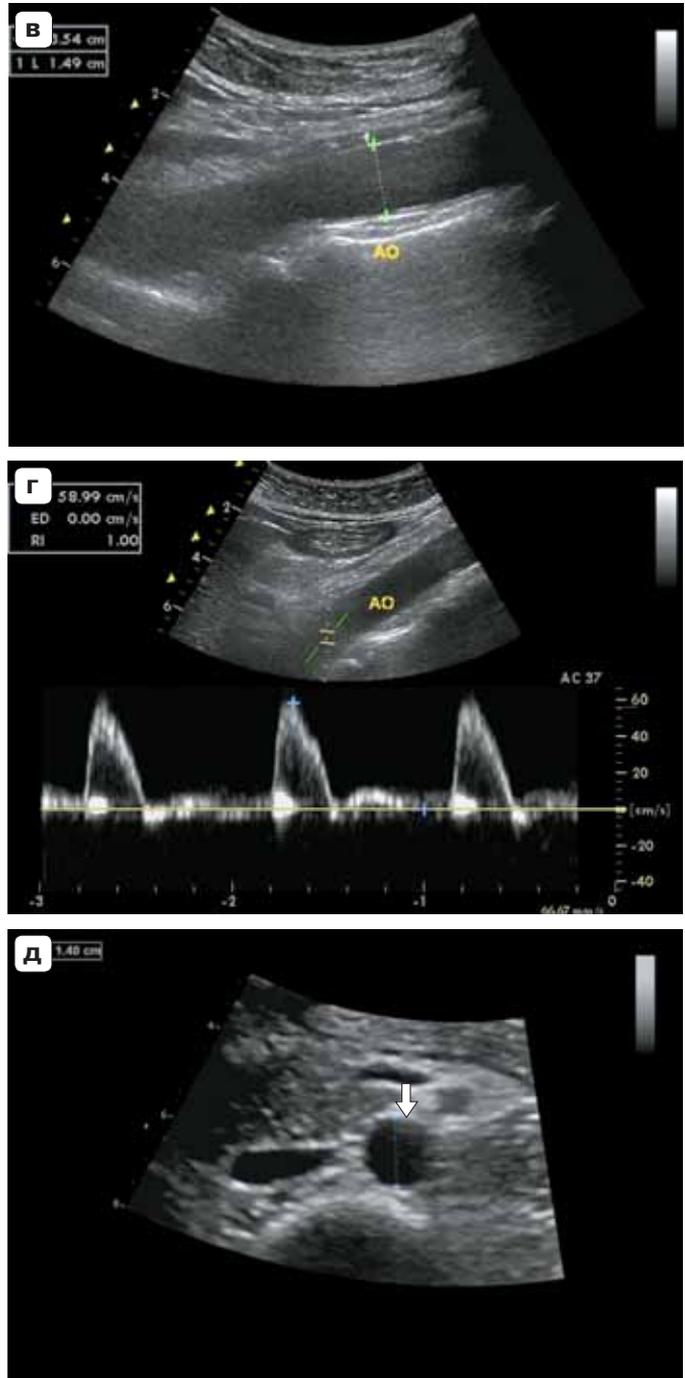
Исследование аортоподвздошного сегмента начинается с брюшного отдела аорты, в положении пациента лежа на спине. Датчик устанавливается в сагиттальной проекции по белой линии живота. Визуализация аорты осуществляется на всем протяжении (в продольной и поперечной проекциях) по средней линии живота, до ее бифуркации (наружный ориентир – пупок).



Рис. 1.6. Методика проведения дуплексного сканирования брюшного отдела аорты. Продольное сканирование (а), поперечное сканирование (б).



Рис. 1.6 (продолжение). Дуплексное сканирование брюшного отдела аорты (стрелка на **д**). Продольная проекция (**в**), поперечная проекция (**д**). Спектрограмма кровотока брюшного отдела аорты (**г**).



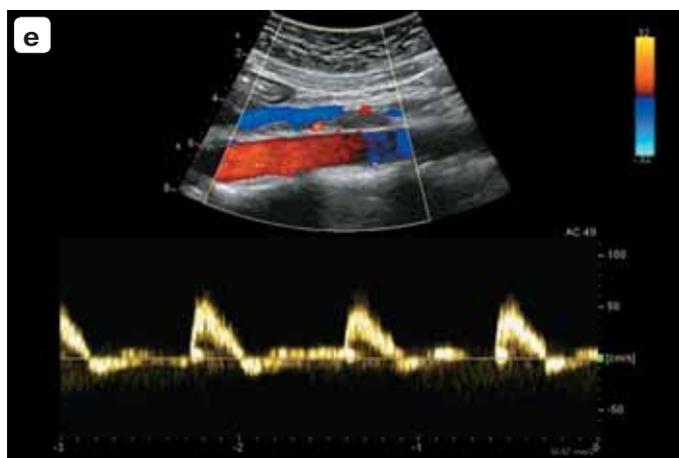


Рис. 1.6 (окончание). Спектрограмма и цветовая картограмма кровотока брюшного отдела аорты (е).

Образец заключения № 1 к рис. 1.6 в–е

ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ АБДОМИНАЛЬНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ

Ход абдоминального отдела аорты ровный, стенки не утолщены, уплотнены. Кровоток в абдоминальном отделе аорты на уровне устья чревного ствола магистральный, неизменный. Линейная скорость кровотока (ЛСК) в систолу 60 см/с. Интерадвентициальный (от адвентиции передней стенки до адвентиции задней стенки) диаметр аорты в супраренальном отделе 1,5 см, в инфраренальном отделе 1,4 см.

Заключение:

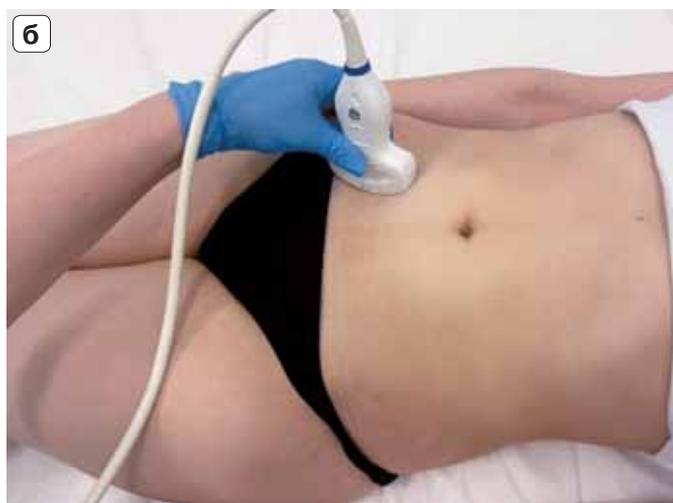
Абдоминальный отдел аорты не изменен.

Интерадвентициальный диаметр аорты и других артерий измеряется от адвентиции передней стенки до адвентиции задней стенки в супра-, инфраренальном и терминальном отделах. Для этого датчик устанавливается строго под углом 90°.

Общую и наружную подвздошные артерии с каждой стороны отмечают гелиевым следом, соединяющим верхнюю переднюю подвздошную ость тазовой кости и пупок, где и производится сканирование (рис. 1.7). Внутренние подвздошные артерии кровоснабжают органы малого таза и направляются медиально и в глубину, для локации требуется определенное усердие исследователя. В норме интерадвентициальный диаметр брюшного отдела аорты составляет 2,0–2,5 см, терминального отдела аорты – 1,6–1,4 см, общей подвздошной артерии колеблется от 0,8 до 1,2 см, наружной подвздошной артерии – от 0,5 до 1,0 см, внутренней подвздошной артерии – от 0,4 до 0,8 см.

Линейный датчик с частотой 15–9 МГц наиболее предпочтителен для локации АНК. Общие бедренные артерии, расположенные поверхностно, визуализируются датчиком 15–10 МГц. Бедренные артерии исследуются в положении пациента лежа на спине со слегка согнутыми в коленных суставах и отведенными конечностями. Локацию бедренных артерий начинают из области медиального угла паховой связки. Давление датчика

Рис. 1.7. Методика проведения сканирования общей (а) и наружной (б) подвздошных артерий. Продольная проекция (а, б). Дуплексное сканирование наружной подвздошной артерии (стрелка). Продольное сканирование (в).



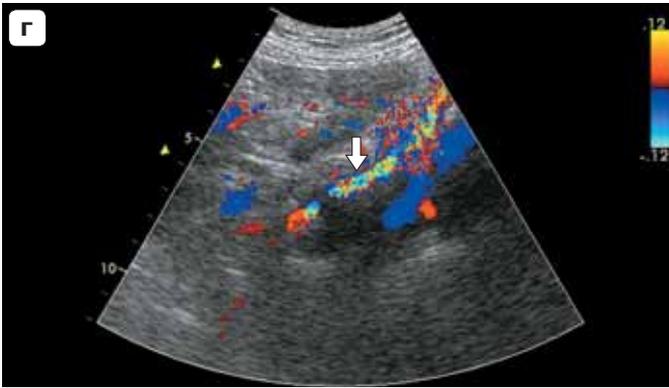


Рис. 1.7 (окончание). Картограмма кровотока наружной подвздошной артерии (г, стрелка).

Образец заключения № 2 к рис. 1.7 в, г
ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ С ЦВЕТОВЫМ КАРТИРОВАНИЕМ
КРОВОТОКА ПОДВЗДОШНЫХ АРТЕРИЙ

Ход левой наружной подвздошной артерии ровный. Стенки не утолщены, уплотнены, ровные. Интерадвентициальный диаметр наружной подвздошной артерии 1,0 см. Цветовая картограмма кровотока равномерная.

Заключение:

Левая наружная подвздошная артерия не изменена.



Рис. 1.8. Методика проведения дуплексного сканирования общей бедренной артерии. Продольная проекция (а). Дуплексное сканирование общей бедренной артерии. Продольное сканирование. Измерение комплекса интима-медиа показано крестиками (б).

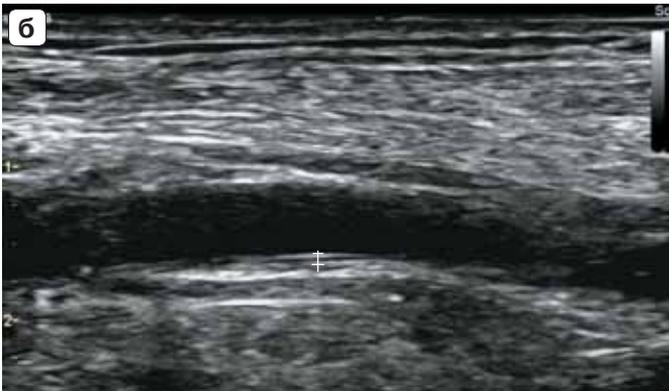
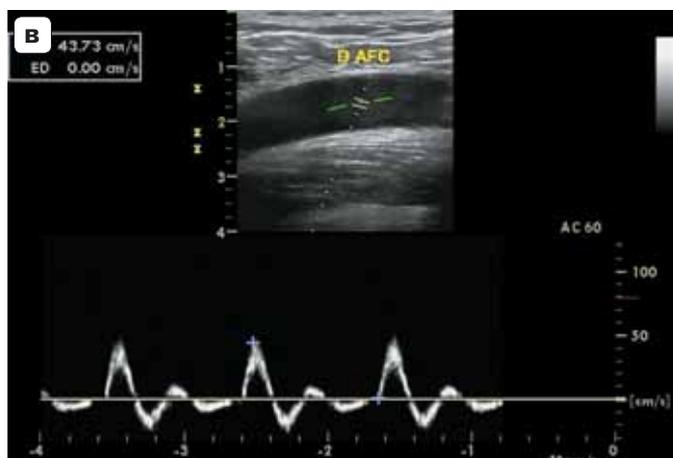


Рис. 1.8 (окончание). Спектрограмма кровотока общей бедренной артерии, кровотоков магистральный, неизменный (в).



Образец заключения № 3 к рис. 1.8 б–в

ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИИ

Ход правой общей бедренной артерии ровный, стенки не утолщены, уплотнены. Интерадвентициальный диаметр общей бедренной артерии 0,8 см. Кровоток магистральный, неизменный. Спектрограмма с линейной скоростью в систолу 44 см/с, реверсивная (отрицательная) волна в раннюю диастолу 20 см/с, вторая положительная диастолическая волна 5 см/с.

Заключение:

Правая общая бедренная артерия не изменена.

должно быть достаточным для пережатия бедренных вен, которые располагаются глубже и кнутри от артерий (рис. 1.8). ОБА и ее бифуркация визуализируется, как правило, без затруднения. ГАБ хорошо лоцируется только на непосредственно прилегающем к бифуркации участке, дистальнее делится на несколько ветвей. ПБА в проксимальном отделе бедра располагается поверхностно, хорошо прослеживается до ее входа в бедренно-подколенный (гунтеров) канал. В дистальном отделе бедра ПБА уходит в глубину, для визуализации требуется использование линейного датчика меньшей частоты (7–10 МГц) или конвексного датчика с частотой 3,5 МГц. В ряде случаев использование режима цветового доплеровского картирования позволяет получить изображение начального сегмента латеральной артерии, огибающей бедренную кость (Шумилина М.В., 2012; Шумилина М.В., Аракелян В.С., 2019).

Подколенные артерии исследуются в положении пациента лежа на животе с выпрямленными ногами, при этом пальцы стопы должны опираться на кушетку. В этом положении ПА, устье и проксимальный отдел ПБА и тибіоперонеальный (тибиальный) ствол хорошо прослеживаются на всем протяжении, при этом подколенная вена располагается над артерией. На уровне средней трети ПА обычно хорошо видна одна из суральных артерий (рис. 1.9).

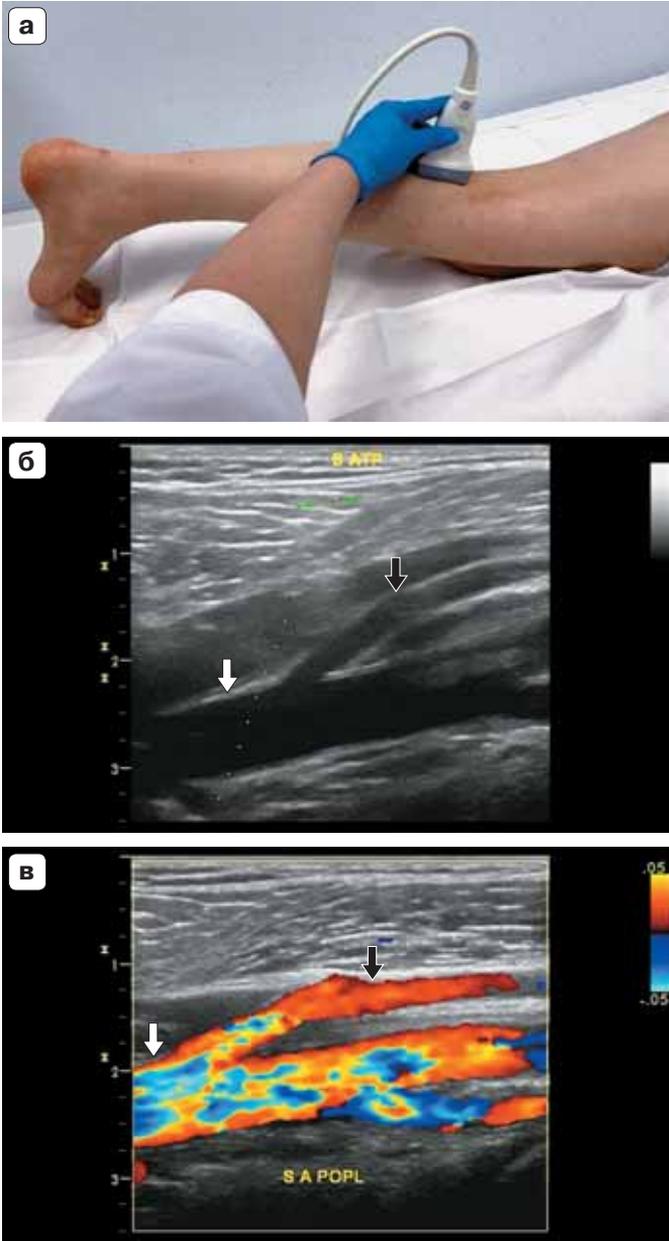


Рис. 1.9. Методика проведения дуплексного сканирования артерий подколенной области. Продольная проекция (а). Дуплексное сканирование подколенной (стрелка) и суральной (черная стрелка) артерий дистальнее проксимальных отделов передней большеберцовой артерии и тibiоперонеального (тibiального) ствола. Продольное сканирование (б). Цветовая картограмма кровотока подколенной (стрелка) и суральной (черная стрелка) артерий дистальнее проксимальных отделов передней большеберцовой артерии и тibiального ствола. Продольное сканирование (в).

Образец заключения № 4 к рис. 1.9 б, в

ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ С ЦВЕТОВЫМ КАРТИРОВАНИЕМ КРОВотоКА ПОДКОЛЕННОЙ АРТЕРИИ И АРТЕРИЙ ГОЛЕНИ

1. Ход левой подколенной артерии ровный, стенки не утолщены, уплотнены. Интерадвентициальный диаметр подколенной артерии не расширен – 0,75 см.

2. Ход проксимальных отделов артерий левой голени: суральной, передней большеберцовой и тibiального ствола ровный. Интерадвентициальные диаметры артерий голени не расширены: суральной артерии – 0,5 см, устья передней большеберцовой артерии – 0,3 см, тibiального ствола – 0,5 см.

Заключение:

Подколенная артерия и проксимальные отделы артерий голени левой нижней конечности не изменены.

Дистальные отделы большеберцовых артерий и артерий тыла стоп лучше визуализируются при использовании линейного датчика с частотой 15–9 МГц. Артерии голени сканируются в положении пациента лежа на спине со слегка согнутыми в коленях и разведенными ногами. ПББА лоцируются из переднелатерального доступа между большеберцовой и малоберцовой костями. ЗББА лоцируется из переднемедиального доступа между большеберцовой костью и икроножной мышцей. Для локализации МБА датчик смещают по направлению к икроножной мышце, ориентируя его сканирующую поверхность кнутри, в направлении малоберцовой кости (рис. 1.10). Визуализация МБА, а также проксимальных сегментов всех берцовых артерий линейным датчиком с частотой 15–9 МГц затруднена в связи с большой глубиной сканирования, в этом случае для исследования можно воспользоваться конвексным датчиком с частотой 3,5 МГц. Это особенно важно для определения локализации стеноокклюзирующего процесса в берцовых артериях.

Рис. 1.10. Методика проведения дуплексного сканирования артерий голени. Продольная проекция (а).

