

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

Тардов М.В.¹, Болдин А.В.², Разумов А.Н.²

Роль ультразвукового исследования артерий головы и шеи в диагностике мигрени

¹ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

Мигрень как первичное заболевание является весьма распространённой проблемой. Однако приступы головной боли, имитирующие приступы мигрени, нередко могут быть вторичными, обусловленными различными видами патологии сосудов шеи и головного мозга. Могут быть поражены общие или внутренние сонные артерии, позвоночные артерии, передние, средние и задние мозговые артерии, передняя и задняя соединительные артерии или основная артерия. Выявление таких заболеваний — первоочередная задача дифференциальной диагностики мигрени, особенно мигрени с аурой, и вторичных цефалгических синдромов, поскольку в ряде случаев речь идет об опасных для жизни состояниях, требующих немедленного вмешательства: разрыв аневризмы артерии основания головного мозга или артериовенозной мальформации, диссекция одной или нескольких шейных артерий. Для диагностики заболеваний сосудов с успехом применяются различные виды ультразвукового исследования, начиная от «слепой» доплерографии и заканчивая трехмерной реконструкцией сосудов и контрастных ультразвуковых исследований. Дефект овального окна может осложняться парадоксальными микроэмболиями, которые способны приводить к нарушению мозгового кровообращения. Данная анатомическая особенность также доступна диагностике с помощью ультразвука. Хирургическое закрытие дефекта овального окна снижает не только частоту приступов мигрени с аурой, но и риск инсульта. В обзорной статье рассмотрены клинико-диагностические аспекты аневризм сосудов головного мозга и артериовенозных мальформаций, расслоения стенки брахиоцефальных артерий. Обсуждается диагностика микроэмболий церебральных артерий, обусловленных парадоксальным перемещением материальных эмболов при незакрытии овального окна как причины одного из самых грозных осложнений мигрени — инсульта.

Ключевые слова: мигрень; аневризма; артерио-венозная мальформация; микроэмболия; дефект овального окна

Для цитирования: Тардов М.В., Болдин А.В., Разумов А.Н. Роль ультразвукового исследования артерий головы и шеи в диагностике мигрени. Неврологический журнал имени Л.О. Бадаляна. 2022; 3(3): 114–121.

<https://doi.org/10.46563/2686-8997-2022-3-3-114-121>

Для корреспонденции: Тардов Михаил Владимирович, доктор мед. наук, проф. кафедры общей врачебной практики ФГАОУ ВО РУДН, 117198, Москва. E-mail: mvtardov@rambler.ru

Участие авторов:

Тардов М.В. концепция; написание текста;
Болдин А.В. концепция, редактирование текста;
Разумов А.Н. концепция, редактирование текста;
Все соавторы утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 24.06.2022

Принята к печати 26.08.2022

Опубликована 30.09.2022

Mikhail V. Tardov¹, Alexei V. Boldin², Aleksandr N. Razumov²

The role of the cerebral and cervical arteries ultrasound examination in migraine diagnosis

¹Peoples' Friendship University of Russia, 117198, Moscow, Russian Federation;

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 119991, Moscow, Russian Federation

Migraine as a primary disease is a very common problem. However, headache attacks that mimic migraine attacks can often be secondary, due to various type of pathology of cervical and cerebral vessels. The common or internal carotid arteries, vertebral arteries, and the anterior, middle, and posterior cerebral arteries, the anterior and posterior communicating arteries, or the basilar artery may be affected. Identification of such diseases is the primary task of differential diagnosis in migraine, especially migraine with aura, and secondary cephalgic syndromes, since in some cases we are talking about life-threatening conditions that require immediate intervention: rupture of brain artery aneurysm or arteriovenous malformation, dissection of one or more cervical arteries. Various types of ultrasound are successfully used to diagnose vascular diseases, ranging from "blind" dopplerography to three-dimensional reconstruction of blood vessels and contrast ultrasound. The defect of the oval window can be complicated by paradoxical microembolism, that can lead to impaired cerebral circulation. This anatomical feature is also available for diagnosis using ultrasound; and once the diagnosis is established, surgical closure of the foramen ovale defect reduces not only the prevalence of migraine with aura attacks, but also the risk of the stroke. This review article discusses the clinical and diagnostic aspects of cerebral aneurysms and arteriovenous malformations, dissection of brachiocephalic arteries' wall. It also discusses the diagnosis of cerebral arteries' microembolism, caused by the paradoxical movement of material emboli through non-closure of the foramen ovale, as the cause of one of the most formidable complications of migraine — stroke.

Keywords: migraine; aneurysm; arteriovenous malformation; microembolism; oval window defect

For citation: Tardov M.V., Boldin A.V., Razumov A.N. The role of the ultrasound examination of cerebral and cervical arteries in migraine diagnosis. *Nevrologicheskiy Zhurnal imeni L.O. Badalyana (L.O. Badalyan Neurological Journal)*. 2022; 3(3): 114–121 (In Russian). <https://doi.org/10.46563/2686-8997-2022-3-3-114-121>

For correspondence: Michail V. Tardov, MD, PhD, DSci., Professor of the Department of general medical practice, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, 117198, Russian Federation. E-mail: mvtardov@rambler.ru

Information about authors:

Tardov M.V. <https://orcid.org/0000-0002-6673-5961>
Boldin A.V. <https://orcid.org/0000-0001-9319-2061>
Razumov A.N. <https://orcid.org/0000-0001-8549-0106>

Contribution:

Tardov M.V. concept, writing text;
Boldin A.V. concept, editing;
Razumov A.N. concept, editing.
All co-authors approval of the final version of the manuscript, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: June 24, 2022

Accepted: July 27, 2022

Published: September 30, 2022

Мигрень в настоящее время рассматривается как заболевание головного мозга. Её распространённость в среднем достигает 10%. В Международную классификацию головных болей третьего пересмотра включены несколько форм мигрени; при этом последним пунктом среди критериев диагностики обозначено требование исключения иных причин головной боли. В связи с этим вопрос о дифференциальной диагностике форм мигрени и вторичных болевых синдромов, развивающихся на фоне различных нозологических форм, приобретает существенное значение. Особенно актуальна дифференциальная диагностика мигрени с аурой как варианта алгического синдрома, способного маскировать жизненно угрожающие заболевания, требующие немедленного врачебного вмешательства. Важную роль в этом процессе играет ультразвуковое исследование (УЗИ) кровотока в артериях шеи и головного мозга.

Основой УЗИ мозгового кровотока является ультразвуковая доплерография магистральных артерий головы, к которым относятся артерии каротидной системы: общая, внутренняя (ВСА) и наружная сонная, а также подключичная и позвоночная артерии — «задняя» система циркуляции. Транскраниальная доплерография даёт возможность исследования кровотока во внутричерепных артериях: позвоночной, ВСА, передней, средней и задней мозговых, а также в передних и задних соединительных. Дуплексное сканирование, включающее доплеровский и В-режим, а также иные современные способы математической обработки ультразвуковых сигналов вплоть до трёхмерной реконструкции сосудов и УЗИ-исследования с контрастным усилением, позволяет судить о строении стенки, состоянии просвета и траектории сосуда, об изменении скорости кровотока по ходу сосуда. Транскраниальное дуплексное (триплексное) сканирование помогает в поиске аномалий внутричерепных сосудов.

Со времен Виллизия [1] мигрень рассматривали как проблему артерий головного мозга: окончательно

сосудистая теория мигрени оформилась благодаря работам Н. Wolff в середине XX в. [2]. В то же время была открыта распространяющаяся корковая депрессия [3], однако до формирования современных нейрогенных теорий происхождения мигрени прошло несколько десятилетий. В связи с этим исследования, посвящённые патогенезу мигрени во второй половине XX в., были сконцентрированы преимущественно на особенностях физиологии мозговых сосудов [4–11].

Полученные данные нередко были противоречивы, но в целом существенных изменений мозгового кровотока в межприступном периоде у пациентов с мигренью относительно здоровых лиц не выявлено. Однако во время приступа мигрени, особенно мигрени с аурой, скорость кровотока в церебральных артериях на стороне боли снижается. Функциональные пробы, позволяющие оценить метаболический и миогенный механизмы регуляции мозгового кровотока у пациентов с мигренью, позволили выявить гиперсенситивность интракраниальных артерий. Это свойство играет важную роль в развитии приступа мигрени и хорошо вписывается в принятую нейрогенную концепцию патогенеза мигрени.

В клиническом плане УЗИ магистральных артерий головы и шеи у мигренозных больных позволяют осуществить скрининговый этап дифференциальной диагностики мигрени и вторичных вазогенных головных болей [12, 13]. В этом и состоит основной смысл исследования: исключение вторичных форм головной боли, связанных с патологией сосудов шеи и головного мозга, проявляющихся мигреноподобными алгическими синдромами. Причинами таких пароксизмов могут быть и врождённые аномалии, и остро развивающиеся процессы: диссекция брахиоцефальных и церебральных артерий. Вероятность обнаружения таких процессов и явилась причиной включения УЗИ сосудов головного мозга, согласно действующим отечественным рекомендациям [14], в алгоритм обследования пациента при постановке диагноза «мигрень».

Основные варианты врождённой патологии сосудов головного мозга — это аневризмы внутричерепных артерий и артериовенозные мальформации (АВМ); их клинические проявления могут включать головные боли, в том числе подобные мигренозным — с аурой и без ауры. Нередко при обследовании обнаруживают гипоплазии внутричерепных артериальных стволов, однако их связь с цефалгией не однозначна: так, среди 20 детей в возрасте 6–18 лет с мигренью с аурой гипоплазия одной из артерий основания мозга обнаружена в 3 случаях, аневризма передней соединительной артерии — в 1 случае [15].

Приступы пульсирующей боли в области виска без ауры могут соответствовать аневризме в ипсилатеральной каротидной системе, известны и случаи множественного аневризматического поражения в системе ВСА [16].

В каждом случае проявления ауры при приступе необходим поиск заинтересованного сосуда, в первую очередь с помощью доступных и недорогих УЗИ-методик. Например, аневризма передней соединительной артерии (наиболее частая локализация), оказывающая давление на зрительный тракт, может быть причиной ауры в виде гомонимной гемианопсии и мерцающей скотомы [17]. Аналогичная аура характерна для аневризмы передней мозговой артерии [18].

Аневризма средней мозговой артерии (наиболее частая локализация — до 40% всех аневризм сосудов головного мозга) способна продуцировать сенсорную ауру в виде парестезий в половине тела, руке, ноге или лице [19]. Развитие моторного дефицита на стороне, противоположной цефалгии, относится к категории семейной гемиплегической мигрени, не связанной с аневризматическим процессом. В этом случае речь идет о генетическом заболевании, которое не является предметом рассмотрения в данной статье.

Для патологии артерий вертебробазилярного бассейна характерны глазодвигательные нарушения, связанные с компрессией глазодвигательного нерва (аневризма задней соединительной артерии), или квадрантной гемианопсии вследствие воздействия непосредственно на затылочную долю (аневризма задней мозговой артерии) — варианты зрительной ауры в составе приступа мигрени с аурой [20, 21].

Для мигрени со стволовой аурой типичны тяжёлые приступы пульсирующей головной боли, сопровождающейся фото- и фонофобией. Аура при этой форме заболевания может включать самые разные симптомы: сужение полей зрения, системное или несистемное головокружение, нарушение координации, дизартрия, парестезии. Причиной подобных вторичных приступов может быть и патология основной артерии [22].

АВМ, подобно аневризмам церебральных сосудов, также могут провоцировать приступы, протекающие в форме мигрени: пульсирующие боли на стороне аномалии, как правило, с аурой [23, 24]. Для болевых приступов в составе клинической картины АВМ ха-

рактерен ряд особенностей: более позднее начало приступов, отсутствие семейного анамнеза мигрени, более частая встречаемость у мужчин, нарушение обычной последовательности симптомов, нетипичный или персистирующий неврологический дефицит [25].

Стандартное УЗИ мозговых артерий обладает достаточной разрешающей способностью для обнаружения крупных аневризм и АВМ.

Для артериальной аневризмы сосудов мозга характерны:

- увеличение скорости кровотока на участке лоцированного сосуда, связанное со спазмом приводящего артериального колена (рис. 1, а), или непосредственно в зоне узкой шейки аневризматически изменённой артерии (рис. 1, б);
- турбулентный кровоток в теле аневризмы (рис. 1, в);
- существенное снижение индекса цереброваскулярной реактивности за счёт дилатационной составляющей в связи с утратой способности к расширению аномальных стенок аневризмы.

УЗ-признаки АВМ:

- локация нескольких артериальных и венозных сигналов в зоне инсонации;
- низкий индекс вазодилатации артериальных сосудов в зоне локации (рис. 2);
- возможна регистрация сигнала смешанного, артериовенозного типа (рис. 3).

Вторичный приступ в форме мигрени может быть первым признаком расслоения артериальной стенки. Поражение брахиоцефальных или интракраниальных артерий является самой частой причиной инсульта у молодых людей, встречаясь с частотой 3 : 100 000 [26, 27]. Пусковым моментом диссекции обычно служит травма шеи, порой незначительная или локальная инфекция, а в основе лежит нарушение локальных свойств артериальной стенки. Описаны также случаи расслоения стенки сосудов шеи при преэклампсии и в послеродовом периоде [28].

Диссекция ВСА в 70–80% случаев дебютирует пульсирующей головной болью ипсилатеральной поражённой артерии, а аура в 30% случаев заключается в появлении синдрома Горнера на той же стороне [26]. При спонтанной диссекции ВСА с мигренеподобным синдромом описана также аура в виде мерцающей скотомы [29]. Интересно, что 34–36% пациентов с диссекцией ВСА в анамнезе имели приступы мигрени (чаще со зрительной аурой), а у 21% была диагностирована фибромускулярная дисплазия, что может говорить о некоторой компрометированности артериальной системы этих лиц [30, 31].

Редким вариантом патологии является множественная диссекция магистральных артерий шеи. В исследовании М. Arnold из 740 пациентов с диссекцией брахиоцефальных артерий выявлено 11 человек с поражением 3 сосудов и 1 — с поражением 4 сосудов [32]. Факторы риска в этой подгруппе: женский пол, артериальная гипертензия, гиперхолестеринемия, курение

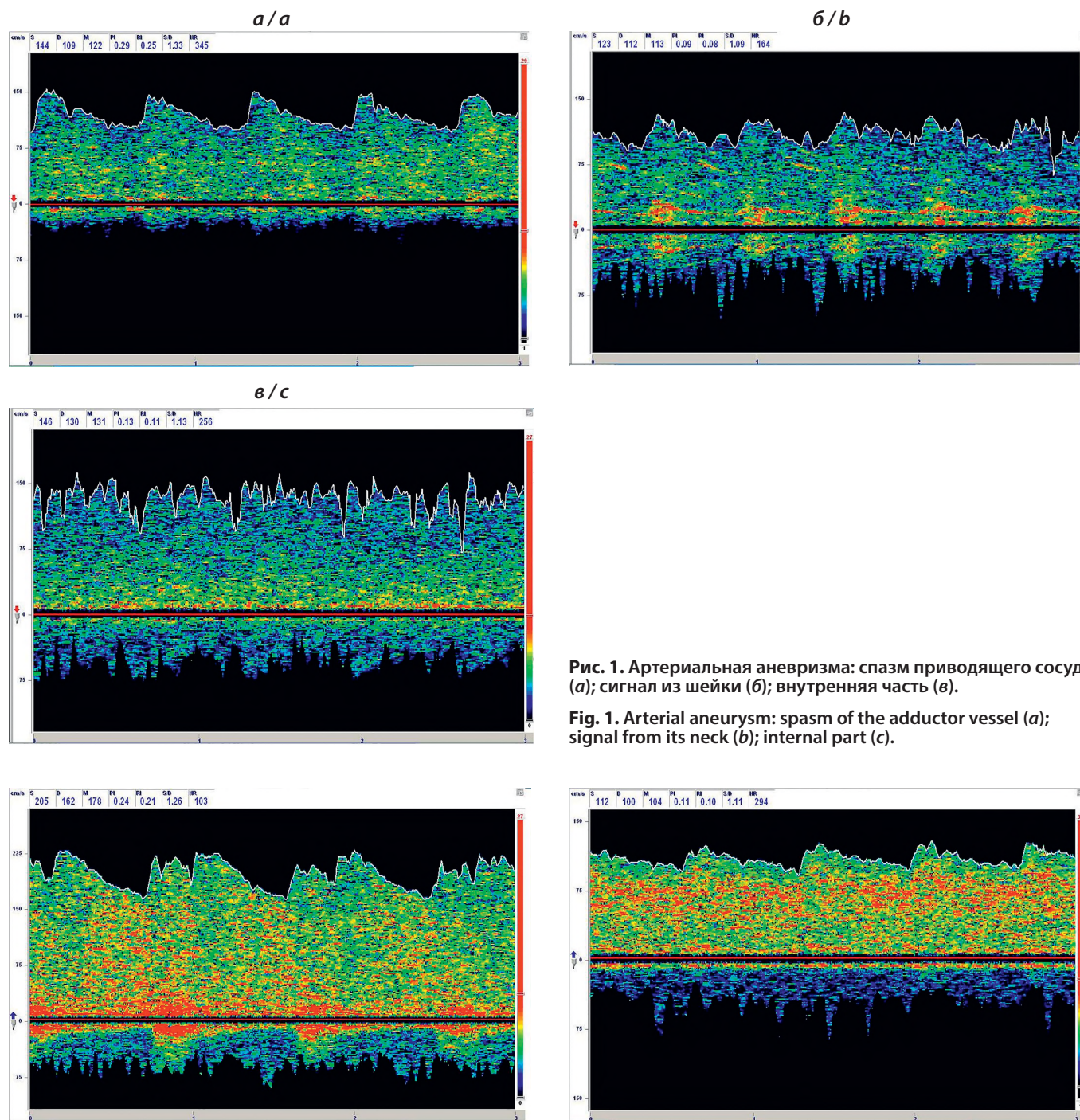


Рис. 1. Артериальная аневризма: спазм приводящего сосуда (а); сигнал из шейки (б); внутренняя часть (в).

Fig. 1. Arterial aneurysm: spasm of the adductor vessel (a); signal from its neck (b); internal part (c).

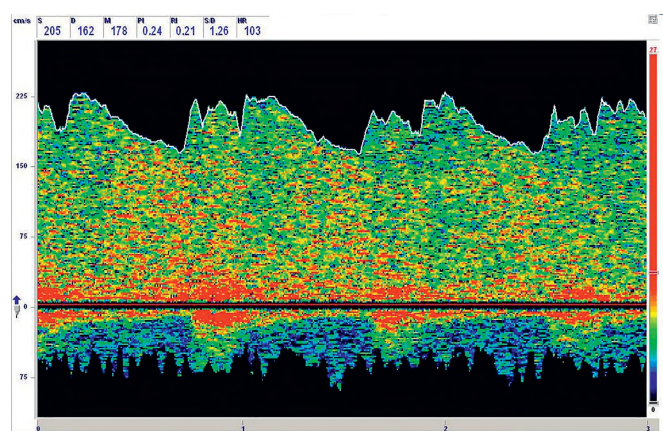


Рис. 2. АВМ — раздвоенный сигнал артериального типа.

Fig. 2. AVM — bifurcated arterial type signal.

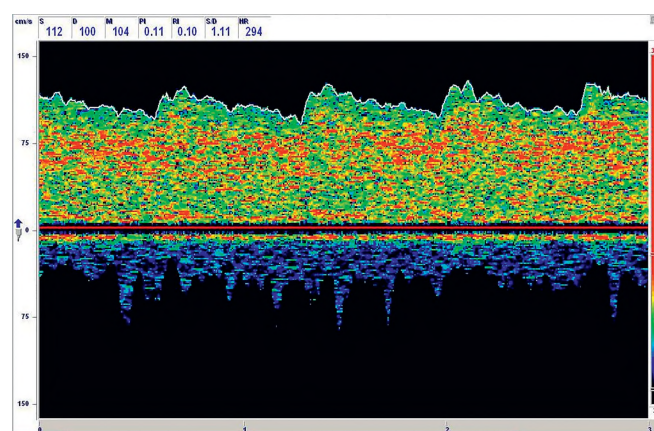


Рис. 3. АВМ — смешанный артериовенозный сигнал.

Fig. 3. AVM — mixed arteriovenous signal.

и мигрень (у 6 из 12 человек). Клинические проявления: ишемический инсульт ($n = 8$), транзиторная ишемическая атака ($n = 3$), приступ мигренозной боли ($n = 9$), шейная боль ($n = 4$). В качестве ауры синдром Горнера отмечен в 5 случаях, пульсирующий шум в ухе — в 2 случаях, нарушение вкуса — у 1 человека [32].

Расслоение стенки позвоночной и основной артерий встречается реже, чем ВСА, однако потенциаль-

но такое поражение является более опасным и, зачастую, фатальным, поскольку в зоне кровоснабжения могут оказаться жизненно важные структуры ствола головного мозга. Среди особых причин диссекции позвоночной артерии — прямая ларингоскопия и мануальные процедуры на шейном отделе позвоночника [33, 34]. Описана вероятная связь диссекции позвоночной артерии с приёмом левофлоксацина анало-

гично осложнению подобной терапии, затрагивающей аорту [35]. Симптомы диссекции основной артерии могут быть связаны с субарахноидальным кровоизлиянием, ишемическим инсультом в стволе головного мозга и формированием масс-эффекта в зоне поражения [36]. Однако известны и бессимптомные случаи вертебральной диссекции, что, по-видимому, объясняется степенью развития коллатералей. В более типичном дебюте заболевания возникает унилатеральная боль в шее или головная боль — локальная или по типу гемикрании, имитирующая мигренозный приступ. Далее может сформироваться ишемическое повреждение, соответствующее зоне кровоснабжения одной из артерий вертебробазилярного бассейна [37].

УЗ-картина артериальной диссекции проявляется стенотическим типом кровотока в зоне поражения, связанным с формированием сужения просвета артерии:

- повышение скорости кровотока;
- расширение доплеровского спектра за счёт высоких частот;
- перепад периферического сопротивления между пре- и постстенотическим сегментами;
- иногда удаётся инсонировать «двойной» спектр за счёт наложения сигналов потока в просвете сосуда и под отслоившимся фрагментом артериальной стенки.

В В-режиме на участке поражения сосуда визуализируется сегмент с суженным просветом и утолщением стенки с широким анэхогенным слоем; в той же области может образоваться тромб.

Рассматривая возможности УЗИ при обследовании пациентов с мигренью нельзя не упомянуть о таком осложнении мигрени, как инфаркт головного мозга. Многочисленные исследования показали, что у пациенток, страдающих мигренью с аурой, относительный риск инсульта достигает 2,15, а риск цереброваскулярной смерти — 2,33 [38, 39]. Одно из возможных объяснений причины нарушения мозгового кровообращения при мигрени связано с функционированием овального окна: частота этого феномена у пациентов с мигренью с аурой в 2,5 раза выше,

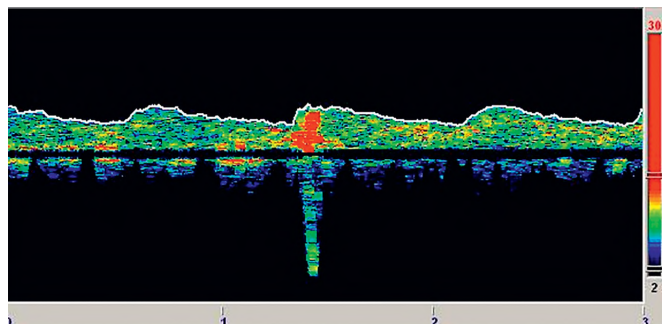


Рис. 4. Эмбол в средней мозговой артерии.

Fig. 4. Embolus in the middle cerebral artery.

чем у лиц без мигрени. Непосредственный механизм инсульта заключается в парадоксальной тромбоэмболии при шунтировании кровотока из правого предсердия в левое через открытое овальное окно. Эту гипотезу подтверждает достоверное снижение частоты мигренозных приступов после хирургического закрытия дефекта межпредсердной перегородки: в течение 4 лет отмечается полное прекращение болевых приступов в 40% случаев и снижение их частоты не менее, чем вдвое, ещё у 45% пациентов [40–42].

При УЗИ возможна регистрация микроэмболов в церебральных артериях и в камерах сердца [43]. Мозговые микроэмболы можно обнаружить при длительном мониторингировании кровотока в средней мозговой артерии или в процессе регистрации микропузырьков в той же артерии после введения в локтевую вену ультразвукового контрастного препарата [44]. Для материального эмбола в артерии головного мозга характерен короткий доплерографический сигнал высокой интенсивности, амплитуда которого не превышает амплитуду огибающей доплеровского спектра (рис. 4). Регистрация микроэмболов в артериях головного мозга служит показанием к направлению больного на УЗИ сердца, а последующее выявление открытого овального окна является основанием для решения вопроса о закрытии дефекта межпредсердной перегородки.

Заключение

О патогенезе мигренозного приступа известно уже очень много, на основании этих данных построены теории, охватывающие весь объём накопленной информации. Тем не менее даже сегодня применение УЗ-методов оценки церебрального кровотока при мигрени занимает существенное место в научных изысканиях.

В клиническом плане применение различных УЗ-методов исследования мозгового кровотока является принципиальным для скорейшей диагностики urgentных и жизненно опасных состояний, которые проявляются вторичными приступами, подобными мигрени. От скрупулёзного проведения дифференциальной диагностики и своевременного обнаружения признаков аневризмы сосудов основания мозга, АВМ или диссекции шейных артерий зависит тактика лечения, а подчас и жизнь пациента. Важно отметить, что в 10% случаев разрыву аневризм артерий основания мозга предшествует цефалгический приступ. При этом аневризмы сосудов головного мозга встречаются достаточно часто — до 1–5%, по секционным данным; но, к счастью, катастрофы случаются гораздо реже: с частотой 1 : 10 000.

Наличие приступов мигрени с аурой, помимо поиска сосудистой патологии, ставит и вторую задачу: поиск церебральных микроэмболий и незаращённого овального окна. И то, и другое позволяют зарегистрировать доплерографические методы УЗИ, что во многих случаях помогает избавить пациента от «мигреноз-

ных» приступов и обеспечить профилактику нарушен-
ний мозгового кровообращения.

Несмотря на развитие различных нейровизуа-
лизационных методик за последние 20 лет, УЗ-методы
исследования мозгового кровотока при проведении
дифференциального диагноза в случае подозрения на
мигрень остаются незаменимыми в связи с их просто-
той, доступностью и низкой стоимостью.

ЛИТЕРАТУРА

- Willis T., Pordage S. *Two Discourses Concerning the Soul of Brutes, which Is that of the Vital and Sensitive of Man: The First Is Physiological, Shewing the Nature, Parts, Powers, And Affections Of The Same; And The Other Is Pathological, Which Unfolds the Diseases Which Affect It and Its Primary Seat, to Wit, the Brain and Nervous Stock, and Treats of Their Cures: With Copper Cuts*. London: Dring, Harper and Leigh; 1683.
- Wolff H.G. *Headache and Other Head Pains*. New York: Oxford University Press; 1963.
- Leao A.A. Spreading depression of activity in the cerebral cortex. *J. Neurophysiology*. 1944; 7(6): 359–90.
- Abernathy M., Donnelly G., Kay G., Wieneke J., Morris S., Bergeson S., et al. Transcranial Doppler sonography in head-ache-free migraineurs. *Headache*. 1994; 34(4): 198–203. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.1994.hed3404198.x>
- Anzola G., Magoni M., Guindani M., Rozzini L., Dalla Volta G. Potential source of cerebral embolism in migraine with aura: a transcranial Doppler study. *Neurology*. 1999; 52(8): 1622–5. <https://doi.org/10.1212/wnl.52.8.1622>
- Caekebeke J., Ferrari M., Zwetsloot C., Jansen J., Saxena P. Antimi-graine drug sumatriptan increases blood flow velocity in large cere-bral arteries during migraine attacks. *Neurology*. 1992; 42(8): 1522–6. <https://doi.org/10.1212/wnl.42.8.1522>
- Fiermonte G., Pierelli F., Pauri F., Cosentino F., Soccorsi R., Gia-comini P. Cerebrovascular CO₂ reactivity in migraine with aura and without aura. A transcranial Doppler study. *Acta Neurol. Scand*. 1995; 92(2): 166–9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1995.tb01033.x>
- Harer C., von Kummer R. Cerebrovascular CO₂ reactivity in mi-graine: assessment by transcranial Doppler ultrasound. *J. Neurol*. 1991; 238(1): 23–6. <https://doi.org/10.1007/bf00319705>
- Heckmann J., Hilz M., Katalinic A., Marthol H., Muck-Wey-mann M., Neundorfer B. Myogenic cerebrovascular autoregulation in migraine measured by stress transcranial Doppler sonography. *Cephalalgia*. 1998; 18(3): 133–7. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1998.1803133.x>
- Silvestrini M., Cupini L., Troisi E., Matteis M., Bernardi G. Esti-mation of cerebrovascular reactivity in migraine without aura. *Stroke*. 1995; 26(1): 81–3. <https://doi.org/10.1161/01.str.26.1.81>
- Thomsen L., Iversen H., Brinck T., Olesen J. Arterial supersensitivity to nitric oxide (nitroglycerin) in migraine sufferers. *Cephalalgia*. 1993; 13(6): 395–9. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1993.1306395.x>
- Narbone M., Rao R., Grugno R., Pellicano M. A late ‘migraine’: the only symptom of an intrasellar aneurysm. *Headache*. 1997; 37(8): 527–8. <https://doi.org/10.1046/j.1526-4610.1997.3708527.x>
- Pierelli F., Pauri F., Cupini L., Fiermonte G., Rizzo P. Trans-cranial Doppler sonography in familial hemiplegic migraine. *Cephalalgia*. 1991; 11(1): 29–31. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1991.1101029.x>
- Азимова Ю.Э., Амелин А.В., Алферова В.В., Артеменко А.Р., Ахмадеева Л.Р., Головачева В.А. и др. Клинические реко-мендации «Мигрень». *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2022; 122(1-3): 4–36. <https://doi.org/10.17116/jnevro20221220134>
- Zwetsloot C., Caekebeke J., Ferrari M. Lack of asymmetry of mid-dle cerebral artery blood velocity in unilateral migraine. *Stroke*. 1993; 24(9): 1335–8. <https://doi.org/10.1161/01.str.24.9.1335>
- Benndorf G., Naeini R., Lehmann T. Triple carotid aneurysms in a patient with migraine attacks. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. 2004; 75(7): 993. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.037168>
- de Filippis S., Salvatori E., Bozzao A., Fantozzi L., Martelletti P. Mi-graine with aura, bipolar depression, ACM aneurysm. A case report. *J. Headache Pain*. 2005; 6(2): 93–6. <https://doi.org/10.1007/s10194-005-0159-0>
- Pico F., Bioussé V., Chapot R., Bousser M.G. Aneurysm of the an-terior cerebral artery disclosed by unique hemianopic scotoma. *Rev. Neurol. (Paris)*. 2002; 158(3): 347–50. (in French)
- Lee H.S., Kim M., Park J.C., Ahn J.S., Lee S., Park W. Clinical features of ischemic complications after unruptured middle cerebral artery aneurysm clipping: patients and radiologically related fac-tors. *Neurosurg. Rev*. 2021; 44(5): 2819–29. <https://doi.org/10.1007/s10143-021-01475-8>
- Kojo N., Lee S., Otsuru K., Takagi S., Shigemori M., Watanabe M. A case of ophthalmoplegic migraine with cerebral aneurysm. *No Shinkei Geka*. 1988; 16(5 Suppl.): 503–7.
- Mas J., Baron J., Bousser M., Chiras J. Stroke, migraine and intra-cranial aneurysm: a case report. *Stroke*. 1986; 17(5): 1019–21. <https://doi.org/10.1161/01.str.17.5.1019>
- Morelli N., Mancuso M., Gori S., Maluccio M., Cafforio G., Chi-ti A., et al. Vertebral artery dissection onset mimics migraine with aura in a graphic designer. *Headache*. 2008; 48(4): 621–624. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.2008.01066.x>
- Monteiro J., Rosas M., Correia A., Vaz A. Migraine and intracranial vascular malformations. *Headache*. 1993; 33(10): 563–5. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.1993.hed3310563.x>
- Nagata S., Morioka T., Natori Y., Sasaki T. Surgical treatment of non-ruptured giant occipital arteriovenous malformations with fre-quent migraine-like headache. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*. 2006; 46(9): 441–5. <https://doi.org/10.2176/nmc.46.441>
- Bruyn G.W. Intracranial arteriovenous malformation and migraine. *Cephalalgia*. 1984; 4(3): 191–207. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1984.0403191.x>
- Bioussé V., D’Anglejan-Chatillon J., Massiou H., Bousser M. Head pain in non-traumatic carotid artery dissection: a series of 65 pa-tients. *Cephalalgia*. 1994; 14(1): 3. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1994.1401033.x>
- Guillon B., Bousser M. Epidemiology and pathophysiology of spon-taneous cervical artery dissection. *J. Neuroradiol*. 2002; 29(4): 241–9. (in French)
- Shanmugalingam R., Reza Pour N., Chuah S.C., Vo T.M., Beran R., Hennessy A., et al. Vertebral artery dissection in hypertensive disor-ders of pregnancy: a case series and literature review. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2016; 16(1): 164. <https://doi.org/10.1186/s12884-016-0953-5>
- Ramadan N., Tietjen G., Levine S., Welch K. Scintillating scotoma-ta associated with internal carotid artery dissection: report of three cases. *Neurology*. 1991; 41(7): 1084–7. <https://doi.org/10.1212/wnl.41.7.1084>
- d’Anglejan Chatillon J., Ribeiro V., Mas J.L., Bousser M.G., Laplane D. Dissection of the extracranial internal carotid artery. 62 cases. *Presse Med*. 1990; 19(14): 661–7. (in French)
- Metso T., Metso A., Salonen O., Haapaniemi E., Putaala J., Arto V., et al. Adult cervicocerebral artery dissection: a single-center study of 301 Finnish patients. *Eur. J. Neurol*. 2009; 16(6): 656–61. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02535.x>
- Arnold M., De Marchis G., Stapf C., Baumgartner R., Nedel-tchev K., Buffon F., et al. Triple and quadruple spontaneous cervical artery dissection: presenting characteristics and long-term outcome. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. 2009; 80(2): 171–4. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2008.155226>
- Campbell-Lloyd A.J., Kanagalingam J., Bandi H., Coman S. Ver-tebral artery dissection after direct laryngoscopy: case report and literature review. *J. Laryngol. Otol*. 2009; 123(2): e11. <https://doi.org/10.1017/s0022215108003940>
- Chaibi A., Russell M.B. A risk-benefit assessment strategy to exclude cervical artery dissection in spinal manual-therapy: a comprehensive review. *Ann. Med*. 2019; 51(2): 118–27. <https://doi.org/10.1080/07853890.2019.1590627>
- Harada T., Harada Y., Shimizu T. Vertebral Artery dissection after exposure to levofloxacin: A report of two cases. *Intern. Med*. 2021; 60(17): 2863–5. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.6736-20>

36. Yoshimoto Y., Hoya K., Tanaka Y., Uchida T. Basilar artery dissection. *J. Neurosurg.* 2005; 102(3): 476–81. <https://doi.org/10.3171/jns.2005.102.3.0476>
37. Arnold M., Bousser M. Clinical manifestations of vertebral artery dissection. *Front. Neurol. Neurosci.* 2005; 20: 77–86. <https://doi.org/10.1159/000088152>
38. Bushnell C.D., Jamison M., James A.H. Migraines during pregnancy linked to stroke and vascular diseases: US population based case-control study. *BMJ.* 2009; 338: b664. <https://doi.org/10.1136/bmj.b664>
39. Kurth T., Diener H.C. Current views of the risk of stroke for migraine with and migraine without aura. *Curr. Pain Headache. Rep.* 2006; 10(3): 214–20. <https://doi.org/10.1007/s11916-006-0048-5>
40. Vuković V., Aleksić-Shihabi A., Lovrenčić-Huzjan A., Demarin V. Migraine, stroke and patent foramen ovale – connected or not? *Acta. Med. Croatica.* 2008; 62(2): 197–203. (in Croatian)
41. Trabattini D., Fabbicchi F., Montorsi P., Galli S., Teruzzi G., Grancini L., et al. Sustained long-term benefit of patent foramen ovale closure on migraine. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2011; 77(4): 570–4. <https://doi.org/10.1002/ccd.22826>
42. Wahl A., Praz F., Tai T., Findling O., Walpoth N., Nedeltchev K., et al. Improvement of migraine headaches after percutaneous closure of patent foramen ovale for secondary prevention of paradoxical embolism. *Heart.* 2010; 96(12): 967–73. <https://doi.org/10.1136/hrt.2009.181156>
43. Diener H., Peters C., Rudzio M., Noe A., Dichgans J., Haux R., et al. Ergotamine, flunarizine and sumatriptan do not change cerebral blood flow velocity in normal subjects and migraineurs. *J. Neurol.* 1991; 238(5): 245–50. <https://doi.org/10.1007/bf00319734>
44. Anzola G., Magoni M., Guindani M., Rozzini L., Dalla Volta G. Potential source of cerebral embolism in migraine with aura: a transcranial Doppler study. *Neurology.* 1999; 52(8): 1622–5.
45. Del Sette M., Angeli S., Leandri M., Ferriero G., Bruzzzone G., Finocchi C., et al. Migraine with aura and right-to-left shunt on transcranial Doppler: a case-control study. *Cerebrovasc. Dis.* 1998; 8(6): 327–30. <https://doi.org/10.1159/000015875>
1. Willis T., Pordage S. *Two Discourses Concerning the Soul of Brutes, which Is that of the Vital and Sensitive of Man: The First Is Physiological, Shewing the Nature, Parts, Powers, And Affections Of The Same; And The Other Is Pathological, Which Unfolds the Diseases Which Affect It and Its Primary Seat, to Wit, the Brain and Nervous Stock, and Treats of Their Cures: With Copper Cuts.* London: Dring, Harper and Leigh; 1683.
2. Wolff H.G. *Headache and Other Head Pains.* New York: Oxford University Press; 1963.
3. Leao A.A. Spreading depression of activity in the cerebral cortex. *J. Neurophysiology.* 1944; 7(6): 359–90.
4. Abernathy M., Donnelly G., Kay G., Wieneke J., Morris S., Bergeson S., et al. Transcranial Doppler sonography in headache-free migraineurs. *Headache.* 1994; 34(4): 198–203. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.1994.hed3404198.x>
5. Anzola G., Magoni M., Guindani M., Rozzini L., Dalla Volta G. Potential source of cerebral embolism in migraine with aura: a transcranial Doppler study. *Neurology.* 1999; 52(8): 1622–5. <https://doi.org/10.1212/wnl.52.8.1622>
6. Caekebeke J., Ferrari M., Zwetsloot C., Jansen J., Saxena P. Antimigraine drug sumatriptan increases blood flow velocity in large cerebral arteries during migraine attacks. *Neurology.* 1992; 42(8): 1522–6. <https://doi.org/10.1212/wnl.42.8.1522>
7. Fiermonte G., Pierelli F., Pauri F., Cosentino F., Soccorsi R., Giacomini P. Cerebrovascular CO₂ reactivity in migraine with aura and without aura. A transcranial Doppler study. *Acta Neurol. Scand.* 1995; 92(2): 166–9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1995.tb01033.x>
8. Harer C., von Kummer R. Cerebrovascular CO₂ reactivity in migraine: assessment by transcranial Doppler ultrasound. *J. Neurol.* 1991; 238(1): 23–6. <https://doi.org/10.1007/bf00319705>
9. Heckmann J., Hiltz M., Katalinic A., Marthol H., Muck-Weymann M., Neundorfer B. Myogenic cerebrovascular autoregulation in migraine measured by stress transcranial Doppler sonography. *Cephalalgia.* 1998; 18(3): 133–7. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1998.1803133.x>
10. Silvestrini M., Cupini L., Troisi E., Matteis M., Bernardi G. Estimation of cerebrovascular reactivity in migraine without aura. *Stroke.* 1995; 26(1): 81–3. <https://doi.org/10.1161/01.str.26.1.81>
11. Thomsen L., Iversen H., Brinck T., Olesen J. Arterial supersensitivity to nitric oxide (nitroglycerin) in migraine sufferers. *Cephalalgia.* 1993; 13(6): 395–9. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1993.1306395.x>
12. Narbone M., Rao R., Grugno R., Pellicanò M. A late ‘migraine’: the only symptom of an intrasellar aneurysm. *Headache.* 1997; 37(8): 527–8. <https://doi.org/10.1046/j.1526-4610.1997.3708527.x>
13. Pierelli F., Pauri F., Cupini L., Fiermonte G., Rizzo P. Transcranial Doppler sonography in familial hemiplegic migraine. *Cephalalgia.* 1991; 11(1): 29–31. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1991.1101029.x>
14. Azimova Yu.E., Amelin A.V., Alferova V.V., Artemenko A.R., Akhmadeeva L.R., Golovacheva V.A., et al. Clinical guidelines «Migraine». *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova.* 2022; 122(1-3): 4–36. <https://doi.org/10.17116/jnevro20221220134> (in Russian)
15. Zwetsloot C., Caekebeke J., Ferrari M. Lack of asymmetry of middle cerebral artery blood velocity in unilateral migraine. *Stroke.* 1993; 24(9): 1335–8. <https://doi.org/10.1161/01.str.24.9.1335>
16. Benndorf G., Naeini R., Lehmann T. Triple carotid aneurysms in a patient with migraine attacks. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2004; 75(7): 993. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.037168>
17. de Filippis S., Salvatori E., Bozzao A., Fantozzi L., Martelletti P. Migraine with aura, bipolar depression, ACM aneurysm. A case report. *J. Headache Pain.* 2005; 6(2): 93–6. <https://doi.org/10.1007/s10194-005-0159-0>
18. Pico F., Bioussé V., Chapot R., Bousser M.G. Aneurysm of the anterior cerebral artery disclosed by unique hemianopic scotoma. *Rev. Neurol. (Paris).* 2002; 158(3): 347–50. (in French)
19. Lee H.S., Kim M., Park J.C., Ahn J.S., Lee S., Park W. Clinical features of ischemic complications after unruptured middle cerebral artery aneurysm clipping: patients and radiologically related factors. *Neurosurg. Rev.* 2021; 44(5): 2819–29. <https://doi.org/10.1007/s10143-021-01475-8>
20. Kojo N., Lee S., Otsuru K., Takagi S., Shigemori M., Watanabe M. A case of ophthalmoplegic migraine with cerebral aneurysm. *No Shinkei Geka.* 1988; 16(5 Suppl.): 503–7.
21. Mas J., Baron J., Bousser M., Chiras J. Stroke, migraine and intracranial aneurysm: a case report. *Stroke.* 1986; 17(5): 1019–21. <https://doi.org/10.1161/01.str.17.5.1019>
22. Morelli N., Mancuso M., Gori S., Maluccio M., Cafforio G., Chiti A., et al. Vertebral artery dissection onset mimics migraine with aura in a graphic designer. *Headache.* 2008; 48(4): 621–624. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.2008.01066.x>
23. Monteiro J., Rosas M., Correia A., Vaz A. Migraine and intracranial vascular malformations. *Headache.* 1993; 33(10): 563–5. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.1993.hed3310563.x>
24. Nagata S., Morioka T., Natori Y., Sasaki T. Surgical treatment of non-ruptured giant occipital arteriovenous malformations with frequent migraine-like headache. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo).* 2006; 46(9): 441–5. <https://doi.org/10.2176/nmc.46.441>
25. Bruyn G.W. Intracranial arteriovenous malformation and migraine. *Cephalalgia.* 1984; 4(3): 191–207. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1984.0403191.x>
26. Bioussé V., D’Anglejan-Chatillon J., Massiou H., Bousser M. Head pain in non-traumatic carotid artery dissection: a series of 65 patients. *Cephalalgia.* 1994; 14(1): 3. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.1994.1401033.x>
27. Guillon B., Bousser M. Epidemiology and pathophysiology of spontaneous cervical artery dissection. *J. Neuroradiol.* 2002; 29(4): 241–9. (in French)
28. Shanmugalingam R., Reza Pour N., Chuah S.C., Vo T.M., Beran R., Hennessy A., et al. Vertebral artery dissection in hypertensive disorders of pregnancy: a case series and literature review. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2016; 16(1): 164. <https://doi.org/10.1186/s12884-016-0953-5>
29. Ramadan N., Tietjen G., Levine S., Welch K. Scintillating scotomata associated with internal carotid artery dissection: report of three cases. *Neurology.* 1991; 41(7): 1084–7. <https://doi.org/10.1212/wnl.41.7.1084>

REFERENCES

30. d'Anglejan Chatillon J., Ribeiro V., Mas J.L., Bousser M.G., Laplane D. Dissection of the extracranial internal carotid artery. 62 cases. *Presse Med.* 1990; 19(14): 661–7. (in French)
31. Metso T., Metso A., Salonen O., Haapaniemi E., Putaala J., Arto V., et al. Adult cervicocerebral artery dissection: a single-center study of 301 Finnish patients. *Eur. J. Neurol.* 2009; 16(6): 656–61. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02535.x>
32. Arnold M., De Marchis G., Stapf C., Baumgartner R., Nedeltchev K., Buffon F., et al. Triple and quadruple spontaneous cervical artery dissection: presenting characteristics and long-term outcome. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2009; 80(2): 171–4. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2008.155226>
33. Campbell-Lloyd A.J., Kanagalingam J., Bandi H., Coman S. Vertebral artery dissection after direct laryngoscopy: case report and literature review. *J. Laryngol. Otol.* 2009; 123(2): e11. <https://doi.org/10.1017/s0022215108003940>
34. Chaibi A., Russell M.B. A risk-benefit assessment strategy to exclude cervical artery dissection in spinal manual-therapy: a comprehensive review. *Ann. Med.* 2019; 51(2): 118–27. <https://doi.org/10.1080/07853890.2019.1590627>
35. Harada T., Harada Y., Shimizu T. Vertebral Artery dissection after exposure to levofloxacin: A report of two cases. *Intern. Med.* 2021; 60(17): 2863–5. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.6736-20>
36. Yoshimoto Y., Hoya K., Tanaka Y., Uchida T. Basilar artery dissection. *J. Neurosurg.* 2005; 102(3): 476–81. <https://doi.org/10.3171/jns.2005.102.3.0476>
37. Arnold M., Bousser M. Clinical manifestations of vertebral artery dissection. *Front. Neurol. Neurosci.* 2005; 20: 77–86. <https://doi.org/10.1159/000088152>
38. Bushnell C.D., Jamison M., James A.H. Migraines during pregnancy linked to stroke and vascular diseases: US population based case-control study. *BMJ.* 2009; 338: b664. <https://doi.org/10.1136/bmj.b664>
39. Kurth T., Diener H.C. Current views of the risk of stroke for migraine with and migraine without aura. *Curr. Pain Headache. Rep.* 2006; 10(3): 214–20. <https://doi.org/10.1007/s11916-006-0048-5>
40. Vuković V., Aleksić-Shihabi A., Lovrenčić-Huzjan A., Demarin V. Migraine, stroke and patent foramen ovale – connected or not? *Acta. Med. Croatica.* 2008; 62(2): 197–203. (in Croatian)
41. Trabattani D., Fabbicchi F., Montorsi P., Galli S., Teruzzi G., Grancini L., et al. Sustained long-term benefit of patent foramen ovale closure on migraine. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2011; 77(4): 570–4. <https://doi.org/10.1002/ccd.22826>
42. Wahl A., Praz F., Tai T., Findling O., Walpoth N., Nedeltchev K., et al. Improvement of migraine headaches after percutaneous closure of patent foramen ovale for secondary prevention of paradoxical embolism. *Heart.* 2010; 96(12): 967–73. <https://doi.org/10.1136/hrt.2009.181156>
43. Diener H., Peters C., Rudzio M., Noe A., Dichgans J., Haux R., et al. Ergotamine, flunarizine and sumatriptan do not change cerebral blood flow velocity in normal subjects and migraineurs. *J. Neurol.* 1991; 238(5): 245–50. <https://doi.org/10.1007/bf00319734>
44. Anzola G., Magoni M., Guindani M., Rozzini L., Dalla Volta G. Potential source of cerebral embolism in migraine with aura: a transcranial Doppler study. *Neurology.* 1999; 52(8): 1622–5.
45. Del Sette M., Angeli S., Leandri M., Ferriero G., Bruzzzone G., Finocchi C., et al. Migraine with aura and right-to-left shunt on transcranial Doppler: a case-control study. *Cerebrovasc. Dis.* 1998; 8(6): 327–30. <https://doi.org/10.1159/000015875>