

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

Ультразвуковое исследование
артерий и вен
верхних конечностей

Учебное пособие



УДК 616.13/.14-073.431(035)
ББК 54.10(53.6)
Н84

Носенко, Екатерина Михайловна
Н84 Ультразвуковое исследование артерий и вен верхних конечностей :
Учебное пособие / Е.М. Носенко, Н.С. Носенко, Л.В. Дадова. – Москва:
Издательский дом Видар-М, 2020. – 240 с. ил.
ISBN 978-5-88429-262-8

В учебном пособии подробно освещены вопросы методики ультразвукового исследования артерий и вен верхних конечностей, в том числе артериовенозной фистулы как постоянного сосудистого доступа для проведения гемодиализа.

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» и «сосудистая хирургия».

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

В книге использованы графические иллюстрации Васиной Марии Вячеславовны

ISBN 978-5-88429-262-8

© Носенко Е.М., Носенко Н.С., Дадова Л.В., 2020
© Оформление. Издательский дом Видар-М,
2020

Оглавление

Список сокращений	5
Введение	6
Часть 1. Значение дуплексного сканирования для диагностики заболеваний артерий и вен верхних конечностей. Методика исследования	9
1.1. Проведение ультразвукового исследования артерий и вен верхних конечностей	10
1.1.1. Показания к ультразвуковому исследованию	10
1.1.2. Заболевания артерий верхних конечностей	10
1.1.3. Заболевания вен верхних конечностей	10
1.1.4. Противопоказания к ультразвуковому исследованию	11
1.2. Анатомия артерий плечевого пояса и верхних конечностей	11
1.3. Анатомия системы верхней полой вены	16
1.3.1. Верхняя полая вена и вены плечевого пояса	16
1.3.2. Анатомия вен верхних конечностей	17
1.3.3. Анатомия вен шеи	19
1.4. Дуплексное сканирование артерий и вен верхних конечностей	20
1.4.1. Методика дуплексного сканирования артерий и вен плечевого пояса и верхних конечностей	20
1.4.2. Правила измерения комплекса интима-медиа артерий верхних конечностей	39
1.4.3. Методика дуплексного сканирования вен шеи и плечевого пояса	50
1.4.4. Методика дуплексного сканирования вен верхних конечностей	55
1.4.5. Методика дуплексного сканирования с цветовым картированием кровотока артерий и вен кистей	55
1.4.6. Экстравазальная компрессия подключичной артерии	56
1.4.7. Тест Аллена	58
1.5. Международная классификация болезней	64
1.5.1. Атеросклероз	65
1.5.2. Измерение сегментарного давления	77
1.5.3. Атеросклероз подключичных артерий	80
1.5.4. Аневризма (истинная и ложная)	84
1.5.5. Диабетическая периферическая ангиопатия	88
1.5.6. Неспецифический аортоартериит (болезнь Такаясу)	92

1.5.7. Эмболия и тромбоз артерий верхних конечностей.	92
1.5.8. Изменение и нарушение регуляции тонуса артерий верхних конечностей.	100
1.5.9. Болезнь Рейно	104
1.5.10. Другие вазоспастические заболевания	106
1.6. Эмболия и тромбоз вен	119
1.6.1. Тромбоз в системе верхней полой вены	121
1.6.2. Первичный тромбоз глубоких вен верхних конечностей (тромбоз усилия или болезнь Педжета–Шреттера)	127
1.6.3. Посттромбофлебитическая болезнь в системе верхней полой вены.	128
1.6.4. Флебит и тромбофлебит вен верхних конечностей	130
Список литературы.	141

Часть 2. Роль дуплексного сканирования для анализа функции гемодиализной фистулы. Методика исследования	145
2.1. Постоянный сосудистый доступ	146
2.2. Артериовенозная фистула.	148
2.3. Гемодинамика, ассоциированная с постоянным сосудистым доступом.	154
2.3.1. Изменения гемодинамики, связанные с применением АВФ.	154
2.3.2. Осложнения постоянного сосудистого доступа: ранние и поздние	155
2.4. Дуплексное сканирование гемодиализной фистулы и синтетического сосудистого протеза	157
2.5. Подготовка к формированию артериовенозной фистулы	159
2.6. Первичная дистальная артериовенозная фистула «бок вены в бок артерии».	172
2.7. Первичная дистальная артериовенозная фистула «конец вены в бок артерии»	173
2.8. Динамика первичной гемодиализной фистулы	177
2.9. Вторичная проксимальная артериовенозная фистула «конец вены в бок артерии» между латеральной подкожной веной и плечевой артерией	178
2.10. Динамика аневризматического расширения первичной гемодиализной фистулы	193
2.11. Этапы функционирования артериовенозной фистулы	202
2.12. Значительное снижение объемного кровотока (протяженный тромботический 70% стеноз отводящей фистульной вены)	224
2.13. Третичный тип постоянного сосудистого доступа.	228
Список литературы.	236

Список сокращений

АВФ – артериовенозная фистула
АД – артериальное давление
ИСД – индекс сегментарного давления
ЛСК – линейная скорость кровотока
МКБ-10 – Международная классификация болезней (10-й пересмотр)
ОСК – объемная скорость кровотока
ПВД – постоянный сосудистый доступ
СД – сахарный диабет
ССП – синтетический сосудистый протез
ТИМ – толщина комплекса интима-медиа
ХБП – хроническая болезнь почек
ХПН – хроническая почечная недостаточность
Assel – ускорение
АТ – время ускорения
CW – режим постоянно-волнового доплера
Flow volume (VolFlow) – объемный кровоток
PI – пульсационный индекс (индекс Гослинга)
PW – импульсный доплеровский режим
RI – индекс сопротивления (резистентности) (индекс Пурсело)
TAMEAN – максимальная средняя скорость кровотока, соотнесенная со временем

Введение

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 верхних конечностей. Детальному анализу симптомов и клинической картины этой патологии посвящено немало специальных руководств по терапии и кардиологии. Несколько менее известны современные взгляды на ультразвуковую диагностику заболеваний, обусловленных нарушениями артериального и венозного кровообращения верхних конечностей, в том числе при формировании артериовенозной фистулы как постоянного сосудистого доступа для проведения программного гемодиализа.

Авторы руководствовались стремлением ответить на множество вопросов специалистов инструментальной диагностики по этой теме. Самые современные неинвазивные методы исследования целенаправлены на подтверждение анализа жалоб и клинической картины заболевания. Авторы благодарят сосудистых и эндоваскулярных хирургов, кардиологов, неврологов и терапевтов, врачей гемодиализа, медицинских сестер, без совместной работы с которыми невозможно было бы это издание.

Дуплексное сканирование артерий и вен верхних конечностей с доплерографическим картированием кровотока является основным, наиболее информативным ультразвуковым методом исследования сосудистого русла (Атьков О.Ю. и др., 2015). Для названия методики ультразвукового исследования сосудов применяются и другие термины: ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) и устаревшее – ультразвуковая доплерография (УЗДГ). Наиболее полное и современное название – дуплексное сканирование с цветовым доплеровским картированием кровотока (ДС). Наиболее популярный термин – УЗИ сосудов.

Методика позволяет оценить анатомические особенности: расположение и диаметр сосудов, наличие внутрисосудистых структур, выявить особенности гемодинамики, то есть характер и скорость кровотока. Независимо от направления кровотока принято выделять в сосудах проксимальный, средний и дистальный отделы (части). Проксимальный отдел артерии или вены располагается ближе к центру (к сердцу), дистальный – дальше от центра (от сердца), между ними выделяют средний отдел.

Традиционными являются забор крови для анализов и введение лекарственных препаратов, переливание крови и кровезаменителей, используя подкожные вены верхних конечностей. Во всех этих случаях учитывается минимальный риск тромбоза ветвей легочной артерии из системы

верхней поллой вены. Осложнения в виде флебитов при неоднократных пункциях вен верхних конечностей требуют использования катетеров, промываемых антикоагулянтами. Временный двухпросветный катетер вводится через правую внутреннюю яремную вену и применяется для проведения экстренного гемодиализа. Современные медицинские лечебные и диагностические технологии используют сосудистые доступы через поверхностно расположенные артерии и вены верхних конечностей так называемого среднего калибра. Чаще всего состояние сосудистой стенки и проходимость артерий верхних конечностей обследуют перед установкой катетеров и стентов, формированием гемодиализных артериовенозных фистул. В обязательном порядке исследуют сосуды больных атеросклерозом, сахарным диабетом и с другими сердечно-сосудистыми заболеваниями (Национальные рекомендации по ведению пациентов с сосудистой артериальной патологией, 2010, 2012; Евдокимов А.Г., Тополянский В.Д., 2014; Сосудистая хирургия, 2014). Особенное внимание уделяется пациентам с повышенным риском повреждения артерий и вен, образованием тромбов (фибрилляцией предсердий и другими сложными нарушениями ритма, заболеваниями крови и т.п.). Для различных медицинских манипуляций применяется доступ через лучевые артерии, что позволяет избежать осложнений при пункции крупных бедренных артерий. Допускается неоднократное повторное введение катетера через лучевую (реже локтевую) артерию правой верхней конечности при необходимости проведения коронарографии и/или стентирования коронарных артерий.

Часть

1

Значение дуплексного сканирования для диагностики заболеваний артерий и вен верхних конечностей.
Методика исследования

1.1. Проведение ультразвукового исследования артерий и вен верхних конечностей

1.1.1. Показания к ультразвуковому исследованию

Показания к проведению дуплексного сканирования артерий и вен верхних конечностей крайне разнообразны, их обязательно необходимо учитывать при выполнении исследования и формировании текста заключения (Куликов В.П., 2015, 2019).

Обследование сосудов верхних конечностей чаще всего назначается в следующих случаях:

- перед проведением коронарографии и/или стентирования коронарных артерий;
- после проведения коронарографии и/или стентирования коронарных артерий;
- пациентам, длительно подвергавшимся внутривенному введению лекарственных препаратов;
- при обнаружении признаков воспаления и отека травмированной конечности;
- при любых жалобах пациентов на неприятные ощущения и/или боли в верхних конечностях;
- перед операцией формирования нативной гемодиализной фистулы;
- для анализа функции гемодиализной фистулы;
- при трофических изменениях верхних конечностей любой этиологии.

1.1.2. Заболевания артерий верхних конечностей

На основании целого ряда работ ведущих специалистов, клинического опыта и результатов многочисленных ультразвуковых дуплексных исследований сформулирована классификация заболеваний артерий верхних конечностей (Цвибель В.Д., Пеллерито Д.С., 2008; Евдокимов А.Г., Тополянский В.Д., 2014; Затевахин И.И., Кириенко А.И., 2014; Атьков О.Ю. и др., 2015). К заболеваниям артерий верхних конечностей относятся:

- облитерирующие поражения артерий верхних конечностей;
- атеросклероз;
- диабетическая макроангиопатия;
- неспецифический аortoартериит (болезнь Такаясу);
- эмболия и тромбоз (тромбоэмболия);
- аневризмы (истинные и ложные).

1.1.3. Заболевания вен верхних конечностей

На основании научного анализа клинических наблюдений в сопоставлении с результатами ультразвуковых сосудистых исследований ведущими специалистами сформулирована классификация заболеваний вен верхних конечностей (Флебология: Руководство для врачей, 2001; Фениш Х.,

Дуабер В., 2010; Савельев В.С., Андрияшкин В.В., Лебедев И.С., Кириенко А.И., 2014). К заболеваниям вен верхних конечностей относятся:

- тромбофлебит;
- тромбоз;
- посттромботическая болезнь;
- первичный тромбоз глубоких вен (тромбоз усилия или болезнь Педжета–Шреттера);
- гемодиализная артериовенозная фистула (шунт) (Хофер Матиас, 2007; Носенко Е.М., Носенко Н.С., 2019).

1.1.4. Противопоказания к ультразвуковому исследованию

Противопоказания к дуплексному сканированию артерий и вен верхних конечностей 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.

1.2. Анатомия артерий плечевого пояса и верхних конечностей

Анатомию артерий плечевого пояса и верхних конечностей принято описывать от артериального брахиоцефального (плечевого) ствола (*truncus brachiocephalicus*), который является первой ветвью дуги аорты. Брахиоцефальный ствол представляет собой короткую широкую артерию (протяженностью 2,0–3,0 см и диаметром до 1,5 см) (рис. 1.1).

В редких случаях брахиоцефальный ствол имеется и слева. После отхождения от дуги аорты брахиоцефальный ствол направляется к правому грудино-ключичному сочленению (суставу), где делится на две ветви – правую подключичную (*a. subclavia dextra*) и правую общую сонную артерии. Правая подключичная артерия находится за ключицей и параллельно ей направляется в подмышечную область, где носит название подмышечной артерии.

Левая подключичная артерия (*a. subclavia sinistra*) – третья ветвь дуги аорты, отходит дистальнее левой общей сонной артерии.

Каждая подключичная артерия образует выпуклую кверху дугу, огибающую купол плевры. Выходя из грудной полости, подходит к ключице, ложится в подключичную борозду I ребра и перегибается через него. Далее артерия продолжается в подкрыльцовую (подмышечную) ямку, где от уровня I ребра носит название подмышечной артерии (*a. axillaris*).

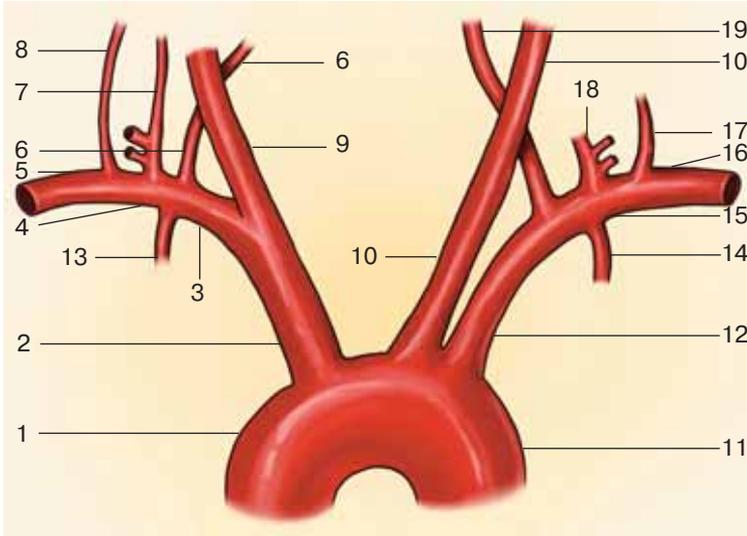


Рис. 1.1. Схема строения дуги аорты и восходящих ветвей аорты (Привес М.Г., и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010). 1 – дуга аорты; 2 – брахиоцефальный ствол; 3 – проксимальный отдел правой подключичной артерии; 4 – средняя часть правой подключичной артерии; 5 – дистальная часть правой подключичной артерии; 6 – правая позвоночная артерия; 7 – правый щитошейный (щитовидно-шейный) ствол; 8 – правый реберно-шейный ствол; 9 – правая общая сонная артерия; 10 – левая общая сонная артерия; 11 – грудной отдел аорты; 12 – проксимальный отдел левой подключичной артерии; 13 – правая внутренняя грудная (маммарная) артерия; 14 – левая внутренняя грудная (маммарная) артерия; 15 – средняя часть левой подключичной артерии; 16 – дистальная часть левой подключичной артерии; 17 – левый реберно-шейный ствол; 18 – левый щитошейный (щитовидно-шейный) ствол; 19 – левая позвоночная артерия.

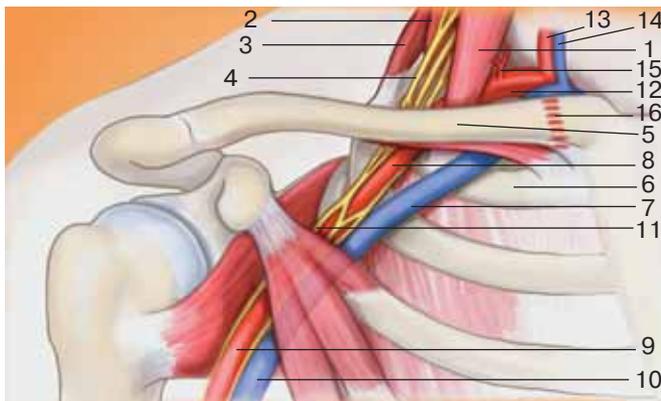
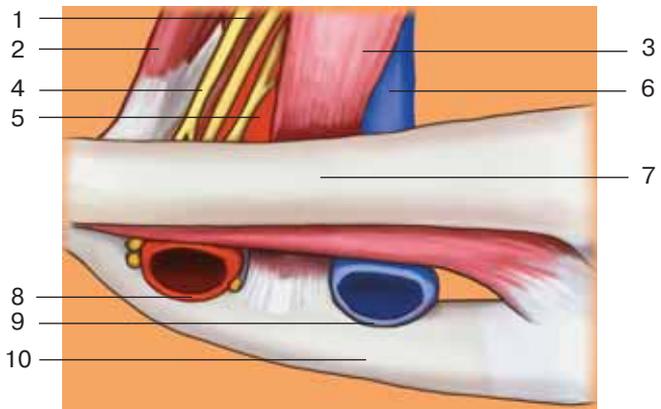


Рис. 1.2. Анатомия выхода сосудисто-нервного пучка из грудной клетки. Вид справа (Цвибель В.Д., Пеллерито Д.С., 2008, с изменениями).

1 – передняя лестничная мышца; 2 – средняя лестничная мышца; 3 – задняя лестничная мышца; 4, 11 – нервное сплетение; 5 – ключица; 6 – I ребро; 7 – подключичная вена; 8 – подключичная артерия; 9 – подмышечная (подкрыльцовая) артерия; 10 – подмышечная (подкрыльцовая) вена; 12 – проксимальный отдел подключичной артерии; 13 – позвоночная артерия; 14 – позвоночная вена; 15 – щитошейный (щитовидно-шейный) ствол; 16 – внутренняя грудная (маммарная) артерия.

Рис. 1.3. Схема анатомии выхода сосудисто-нервного пучка из грудной клетки. Вид справа.

1 – средняя лестничная мышца; 2 – задняя лестничная мышца; 3 – передняя лестничная мышца; 4 – нервное сплетение; 5, 8 – подключичная артерия; 6, 9 – подключичная вена; 7 – ключица; 10 – I ребро.



Каждая подключичная артерия вместе с плечевым нервным сплетением проходит треугольные щели между передней (*m. scalenus anterior*) и средней лестничными мышцами (*m. scalenus medius*), ограниченные снизу I ребром (рис. 1.2). Такая локализация позволяет выделить клинически значимые три отдела (сегмента) подключичной артерии: первый (проксимальный) – от устья до входа в межлестничный промежуток; второй – между передней и средней лестничными мышцами; третий (дистальный) – от выхода из промежутка между лестничными мышцами до наружного края I ребра, где превращается в подмышечную артерию (*a. axillaris*). Впереди от передней лестничной мышцы имеется треугольное пространство, в котором проходит подключичная вена (рис. 1.3).

В первом сегменте от подключичной артерии отходят три ветви: вверх на шею, кровоснабжая головной мозг, – позвоночная артерия (*a. vertebralis*), на этом же уровне вниз и медиально – внутренняя грудная (*a. thoracica interna*), или маммарная, артерия, кверху у медиального края передней лестничной мышцы – щитовидный (щитовидно-шейный) ствол (*truncus thyreocervicalis*), который направляется к щитовидной железе. Во втором сегменте (в межлестничном промежутке) от подключичной артерии отходит реберно-шейный ствол (*truncus costocervicalis*), дающий ветви к позвоночному каналу. Третий сегмент (дистальный) подключичной артерии превращается в подмышечную артерию, отдавая ветвь – поперечную артерию шеи (*transversa colli*), кровоснабжающую мышцы шеи и спины до уровня лопатки. Подмышечная артерия располагается в подкрыльцовой ямке медиально от плечевого сустава и плечевой кости; спереди и медиально от нее имеется подмышечная вена и с трех сторон – нервы плечевого сплетения. В подмышечной ямке сосудисто-нервный пучок окружен подкожной жировой клетчаткой и лимфатическими узлами, покрыт фасцией и кожей (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010; Куликов В.П., 2015, 2019).

Плечевая артерия каждой верхней конечности располагается по средней линии под двуглавой мышцей плеча (рис. 1.4). От плечевой артерии на уровне проксимального отдела плеча отходит крупная ветвь – глубокая артерия плеча (*a. profunda brachii*), которая в 50% случаев идет вместе с другими ветвями

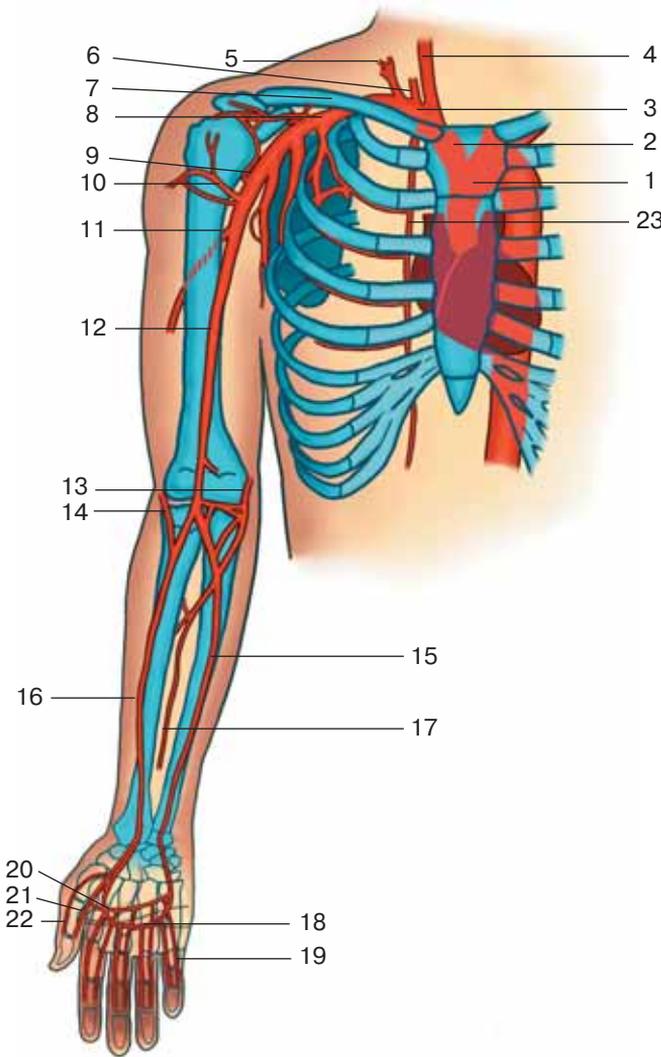


Рис. 1.4. Схема строения аорты и восходящих ветвей аорты, артерий правой верхней конечности (Привес М.Г., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

1 – дуга аорты; 2 – брахиоцефальный ствол; 3 – правая подключичная артерия; 4 – правая общая сонная артерия; 5 – щитошейный (щитовидно-шейный) ствол; 6 – правая позвоночная артерия; 7 – ключица; 8 – подмышечная артерия; 9, 12 – плечевая артерия; 10 – артерия, огибающая плечевой сустав; 11 – глубокая артерия плеча; 12 – плечевая артерия; 13 – возвратная локтевая артерия; 14 – возвратная лучевая артерия; 15 – локтевая артерия; 16 – лучевая артерия; 17 – межкостная артерия; 18 – поверхностная ладонная дуга; 19 – собственная артерия V пальца; 20 – глубокая ладонная дуга; 21 – глубокая артерия I пальца; 22 – собственная артерия I пальца.

плечевой или подмышечной артерии или в 30% случаев отсутствует (Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

Бифуркация плечевой артерии – деление на лучевую (*a. radialis*) и локтевую (*a. ulnaris*) артерии происходит на уровне локтевого сгиба.

Лучевая артерия (*a. radialis*) идет по латеральной (наружной) поверхности предплечья к лучезапястному суставу со стороны I (большого) пальца. В дистальной трети предплечья, где мышцы переходят в сухожилия, лучевая артерия лежит поверхностно под кожей и фасцией, поэтому легко доступна для исследования пульса или проведения пункции при коронарографии. **Глубокая артерия кисти** является ветвью лучевой артерии и располагается по краю мышцы I (большого) пальца. Ветвью лучевой артерии является возвратная лучевая артерия (*a. recurrens radialis*), начинаясь

в локтевой ямке, идет в проксимальном направлении к передней поверхности латерального надмыщелка, где анастомозирует с глубокой артерией плеча (*a. profunda brachii*).

Локтевая артерия (*a. ulnaris*) находится на медиальной (внутренней) поверхности предплечья и направляется к кисти на уровне V пальца (мизинца). Ветвью локтевой артерии является возвратная локтевая артерия, она дает две ветви – *ramus anterior* и *posterior*, которые проходят спереди и сзади медиального надмыщелка. Благодаря всем этим анастомозам и ветвям глубокой артерии плеча (*a. profunda brachii*) вокруг локтевого сустава получается артериальная сеть – *rete articulare cubiti*.

В области запястья имеются две сети: одна ладонная (*rete carpi palmare*), другая тыльная (*rete carpi dorsale*). **Ладонная сеть** образуется из соединения ладонных запястных ветвей лучевой и локтевой артерий и веточек из передней межкостной артерии, они располагаются на связочном аппарате запястья. **Тыльная сеть** образуется из соединения тыльных запястных ветвей лучевой и локтевой артерий и веточек из межкостной артерии, располагаясь под сухожилиями разгибателей (Байтингер В.Ф., Голубев И.О., 2011; Матчин Ю.Г. и др., 2012; Allen E.V., 1979; Aboyans V. et al., 2012).

На ладони имеются две дуги – поверхностная (*arcus palmaris superficialis*) и глубокая (*arcus palmaris profundus*). Поверхностная ладонная дуга является продолжением локтевой артерии по направлению к лучевой стороне, в ее состав входит поверхностная ветвь лучевой артерии. От выпуклой дистальной стороны поверхностной ладонной дуги отходят четыре ветви (*digitalis palmares communes*) к межкостным промежуткам (от II пальца до локтевой стороны мизинца), между пальцами они делятся на собственно пальцевые артерии (*digitalis palmares propriae*), которые занимают противоположные соприкасающиеся поверхности пальцев (Привес М.Г., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

Кровоснабжение кисти чрезвычайно обильно. Ее артериальное сосудистое русло многомерное и выглядит в виде губки с мельчайшими ячейками из сосудов. Имеется «губчатое» строение артериального русла ладонной поверхности кисти. Магистральные сосуды кисти формируют замкнутые или незамкнутые сосудистые дуги (поверхностные и глубокие ладонные и тыльные), которые располагаются на разной глубине и разных уровнях кисти (Байтингер В.Ф., Голубев И.О., 2011; Матчин Ю.Г., 2012).

Поверхностная ладонная артериальная дуга располагается под ладонным апоневрозом, на наружной поверхности общего сгибателя пальцев. Дуга проецируется на кожу выпуклой частью на уровне середины пястных костей и соответствует на ладони проксимальной поперечной складке. Поверхностная ладонная дуга кровоснабжает наружные покровы кисти, которые несут самую большую нагрузку при выполнении физического труда. В 55,9% случаев «замкнутая» поверхностная ладонная дуга сформирована двумя сосудами, в 25,5% случаев образована только локтевой артерией, без анастомозов и только в 14% случаев имеет анастомозы с глубокой ладонной дугой (Байтингер В.Ф., Голубев И.О., 2011; Матчин Ю.Г., 2012; Allen E.V., 1929; Aboyans V. et al., 2012).

Глубокая ладонная дуга в основном образована лучевой артерией и располагается под сухожилиями на основаниях пястных костей, проксимальнее поверхностной дуги, то есть на линии запястно-пястного сочленения (см. рис. 1.4). От выпуклой стороны глубокой дуги отходят четыре постоянные ладонные пястные артерии, сливающиеся с общими ладонными пальцевыми артериями. При выполнении сложных движений верхних конечностей и кисти происходит сдавление и растяжение сосудов. Богатые коллатеральные возможности кровоснабжения обеспечивают сети и дуги кисти. По данным различных литературных источников, глубокая ладонная дуга в большинстве случаев (95,5–97%) замкнута. От нее отходят четыре постоянные ладонные пястные артерии. В 100% случаев первая ладонная пястная артерия кровоснабжает I (большой) палец. Вторая ладонная пястная артерия отсутствует в 2,4% случаев, третья – в 8,3%, четвертая – в 7,7%, пятая – в 50% случаев (Байтингер В.Ф., Голубев И.О., 2011; Матчин Ю.Г., 2012; Allen E.V., 1929; Aboyans V. et al., 2012).

Тыльная пястная артериальная дуга, расположенная на тыле кисти под сухожилиями разгибателей пальцев кисти, кровоснабжает мягкие ткани кисти, сухожилия разгибателей и тыльные межкостные мышцы. Эта дуга сформирована, главным образом, лучевой артерией. Вместе с локтевой артерией и тыльными межкостными артериями она образует тыльную карпальную артериальную сеть. Тыльные пястные артерии кровоснабжают тыл кисти до проксимальной половины большого пальца (Байтингер В.Ф., Голубев И.О., 2011; Матчин Ю.Г., 2012).

1.3. Анатомия системы верхней полой вены

Система верхней полой вены включает сосуды, расположенные на уровне плечевого пояса, на шее и на верхних конечностях.

1.3.1. Верхняя полая вена (*vena cava superior*) и вены плечевого пояса

Верхняя полая вена образуется из слияния правого и левого брахиоцефальных венозных стволов. Верхняя полая вена собирает кровь от головы и шеи, верхних конечностей и грудной клетки (см. рис. 1.7). Ствол верхней полой вены (диаметром 2,5 см и протяженностью 5–6 см) располагается справа от восходящей аорты и впадает в правое предсердие (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

Правая плечеголовная вена (*v. brachiocephalica dextra*), протяженностью 2,0–3,0 см, короче левой. Вены сливаются позади правого грудно-ключичного сочленения (сустава). Спереди правая плечеголовная вена прикрыта мышцами: грудино-ключично-сосцевидной (*sternocleidomastoideus*) и другими мышцами шеи (*sternohyoideus* и *sternothyroideus*), а ниже – хрящом I ребра. **Левая плечеголовная вена** (*v. brachiocephalicae sinistra*) приблизительно вдвое длиннее правой. В плечеголовные вены впадают вены венозного сплетения щитовидной железы. Каждая из плечего-

ловных вен образуется в результате слияния **подключичных вен** (*v. subclaviae*) и **внутренних яремных** (*v. jugularis internae*) вен (см. рис. 1.7).

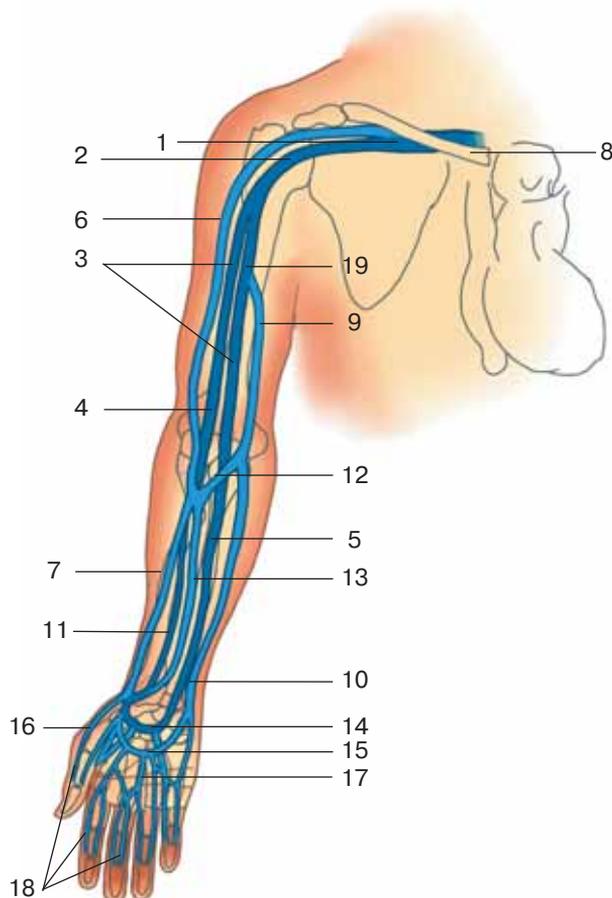
1.3.2. Анатомия вен верхних конечностей

Вены представляют собой систему, состоящую из двух групп сосудов: глубокие вены, дублирующие ход артерий, и поверхностно расположенные (подкожные) вены. Последние располагаются межфасциально, то есть между листками фасции верхней конечности. Поверхностные или подкожные вены, анастомозируя между собой, образуют сеть, из которой выделяют наиболее крупные стволы: латеральную (*v. cephalica*) и медиальную (*v. basilica*) вены (рис. 1.5, 1.6).

Латеральная подкожная вена (*v. cephalica*) начинается в лучевом отделе тыла кисти (см. рис. 1.6), по лучевой стороне предплечья достигает локтя, анастомозируя здесь с медиальной подкожной (*v. basilica*), идет по наружному краю бицепса, прободает фасцию и впадает в подмышечную (подкрыльцовую) вену (*v. axillaris*).

Рис. 1.5. Схема строения вен правой верхней конечности (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

1 – подключичная вена; 2 – подмышечная (подкрыльцовая) вена; 3, 4, 19 – плечевая вена; 5 – локтевая вена; 6, 7 – латеральная подкожная вена (*v. cephalica* – головная вена); 8 – ключица; 9, 10 – медиальная подкожная вена (*v. basilica* – царская вена); 11 – лучевая вена; 12 – срединная локтевая вена (*v. mediana cubiti*); 13 – промежуточная подкожная вена (*v. mediana antebrachii*); 14 – глубокая венозная ладонная дуга; 15 – поверхностная венозная ладонная дуга; 16 – запястная венозная ладонная сеть; 17 – пястная венозная ладонная сеть; 18 – венозная ладонная сеть собственно пальцев.



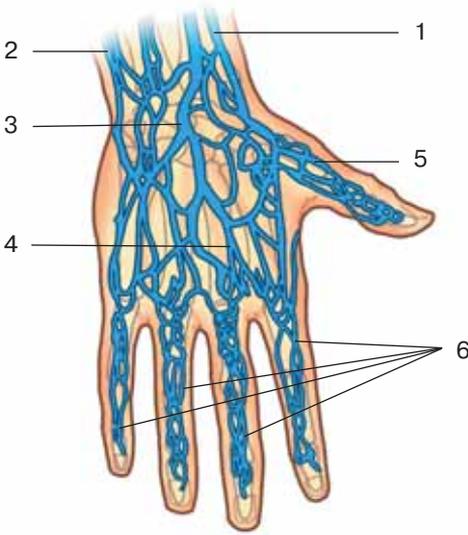


Рис. 1.6. Схема строения вен тыла правой кисти (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

1 – латеральная подкожная вена (*v. cephalica* – головная вена); 2 – медиальная подкожная вена (*v. basilica* – царская вена); 3 – запястная тыльная подкожная венозная сеть; 4 – пястная тыльная подкожная венозная сеть; 5 – венозная сеть тыла I пальца; 6 – венозная сеть тыла пальцев.

Медиальная подкожная вена (*v. basilica*) начинается в локтевой стороне тыла кисти (см. рис. 1.6), направляется в медиальном отделе передней поверхности предплечья к локтевому сгибу, анастомозируя здесь с латеральной подкожной веной (*v. cephalica*) через посредство срединной кубитальной вены (*v. mediana cubiti*), идет по медиальному краю бицепса, прободает фасцию на уровне средней трети плеча и вливается в плечевую вену (*v. brachialis*).

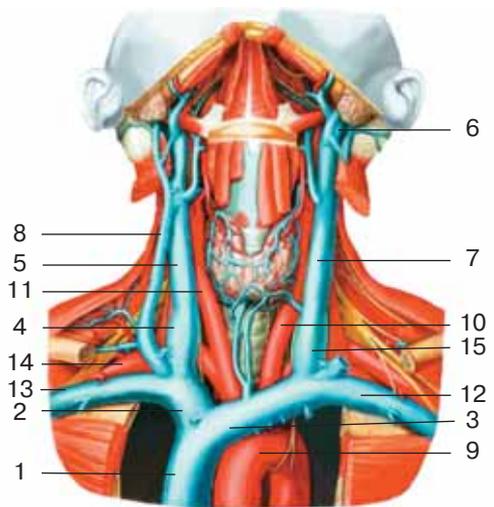
Срединная кубитальная вена (*v. mediana cubiti*), или срединная вена локтевой области, – это косорасположенный анастомоз, соединяющий между собой подкожные вены. В нее впадает промежуточная вена (*v. mediana antebrachii*), несущая кровь с латеральной стороны кисти и предплечья. Кубитальная вена (*v. mediana cubiti*) используется для внутривенных вливаний лекарственных веществ, переливания крови и взятия ее для лабораторных исследований.

В области локтевой ямки локтевые и лучевые вены вливаются в две плечевые вены (*vv. brachialis*) и сопровождают плечевую артерию, по пути они принимают несколько крупных и мелких притоков.

Плечевые вены сливаются между собой в подкрыльцовой (подмышечной) ямке, образуя подкрыльцовую (подмышечную) вену (*v. axillaris*). Подкрыльцовая ямка образована мышцами грудной клетки: передняя стенка – большой и малой грудными мышцами; задняя стенка – подлопаточной и широчайшей мышцами. Ямка содержит также плечевое сплетение, многочисленные лимфатические сосуды и узлы. Подкрыльцовая (подмышечная) вена находится впереди от одноименной артерии, простираясь от нижнего края большой грудной мышцы до I ребра. Она является главным

Рис. 1.7. Схема строения вен шеи и плечевого пояса (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

1 – верхняя полая вена; 2 – правый брахиоцефальный венозный ствол; 3 – левый брахиоцефальный венозный ствол; 4 – нижняя луковича правой внутренней яремной вены; 5 – средний отдел правой внутренней яремной вены; 6 – верхняя луковича левой внутренней яремной вены; 7 – средний отдел левой внутренней яремной вены; 8 – правая наружная яремная вена; 9 – дуга аорты; 10 – левая общая сонная артерия; 11 – правая общая сонная артерия; 12 – левая подключичная вена; 13 – правая подключичная вена; 14 – правая подключичная артерия; 15 – нижняя луковича левой внутренней яремной вены.



коллектором, собирающим кровь от подкожных и глубоких вен верхней конечности (см. рис. 1.5).

1.3.3. Анатомия вен шеи

Внутренние яремные вены (*v. jugularis internae*) имеют по две группы притоков с каждой стороны: внечерепные и внутричерепные, которые в основном соответствуют ветвям наружной и внутренней сонных артерий (рис. 1.7). Внутричерепные притоки внутренних яремных вен собирают кровь от головного мозга (синусов твердой мозговой оболочки, эмиссарных, диплоических и оболочечных вен), костей и покровов черепа, органов лица (лицевых и задненижнечелюстных вен, связанных с крыловидными сплетениями и кавернозными синусами), вен шеи (верхних глазничных вен и вен лабиринта) (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Дуабер В., 2010).

Проксимальный и дистальный отделы каждой внутренней яремной вены расширены, образуя верхнюю и нижнюю луковичи (*bulbus superior* и *inferior*). В надключичной области имеется нижняя луковича, верхняя луковича располагается высоко – перед входом вены на основание черепа через яремное отверстие.

Наружные яремные вены принимают кровь от многочисленных подкожных вен шеи, передних яремных вен и впадают в соответствующие подключичные вены.

При слиянии каждой из подключичных вен (*v. subclaviae*) с внутренней яремной веной образуется левый или правый брахиоцефальный ствол (вены).

1.4. Дуплексное сканирование артерий и вен верхних конечностей

1.4.1. Методика дуплексного сканирования артерий и вен плечевого пояса и верхних конечностей

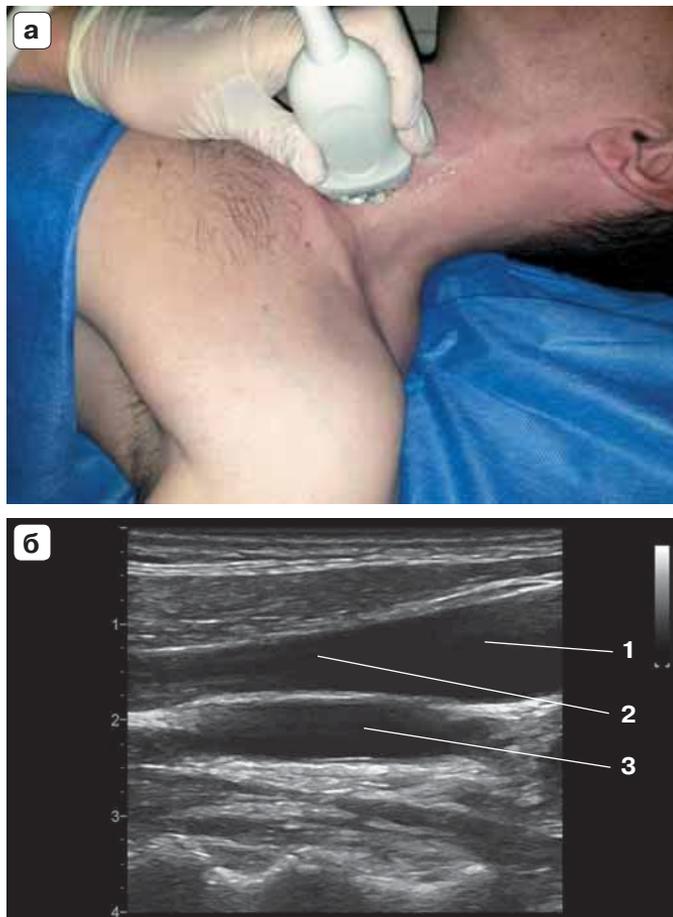
Ультразвуковое дуплексное сканирование артерий и вен верхних конечностей часто проводят одновременно, сравнивая состояние сосудистой стенки, диаметр и просвет сосудов (рис. 1.8–1.11). Для дуплексного сканирования в продольной и поперечной проекциях сосудов верхних конечностей используют линейный датчик с частотой 15–9 МГц и устанавливают его перпендикулярно ходу сосудистого пучка. Исследование выполняют в любое время суток в положении пациента лежа на спине на плоской подушке. В ходе осмотра сосудов верхних конечностей пациента переключают сначала головой, а затем ногами к ультразвуковому аппарату. В ходе локации расположение верхних конечностей изменяют, оптимизируя визуализацию. Руки вдоль тела ладонями вверх – основная позиция верхних конечностей при ультразвуковой локации артерий и вен. При необходимости отведенную в сторону руку пациента приходится укладывать на салфетке на колени врачу.

Для оценки гемодинамических показателей в дистальном отделе брахиоцефального ствола, подключичных, подмышечных, плечевых, локтевых и лучевых артериях и одноименных венах в импульсном доплеровском режиме (PW) определяют направление и скоростные показатели кровотока, показатели гемодинамики. Контрольный объем (sample volum) помещают в центр просвета сосуда на $\frac{2}{3}$ его диаметра (см. рис. 1.9, 1.12г). Внешний вид этой метки запатентован каждой фирмой, производящей ультразвуковые аппараты, и несколько отличается друг от друга. Обычно контрольный объем выглядит на экране как две черточки или скобки на пунктирной линии, обозначающей ход ультразвукового луча, исходящего из центра датчика. Контрольный объем действительно соответствует реальному объему кровотока в просвете сосуда. Ширина доплеровских ворот (gate) внутри контрольного объема зависит от диаметра сосуда и составляет обычно $\frac{2}{3}$ его просвета. Внутри ворот контрольного объема в просвете сосуда помещается короткая линия – вектор, который должен располагаться по направлению движения потока крови. Вектор составляет с центральным лучом датчика корректный доплеровский угол не более 60° . В центре просвета сосуда определяется самая высокая скорость ламинарного кровотока. Пристеночные потоки медленные, поэтому доплеровские ворота должны быть равны $\frac{2}{3}$ просвета сканируемой артерии или вены. Показатели гемодинамики из контрольного объема изображаются в виде спектрограммы кровотока (рис. 1.13г, 1.14б). Последняя представляет собой график зависимости скорости потока в просвете сосуда от фаз сердечного цикла (в систолу и диастолу). Измеряются систолическая скорость кровотока в систолу и конечно-диастолическая скорость, как отклонение кривой от изолинии (рис. 1.15г). Рассчитываются индексы, характеризующие уровень периферического сосудистого сопротивления (S/D – систолодиастоличе-

ский индекс, RI – индекс Пурсело, или индекс сопротивления (резистентности), и PI – индекс Гослинга (пульсационный), Accel – ускорение и AT – время ускорения) (Атьков О.Ю. и др., 2015; Куликов В.П., 2015, 2019; Носенко Е.М., Носенко Н.С., 2019).

Рис. 1.8. Область локализации внутренней яремной вены над ключицей (а). Дуплексное сканирование внутренней яремной вены и общей сонной артерии. Продольная проекция (б).

1 – луковица внутренней яремной вены; 2 – средняя часть внутренней яремной вены; 3 – общая сонная артерия.



Образец заключения № 1 к рис. 1.8б

Глубина расположения внутренней яремной вены от поверхности кожи 0,5–1,0 см. Большой диаметр луковицы внутренней яремной вены, измеренный в продольной проекции: в надключичной области не расширен – 1,3 см; в среднем отделе – 0,5 см. Внутренняя яремная вена проходима, просвет анэхогенный. Общая сонная артерия лоцируется на глубине 1,7 см (глубже вены), просвет анэхогенный. Задняя стенка внутренней яремной вены деформирована плотно прилежащей к ней общей сонной артерией, что является признаком экстравазальной компрессии внутренней яремной вены общей сонной артерией.

Заключение:

1. Внутренняя яремная вена не расширена, проходима.
2. Признаки экстравазальной компрессии внутренней яремной вены общей сонной артерией.

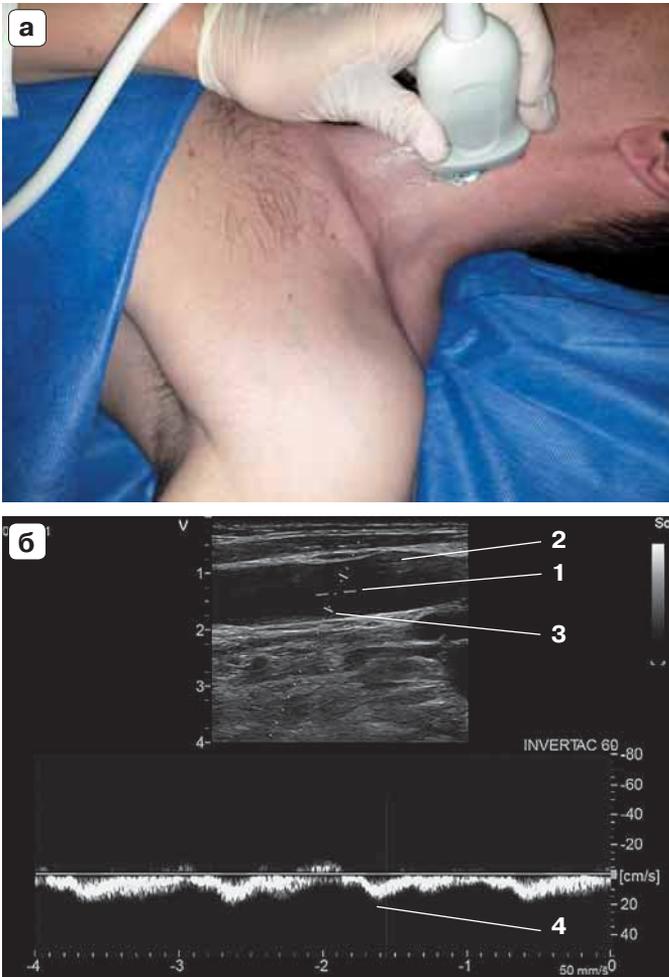


Рис. 1.9. Область локализации внутренней яремной вены на уровне средней трети шеи (а). Дуплексное сканирование внутренней яремной вены в стандартном месте измерения на уровне нижнего края поперечной проекции лопаточно-подъязычной мышцы (*m. omohyoideus*). Продольная проекция и спектрограмма кровотока внутренней яремной вены (б).

1 – средняя часть внутренней яремной вены; 2 – поперечная проекция лопаточно-подъязычной мышцы (*m. omohyoideus*); 3 – контрольный объем; 4 – спектрограмма фазного венозного кровотока с линейной скоростью 20 см/с.

Образец заключения № 2 к рис. 1.9б

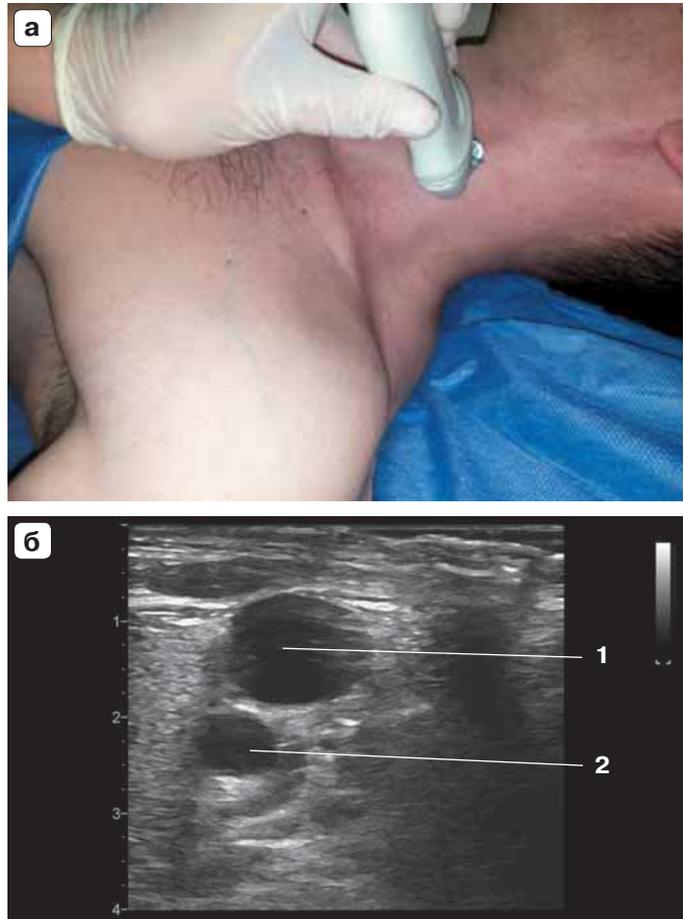
Глубина расположения внутренней яремной вены от поверхности кожи 1,0 см. Большой диаметр внутренней яремной вены, измеренный в продольной проекции в среднем отделе, – 0,5 см (не расширен). Внутренняя яремная вена проходима, просвет анэхогенный. В просвете яремной вены лоцируется фазный (с признаками передаточной пульсации) кровоток с линейной скоростью 20 см/с. Направление кровотока антеградное («к плюсу»).

Заключение:

1. Внутренняя яремная вена не расширена, проходима.
2. Кровоток с признаками передаточной пульсации.

Рис. 1.10. Область локализации внутренней яремной вены на уровне средней трети шеи (а). Дуплексное сканирование внутренней яремной вены на уровне средней трети. Поперечная проекция (б).

1 – средняя часть внутренней яремной вены (поперечная проекция); 2 – общая сонная артерия (поперечная проекция).



Образец заключения № 3 к рис. 1.10б

Глубина расположения внутренней яремной вены от поверхности кожи 0,8 см. Большой диаметр луковицы внутренней яремной вены, измеренный в поперечной проекции на уровне средней трети, несколько расширен – 1,2 см. Просвет вены и артерии анэхогенный. Общая сонная артерия лоцируется на глубине 2,0 см (глубже вены). Диаметр общей сонной артерии 0,8 см. Расстояние между сосудами 0,2 см. Диаметр вены более чем в 2 раза превосходит диаметр общей сонной артерии.

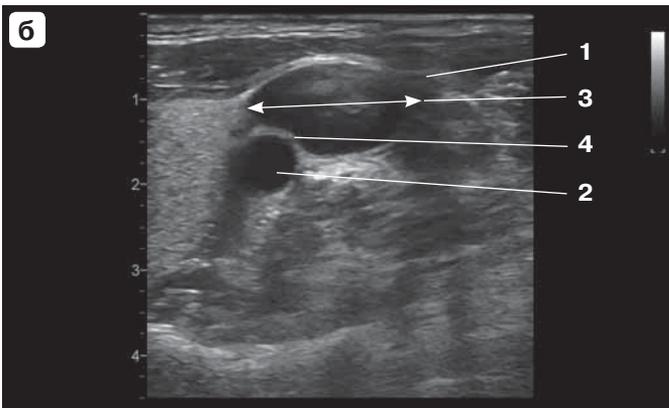
Заключение:

1. Эктазия внутренней яремной вены, вена проходима.
2. Проходимость общей сонной артерии сохранена.
3. Признаков экстравазальной компрессии внутренней яремной вены общей сонной артерией не выявлено.



Рис. 1.11. Область локализации левой внутренней яремной вены в надключичной области (а). Дуплексное сканирование левой внутренней яремной вены на уровне нижней луковичи и общей сонной артерии. Поперечная проекция (б).

1 – нижняя луковича внутренней яремной вены (поперечная проекция); 2 – поперечная проекция общей сонной артерии; 3 – измерение большего диаметра нижней луковичи внутренней яремной вены в надключичной области; 4 – признаки экстравазальной компрессии нижней луковичи внутренней яремной вены общей сонной артерией.



Образец заключения № 4 к рис. 1.11б

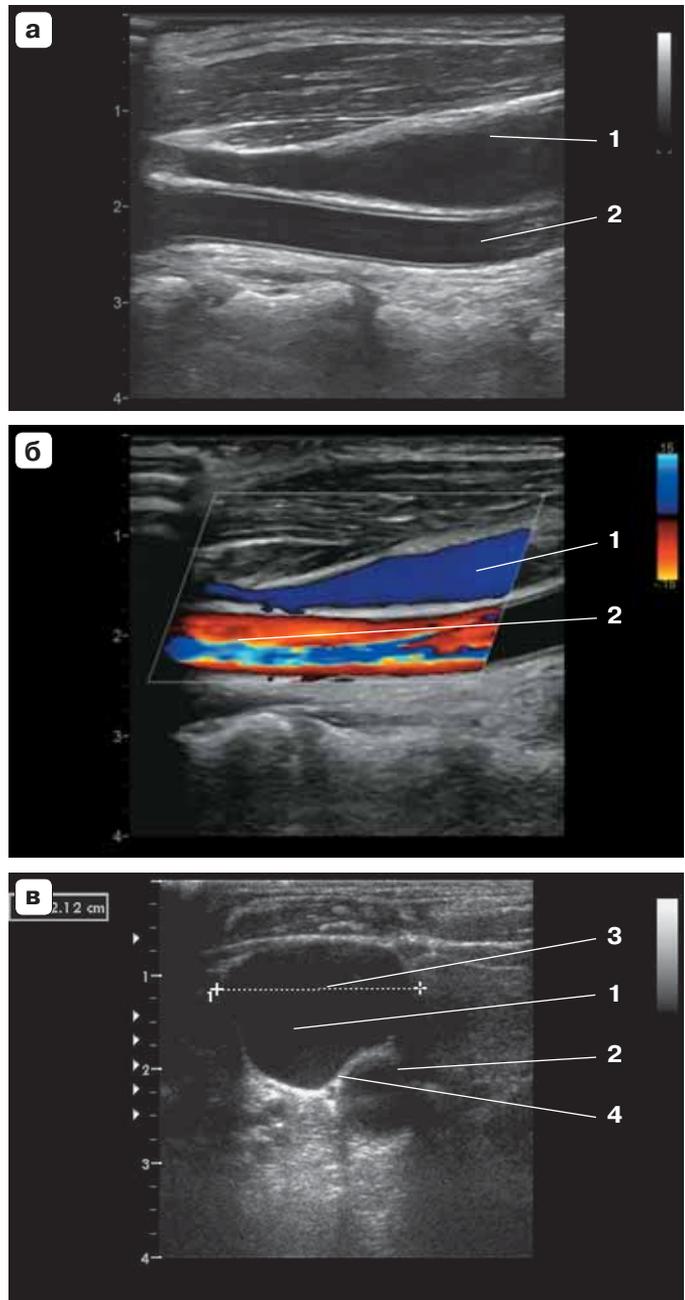
Глубина расположения нижней луковичи внутренней яремной вены от поверхности кожи 0,7 см. Большой диаметр луковичи внутренней яремной вены, измеренный в поперечной проекции в надключичной области, расширен до 2,6 см. Просвет вены и артерии анэхогенный. Диаметр артерии 0,5 см. Задняя стенка луковичи яремной вены деформирована общей сонной артерией.

Заключение:

1. Пройодимость нижней луковичи левой внутренней яремной вены сохранена.
2. Эктазия внутренней яремной вены на уровне нижней луковичи (в надключичной области).
3. Признаки компрессии луковичи левой внутренней яремной вены левой общей сонной артерией.

Рис. 1.12. Дуплексное сканирование внутренней яремной вены и общей сонной артерии. Продольная проекция (а). Дуплексное сканирование с цветовым доплеровским картированием кровотока. Продольная проекция (б); поперечная проекция (в). Продольная проекция и спектрограмма двунаправленного кровотока в просвете внутренней яремной вены в стандартном месте измерения на уровне нижнего края поперечной проекции лопаточно-подъязычной мышцы (*m. omohyoideus*) (г).

1 – нижняя луковича внутренней яремной вены (поперечная проекция); 2 – общая сонная артерия; 3 – измерение большего диаметра нижней луковичи внутренней яремной вены в надключичной области; 4 – признаки экстравазальной компрессии нижней луковичи внутренней яремной вены общей сонной артерией.



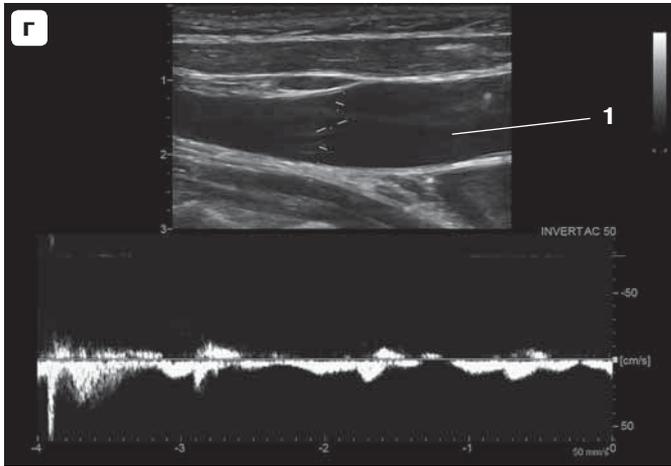


Рис. 1.12 (окончание).

Образец заключения № 5 к рис. 1.12а–г

Глубина расположения внутренней яремной вены от поверхности кожи 0,7–2,0 см. Большой диаметр нижней луковичи внутренней яремной вены, измеренный в надключичной области в поперечной проекции, расширен – 2,1 см. Внутренняя яремная вена проходима, просвет анэхогенный. В просвете вены в стандартном месте измерения лоцируется двухфазный кровоток с признаками передаточной пульсации и максимальной линейной скоростью до 30 см/с. Просвет вены анэхогенный. Общая сонная артерия лоцируется на глубине 1,7 см (глубже вены). Диаметр общей сонной артерии 0,6 см. В поперечной проекции к задней стенке внутренней яремной вены прилежит общая сонная артерия. Диаметр вены более чем в 2 раза превосходит диаметр общей сонной артерии.

Заключение:

1. Эктазия внутренней яремной вены, вена проходима.
2. Общая сонная артерия проходима.
3. Признаков экстравазальной компрессии внутренней яремной вены общей сонной артерией не выявлено.

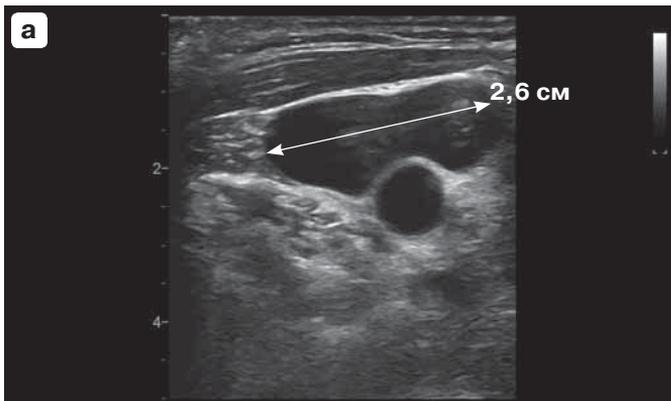
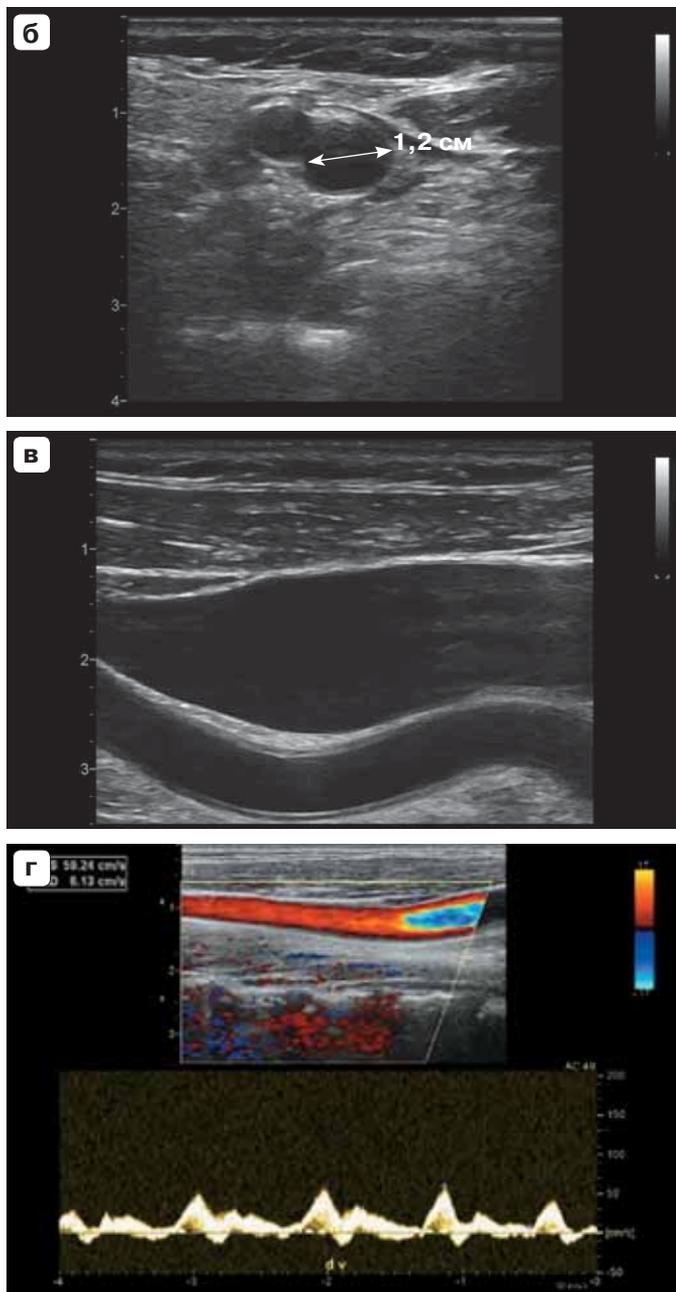


Рис. 1.13. Дуплексное сканирование правой внутренней яремной вены с признаками компрессии правой общей сонной артерией. Поперечная проекция в надключичной области с измерением большого диаметра нижней луковичи – 2,6 см (а).

Рис. 1.13 (окончание).

Поперечная проекция на уровне средней трети шеи с измерением диаметра вены от передней стенки к задней – 1,2 см (**б**). Продольная проекция внутренней яремной вены с признаками компрессии просвета S-образно извитой правой общей сонной артерией (**в**). Цветовая доплеровская картограмма и спектрограмма кровотока внутренней яремной вены в стандартном месте измерения с признаками передаточной пульсации от правой общей сонной артерии (**г**).



Образец заключения № 6 к рис. 1.13а–г

Исследование проведено пациентке с жалобами на пульсирующее образование на шее, появившееся около 3 лет назад, и неприятные ощущения при ношении одежды с высоким воротником.

Глубина расположения вены от поверхности кожи 1,0 см. Большой диаметр нижней луковицы внутренней яремной вены в надключичной области увеличен до 2,6 см, в средней части – до 1,2 см. Просвет правой внутренней яремной вены анэхогенный, вена проходима. В стандартном месте локализации во внутренней яремной вене имеется двунаправленный кровоток как проявление передаточной пульсации от общей сонной артерии. Максимальная ЛСК – 60 см/с. Определяется деформация задней стенки внутренней яремной вены от S-образно извитой общей сонной артерии.

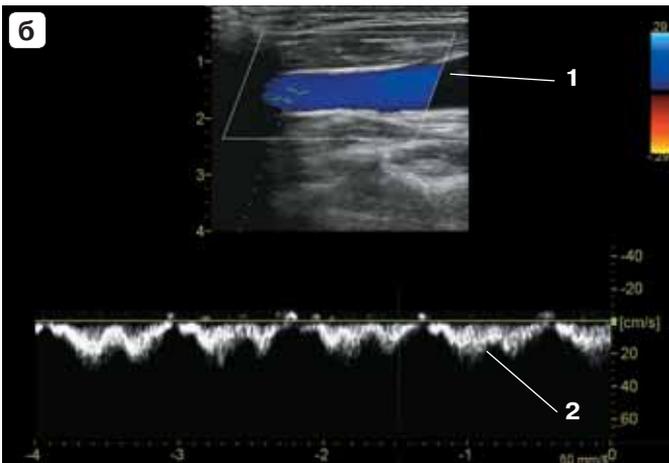
Заключение:

1. Эктазия нижней луковицы правой внутренней яремной вены.
2. Проходимость вены сохранена.
3. Признаки передаточной пульсации правой внутренней яремной вены от S-образно извитой правой общей сонной артерии.



Рис. 1.14. Локация левой подключичной вены в надключичной области (а). Дуплексное сканирование с цветовым доплеровским картированием кровотока и спектральный анализ доплеровских сигналов подключичной вены из надключичного доступа. Продольная проекция (б).

1 – левая подключичная вена (продольная проекция) (локация из надключичного доступа в проксимальном отделе); 2 – кровоток в просвете подключичной вены фазный с признаками передаточной пульсации.



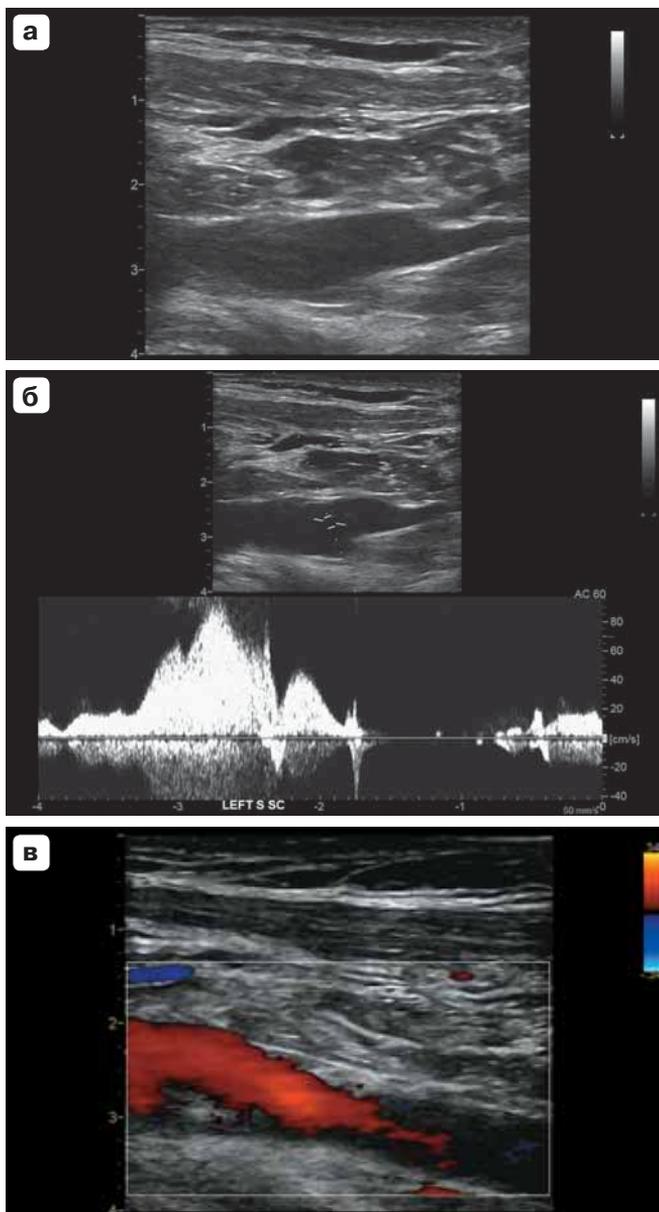
Образец заключения № 7 к рис. 1.14б

Левая подключичная вена (при локации из надключичного доступа в проксимальном отделе) расположена на глубине 1,2 см от поверхности кожи, диаметр 0,8 см. Картограмма кровотока равномерно окрашена цветом. Просвет вены не расширен, проходим, свободен от тромботических масс. Спектрограмма кровотока преимущественно антеградного («к плюсу») направления с максимальной линейной скоростью 22 см/с.

Заключение:

Пройодимость левой подключичной вены в проксимальном отделе сохранена.

Рис. 1.15. Локация из надключичного доступа проксимальных отделов левых подключичных вены и артерии. Дуплексное сканирование (а), спектральный анализ доплеровских сигналов (б) и цветное доплеровское картирование кровотока (в) левой подключичной вены. Дуплексное сканирование и спектральный анализ доплеровских сигналов расположенной рядом с веной левой подключичной артерии (г).



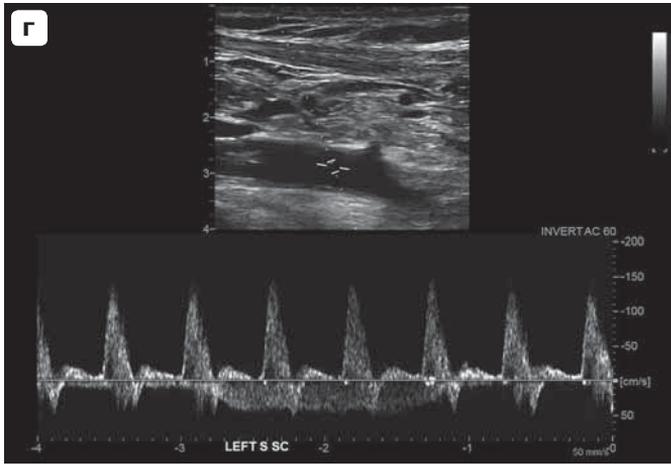


Рис. 1.15 (окончание).

Образец заключения № 8 к рис. 1.15а–г

1. Из надключичного доступа прицельно лоцированы проксимальные отделы левых подключичных вены и артерии. Глубина расположения левой подключичной вены от поверхности кожи 2,3 см. Диаметр подключичной вены 1,0 см (не расширен). Вена проходима, просвет вены анэхогенный. Кровоток фазный (зависящий от фаз дыхания), направление кровотока антеградное – «к плюсу» с ЛСК 100 см/с.

2. Комплекс интима-медиа левой подключичной артерии 0,5 мм (не утолщен), дифференцирован на слои, интима ровная, не уплотнена. Глубина расположения левой подключичной артерии от поверхности кожи 2,3 см. Кровоток в артерии антеградный («к минусу»). ЛСК в систолу 150 см/с, в раннюю диастолу ЛСК ретроградного направления («к плюсу») – 15 см/с, в позднюю диастолу антеградного направления – ЛСК 50 см/с.

Заключение:

1. Левая подключичная вена в проксимальном отделе не расширена, проходима.

2. Левая подключичная артерия в проксимальном отделе не изменена, кровоток не снижен, не изменен.

По данным литературы, необходимо начинать исследование внечерепных отделов брахиоцефальных артерий с локации брахиоцефального ствола и подключичных артерий. У пациентов с короткой шеей, ожирением или при гипертрофированных мышцах шеи сделать это непросто. На основании многолетней практики мы предлагаем начинать ультразвуковое исследование сосудов с подключичных артерий линейным датчиком 15–12 МГц. В некоторых случаях, чтобы обеспечить хорошую визуализацию на большей глубине, необходимо линейный датчик переключать на меньшую частоту (с 15 на 9 МГц) или воспользоваться конвексным датчиком с частотой 5 МГц. Преимущество имеет линейный датчик, им лучше определяется ультразвуковая структура сосудистой стенки и атеросклеротической бляшки, нет деформаций по краям изображения, удобно измерять скоростные показатели кровотока с корректным доплеровским углом (рис. 1.16, 1.17).

Рис. 1.16. Область локализации левых подмышечных (подкрыльцовых) вены и артерии. Датчик располагается в подмышечной (подкрыльцовой) ямке (**а**). Дуплексное сканирование с цветовым доплеровским картированием и спектрограммой кровотока левых подмышечных вены и артерии (**б–г**). Продольная проекция. Спектрограмма кровотока подмышечной вены с признаками передаточной пульсации от одноименной артерии (**б**).

