

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

Дуплексное сканирование
**внечерепных отделов
брахиоцефальных
артерий и вен**

Учебное пособие



УДК [616.134+616.145]-073.431(07)

ББК 54.10(53.6)

Н84

Утверждено:

Ученым советом Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России

Носенко, Екатерина Михайловна

Н84 Дуплексное сканирование внечерепных отделов брахиоцефальных артерий и вен : Учебное пособие / Е.М. Носенко, Н.С. Носенко, Л.В. Дадова. – Москва: Издательский дом Видар-М, 2022. – 398 с. ил. ISBN 978-5-88429-276-5

В учебном пособии подробно иллюстрирован алгоритм ультразвукового исследования внечерепных отделов брахиоцефальных артерий и вен. 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 и функциональная диагностика» и «сосудистая хирургия».

УДК [616.134+616.145]-073.431(07)

ББК 54.10(53.6)

В книге использованы графические иллюстрации кандидата медицинских наук, сосудистого хирурга, соавтора научных статей Евдокимова Анатолия Георгиевича и анатомические схемы и рисунки Азарян Яны Армановны.

Интраоперационные фотографии предоставлены сердечно-сосудистыми хирургами отделения сосудистой хирургии ЦКБП УД Президента РФ.

Результаты ангиографии, компьютерной томографии и магнитно-резонансной ангиографии цитированы из историй болезни пациентов ЦКБП УД Президента РФ.

Рецензенты:

Берестень Н.Ф. – академик РАЕН, профессор кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики ФГБОУ ДПО РМАПО, доктор медицинских наук, профессор *Балахонова Т.В.* – руководитель группы сосудистых исследований, главный научный сотрудник ФГБУ НМИЦ кардиологии им. академика Е.И. Чазова Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор

Научное медицинское издание

Носенко Е.М., Носенко Н.С., Дадова Л.В. Дуплексное сканирование внечерепных отделов брахиоцефальных артерий и вен: Учебное пособие

Макет, обложка: А.И. Морозова, обработка иллюстраций: О.А. Рыченкова, компьютерная верстка: Д.А. Галактионова, корректор: Т.И. Луковская, выпускающий редактор: Л.С. Родионова ООО «Издательский дом Видар-М», 109028 г. Москва, а/я 16, тел. (495) 589-86-60, <http://www.vidar.ru>

info32@vidar.ru, <http://vk.com/vidarbooks>, <https://www.facebook.com/VIDARpress>

Лицензия ИД № 00322 от 27.10.99. Подписано в печать 5.09.2022. Формат 70 х100/16
Бум. мелованная. Гарнитура прагматика. Печать офсетная. Усл. печ. л. 25. Заказ №
Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «ИПК Парето-Принт»,
170546, Тверская область, Промышленная зона Боровлево-1, комплекс №3А,
www.pareto-print.ru

ISBN 978-5-88429-276-5

© Носенко Е.М., Носенко Н.С., Дадова Л.В., 2022

© Оформление. Издательский дом Видар-М, 2022

Т аёàâëáí èà

Список сокращений	6
Предисловие	7
1. Ультразвуковое дуплексное сканирование брахиоцефальных сосудов	11
1.1. Заболевания внечерепных отделов брахиоцефальных сосудов	12
1.2. Основные показания к дуплексному сканированию брахиоцефальных артерий	13
1.3. Противопоказания к исследованию	15
1.4. Подготовка к исследованию	15
1.5. Нормальная анатомия экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий	15
1.6. Варианты строения экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий	21
1.7. Коллатеральные возможности артерий	21
1.8. Анатомия вен шеи и плечевого пояса	22
2. Дуплексное сканирование брахиоцефальных сосудов	24
2.1. Методика дуплексного сканирования артерий и вен шеи	24
2.2. Методика дуплексного сканирования позвоночных артерий и вен	39
2.3. Методика дуплексного сканирования поверхностных височных артерий	45
2.4. Правила измерения толщины комплекса интима-медиа	45
2.5. Спектральный анализ доплеровских сигналов	54
2.6. Методика дуплексного сканирования яремных и подключичных вен	62
2.7. Гемодинамические факторы в механизме развития стеноза внутренней сонной артерии	75
2.8. Цветовое дуплексное сканирование брахиоцефальных сосудов	77
2.9. Сравнение вспомогательных методов в исследовании сосудов	82
3. Цереброваскулярные болезни	90
4. Атеросклероз	93
4.1. Схемы атеросклеротического изменения артериальной стенки	93

4.2. Критерии дуплексного сканирования при стенозах сонных артерий	99
4.3. Планиметрическое (плоскостное) измерение степени стеноза брахиоцефальных артерий	124
4.4. Допплерографическое измерение степени стеноза брахиоцефальных артерий	135
4.5. Окклюзия сонных артерий	153
4.6. Допплерографическое измерение степени стеноза позвоночных артерий.	162
4.7. Окклюзия позвоночных артерий	169
4.8. Допплерографическое измерение степени стеноза подключичных артерий и брахиоцефального ствола	176
4.9. Синдром позвоночно-подключичного обкрадывания (стил-синдром)	183
5. Деформации (извитости) брахиоцефальных артерий	212
5.1. Деформации (извитости) подключичных артерий.	212
5.2. Деформации (извитости) сонных артерий	215
5.3. Деформации (извитости) позвоночных артерий	235
6. Диабетическая ангиопатия	238
7. Неспецифический аортоартериит (болезнь Такаясу).	246
8. Эмболия и тромбоз брахиоцефальных артерий	254
9. Экстравазальное воздействие на брахиоцефальные артерии.	264
9.1. Экстравазальное воздействие на сонные артерии	264
9.2. Экстравазальное воздействие на позвоночные артерии	269
10. Фиброзно-мышечная дисплазия	285
11. Аномалии брахиоцефальных артерий.	290
11.1. Аномалии сонных артерий.	290
11.2. Аномалии позвоночных артерий.	296
12. Нарушение церебральной венозной гемодинамики	305
12.1. Эмболия и тромбоз яремных вен	305
12.2. Тромбоз в системе верхней полой вены	310
12.3. Эмболия и тромбоз брахиоцефальных артерий	313

13. Хроническая церебральная венозная недостаточность . . .	324
14. Расслоение (диссекция) сонных и позвоночных артерий . .	330
14.1. Расслоение (диссекция) сонных артерий	330
14.2. Расслоение (диссекция) позвоночных артерий	338
15. Аневризмы	343
16. Ультразвуковая оценка эффективности хирургического лечения	350
16.1. Операция резекции патологической извитости	350
16.2. Каротидная эндартерэктомия	351
16.3. Стентирование и протезирование сонных артерий	356
17. Поражение височной артерии (височный артериит), гигантоклеточный артериит (или болезнь Хортона)	365
18. Особенности заболеваний брахиоцефальных сосудов на фоне подтвержденной коронавирусной инфекции	372
18.1. Тромбозы вен шеи и подключичных вен	374
18.2. Расслоение (диссекция) сонных артерий на фоне подтвержденной коронавирусной инфекции	380
Список литературы	387
Тестовые задания для самоконтроля	390
Ответы к тестовым заданиям	398

ЦДС

Данное издание подготовлено врачами ультразвуковой и функциональной диагностики с большим стажем практической и преподавательской работы. В учебном пособии обобщен наш опыт применения цветового дуплексного сканирования (ЦДС) внечерепных отделов брахиоцефальных (прецеребральных) сосудов при различных видах их поражения. ЦДС является основным, доступным и наиболее информативным методом исследования артерий и вен, преимущество метода – неинвазивная оценка анатомической и физиологической составляющей для диагностики васкулярной патологии. Наиболее популярный термин – УЗИ сосудов головы и шеи. Авторы руководствовались стремлением облегчить работу врачей-исследователей, поделившись принципами и подходами к проведению методики ЦДС с формированием заключений. ЦДС позволяет провести первичную оценку, изучить динамику патологического процесса и обеспечить мониторинг изменений сосудистого русла, в том числе на фоне хирургического лечения.

Патология экстракраниальных отделов артерий и вен наиболее распространена, клинически значима и опасна для жизни больного. Детальному анализу симптомов и клинической картины, методам диагностики этой патологии посвящено немало специальных руководств по ультразвуковой диагностике, неврологии и нейровизуализации, сосудистой хирургии. Классическими стали работы отечественных ученых: академика А.В. Покровского, профессоров П.О. Казанчяна, Г.И. Кунцевич, Т.В. Балаховой, В.П. Куликова, М.В. Шумиловой, кандидата медицинских наук А.Г. Евдокимова. Нам посчастливилось учиться, а затем совместно работать с этими великими учеными и хирургами. Особые слова благодарности выражаем Анатолию Георгиевичу Евдокимову за любезно предоставленные графические иллюстрации.

Авторы благодарят заведующего отделением функциональной диагностики ЦКБП УД Президента РФ доктора медицинских наук, профессора М.Н. Алехина и старшего ординатора кандидата медицинских наук, доцента Г.Е. Гогина за создание необходимых условий обучения и работы коллектива врачей отделения.

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 кандидата медицинских наук А.А. Калинина, хирургов О.Е. Кутырева, Е.В. Ермилова, А.Б. Сахарова.

Методами верификации для ЦДС являются мультиспиральная компьютерная томография и рентгеноконтрастная ангиография. Авторы благодарят сотрудников отделений ЦКБП УД Президента РФ: рентгеновской диагностики и томографии под руководством кандидата медицинских наук О.В. Крючковой и отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, заведующего отделением доктора медицинских наук А.В. Тер-Акопяна.

Авторы благодарят кардиологов, неврологов и терапевтов ЦКБП УД Президента РФ, без совместной работы с которыми невозможно было бы это издание. Большую благодарность выносим врачам поликлиники ЦКБП УД Президента РФ, обеспечивающим первичное звено диагностики: заведующей отделением функциональной диагностики Е.Ю. Мелкумовой и заведующему хирургическим отделением Е.А. Жарову и врачам Ю.И. Гореловой и А.Б. Сахарову.

Особенная благодарность авторов медицинской сестре высшей категории кабинета сосудистых исследований ОФД ЦКБП УД Президента РФ Елене Владимировне Деревицкой.

1

Ультразвуковое исследование (УЗИ) сосудов, состоящее из изображения сосуда в В-режиме, спектрального анализа отраженного доплеровского сигнала (САДС) и цветовой картограммы кровотока, получило название цветовой дуплексного сканирования (ЦДС) (Шумилина М.В. и др., 2019). По номенклатуре № 48808 Министерства здравоохранения Российской Федерации, зарегистрированной в Минюсте 7 ноября 2017 г., с 01.2018 необходимо использовать название «дуплексное сканирование внечерепных отделов брахиоцефальных (прецеребральных) сосудов» (А04.12.006.002).

Ультразвуковое исследование (УЗИ) сосудов, состоящее из изображения сосуда в В-режиме, спектрального анализа отраженного доплеровского сигнала (САДС) и цветовой картограммы кровотока, получило название цветовой дуплексного сканирования (ЦДС) (Шумилина М.В. и др., 2019). По номенклатуре № 48808 Министерства здравоохранения Российской Федерации, зарегистрированной в Минюсте 7 ноября 2017 г., с 01.2018 необходимо использовать название «дуплексное сканирование внечерепных отделов брахиоцефальных (прецеребральных) сосудов» (А04.12.006.002).

Цель ультразвукового дуплексного сканирования (ДС) экстракраниальных отделов брахиоцефальных сосудов – установление природы и локализации патологического процесса, вызвавшего нарушения мозгового кровообращения или способного привести к нему, оценка выраженности и распространенности поражения сосудов и сосудистой гемодинамики, определение показаний и выбор способа реконструкции пораженных артерий, а также эффективности лечения (Куликов В.П., Шульгина Л.Э., 2019).

Социальная значимость цереброваскулярных болезней возрастает в связи с отчетливой тенденцией к старению населения. В последние годы популярна концепция комплексного обследования брахиоцефальных сосудов (артерий и вен). Как показал анализ исследований, проведенных в Центре сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН, при оценке нарушений мозгового кровообращения необходимо оценивать не только артериальную, но и венозную сосудистую систему (Шумилина М.В. и др., 2019). Оценивать комплексно, поскольку раздельная оценка по полушариям, по бассейнам, по системам и вне связи с центральной гемодинамикой – не физиологична. Нарушения венозного оттока, а именно венозно-артериальный дисбаланс, вызывают повышение внутричерепного давления, «вазоспазм» интракраниальных артерий, повышение периферического сопротивления и вторичное снижение артериального притока по сонным (общей сонной (ОСА), внутренней сонной (ВСА)) и позвоночным артериям (ПА) с нарушением перфузии мозга. При нарушениях венозного оттока могут наблюдаться не только цефалгический синдром, но и ишемия

мозга с развитием очагов лейкоареоза (неспецифического повреждения белого вещества головного мозга), как в каротидном, так и в вертебробазиллярном бассейне, расширение боковых желудочков и кортикальных борозд, церебральная атрофия. Длительно существующий дисбаланс венозного и артериального церебрального кровообращения вызывает развитие артериосклероза, а также вторичное снижение артериального притока по ОСА, ВСА и ПА (Шумилина М.В. и др., 2019).

Ультразвуковое ДС позволяет неинвазивно оценить анатомические особенности расположения и диаметра сосудов, наличие внутрисосудистых структур, выявить особенности гемодинамики, характер и скорость кровотока.

1.1. Заболевания внечерепных отделов брахиоцефальных сосудов

На основании целого ряда работ ведущих специалистов, клинического опыта и результатов многочисленных ультразвуковых дуплексных исследований сформирована классификация заболеваний внечерепных отделов брахиоцефальных артерий (БЦА) и вен (Цвибель В.Дж., Пеллерито Д.С., 2008; Балахонова Т.В., 2015; Куликов В.П., 2015; Хатчинсон С.Дж., Холмс К.К., 2018).

Этиология заболеваний внечерепных отделов БЦА:

- атеросклероз;
- патологическая извитость и деформация артерий;
- диабетическая макроангиопатия;
- неспецифический аортоартериит (болезнь Такаясу);
- эмболия и тромбоз (тромбоэмболия);
- экстравазальная компрессия сонных и позвоночных артерий;
- фиброзно-мышечная дисплазия;
- аномалии сонных и позвоночных артерий;
- нарушение венозной церебральной гемодинамики;
- расслоение (диссекция) сонных и позвоночных артерий;
- аневризмы;
- височный периаартериит, или болезнь Хортона;
- цереброваскулярные последствия коронавирусной инфекции.

Заболевания экстракраниальных брахиоцефальных вен связаны с их сдавлением и реже с тромбозом. Поражение экстракраниальных БЦА ведет к ишемии мозга. Основная причина ишемического повреждения мозга – атеросклероз, приводящий к стенозам и окклюзиям артерий, преимущественно ВСА. Реже ишемия мозга развивается при патологии ПА. Поражения подключичных артерий (ПКЛА) и брахиоцефального ствола (БЦС) сопровождаются развитием синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания (стил-синдрома). Значительное распространение имеют дисплазии, деформации (извитости) ОСА, ВСА и гипоплазия ПА.

Значительно реже встречается поражение ОСА, ВСА при неспецифическом аортоартериите (болезни Такаясу). Причиной нарушения мозгового кровообращения может быть спонтанное расслоение или диссекция брахиоцефальных артерий, приводящая к их тромбозу и ишемии мозга (Куликов В.П., 2015).

1.2. Основные показания к дуплексному сканированию брахиоцефальных артерий

В соответствии с рекомендациями T.G. Brott, J.L. Halperin, S. Abbara и соавт. (2011, 2013) выделяют следующие основные показания к дуплексному сканированию БЦА у асимптомных и симптомных пациентов.

Дуплексное сканирование рекомендуется асимптомным пациентам:

- с известным или подозреваемым стенозом ОСА, ВСА в качестве первого диагностического теста для выявления гемодинамически значимого стеноза ОСА, ВСА (класс рекомендаций I, уровень доказательности C);
- с бессимптомными двусторонними окклюзиями ОСА, ВСА или виллизиевым кругом разомкнутого типа для выявления стенооокклюдизирующего поражения ПА (класс рекомендаций I, уровень доказательности C);
- для выявления гемодинамически значимого стеноза ОСА, ВСА бессимптомных пациентов с шумом в проекции ОСА, ВСА (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности C);
- целесообразно повторять ДС ежегодно для оценки прогрессирования и реакции на терапию у больных атеросклерозом, если ранее у них был выявлен стеноз ОСА, ВСА более 50%; если на протяжении длительного времени состояние больного остается стабильным или изменился статус больного как кандидата на дальнейшие вмешательства, может быть удлинение интервалов между обследованиями или прекращение наблюдения (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности C);
- для выявления гемодинамически значимого стеноза ОСА, ВСА бессимптомных пациентов с симптомным поражением периферических артерий, коронарных артерий или атеросклеротической аневризмой аорты (класс рекомендаций IIb, уровень доказательности C);
- у бессимптомных пациентов с клиническими признаками атеросклероза при наличии двух или более факторов риска, таких как артериальная гипертензия, гиперлипидемия, курение, семейный анамнез атеросклероза или инсульта (класс рекомендаций IIb, уровень доказательности C);
- ультразвуковое измерение толщины комплекса интима-медиа (ТИМ) ОСА позволяет выявить маркер системного атеросклероза и может быть полезным в оценке риска сердечно-сосудистых событий (Куликов В.П., 2015, 2019; Хатчинсон С.Дж., Холмс К.К., 2018).

Дуплексное сканирование не рекомендуется:

- в качестве рутинного скрининг-метода для бессимптомных пациентов, у которых нет клинических проявлений или факторов риска атеросклероза (класс рекомендаций III, уровень доказательности C);
- в качестве рутинного метода обследования пациентов с неврологическими и психическими нарушениями, не связанными с очаговой ишемией головного мозга, такими как опухоли головного мозга, наследственные или дегенеративные мозговые или моторные нейронные расстройства; инфекционные и воспалительные заболевания, поражающие мозг, психические расстройства или эпилепсия (класс рекомендаций III, уровень доказательности C) (Brott T.G. et al., 2011, 2013; Хатчинсон С.Дж., Холмс К.К., 2018; Куликов В.П., Шульгина Л.Э., 2019).

Дуплексное сканирование рекомендуется симптомным пациентам:

- для исходной оценки пациентов с транзиторными неврологическими симптомами предположительно ишемического происхождения для выявления поражения экстракраниальных сосудов (класс рекомендаций I, уровень доказательности C);
- с очаговыми неврологическими симптомами, соответствующими бассейну кровоснабжения ВСА, для выявления стенозов ОСА, ВСА (класс рекомендаций I, уровень доказательности C);
- с симптомами задней мозговой или мозжечковой ишемии для оценки прогрессирования атеросклеротического поражения и исключения развития новых поражений ПА (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности C);
- для визуализации ОСА, ВСА при фиброзно-мышечной дисплазии для оценки динамики поражения ежегодно или реже, если подтверждается стабильность состояния (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности C);
- перенесшим реваскуляризацию ОСА, ВСА и ПА целесообразно проведение серийной неинвазивной визуализации этих артерий (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности C);
- для сканирования ОСА, ВСА с наличием неспецифических неврологических симптомов, если возможная их причина – ишемия мозга (класс рекомендаций IIb, уровень доказательности C);
- для выявления ретроградного кровотока в ПА при синдроме позвоночно-подключичного обкрадывания, который может приводить к симптомной гипоперфузии;
- сонных артерий в случае расслоения для выявления отслоившегося лоскута и исследования кровотока в истинном и ложном просветах;
- ультразвуковая (морфологическая) характеристика атеросклеротической бляшки (изъязвление, эхогенность, кровоизлияние) для оценки риска транзиторных ишемических атак и инсультов (Brott T.G. et al., 2011, 2013; Хатчинсон С.Дж., Холмс К.К., 2018; Куликов В.П., Шульгина Л.Э., 2019).

Российские национальные рекомендации дополнительно включают использование ДС для проведения функциональной пробы реактивной гиперемии в целях выявления синдрома обкрадывания при наличии стенозов БЦС или ПКЛА 50% и более (Национальные рекомендации по ведению пациентов с сосудистой артериальной патологией. Часть 3, 2012). ДС рекомендуется в качестве основного теста для определения вида реконструкции ОСА, ВСА, области каротидной бифуркации. Метод ДС позволяет установить наличие, диагностировать форму и оценить гемодинамическую значимость патологической извитости ВСА.

ДС применяется для оценки гемодинамической значимости стенозов ОСА, ВСА и ПА и для установления степени стеноза, если ее планиметрическая оценка затруднена, например из-за выраженной кальцификации бляшки, а также для оценки функционирования глазного анастомоза у пациентов с окклюзией и гемодинамически значимым стенозом ВСА (Куликов В.П., 2019).

1.3. Противопоказания к исследованию

Специальных противопоказаний к УЗИ экстракраниальных брахиоцефальных сосудов не существует. Относительным противопоказанием к ДС БЦА являются состояния, приводящие к полной невозможности пациента лежать на низкой подушке: выраженная одышка при сердечно-легочной недостаточности; головокружение при вертебрально-базилярной недостаточности.

1.4. Подготовка к исследованию

Постоянной подготовки пациента не требуется. При проведении исследования обязательно использование перчаток на обеих руках. После операции на сосудах шеи при ДС необходимо наличие чехла для ультразвукового датчика (сканера). Стерильный гель применяется при контакте датчика с послеоперационной раной. В остальных случаях достаточно обычного геля для УЗИ. Последующая обработка датчика производится специальными дезинфицирующими средствами. Обработка спиртом, перекисью водорода и многими другими веществами недопустима, так как приводит к повреждению ультразвукового сканера.

1.5. Нормальная анатомия экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий

БЦА представляют собой ветви грудного отдела аорты и, направляясь к головному мозгу, образуют разделения на более мелкие артерии (бифуркации). Артерии в организме человека делятся дихотомически, отходя от более крупных стволов, образуют две боковые ветви. Как правило,

ответвления суммарно имеют больший диаметр, чем основной ствол. Начальную часть любой артерии в месте отхождения от более крупного сосуда называют устьем, остальную часть сосуда – стволом.

Устье любой артерии из-за особенностей гемодинамики с образованием турбулентного кровотока является местом образования атеросклеротических бляшек. Формирование бляшек в стволах магистральных артерий происходит значительно реже. Длинные артериальные стволы принято делить на части: проксимальная и дистальная, средняя часть находится между ними. Независимо от направления движения крови в сосуде (артерия или вена) ближе к сердцу располагается проксимальный отдел сосуда, дальше от сердца – дистальный (Цвибель В.Дж., Пеллерито Д.С., 2008). Для обозначения части сосудов иногда применяются термины «сегмент» или «порция».

Артерии, расположенные на шее и кровоснабжающие головной мозг, образуют внечерепной отдел БЦА. Название происходит от латинских медицинских терминов, которые переводятся как: *brahio* – плечо, *cefalika* – голова, то есть это артерии, несущие кровь к головному мозгу и рукам. Часто их называют магистральными артериями головы. Анатомически эти артерии являются восходящими ветвями грудного отдела аорты.

Анатомические варианты строения дуги аорты встречаются в $\frac{1}{3}$ случаев (Хатчинсон С.Дж., Холмс К.К., 2018). Кровоснабжение головного мозга осуществляется тремя основными сосудами, отходящими от дуги аорты: брахиоцефальным (плечеголовным) стволом (*truncus brachiocephalicus*), левыми общей сонной (*a. carotis communis sinistra*) и подключичной (*a. subclavia sinistra*) артериями.

БЦС является первой ветвью дуги аорты и располагается позади грудно-ключичного сочленения (сустава). БЦС представляет собой короткую широкую артерию (протяженностью 4,0–5,0 см и диаметром до 1,5 см) (рис. 1) (Привес М.Г. и др., 1974; Фениш Х., Даубер В., 2010).

БЦС делится на правую **подключичную артерию** (*a. subclavia dextra*) и **правую общую сонную артерию** (*a. carotis communis dextra*), дистальнее этой бифуркации от подключичной артерии отходит **правая позвоночная артерия** (*a. vertebralis dextra*).

Левые ОСА и ПКЛА отходят от дуги аорты отдельно. ОСА – вторая ветвь дуги аорты. **Левая ПКЛА** (*a. subclavia sinistra*) – третья ветвь дуги аорты, из которой выходит левая ПА. Диаметры обеих ПКЛА в проксимальной трети равны 0,8–0,9 см.

Каждая ПКЛА образует выпуклую кверху дугу, огибающую купол плевры. Выходя из грудной полости, артерия подходит к ключице, ложится в подключичную борозду I ребра и перегибается через него. Каждую из ПКЛА принято разделять на 3 части. Средняя часть представлена устьем ПА, она делит ПКЛА на проксимальный и дистальный отрезки. Проксимальные отделы ПКЛА имеют разную длину: слева – протяженный и начинается от дуги аорты, справа – короткий и начинается от БЦС. Дистальные части ПКЛА одинаковой протяженности и, постепенно уменьшаясь в диаметре, каждая из них направляет кровоток в верхнюю конечность. В зависимости

2

Алгоритм проведения ультразвукового сканирования артерий и вен шеи

2.1. Методика дуплексного сканирования артерий и вен шеи

В нашей клинике принято расположение врача и пациента лицом к лицу, исходя из практики эхокардиографии по Харви Фейгенбауму (1972). По этой методике пациент лежит на левом боку, лицом к врачу, а локацию сердца врач проводит левой рукой. Для визуализации сердца и сосудов используются ультразвуковые аппараты с набором соответствующих программ и датчиков, поэтому удобно все исследования проводить, не перекладывая пациента и по мере необходимости беседуя с ним.

По мнению С.Дж. Хатчинсона (2018), рекомендуется научиться проводить сканирование недоминантной рукой. Это важно для предотвращения избыточного напряжения рук исследователя, повреждения суставов и позвоночника. Умение проводить обследование двумя руками особенно важно при работе на портативных аппаратах у постели больного, например в отделении реанимации, где медицинское оборудование расположено вокруг кровати и не дает врачу занять удобную позу для проведения локации сосудов.

Обследование БЦА можно проводить левой или правой рукой, начиная слева или справа, но всегда в одной и той же последовательности, тогда гарантировано, что исследование будет выполнено в полном объеме.

В серошкальном ультразвуковом режиме (В-режиме) оценивают строение и эхоплотность (структуру) стенок артерий и вен, внутрисосудистых образований (атеросклеротических бляшек, тромботических масс). БЦА расположены на глубине от 1,0 до 3,0 см от поверхности кожи, слева и справа от средней линии шеи и легко доступны для осмотра с помощью мультисекторного линейного датчика (15–9 МГц) (рис. 5) (Балахонова Т.В., 2015; Куликов В.П., Шульгина Л.Э., 2019).

Сканирование, или эхолокация, заключается в плавном и тщательном осмотре при помощи ультразвукового датчика просвета и стенок сосуда. На экране аппарата изображение разворачивается на 90° по сравнению с положением датчика на шее (рис. 6).

По артериальному сосудистому руслу кровь направляется от сердца к голове и от сердца на периферию (к рукам и ногам). По венам кровь возвращается к сердцу от головы и с периферии (от рук и ног). Независимо от направления движения крови в сосуде (артерия или вена) ближе к сердцу

Рис. 5. Схема дуплексного сканирования брахиоцефальных артерий (графическая иллюстрация любезно предоставлена Евдокимовым А.Г., с изменениями).

1 – дуга аорты; 2 – брахиоцефальный ствол; 3 – проксимальный отдел левой подключичной артерии; 4 – средняя часть правой подключичной артерии; 5 – правая общая сонная артерия; 6 – левая общая сонная артерия; 7 – экстравертебральный отдел (I сегмент) правой позвоночной артерии; 8 – экстравертебральный отдел (I сегмент) левой позвоночной артерии; 9 – интравертебральный отдел (II сегмент) левой позвоночной артерии; 10 – область каротидной бифуркации справа; 11 – устье правой внутренней сонной артерии; 12 – проксимальный отдел правой внутренней сонной артерии; 13 – область каротидной бифуркации слева; 14 – устье левой внутренней сонной артерии; 15 – проксимальный отдел левой внутренней сонной артерии; 16 – прекраниальный отдел левой позвоночной артерии; 17 – интракраниальный отдел (IV сегмент) правой позвоночной артерии; 18 – интракраниальный отдел левой внутренней сонной артерии; 19 – интракраниальный отдел правой внутренней сонной артерии; 20 – прекраниальный отдел правой позвоночной артерии; 21 – интракраниальный отдел (IV сегмент) левой позвоночной артерии.

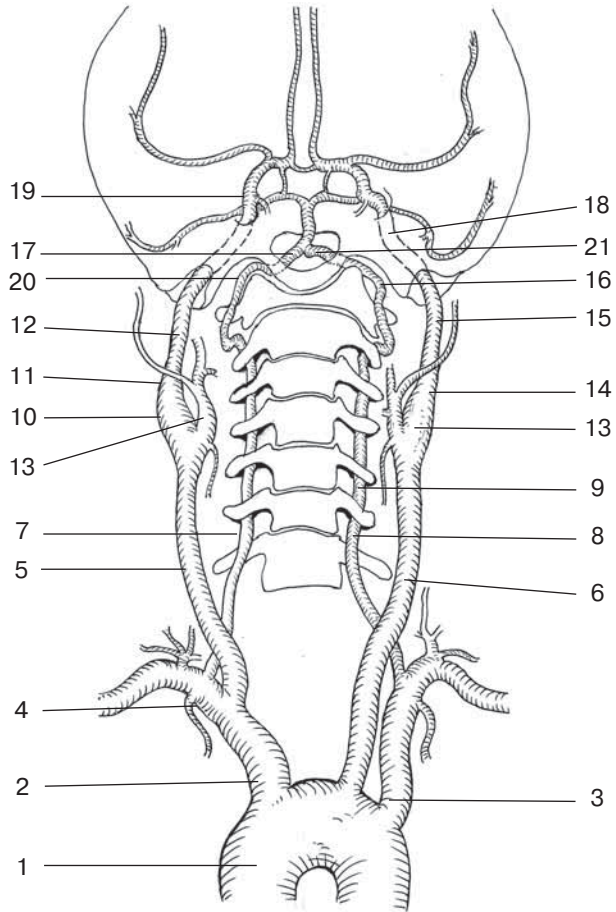
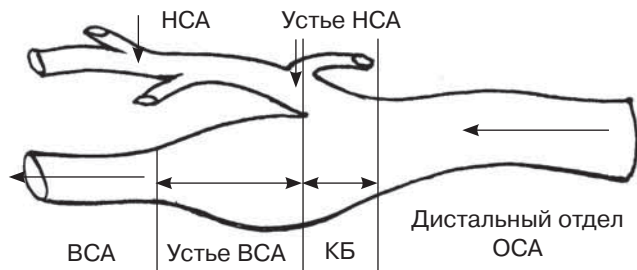


Рис. 6. Схема дуплексного сканирования дистального отдела общей сонной артерии (стрелка), области каротидной бифуркации (двойная стрелка), устья внутренней сонной артерии (устье ВСА) (двойная стрелка), проксимального отдела внутренней сонной артерии (ВСА) (стрелка), устья наружной сонной артерии (устье НСА) (стрелка), проксимального отдела НСА (стрелка). Продольная проекция. (Графическая иллюстрация любезно предоставлена Евдокимовым А.Г., с изменениями.)

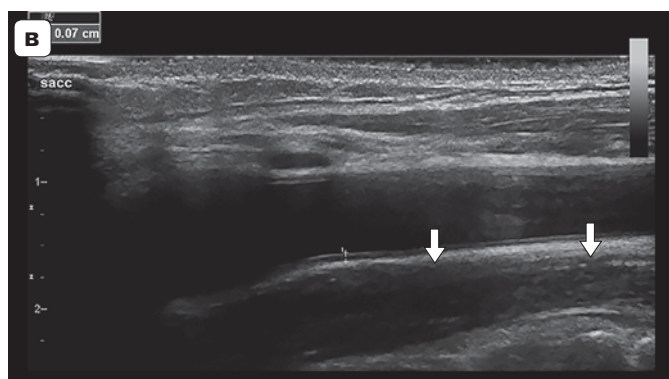


располагается проксимальный отдел сосуда, дальше от сердца – дистальный (стрелки) (рис. 6).

Сканирование ОСА производится по гелиевому следу, нанесенному параллельно средней линии шеи, от надключичной области до нижнего края щитовидного хряща (продольное сканирование). Датчик располагается перпендикулярно ключице под углом 90° к поверхности кожи. Ориентиром служит внутренний край брюшка наружной грудино-ключично-сосцевидной (кивательной) мышцы (*muskulus sternocleidomastoideus*), при этом метка датчика обращена на фирменную метку ультразвукового аппарата в верхнем левом углу экрана монитора (рис. 7).

Исследование правой ОСА в продольной проекции начинают от устья, отходящего от БЦС. Левая ОСА, отходящая от дуги аорты, визуализируется в проксимальной трети, ее устье линейным датчиком лоцировать не удается. Датчик устанавливается параллельно средней линии шеи кнутри от наружной кивательной мышцы. На экране появляется изображение тубулярной структуры с ровными четкими стенками. Просвет нормальной артерии представляется «чистым», свободным от дополнительных теней (рис. 8) (Балахонова Т.В., 2015).

Рис. 7. Методика локации внечерепных отделов брахиоцефальных артерий слева (а). Методика ДС левых общей сонной артерии (ОСА) и ствола (средней части) внутренней яремной вены (ВЯВ). Прямая продольная проекция (б). ДС с измерением толщины комплекса интима-медиа в дистальном отделе ОСА (крестики) и средней части ВЯВ, которая прилежит к задней стенке ОСА (стрелки). Продольное сканирование (в).



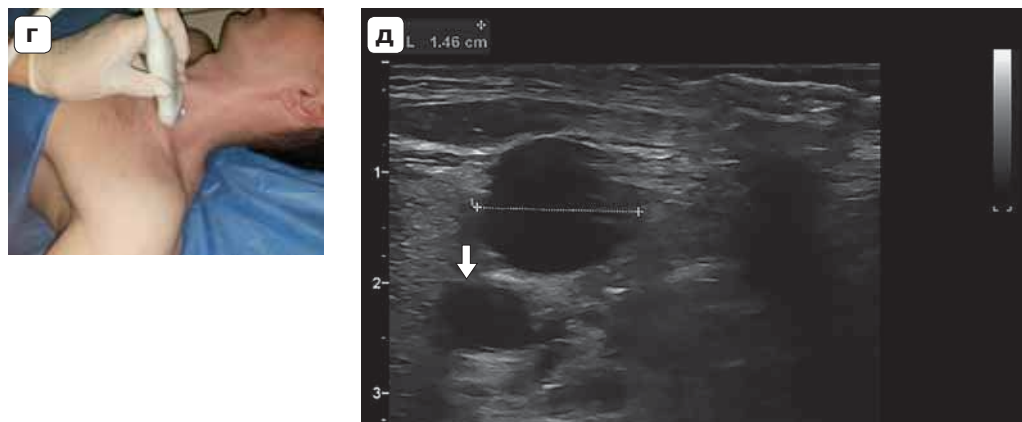


Рис. 7 (окончание). Методика локации проксимального отдела левой ОСА и нижней луковичи ВЯВ из надключичного доступа. Поперечное сканирование (г). ДС проксимального отдела левой ОСА (стрелка) и нижней луковичи ВЯВ (крестики) из надключичного доступа. Поперечная проекция (д).

Образец заключения № 1 к рис. 7в, д

ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ЛЕВЫХ ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И ВНУТРЕННЕЙ ЯРЕМНОЙ ВЕНЫ

1. в – комплекс интима-медиа дистального отдела общей сонной артерии не утолщен – 0,7 мм (возрастная норма – до 0,7 мм), дифференцирован на слои, интима ровная. Интерадвентициальный диаметр левой общей сонной артерии 0,7 см, просвет артерии анэхогенный. Средний отдел левой внутренней яремной вены прилежит к задней стенке левой общей сонной артерии. Интерадвентициальный диаметр ствола внутренней яремной вены 0,8 см; просвет вены анэхогенный.

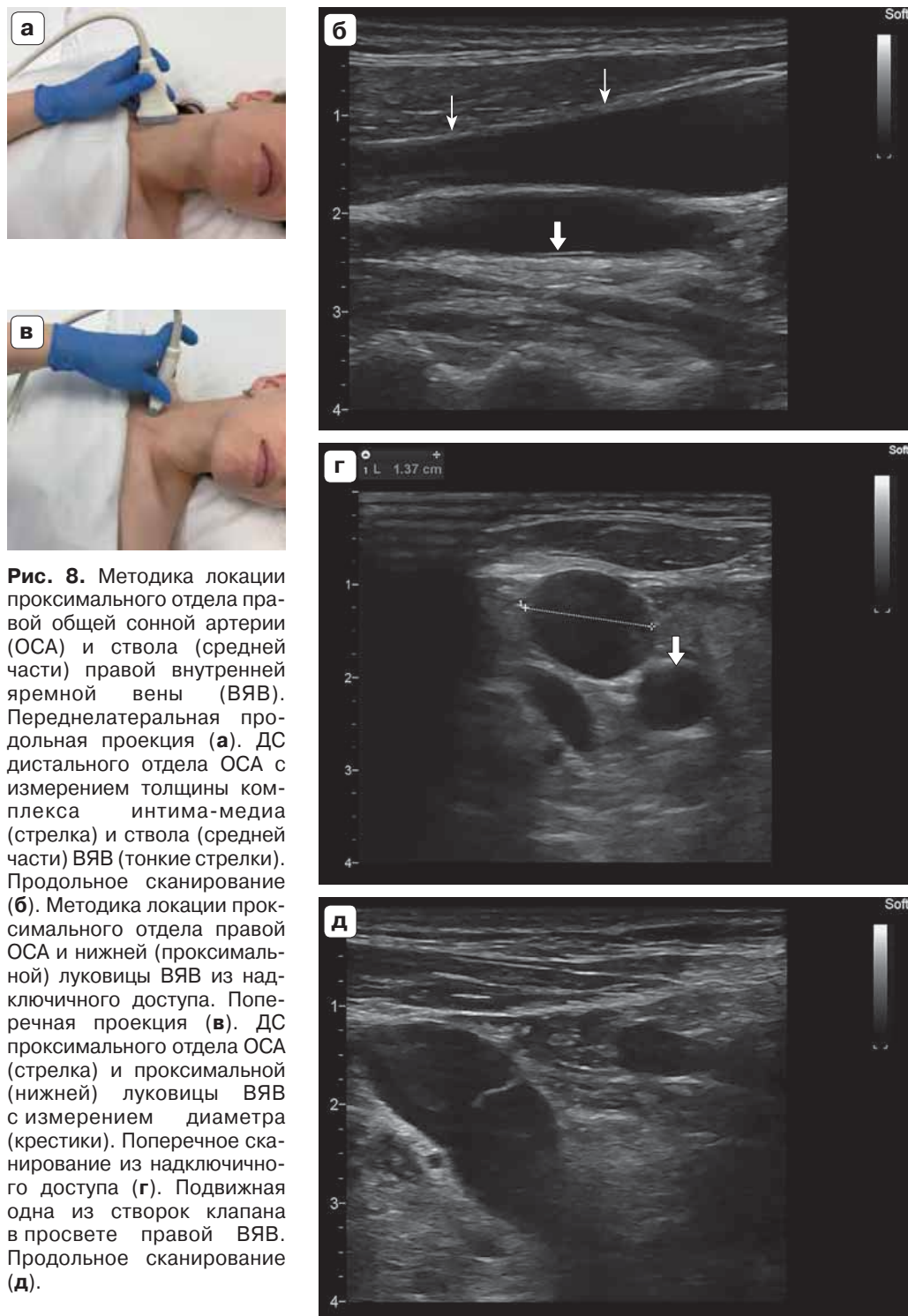
2. д – проксимальный отдел левой общей сонной артерии в поперечной проекции с неизмененным комплексом интима-медиа и анэхогенным просветом. Интерадвентициальный диаметр в поперечной проекции проксимальной (нижней) луковичи внутренней яремной вены не расширен – 1,46 см, просвет вены анэхогенный.

Заключение:

1. Гемодинамически значимых препятствий кровотоку и вариантов строения левой общей сонной артерии не выявлено.

2. В надключичной области левая внутренняя яремная вена не расширена, проходима.

3. Признаков компрессии левой внутренней яремной вены общей сонной артерией не выявлено.



Образец заключения № 2 к рис. 8б, г, д**ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ПРАВЫХ ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И ВНУТРЕННЕЙ ЯРЕМНОЙ ВЕНЫ**

1. б – комплекс интима-медиа общей сонной артерии не утолщен – 0,6 мм (возрастная норма – до 0,7 мм), дифференцирован на слои, интима ровная. Интерадвентициальный диаметр левой общей сонной артерии 0,8 см, просвет артерии анэхогенный. Правая внутренняя яремная вена прилежит к передней стенке правой общей сонной артерии. Диаметр ствола внутренней яремной вены: в проксимальном отделе – 1,2 см, в среднем отделе – 0,5 см, просвет вены анэхогенный.

2. г – комплекс интима-медиа общей сонной артерии в поперечной проекции не утолщен – 0,6 мм (возрастная норма – до 0,7 мм), дифференцирован на слои, интима ровная. Большой диаметр проксимальной (нижней) луковицы правой внутренней яремной вены, измеренный в надключичной области, в поперечной проекции не расширен – 1,37 см, просвет вены анэхогенный. Стенки правой внутренней яремной вены не компрессируются общей сонной артерией.

3. д – клапан передней стенки в просвете правой внутренней яремной вены.

Закключение:

1. Гемодинамически значимых препятствий кровотоку и вариантов строения правой общей сонной артерии не выявлено.

2. В надключичной области правая внутренняя яремная вена не расширена, проходима с одной из передних створок клапана в просвете.

3. Признаков компрессии правой внутренней яремной вены общей сонной артерией не выявлено.

ОСА часто бывает деформирована (С- или S-образно извита). Для корректных измерений диаметра необходимо изображение ОСА вывести через весь экран (по длине монитора ультразвукового аппарата) и параллельно краю экрана. Для получения ровного изображения можно осторожно углубить проксимальный край датчика в ткани шеи. Давление на область КБ (луковицу сонной артерии или каротидный синус) непозволительно. Сдавление (компрессия) ОСА может производиться только проксимальнее нижнего края щитовидного хряща. Обе стенки ОСА должны быть хорошо выведены, то есть видна их слоистая структура. Визуализируются стенки ОСА: передняя (ближняя), расположенная ближе к датчику, и задняя (дальняя) – дальше от датчика (рис. 7а, б, 8а, б).

По мнению ведущих специалистов, необходимо начинать исследование внечерепных отделов брахиоцефальных артерий с локации БЦС и правой ПКЛА (Балахонова Т.В., 2015; Куликов В.П., Шульгина Л.Э., 2019) (рис. 10). Левая ПКЛА лоцируется из надключичного доступа только в среднем и дистальном отделах линейным датчиком с частотой 15–7 МГц (рис. 11). Часто устье и проксимальный отдел левой ПКЛА вывести линейным датчиком невозможно. Как правило, дугу аорты, устья и проксимальные отделы левых ПКЛА и ОСА необходимо исследовать по завершении стандартного ДС внечерепных отделов БЦА. В случае выявления признаков гемодинамически значимого поражения их начальных сегментов локацию проводят секторным датчиком с частотой 2,5 МГц, то есть завершают плановое

исследование. Датчик помещают в яремной вырезке аналогично сосудистой проекции ЭхоКГ из супрастернального доступа с расположением метки датчика влево. Положение фирменной метки аппарата в левом верхнем углу монитора, как принято для всех сосудистых исследований (рис. 9).

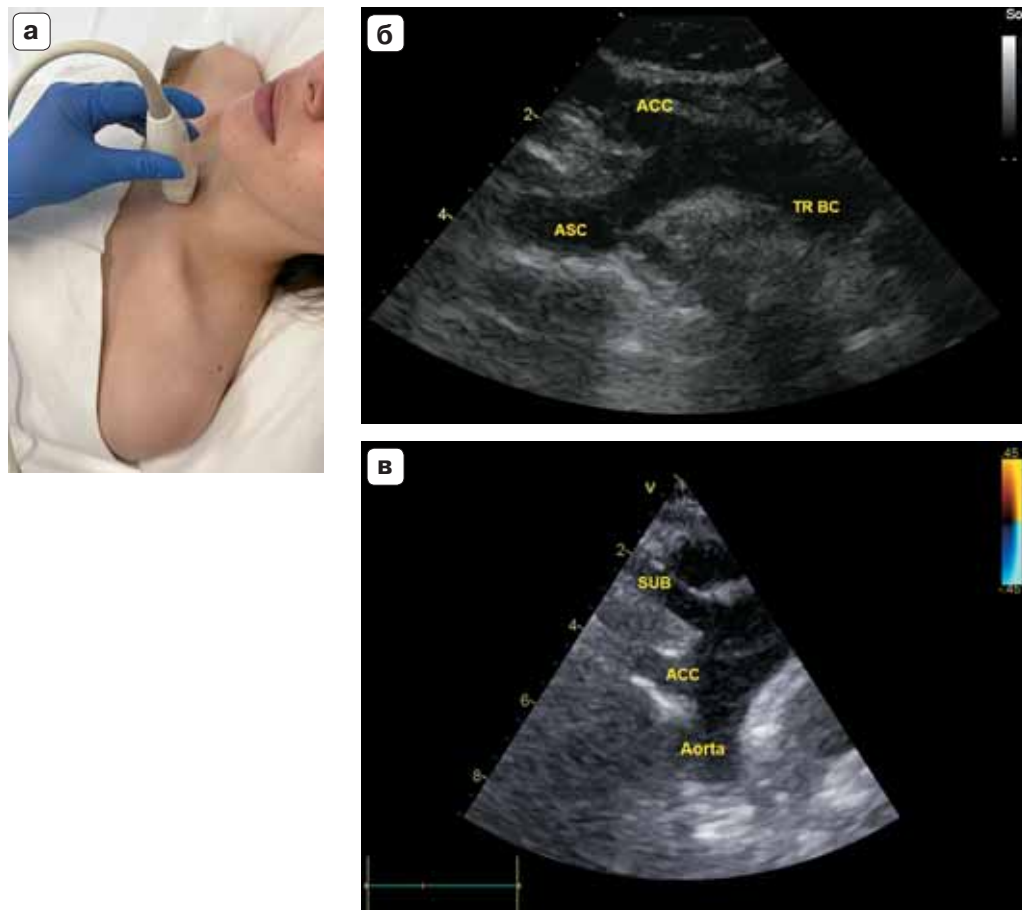


Рис. 9. Методика локации ветвей дуги аорты из надключичного доступа (а). ДС дистального отдела брахиоцефального ствола (TR BC); устья и проксимального отдела правой общей сонной артерии (ACC); устья и проксимального отдела правой подключичной артерии (ASC) (б); ДС дуги аорты (Aorta): устья левой ОСА (ACC); устья и проксимального отдела левой ПКЛА (SUB). Исследование проводится секторным датчиком с частотой 2,5 МГц из яремной вырезки (из супрастернального доступа) аналогично сосудистой проекции ЭхоКГ. Фирменная метка ультразвукового аппарата (V) располагается в левом верхнем углу экрана монитора (в).

Образец заключения № 3 к рис. 9б, в

ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ДУГИ АОРТЫ, БРАХИОЦЕФАЛЬНОГО СТВОЛА, ПОДКЛЮЧИЧНЫХ И ОБЩИХ СОННЫХ АРТЕРИЙ

1. б – стенки дистального отдела брахиоцефального ствола, устьев и проксимальных отделов правых подключичной и общей сонной артерий не утолщены, ровные. Интерадвентициальный диаметр: дистального отдела аорты – 2,0 см;

подключичной артерии – 1,0 см; устья общей сонной артерии – 0,75 см. Ход дистального отдела брахиоцефального ствола, проксимальных отделов правых подключичной и общей сонной артерий ровный, просвет анэхогенный.

2. в – стенки дуги аорты, устьев и проксимальных отделов левых общей сонной, устья подключичной артерий не утолщены, уплотнены, ровные.

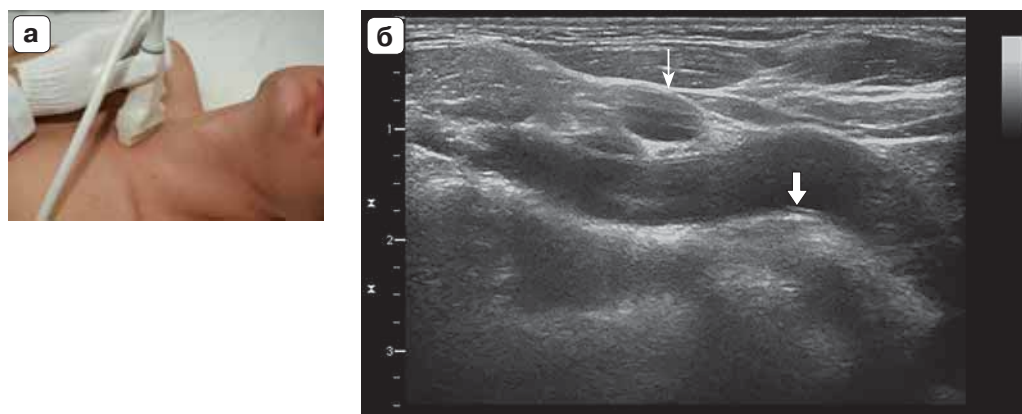


Рис. 10. Методика локации дистального отдела брахиоцефального ствола (БЦС) и проксимального отдела правой подключичной артерии (ПКЛА). Продольная проекция (а). ДС БЦС и правой ПКЛА с измерением толщины комплекса интима-медиа (стрелка). Продольное сканирование. Поперечная проекция проксимальной (нижней) луковицы правой внутренней яремной вены (тонкая стрелка) (б).

Образец заключения № 4 к рис. 10б

ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ БРАХИОЦЕФАЛЬНОГО СТВОЛА И ПРАВЫХ ПОДКЛЮЧИЧНОЙ АРТЕРИИ И ВНУТРЕННЕЙ ЯРЕМНОЙ ВЕНЫ

1. б – комплекс интима-медиа дистального отдела брахиоцефального ствола не утолщен – 0,7 мм (возрастная норма – до 0,7 мм), дифференцирован на слои, интима ровная. Стенки проксимального отдела правой подключичной артерии не утолщены, ровные. Интерадвентициальный диаметр дистального отдела брахиоцефального ствола и проксимального отдела правой подключичной артерии 0,8 см, просвет артерий анэхогенный. Правая внутренняя яремная вена лоцируется над передней стенкой правой подключичной артерии. Диаметр проксимальной (нижней) луковицы внутренней яремной вены 0,7 см, просвет вены анэхогенный.

Заключение:

1. Гемодинамически значимых препятствий кровотоку и вариантов строения дистального отдела брахиоцефального ствола и проксимального отдела правой подключичной артерии не выявлено.

2. В надключичной области проксимальная (нижняя) луковица правой внутренней яремной вены не расширена, проходима. Признаков компрессии правой внутренней яремной вены общей сонной артерией не выявлено.

Дистальный отдел БЦС и правая ПКЛА часто доступны для сканирования линейным датчиком с частотой 15–9 МГц (рис. 10). Метка датчика должна быть направлена в левый верхний угол экрана (на фирменный знак ультразвукового аппарата). Датчик необходимо поместить в яремной вырезке за грудино-ключичное сочленение и вывести область бифуркации БЦС на правые ОСА и правую ПКЛА. Слева на экране появится изображение задней и передней стенок устья и проксимального отдела правой ПКЛА. Проксимальную часть ПКЛА отделяет от дистальной правая ПА, направленная вверх. На экране монитора, поднимаясь из глубины (от дуги аорты), определяется дистальный отдел БЦС, переходящий в более узкое устье и проксимальный отдел правой ПКЛА.

Лоцировать левую ПКЛА линейным датчиком значительно труднее, как правило, виден только дистальный отдел (рис. 11); исследование приходится проводить конвексным датчиком с частотой 3,5 МГц или секторным датчиком с частотой 2,5 МГц.

Обычно внутри просвета артерии движение потока крови не видно, просвет однороден, анэхогенный. При ДС оцениваются стенки и просвет ОСА, ВСА, определяют наличие деформаций и атеросклеротических бляшек.

Диаметры ОСА, ВСА, НСА в стандартном исследовании в протокол можно не заносить, так как эти показатели зависят от анатомо-конституциональных особенностей пациента (роста и массы тела) и существенного диагностического значения не имеют, если они значительно не уменьшены до уровня гипоплазии артерии. Измерение истинного диаметра артерии проводится интерадвентициально (от адвентиции до адвентиции), тогда как ширина перфузируемого просвета измеряется от интимы до интимы.

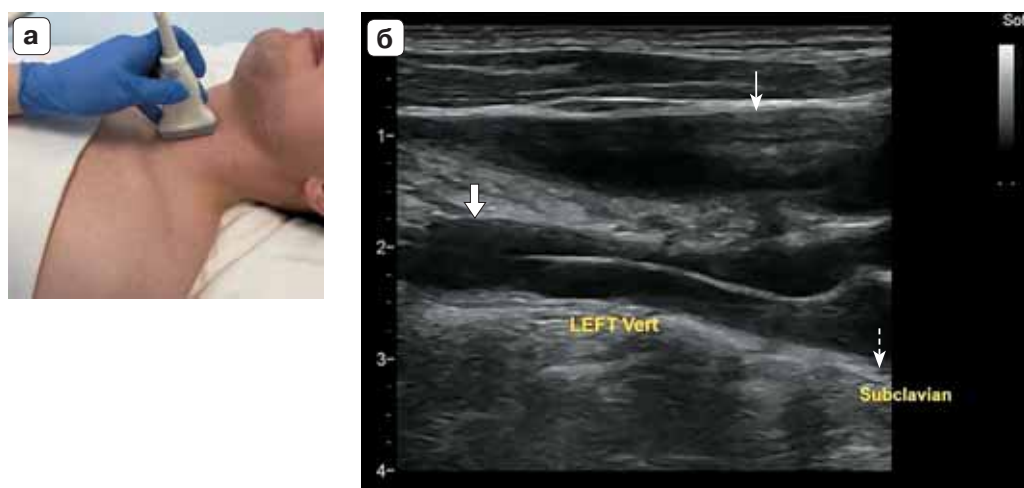


Рис. 11. Методика локации левых подключичной артерии (в поперечной проекции) из надключичного доступа и I сегмента позвоночных артерии и вены в продольной проекции (а); ДС поперечной проекции левой подключичной артерии (Subclavian) (пунктирная стрелка) и экстравертебральных отделов (I сегмента) левых позвоночных артерии (Lefy Vert) и вены (стрелка). Продольное сканирование внутренней яремной вены (тонкая стрелка) (б).

Образец заключения № 5 к рис. 11б**ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ЛЕВЫХ ПОДКЛЮЧИЧНОЙ АРТЕРИИ И ПОЗВОНОЧНЫХ АРТЕРИИ И ВЕНЫ**

1. б – комплекс интима-медиа проксимального отдела левой подключичной артерии в поперечной проекции не утолщен – 0,7 мм (возрастная норма – до 0,7 мм), дифференцирован на слои, интима ровная. Интерадвентициальный диаметр проксимального отдела левой подключичной артерии в поперечной проекции (округлой формы) 1,0 см, просвет артерии анэхогенный. Комплекс интима-медиа проксимального отдела левой позвоночной артерии в продольной проекции не утолщен – 0,7 мм (возрастная норма – до 0,7 мм), дифференцирован на слои, интима ровная. Просвет экстравертебрального отдела левой позвоночной вены в продольной проекции неравномерно сужен, просвет анэхогенный. Левая внутренняя яремная вена расположена над передней стенкой левой позвоночной вены. Интерадвентициальный диаметр проксимального отдела (нижней) луковицы внутренней яремной вены не расширен – 1,6 см; средний отдел – сужен до 0,3 см, просвет вены анэхогенный.

Заключение:

1. Гемодинамически значимых препятствий кровотоку и вариантов строения проксимального отдела левых подключичной артерии и проксимального отдела (I сегмента) позвоночной артерии не выявлено.

2. В надключичной области проксимальная (нижняя) луковица левой внутренней яремной вены не расширена, проходима. Признаки компрессии датчиком левой внутренней яремной вены в среднем отделе.

Для научных исследований измерение диаметра проводится относительно зубца *T* ЭКГ (в диастолу): сразу дистальнее зубца *T* – диаметр артерии минимальный; перед зубцом *R* – диаметр еще меньше. Разница диаметров сонных артерий невелика, она составляет 0,04–0,03 см (рис. 12, 13).

При сканировании ОСА, ВСА и НСА применяют три следующие продольные проекции: прямая, переднелатеральная и заднелатеральная. Прямая проекция, тогда пациент лежит ровно на спине и поднимает подбородок вверх, а датчик устанавливается перпендикулярно поверхности кожи, прямо над ОСА, по внутреннему краю наружной грудино-ключично-сосцевидной (кивательной) мышцы. Такая проекция применяется с обеих сторон у людей с длинной шеей для выявления поперечных проекций ОСА, НСА, ВСА (рис. 14а, 15а).

Чаще используется переднелатеральная проекция, создающая максимальное поле локации. Пациент лежит на спине, а его голова повернута на 45° в противоположную сторону от исследуемой. Датчик устанавливается прямо над ОСА (рис. 7а, б, 8а, б). В случаях, когда у пациента имеются выраженное ожирение, гипертрофия мышц или короткая шея, 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, с помощью него лучше определяется ультразвуковая структура сосудистой стенки и атеросклеротической бляшки, нет деформаций по краям изображения.