

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1392>

Особенности эхографической картины диссекций экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий

© Орлова Е.В.^{1*}, Бердалин А.Б.¹, Хайцман Д.М.¹, Лелюк С.Э.², Лелюк В.Г.¹

¹ ФГБУ “Федеральный центр мозга и нейротехнологий” ФМБА России; 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1, стр. 10, Российская Федерация

² ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

Цель исследования: определение частоты различных ультразвуковых признаков диссекций экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий, а также сопоставление результатов ультразвукового и нейровизуализирующих методов исследования в диагностике диссекций.

Материал и методы. В исследование включены сведения о 108 пациентах, среди них 44 (40,7%) женщины, 64 (59,3%) мужчины, средний возраст составил 56 ± 14 лет. Всем пациентам было проведено ДС БЦА, 53 пациентам КТ-АГ, 99 пациентам МРТ.

Результаты. Чувствительность ДС БЦА при первичной диагностике диссекций в нашем исследовании составила 97,2%. У 40 (37%) пациентов наличие диссекции по данным дуплексного сканирования также подтверждалось при проведении КТ-АГ или МРТ. Расширение диаметра сосуда и наличие интрамуральной гематомы (ИМГ), а также их сочетание оказались наиболее часто встречающимися ультразвуковыми признаками диссекций в нашем исследовании. Умеренная экзогенность ИМГ отмечалась достоверно чаще в случаях, если диссекция не подтверждалась данными КТ-АГ или МРТ ($p = 0,018$). Из всех ультразвуковых признаков диссекций наибольшая доля совпадения с признаками, полученными при нейровизуализирующих методах диагностики, имела место при ИМГ.

Заключение. Наиболее часто регистрируемые ультразвуковыми признаками диссекций оказались расширение диаметра сосуда и наличие ИМГ, а также их сочетание. Результаты исследования показали высокую чувствительность ультразвукового метода в выявлении диссекций, особенно в подострой и хронической стадии, а также при дифференциальной диагностике патологий БЦА для установления причин развития ишемического инсульта.

Ключевые слова: диссекция; ультразвуковые признаки; интрамуральная гематома; брахиоцефальные артерии; ишемический инсульт

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Орлова Е.В., Бердалин А.Б., Хайцман Д.М., Лелюк С.Э., Лелюк В.Г. Особенности эхографической картины диссекций экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий. *Медицинская визуализация*. 2024; 28 (3): 77–88. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1392>

Поступила в редакцию: 28.07.2023. **Принята к печати:** 10.02.2024. **Опубликована online:** 11.04.2024.

Echographic pattern features of dissections of the extracranial parts of the brachiocephalic arteries

© Ekaterina V. Orlova^{1*}, Alexander B. Berdalin¹, Darya M. Khaitsman¹,
Svetlana E. Lelyuk², Vladimir G. Lelyuk¹

¹ Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies of the Federal Medical Biological Agency (FMBA of Russia); 1-10, Ostrovityanova str., Moscow 117513, Russian Federation

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2/1-1, Barrikadnaya str., Moscow 125993, Russian Federation



Purpose: to determine the frequency of various ultrasound signs of dissections of the extracranial parts of the brachiocephalic arteries, as well as to compare the results of ultrasound and neuroimaging methods in the diagnostics of dissections.

Materials and methods. The study included data on 108 patients, among them 44 (40.7%) women, 64 (59.3%) men, mean age was 56 ± 14 years. All patients underwent duplex scanning of the brachiocephalic arteries, 53 patients underwent CT-angiography, and 99 patients underwent MRI.

Results. The sensitivity of duplex scanning in the primary diagnosis of dissections in our study was 97.2%. In 40 patients (37%) with dissections according to duplex scanning the presence of dissection was also confirmed on CT-angiography or MRI. Expansion of the vessel diameter and the presence of intramural hematoma (IMH), as well as their combination, were the most common ultrasound signs of dissections in our study. In cases where dissection was not confirmed by CT-angiography or MRI data moderate echogenicity of IMH was noted significantly more often ($p = 0.018$). Of all the ultrasound signs of dissections, the highest share of coincidence with the signs obtained with neuroimaging diagnostic methods occurred with IMG.

Conclusion. The most frequently recorded ultrasound signs of dissections were the expansion of the vessel diameter and the presence of IMG, as well as their combination. The results of the study showed a high sensitivity of the ultrasound method in detecting dissections, especially in the subacute and chronic stages, as well as to determine the causes of ischemic stroke in the differential diagnosis of brachiocephalic artery pathologies.

Keywords: dissection; ultrasound signs; intramural hematoma; brachiocephalic arteries; ischemic stroke

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Orlova E.V., Berdalin A.B., Khaitsman D.M., Lelyuk S.E., Lelyuk V.G. Echographic pattern features of dissections of the extracranial parts of the brachiocephalic arteries. *Medical Visualization*. 2024; 28 (3): 77–88. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1392>

Received: 28.07.2023.

Accepted for publication: 10.02.2024.

Published online: 11.04.2024.

Введение

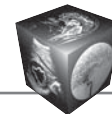
Под термином “диссекция” подразумевается проникновение крови в артериальную стенку через разрыв одного и более ее слоев, что приводит к осложнениям: образованию гематомы, тромбозу, сужению просвета сосуда, развитию псевдоаневризмы, а также разрыву сосуда [1]. Истинная распространенность диссекций неизвестна ввиду асимптомного течения в значительном количестве случаев.

Разрыв артериальной стенки может быть субадвентициальным и субинтимальным. В случае субинтимального разрыва образуется карман между интимой и медией сосуда, что приводит к стенозированию просвета. В случае субадвентициального разрыва дефект появляется между медией и адвентицией, что приводит к псевдоаневризматическому выпячиванию и (или) разрыву сосуда. Интрамуральная гематома (ИМГ) может появиться и без первичного разрыва слоев стенок вследствие различных ангиопатий и повреждения *vasa vasorum* [2].

Наиболее неинвазивным и свободным от рисков методом визуализации с высоким пространственным разрешением и мощным потенциалом является дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий (ДС БЦА), однако диссекции в дистальных сегментах сонных или позвоночных артерий достаточно трудно визуализировать при помощи ультразвукового исследования из-за близкого расположения к костным структурам, анатомических особенностей, в том числе глубо-

кого залегания и непрямолинейностью хода. Поэтому, в первую очередь, метод ограничивается оценкой экстракраниальных отделов сонных и позвоночных артерий, где он может быть весьма полезен в визуализации аберраций потока, ИМГ, внутрисосудистого тромба и лоскутов интимы [3, 4]. Зачастую удается визуализировать двойной просвет, который состоит из эхогенного лоскута, который делит просвет на два (т.е. истинный и ложный). Также при ИМГ можно визуализировать эксцентрический компонент, который имеет разные характеристики в зависимости от сроков диссекции. Очевидным преимуществом дуплексного сканирования в сравнении с другими визуализирующими методами диагностики является возможность в спектральном доплеровском режиме оценить гемодинамику в сосуде. Изменения кровотока при диссекции, связанные со значимым сужением просвета, характеризуются снижением скорости в луковиче сонной артерии и повышением индексов периферического сопротивления проксимальнее стеноза, в отдельных случаях при критическом стенозе, субокклюзии, окклюзии может лоцироваться измененный поток, вплоть до двунаправленного. Также при значимом сужении или окклюзии сонных артерий может определяться компенсаторный повышенный кровоток в интактной артерии [3].

Точность первичной диагностики диссекций экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий (до проведения нейровизуализирующих методов диагностики) по данным ультразвукового



дуплексного сканирования очень высока и составляет 92% как для сонных, так и для позвоночных артерий [4].

Согласно исследованию 2018 г., в котором были сопоставлены результаты ультразвукового исследования у пациентов с подтвержденными диссекциями и другими лучевыми методами исследования, дуплексное сканирование имеет большое диагностическое преимущество благодаря прямому обзору области диссекции, точности и низкой стоимости [5].

Однако к настоящему времени неизвестна частота тех или иных ультразвуковых признаков диссекций, их сочетаний, а также ограничены сведения о результатах исследований диссекций с различными ультразвуковыми признаками с помощью нейровизуализирующих методов.

Цель исследования: определение частоты различных ультразвуковых признаков диссекций экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий, а также сопоставление результатов ультразвукового и нейровизуализирующих методов исследования в диагностике диссекций.

Материал и методы

Были проанализированы данные 122 пациентов с наличием диссекций по данным КТ-АГ/МРТ или ДС БЦА. Их них 14 пациентам ДС БЦА проведено не было. Критерием включения в исследование было наличие данных ДС БЦА, а также диссекции, подтвержденной данными ДС БЦА или КТ-АГ или МРТ. Таким образом, в исследование включены сведения о 108 пациентах с данными ДС БЦА, из них 44 (40,7%) женщины, 64 (59,3%) мужчины. Средний возраст составил 56 ± 14 (21–84) лет.

Пациентам, включенным в исследование, проводили ДС БЦА и транскраниальное дуплексное сканирование на сканере Philips Epiq 7G (Philips, США) широкополосными мультимодальными датчиками с частотой 3–12 МГц и 1–5 МГц соответственно.

Изучали наличие и выраженность образований, стенозирующих просветы, их локализацию, проводили оценку степени стеноза (для внутренней сонной артерии – по ECST), диаметра артерии, изучали акустическую структуру образования, его поверхность, наличие связанных с ним внутрипросветных феноменов. Учитывались такие ультразвуковые признаки, как наличие расширения диаметра сосуда, асимметричное сужение межинтимального диаметра, наличие ИМГ, эксцентрично сужающей просвет сосуда и находящейся между гиперэхогенной адвентицией и повышенной эхогенности отслоенной интимой, эхоген-

ность ИМГ, наличие лоскута интимы в просвете артерии, в том числе флотирующего.

Дифференциальная диагностика локального аневризматического расширения сосуда от расширения диаметра артерии при диссекции основывалась на локальности поражения, отсутствии дополнительных образований в расширенном участке артерии, а при наличии пристеночного тромбоза – отсутствии на его поверхности повышенной эхогенности интимы [4, 6].

Для дифференциальной диагностики диссекции и атеротромбоза учитывали такие признаки, как молодой возраст пациента, отсутствие или незначительная выраженность атеросклеротического поражения ветвей дуги аорты, локализация стенооокклюзирующего процесса на несколько сантиметров выше устья артерии с формированием пролонгированного неравномерного стеноза либо при наличии окклюзии – “косого” направления отслоенной интимы [6, 7].

Дифференциальная диагностика диссекции с аортоартериитом (болезнью Такаясу) основывалась на более характерной для аортоартериита неизменной величине наружного диаметра артерии, неравномерном сужении просвета сосуда (в зависимости от стадии поражения), постстенотической дилатации, частом сопутствующем вовлечении аорты и ее крупных ветвей (общих сонных и подключичных артерий) [6].

Пациенты с наличием диссекций интракраниальных сегментов артерий в настоящее исследование не включены ввиду невозможности верификации таких поражений с использованием дуплексного сканирования.

Пациентам, участвующим в исследовании, осуществляли МР-исследования головного мозга, которое было проведено на томографе Discovery MR750w (General Electric, США) с индукцией магнитного поля 3 Тл. Однако 9 пациентам исследование провести не удалось ввиду различных противопоказаний.

По решению экспертного консенсуса по результатам клинических разборов 53 пациентам было проведено МСКТ-исследование, которое было выполнено на 128-срезовом компьютерном томографе Optima (GE, США) с напряжением 120 кВ, силой тока 350 мАс.

МСКТА- и МРА-признаки наличия диссекции для отбора пациентов в основную группу включали симптом полулуния (соответствующий ИМГ) [8], эксцентрический стеноз просвета с увеличением наружного диаметра артерии [9–11], наличие псевдоаневризмы и симптома “пламя свечи” [12].

Статистическая обработка данных, полученных в настоящем исследовании, проводилась с при-



менением программных пакетов SPSS Statistics версии 26.0 (IBM, США) и R software версии 4.0.2 (R Core Team, Австрия). Нулевую гипотезу отвергали при уровне значимости $p \leq 0,05$. Для описания количественных переменных использовали среднее арифметическое и стандартное отклонение или, в случае несоответствия распределения нормальному, медиану и квартили, для качественных – частоту и долю (в процентах). Проверка соответствия распределения количественных переменных нормальному была осуществлена с использованием критерия Колмогорова–Смирнова. Сравнение частот качественных зависимых переменных между категориями независимых (группирующих) переменных осуществляли с использованием критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера. Для оценки взаимосвязи между количественными и порядковыми переменными применяли корреляционный анализ по Пирсону. Сравнения количественных зависимых переменных осуществлялись посредством критерия Манна–Уитни. Также использовали поправку на множественность сравнений по Бонферрони.

Результаты

Из 108 пациентов, включенных в настоящее исследование, у 3 (2,8%) пациентов данные ДС БЦА при первичном обследовании не были интерпретированы как диссекция, хотя в этих случаях она позже была диагностирована при МСКТА или МРТ. Во всех трех случаях диссекции были локализованы в дистальных отрезках шейного сегмента ВСА перед входом в череп. Таким образом, чувствительность ДС БЦА при первичной диагностике диссекций в нашем исследовании составила 97,2%.

Данные о локализации диссекций представлены в табл. 1.

Из них имели место по 1 случаю сочетания диссекции правой ОСА и правой ВСА, левой ОСА и левой ВСА, левой ОСА и левой ПА, левой ВСА и правой ПА, левой ВСА и левой ПА, 3 случая сочетания диссекции в правой ВСА и левой ВСА, 3 случая – в правой ВСА и правой ПА и 6 случаев сочетания диссекций в правой и левой ПА.

Частота основных ультразвуковых признаков диссекций у пациентов, включенных в исследование, представлена в табл. 2.

Расширение диаметра сосуда и наличие ИМГ оказались наиболее часто встречающимися ультразвуковыми признаками диссекций в сравнении с остальными (регистрировались более чем в 50% случаев).

При оценке частоты ультразвуковых признаков диссекции в зависимости от локализации (в сонных или позвоночных артериях) (табл. 3) было установлено, что достоверно реже ($p < 0,05$) при диссекции ПА отмечалось наличие “двойного” просвета по данным ДС БЦА, а также достоверно реже ($p < 0,05$) при диссекции сонных артерий выявлялось асимметричное сужение межинтимального диаметра.

Было проанализировано сочетание ультразвуковых признаков у пациентов с диссекциями (табл. 4), наиболее частым оказалось сочетание наличия расширения диаметра сосуда и наличия ИМГ.

9 пациентам ввиду различных противопоказаний МРТ проведена не была, МСКТА была выполнена 53 пациентам. У 40 (37%) пациентов наличие диссекции по данным дуплексного сканирования

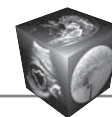
Таблица 1. Распределение выявленных диссекций БЦА в зависимости от локализации

Table 1. The distribution of detected BCA dissections depending on localization

Локализация диссекции Localization of dissection	Количество пациентов Number of patients	Доля, % Share, %
Правая ОСА / Right CCA	3	2.8%
Левая ОСА / Left CCA	8	7.4%
Правая ВСА / Right ICA	28	25.9%
Левая ВСА / Left ICA	30	27.8%
Правая НСА / Right ECA	1	0.9%
Правая ПА / Right VA	31	28.7%
Левая ПА / Left VA	24	22.2%

Примечание. ОСА – общая сонная артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, НСА – наружная сонная артерия, ПА – позвоночная артерия.

Note. CCA – common carotid artery, ICA – internal carotid artery, ECA – external carotid artery, VA – vertebral artery.

**Таблица 2.** Частота ультразвуковых признаков диссекций экстракраниальных отделов БЦА**Table 2.** The frequency of the ultrasound signs of dissections of the BCA extracranial parts

Признак Sign	Количество пациентов Number of patients	Доля,% Share, %
Наличие расширения диаметра сосуда Presence of the vessel diameter expansion	58	53.7
Наличие “двойного” просвета / Presence of a “double” lumen	19	17.6
Асимметричное сужение межинтимального диаметра Asymmetric narrowing of the interintimal diameter	36	33.3
Наличие ИМГ / Presence of IMG	55	50.9
Эхогенность ИМГ / Echogenicity of IMG		
анэхогенная / anechogenic	6	10.9
гипо- и анэхогенная / hypo- and anechogenic	9	16.4
гипоэхогенная / hypoechogenic	18	32.7
умеренная / moderate	21	38.2
Наличие лоскута интимы в просвете, в том числе флотирующего Presence of an intimal flap in the lumen, incl. floating	10	9.3

Таблица 3. Частота ультразвуковых признаков диссекции в зависимости от локализации**Table 3.** The frequency of dissection ultrasound signs depending on location

Признак Sign	Диссекция сонных артерий Dissection of the carotid arteries n (%)	Диссекция позвоночных артерий Dissection of the vertebral arteries n (%)	p
Наличие расширения диаметра сосуда Presence of the vessel diameter expansion			
да / yes	30 (52.6%)	25 (55.6%)	0.842
нет / no	27 (47.4%)	20 (44.4%)	
Наличие “двойного” просвета / Presence of a “double” lumen			
да / yes	17 (29.8%)	1 (2.2%)	<0.0001
нет / no	40 (70.2%)	44 (97.8%)	
Асимметричное сужение межинтимального диаметра Asymmetric narrowing of the interintimal diameter			
да / yes	14 (24.6%)	21 (46.7%)	0.023
нет / no	43 (75.4%)	24 (53.3%)	
Наличие ИМГ / Presence of IMG			
да / yes	29 (50.9%)	22 (48.9%)	1.0
нет / no	28 (49.1%)	23 (51.1%)	
Эхогенность ИМГ / Echogenicity of IMG			
анэхогенная	4 (14.3%)	2 (9.1%)	
гипо- и анэхогенная	7 (25%)	1 (4.5%)	
гипоэхогенная	8 (28.6%)	8 (36.4%)	
умеренная	9 (32.1%)	11 (50%)	
Наличие лоскута интимы в просвете, в т.ч. флотирующего Presence of an intimal flap in the lumen, incl. floating			
да / yes	6 (10.5%)	1 (2.2%)	0.130
нет / no	51 (89.5%)	44 (97.8%)	

**Таблица 4.** Частота различных сочетаний ультразвуковых признаков диссекций по данным ДС БЦА**Table 4.** The frequency of various combinations of dissections ultrasound signs according to the data of duplex scanning

Сочетание ультразвуковых признаков Combination of sonographic features	Количество пациентов Number of patients n (%)
Расширение диаметра сосуда и наличие “двойного” просвета Expansion of the vessel diameter and the presence of a “double” lumen	10 (9.3%)
Расширение диаметра сосуда и асимметричное сужение межинтимального диаметра Expansion of the vessel diameter and asymmetric narrowing of the interintimal diameter	16 (14.8%)
Расширение диаметра сосуда и наличие ИМГ Expansion of the vessel diameter and the presence of IMG	32 (29.6%)
Расширение диаметр сосуда и наличие лоскута в просвете, в том числе флотирующего Expansion of the vessel diameter and the presence of a flap in the lumen, incl. floating	5 (4.6%)
Наличие “двойного” просвета и асимметричное сужение межинтимального диаметра The presence of a “double” lumen and asymmetric narrowing of the interintimal diameter	5 (4.6%)
Наличие “двойного” просвета и ИМГ The presence of a “double” lumen and IMG	8 (7.4%)
Наличие “двойного” просвета и лоскута интимы в просвете, в том числе флотирующего The presence of a “double” lumen and an intimal flap in the lumen, incl. floating	5 (4.6%)
Асимметричное сужение межинтимального диаметра и наличие ИМГ Asymmetric narrowing of the interintimal diameter and the presence of IMG	12 (11.1%)
Асимметричное сужение межинтимального диаметра и наличие лоскута интимы, в том числе флотирующего Asymmetric narrowing of the interintimal diameter and the presence of an intimal flap, incl. floating	1 (0.9%)
Наличие ИМГ и лоскута интимы в просвете, в том числе флотирующего The presence of IMG and intima flap in the lumen, incl. floating	1 (0.9%)

также подтверждалось при проведении МСКТА или МРТ.

При оценке взаимосвязи подтверждения наличия диссекции по данным МСКТА или МРТ с различными ультразвуковыми признаками диссекций по данным ДС БЦА достоверная взаимосвязь была выявлена для эхогенности ИМГ (умеренная эхогенность ИМГ отмечалась достоверно чаще в случае, если диссекция не подтверждалась данными МСКТА или МРТ, $p = 0,018$) (см. рисунок). Для других ультразвуковых признаков диссекции по данным ДС БЦА значимой взаимосвязи с подтверждением диссекции по данным МСКТА или МРТ выявлено не было.

Была выявлена взаимосвязь между локализацией диссекции и ее подтверждением по данным МСКТА или МРА в сравнении с данными ДС БЦА. Достоверно чаще ($p = 0,018$) при локализации диссекции в ПА по данным ДС БЦА ее наличие не подтверждалось данными МСКТА или МРТ (30 (48,4%) случаев против 13 (33,3%) случаев), в отличие от сонных артерий.

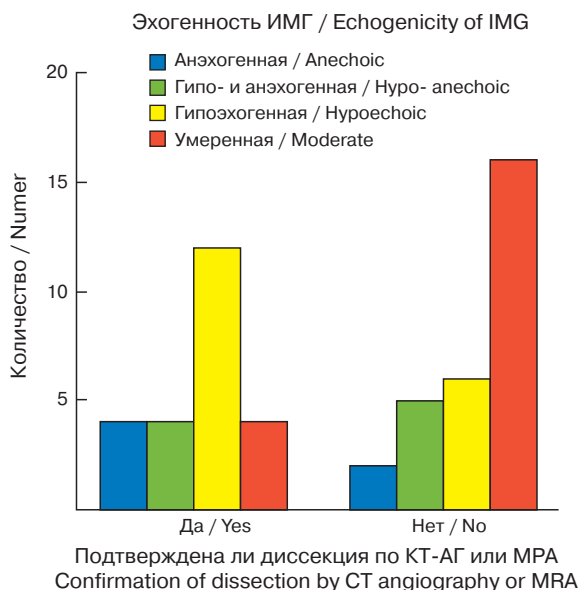
**Рисунок.** Эхогенность ИМГ в зависимости от выявления признаков диссекции по данным МСКТА или МРТ.

Figure. Echogenicity of IMG depending on the detection of dissection signs according to MSCT-angiography or MRI data.

**Таблица 5.** Доля совпадения признаков диссекций, полученных при ДС БЦА и МСКТА**Table 5.** Share of coincidence of dissections signs obtained by duplex scanning and by MSCT-angiography

Наличие признака диссекции по данным различных методов диагностики The presence of dissection sign according to various diagnostic methods	КТ: симптом полулуния СТ: Crescent Symptom (n/%)		КТ: увеличение наружного диаметра СТ: outer diameter increase (n/%)		КТ: псевдо-аневризма СТ: pseudo-aneurysm (n/%)		КТ: “пламя свечи” СТ: “candle flame” (n/%)	
	есть yes	нет no	есть yes	нет no	есть yes	нет no	есть yes	нет no
ДС БЦА: расширение диаметра сосуда Duplex scanning: Expansion of the vessel diameter								
есть / yes	3 42.9%	19 65.5%	4 50.0%	18 64.3%	2 66.7%	20 60.6%	2 100.0%	20 58.8%
нет / no	4 57.1%	10 34.5%	4 50.0%	10 35.7%	1 33.3%	13 39.4%	0 0.0%	14 41.2%
ДС БЦА: наличие “двойного” просвета Duplex scanning: the presence of a “double” lumen								
есть / yes	1 14.3%	5 17.2%	0 0.0%	6 21.4%	0 0.0%	6 18.2%	1 50.0%	5 14.7%
нет / no	6 85.7%	24 82.8%	8 100.0%	22 78.6%	3 100.0%	27 81.8%	1 50.0%	29 85.3%
ДС БЦА: асимметричное сужение межинтимального диаметра Duplex scanning: Asymmetric narrowing of the interintimal diameter								
есть / yes	4 57.1%	5 17.2%	2 25.0%	7 25.0%	0 0.0%	9 27.3%	0 0.0%	9 26.5%
нет / no	3 42.9%	24 82.8%	6 75.0%	21 75.0%	3 100.0%	24 72.7%	2 100.0%	25 73.5%
ДС БЦА: наличие ИМГ Duplex scanning: Presence of IMG								
есть / yes	4 57.1%	17 58.6%	7 87.5%	14 50.0%	1 33.3%	20 60.6%	2 100.0%	19 55.9%
нет / no	3 42.9%	12 41.4%	1 12.5%	14 50.0%	2 66.7%	13 39.4%	0 0.0%	15 44.1%
ДС БЦА: наличие лоскута интимы в просвете, в том числе флотирующего Duplex scanning: Presence of an intimal flap in the lumen, incl. floating								
есть / yes	0 0.0%	3 10.3%	0 0.0%	3 10.7%	0 0.0%	3 9.1%	0 0.0%	3 8.8%
нет / no	7 100.0%	26 89.7%	8 100%	25 89.3%	3 100.0%	30 90.9%	2 100%	31 91.2%

**Таблица 6.** Доля совпадения признаков диссекций, полученных при ДС БЦА и МРТ**Table 6.** Share of coincidence of dissections signs obtained by duplex scanning and by MSCT-angiography

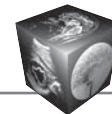
Наличие признака диссекции по данным различных методов диагностики The presence of dissection sign according to various diagnostic methods	МРТ: симптом полулуния MRI: Crescent Symptom (n/%)		МРТ: псевдоаневризма MRI: pseudo-aneurysm (n/%)	
	есть yes	нет no	есть yes	нет no
ДС БЦА: расширение диаметра сосуда Duplex scanning: Expansion of the vessel diameter есть / yes	11 78.6%	12 52.2%	1 50.0%	21 61.8%
нет / no	3 21.4%	11 47.8%	1 50.0%	13 38.2%
ДС БЦА: наличие "двойного" просвета Duplex scanning: the presence of a "double" lumen есть / yes	2 14.3%	4 17.4%	0 0.0%	6 17.6%
нет / no	12 85.7%	19 82.6%	2 100.0%	28 82.4%
ДС БЦА: асимметричное сужение межинтимального диаметра Duplex scanning: Asymmetric narrowing of the interintimal diameter есть / yes	6 42.9%	3 13.0%	0 0.0%	9 26.5%
нет / no	8 57.1%	20 87.0%	2 100.0%	25 73.5%
ДС БЦА: наличие ИМГ Duplex scanning: Presence of IMG есть / yes	10 71.4%	12 52.2%	1 50.0%	20 58.8%
нет / no	4 28.6%	11 47.8%	1 50.0%	14 41.2%
ДС БЦА: наличие лоскута интимы в просвете, в том числе флотирующего Duplex scanning: Presence of an intimal flap in the lumen, incl. floating есть / yes	0 0.0%	3 13.0%	0 0.0%	3 8.8%
нет / no	14 100.0%	20 87.0%	2 100.0%	31 91.2%

При анализе сопоставимости различных ультразвуковых, а также КТ- и МРТ-признаков диссекции ввиду различий физических принципов данных диагностических методов и невозможности установить соответствие между отдельными признаками проводилось сравнение всех признаков, полученных при дуплексном сканировании, со всеми признаками по данным КТ и МРТ (табл. 5, 6).

Приведенные данные свидетельствуют, что из всех ультразвуковых признаков диссекций наибольшая доля совпадений с другими методами диагностики характерна для наличия ИМГ. Обнаружение данного признака при дуплексном

сканировании в сравнении с остальными наиболее часто подтверждается при проведении нейровизуализации. Интересно, что наличие такого ультразвукового признака диссекции, как лоскут интимы в просвете, который ярко отражает наличие отслойки стенки артерии, не нашло подтверждения ни в одном случае сопоставления с признаками диссекции по данным МСКТА и МРТ.

Атеросклероз ветвей дуги аорты по данным ДС БЦА отмечался у 74 (68,5%) пациентов. При анализе взаимосвязи подтверждения диссекции по данным МСКТА или МРТ и наличия у пациента признаков атеросклероза ветвей дуги аорты на уровне



тенденции ($p = 0,052$) было установлено, что чаще атеросклероз обнаруживался у пациентов, у которых диссекция по МСКТА или МРТ не подтверждалась. У ряда пациентов по данным ДС БЦА мы наблюдали последствия диссекций в ПА (очевидные признаки в виде эксцентрически расположенной ИМГ умеренной эхогенности, в некоторых случаях с лоскутом интимы в просвете) на фоне невыраженного атеросклероза артерий дуги аорты, но по данным МСКТА/МРТ эти изменения в ПА никак не описывались, поскольку ИМГ уже не дифференцировалась от окружающих тканей, очевидного сужения просвета не наблюдалось, отсутствовали изменения гиперденности стенки артерии и потока в просвете артерии либо описывались как минимальные атеросклеротические изменения. Также имеются сведения, что МРТ/МРА имеет более низкую чувствительность и специфичность в выявлении диссекций ПА по сравнению с диссекциями сонных [20, 21].

Достоверной взаимосвязи ультразвуковых признаков диссекции по данным ДС БЦА и возрастом пациента, а также наличием признаков атеросклероза выявлено не было.

При оценке взаимосвязи ультразвуковых признаков диссекции и характеристик ишемического инсульта было установлено, что наличие ИМГ и умеренная эхогенность ИМГ достоверно чаще ($p = 0,014$ и $p = 0,002$ соответственно) были отмечены при локализации очага ишемического инсульта слева. Взаимосвязи ультразвуковых признаков диссекции по данным ДС БЦА с другими характеристиками очага инсульта установлено не было.

Обсуждение

Анализ и интерпретация полученных при проведении исследования результатов показали наличие ряда закономерностей, обсуждение которых представлено ниже.

Чувствительность метода ДС БЦА в нашем исследовании составила 97,2%, что оказалось выше значения J. Nebelsieck и соавт. (2009) [4]. Высокая чувствительность ультразвукового исследования связана с фокусированным прямым обзором области диссекции, а также возможностью визуализации признаков диссекции в подострой и хронической стадии ее развития.

Наиболее часто встречающимися ультразвуковыми признаками диссекции в нашем исследовании были расширение диаметра сосуда и наличие ИМГ, а также их сочетание. По данным исследования 2018 г. среди ультразвуковых признаков диссекции ПА наиболее распространенным является наличие ИМГ [5]. Кроме того, по результатам про-

веденного нами исследования было показано, что при диссекции ПА достоверно реже встречается наличие “двойного” просвета в сравнении с локализацией диссекции в каротидных артериях, а при диссекциях сонных артерий достоверно реже отмечалось асимметричное сужение межинтимального диаметра.

Известно, что по мере увеличения сроков от развития диссекции эхогенность ИМГ постепенно повышается от анэхогенной в острой стадии до умеренной в хронической стадии. Использование В-режима в сочетании с режимом цветового доплеровского кодирования позволяет визуализировать ИМГ в виде “непрокрашиваемого” участка просвета сосуда, что особенно важно при острой диссекции, когда гематома анэхогенна [13]. У лиц молодого возраста ИМГ может не рассасываться и по прошествии нескольких месяцев при проведении дуплексного сканирования может трактоваться как фиброзированная атеросклеротическая бляшка, однако молодой возраст пациента и отсутствие атеросклеротического поражения других артерий могут позволить заподозрить именно наличие ИМГ. Диагноз также может быть поставлен с использованием неинвазивных, общедоступных методов МСКТА или МРТ [14, 15]. В проведенном нами исследовании только у 37% пациентов наличие диссекции по данным дуплексного сканирования также подтверждалось при выполнении КТ или МРТ. Вероятно, это может быть связано с тем, что среди включенных в исследование лиц представлены пациенты с диссекциями в разных стадиях их развития. Известно, что через 2,5–3 мес от развития диссекции ИМГ при проведении МРА перестает визуализироваться в связи с ее “рассасыванием”, сопровождающимся восстановлением проходимости просвета артерии, либо, если сохраняется окклюзия, сигнал от организовавшейся ИМГ становится изоинтенсивным, вследствие чего она не дифференцируется от окружающих тканей [6]. По результатам нашего исследования среди пациентов, у которых по данным МСКТА или МРТ диссекция выявлена не была, несмотря на ее наличие по данным ультразвукового исследования, достоверно чаще выявлялась ИМГ умеренной эхогенности, что подтверждает вышеописанные предположения.

Выявление при дуплексном сканировании такого признака, как наличие ИМГ, в сравнении с остальными ультразвуковыми признаками наиболее часто совпадает с признаками, полученными при проведении МСКТА или МРТ, т.е. ИМГ является наиболее согласующимся с другими методами признаком независимо от локализации. Учитывая, что наличие ИМГ как по нашим данным,



так и по данным литературы [5] является наиболее часто встречающимся ультразвуковым признаком диссекции, факт его сопоставимости с признаками, полученными другими методами, повышает его диагностическую точность при проведении дуплексного сканирования.

Характерные МР-находки при диссекции сонных артерий включают в себя уменьшение или отсутствие артефакта потока и симптом полумесяца в результате сужения сосуда и ИМГ на аксиальных T1-взвешенных и FLAIR-изображениях [16, 17]. Сигнальные характеристики гематомы при этом зависят от давности кровоизлияния [18–20]. Также имеются сведения, что МРТ/МРА имеет более низкую чувствительность и специфичность в выявлении диссекций ПА по сравнению с диссекциями сонных [20, 21]. В нашем исследовании наличие диссекции в ПА по данным ДС БЦА достоверно реже подтверждалось по данным нейровизуализирующих методов диагностики. Вероятно, это связано с тем, что большей доле этих пациентов было проведено МРТ, а не МСКТА. Исследования, сравнивающие ценность методов визуализации диссекций ПА и ВСА, показали, что МСКТА может быть методом выбора для визуализации ПА, учитывая меньший диаметр сосуда и близость к костным структурам [22, 23]. Известно, что МСКТА превосходит МРТ с МРА в обнаружении псевдоаневризм, лоскутов интимы и субокклюзий [24].

Наименее согласующимся с результатами МСКТА и МРТ ультразвуковым признаком диссекции оказалось наличие лоскута интимы в просвете, в том числе флотирующего. Это может быть связано с базовыми физическими различиями ультразвуковых и нейровизуализирующих методов, из которых последние не позволяют визуализировать флотирующий фрагмент стенки артерии на статичных изображениях, что отражает высокую информативность дуплексного сканирования в таких случаях, не имеющую альтернативы.

Также в нашем исследовании было установлено, что на уровне тенденции чаще атеросклероз обнаруживался у пациентов, у которых диссекция по данным МСКТА или МРТ не подтверждалась. Вероятно, это может быть связано с тем, что у пациентов с наличием признаков атеросклероза ветвей дуги аорты признаки диссекции, в том числе наличие ИМГ, особенно в подострой и хронической стадиях, были интерпретированы как стеноз атеросклеротической бляшкой. Наличие у пациента сопутствующего атеросклероза ветвей дуги аорты при проведении нейровизуализирующих методов могло снижать фокус внимания с диссекции, что происходило реже при проведении ультразвукового исследования.

Локализация диссекции рядом с атеросклеротической бляшкой может вероятнее свидетельствовать о кровоизлиянии в бляшку, чем о совпадении в локализации атеросклеротического процесса и диссекции.

Было установлено, что наличие ИМГ и умеренная эхогенность ИМГ достоверно чаще регистрировались при локализации очага ишемического инсульта слева, при этом взаимосвязи ультразвуковых признаков диссекции по данным ДС БЦА с другими характеристиками очага инсульта установлено не было. Вероятно, выявленный феномен имеет случайный характер или связан с особенностями сформированной выборки.

Заключение

Наиболее часто регистрируемыми ультразвуковыми признаками диссекций оказались расширение диаметра сосуда и наличие ИМГ, а также их сочетание. Наличие ИМГ также оказалось наиболее согласующимся с признаками диссекции, полученными при проведении нейровизуализирующих методов диагностики, признаком независимо от локализации. Метод дуплексного сканирования показал свою безальтернативность в выявлении такого признака диссекции, как наличие лоскута интимы в просвете артерии. Наличие диссекции по данным дуплексного сканирования не всегда подтверждалось при проведении МСКТА или МРА в связи с более поздними стадиями течения диссекций у пациентов, включенных в исследование. Полученные в результате проведенного исследования данные показывают высокую чувствительность ультразвукового исследования в диагностике диссекций, в том числе в подострой и хронической стадиях, и могут быть полезны для дифференциальной диагностики выявленных патологий БЦА и установления причин развития ишемического инсульта.

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания №388-00083-22-00 от 30.12.2021, регистрационный номер НИР 122022100113-7 от 21 февраля 2022 г.

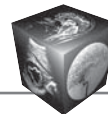
Участие авторов

Орлова Е.В. – обзор публикаций по теме статьи, написание текста, подготовка и редактирование текста, подготовка, создание опубликованной работы.

Бердалин А.Б. – концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Хайцман Д.М. – сбор и обработка данных.

Лелюк С.Э. – участие в научном дизайне.



Лелюк В.Г. – проведение исследования, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Orlova E.V. – review of publications, writing text, text preparation and editing, preparation and creation of the published work.

Berdalin A.B. – concept and design of the study, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data.

Khaitzman D.M. – collection and analysis of data.

Lelyuk S.E. – participation in scientific design.

Lelyuk V.G. – conducting research, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. Pham M.H., Rahme R.J., Arnaout O. et al. Endovascular Stenting of Extracranial Carotid and Vertebral Artery Dissections: A Systematic Review of the Literature. *Neurosurgery*. 2011; 68 (4): 856–866. <https://doi.org/10.1227/neu.0b013e318209ce03>
2. Völker W., Besselmann M., Dittrich R. et al. Generalized arteriopathy in patients with cervical artery dissection. *Neurology*. 2005; 64 (9): 1508–1513. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000159739.24607.98>
3. Gardner D.J., Gosink B.B., Kallman C.E. Internal carotid artery dissections: duplex ultrasound imaging. *J. Ultrasound Med*. 1991; 10 (11): 607–614. <https://doi.org/10.7863/jum.1991.10.11.607>
4. Nebelsieck J., Sengelhoff C., Nassenstein I. et al. Sensitivity of neurovascular ultrasound for the detection of spontaneous cervical artery dissection. *J. Clin. Neurosci*. 2009; 16 (1): 79–82. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2008.04.005>
5. Yang L., Ran H. Extracranial vertebral artery dissection. *Medicine*. 2018; 97 (9): e0067. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000010067>
6. Калашникова Л.А., Добрынина Л.А., Четкин А.О., Древал М.В., Кротенкова М.В., Захаркина М.В. Нарушения мозгового кровообращения при диссекции внутренней сонной и позвоночной артерий. Алгоритм диагностики. *Нервные болезни*. 2016. 2: 10–15. Kalashnikova L.A., Dobrynina L.A., Chechetkin A.O., Dreval M.V. Disorders of cerebral circulation during dissection of the internal carotid and vertebral arteries. Diagnostic algorithm. (Narusheniya mozgovogo krovoobrashcheniya pri dissekcii vnutrennej sonnoj i pozvonochnoj arterij. Algoritm diagnostiki). *Nervny'e bolezni = Neurological diseases*. 2016. 2: 10–15. (In Russian)
7. Benninger D.H., Baumgartner R.W. Ultrasound Diagnosis of Cervical Artery Dissection. In: *Handbook on Neurovascular Ultrasound*. KARGER; 2006: 70–84. <https://doi.org/10.1159/000092386>
8. Ben Hassen W., Machet A., Edjlali-Goujon M. et al. Imaging of cervical artery dissection. *Diagn. Interv. Imaging*. 2014; 95 (12): 1151–1161. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2014.10.003>
9. Petro G., Witwer G., Cacayorin E. et al. Spontaneous dissection of the cervical internal carotid artery: correlation of arteriography, CT, and pathology. *Am. J. Roentgenol*. 1987; 148 (2): 393–398. <https://doi.org/10.2214/ajr.148.2.393>
10. Zuber M., Meary E., Meder J.F., Mas J.L. Magnetic resonance imaging and dynamic CT scan in cervical artery dissections. *Stroke*. 1994; 25 (3): 576–581. <https://doi.org/10.1161/01.str.25.3.576>
11. Leclerc X., Godefroy O., Salhi A. et al. Helical CT for the Diagnosis of Extracranial Internal Carotid Artery Dissection. *Stroke*. 1996; 27 (3): 461–466. <https://doi.org/10.1161/01.str.27.3.461>
12. Rodallec M.H., Marteau V., Gerber S. et al. Craniocervical Arterial Dissection: Spectrum of Imaging Findings and Differential Diagnosis. *RadioGraphics*. 2008; 28 (6): 1711–1728. <https://doi.org/10.1148/rg.286085512>
13. Benninger D.H., Georgiadis D., Gandjour J., Baumgartner R.W. Accuracy of Color Duplex Ultrasound Diagnosis of Spontaneous Carotid Dissection Causing Ischemia. *Stroke*. 2006; 37 (2): 377–381. <https://doi.org/10.1161/01.str.0000198811.65068.16>
14. Калашникова Л.А., Добрынина Л.А., Максимова М.Ю., Танащян М.М., Данилова М.С., Древал М.В. Диссекция внутренней сонной и позвоночной артерии: тактика ведения пациентов. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2021; 15 (1): 5–11. <https://doi.org/10.25692/ACEN.2021.1.1>
15. Kalashnikova L.A., Dobrynina L.A., Maksimova M.Yu. et al. Dissection of the internal carotid and vertebral artery: management tactics (Dissekcija vnutrennej sonnoj i pozvonochnoj arterij: taktika vedeniya pacientov). *Annaly klinicheskoy i e'ksperimental'noj nevrologii = Annals of clinical and experimental neurology*. 2021; 15 (1): 5–12. <https://doi.org/10.25692/ACEN.2021.1.1> (In Russian)
16. Clark M., Unnam S., Ghosh S. A review of carotid and vertebral artery dissection. *Br. J. Hosp. Med*. 2022; 83 (4): 1–11. <https://doi.org/10.12968/hmed.2021.0421>
17. Kirsch E., Kaim A., Engelter S. et al. MR angiography in internal carotid artery dissection: Improvement of diagnosis by selective demonstration of the intramural haematoma. *Neuroradiology*. 1998; 40 (11): 704–709. <https://doi.org/10.1007/s002340050668>
18. Latchaw R.E., Albers S.L. Imaging the Cervical Vasculature. *Prog. Cardiovasc. Dis*. 2017; 59 (6): 555–584. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.05.007>
19. Shakir H.J., Davies J.M., Shallwani H. Carotid and Vertebral Dissection Imaging. *Curr. Pain. Headache Rep*. Published online 2016. <https://doi.org/10.1007/s11916-016-0593-5>
20. Debette S., Compter A., Labeyrie M.A. et al. Epidemiology, pathophysiology, diagnosis, and management of intracranial artery dissection. *Lancet Neurol*. 2015; 14 (6): 640–654. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(15\)00009-5](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(15)00009-5)
21. Brott T.G., Halperin J.L., Abbara S. et al. 2011 ASA/ACCF/AHA/AANN/AANS/ACR/ASNR/CNS/SAIP/SCAI/SIR/SNIS/SVM/SVS Guideline on the Management of Patients With Extracranial Carotid and Vertebral Artery Disease: Executive Summary. *Vascular Medicine*. 2011; 16 (1): 35–77. <https://doi.org/10.1177/1358863x11399328>



21. The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). *Cephalalgia*. 2013; 33 (9): 629–808. <https://doi.org/10.1177/0333102413485658>
22. Provenzale J.M., Sarikaya B. Comparison of Test Performance Characteristics of MRI, MR Angiography, and CT Angiography in the Diagnosis of Carotid and Vertebral Artery Dissection: A Review of the Medical Literature. *Am. J. Roentgenol*. 2009; 193 (4): 1167–1174. <https://doi.org/10.2214/ajr.08.1688>
23. Elijovich L., Kazmi K., Gauvrit J.Y., Law M. The emerging role of multidetector row CT angiography in the diagnosis of cervical arterial dissection: preliminary study. *Neuroradiology*. 2006; 48 (9): 606–612. <https://doi.org/10.1007/s00234-006-0100-5>
24. Vertinsky A.T., Schwartz N.E., Fischbein N.J. et al. Comparison of Multidetector CT Angiography and MR Imaging of Cervical Artery Dissection. *Am. J. Neuroradiol*. 2008; 29 (9): 1753–1760. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a1189>

Для корреспонденции*: Орлова Екатерина Владимировна – e-mail: ekaterina.shlyk@gmail.com

Орлова Екатерина Владимировна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела экспериментальной и клинической физиологии кровообращения, ультразвуковой и функциональной диагностики ФГБУ “Федеральный центр мозга и нейротехнологий” ФМБА России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-4755-7565>

Бердалин Александр Берикович – канд. мед. наук, старший научный сотрудник ФГБУ “Федеральный центр мозга и нейротехнологий” ФМБА России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5387-4367>

Хайцман Дарья Михайловна – научный сотрудник отдела экспериментальной и клинической физиологии кровообращения, ультразвуковой и функциональной диагностики ФГБУ “Федеральный центр мозга и нейротехнологий” ФМБА России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3429-3708>

Лелюк Светлана Эдуардовна – доктор мед. наук, профессор, руководитель МПМЦ “Сосудистая клиника на Патриарших”; профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8428-8037>

Лелюк Владимир Геннадьевич – доктор мед. наук, профессор, руководитель МПМЦ “Сосудистая клиника на Патриарших”; руководитель отдела клинической и экспериментальной физиологии кровообращения ФГБУ “Федеральный центр мозга и нейротехнологий” ФМБА России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9690-8325>

Contact*: Ekaterina V. Orlova – e-mail: ekaterina.shlyk@gmail.com

Ekaterina V. Orlova – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Experimental and Clinical Physiology of Circulation, Ultrasound and Functional Diagnostics Federal center of brain research and neurotechnologies” of the Federal Medical Biological Agency, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-4755-7565>

Alexander B. Berdalin – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher, Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies of the Federal Medical Biological Agency, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5387-4367>

Darya M. Khaitsman – Researcher, Department of Experimental and Clinical Physiology of Circulation, Ultrasound and Functional Diagnostics Federal center of brain research and neurotechnologies” of the Federal Medical Biological Agency, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3429-3708>

Svetlana E. Lelyuk – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Vascular Clinic on the Patriarchs; Professor of the Department of Ultrasound Diagnostics, Russian Medical Academy of Continuing Professional, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8428-8037>

Vladimir G. Lelyuk – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Vascular Clinic on the Patriarchs; Head of Department clinical and experimental physiology of circulatory system, ultrasound and functional diagnostics, Federal center of brain research and neurotechnologies” of the Federal Medical Biological Agency, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9690-8325>