

ДУРАЛЬНАЯ АРТЕРИОВЕНОЗНАЯ ФИСТУЛА — РЕДКАЯ ПРИЧИНА ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ШУМА В УХЕ

А.В. Белопасова¹, А.С. Кадыков¹, В.В. Белопасов², А.О. Чечёткин¹,
Р.Н. Коновалов¹, К.В. Крупнова³

¹ Научный центр неврологии, Москва, Российская Федерация

² Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

³ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

В статье описаны клинические проявления дуральной артериовенозной фистулы, которая представляет собой аномальное сообщение между артериями твердой мозговой оболочки и венозными синусами или кортикальными венами. Информация об этиологии и патогенезе подобной мальформации в отечественной литературе ограничена немногочисленными публикациями. Диагностика основана на выявлении у больного визуальных (пульсация мочки уха) и акустических феноменов, а также шунта между задней заушной артерией (ветвью наружной сонной артерии) и венозными синусами мозга при нейровизуализации, в частности при магнитно-резонансной ангиографии. Оптимальной методикой лечения является нейрохирургическое вмешательство с использованием эндоваскулярной технологии.

Ключевые слова: мальформации сосудов головного мозга, дуральная артериовенозная фистула, тиннитус, пульсирующий шум.

(Для цитирования: Белопасова А.В., Кадыков А.С., Белопасов В.В., Чечёткин А.О., Коновалов Р.Н., Крупнова К.В. Дуральная артериовенозная фистула — причина пульсирующего шума в ухе. *Клиническая практика*. 2020;11(3):107–113. doi: 10.17816/clinpract35227)

DURAL ARTERIOVENOUS FISTULA — THE RARE CAUSE OF A PULSATING NOISE IN THE EAR

A.V. Belopasova¹, A.S. Kadykov¹, V.V. Belopasov², A.O. Chechetkin¹,
R.N. Konovalov¹, K.V. Krupnova³

¹ Research Center of Neurology, Moscow, Russian Federation

² Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

³ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

The article describes the clinical manifestations of dural arteriovenous fistula, which is an abnormal communication between the arteries of the dura mater and venous sinuses or cortical veins. The information on the etiology and pathogenesis of such a malformation in the domestic literature is limited to a few publications. The diagnosis is based on the identification of visual (pulsation of the earlobe) and acoustic phenomena in the patient, as well as the presence of a shunt between the posterior auricular artery (a branch of the external carotid artery) and the dural venous sinuses revealed by neuroimaging, in particular MR angiography. The best treatment method is a neurosurgical intervention using endovascular surgery.

Keywords: cerebrovascular malformations, dural arteriovenous fistula, tinnitus, pulsating noise.

(For citation: Belopasova AV, Kadykov AS, Belopasov VV, Chechetkin AO, Konovalov RN, Krupnova KV. Dural Arteriovenous Fistula — The Cause of a Pulsating Noise in the Ear. *Journal of Clinical Practice*. 2020;11(3):107–113. doi: 10.17816/clinpract35227)

АКТУАЛЬНОСТЬ

Шум в ухе или обоих ушах (тиннитус, от лат. *tinnire* — звенеть) представляет собой звуковое ощущение, не связанное с внешним акустическим стимулом [1]. Пациенты описывают его как

звук, исходящий из одного или обеих ушей, находящийся внутри головы, или как внешний отдаленный шум, который «гудит, звенит, шипит, пульсирует» или имитирует другие знакомые звуки. Шум возникает периодически или ощущается по-

стоянно, но неизменно снижает качество жизни пациентов [2].

Субъективный шум ощущается только пациентом, объективный — воспринимается в том числе окружающими и может быть зарегистрирован врачом с помощью фонендоскопа или специального прибора для регистрации отоакустической эмиссии [3], поскольку имеет внутренний источник звука. Последним часто становится патологический кровоток в сосудах (часто каменистой части сонной артерии), находящихся в непосредственной близости к среднему уху, что вызывает у пациента ощущение пульсации, особенно если громкость звука превышает порог слуха в этом ухе [4]. Наиболее опасными причинами пульсирующего шума могут быть артериовенозные мальформации и артериовенозные соустья твердой мозговой оболочки — дуральные фистулы [5, 6].

ДУРАЛЬНЫЕ АРТЕРИОВЕНОЗНЫЕ ФИСТУЛЫ

Дуральная артериовенозная фистула (ДАВФ) — аномальное сообщение между артериями твердой мозговой оболочки и венозными синусами или кортикальными венами [1]. Среди супратенториальных и инфратенториальных сосудистых мальформаций они составляют 6 и 35% соответственно. До недавнего времени ДАВФ считались относительно редкой патологией, однако в связи с возросшей частотой применения методов нейровизуализации (компьютерная, магнитно-резонансная томография) в последние годы диагностируются в большем проценте случаев [1–7]. По данным P. Jabbour и соавт. [8], распространенность ДАВФ составляет 0,17 случаев на 100 тыс. населения.

Большинство артериовенозных фистул представляют собой солитарные образования, однако встречаются описания множественных ДАВФ [2–9]. Мальформации могут развиваться в любом возрасте, в том числе и детском, но чаще становятся находкой у пациентов 50–60 лет [7–9]. Выделяют врожденные и приобретенные ДАВФ [7–11]. Врожденные встречаются значительно реже; как правило, развиваются в первом триместре беременности в результате персистирующего сообщения между будущими артериальными и венозными сегментами первичного сосудистого сплетения или недоразвития промежуточной капиллярной сети [7]. Негативное влияние на ангиогенез могут оказывать родовая травма, внутриутробные инфекции, венозный тромбоз [3–12].

Последний фактор имеет важное значение в формировании приобретенных дуральных фи-

стул. В одном из исследований подобная коморбидность выявлена в 72% случаев [10]. Развитию тромбоза венозного синуса и кортикальных вен способствуют гормональные изменения, связанные с беременностью, родами или, напротив, с использованием оральных контрацептивов; прокоагулянтное состояние крови: дефицит протеинов С и S, антитромбина III, мутации в генах II, V факторов свертывания; травмы головы, внутричерепные хирургические вмешательства, компрессия и окклюзия венозного синуса опухолью (чаще всего менингиомой), отиты и синуситы [9–13].

Существуют две гипотезы формирования ДАВФ в условиях синус-тромбоза. Согласно первой, повышение венозного давления, связанное с тромбозом и обструкцией венозного оттока, приводит к открытию ранее существующих физиологических шунтов в твердой мозговой оболочке с постепенной гипертрофией стенки синуса и формированием ДАВФ [13]. Изменение интракраниального гомеостаза на фоне тромбоза лежит в основе второй гипотезы. Длительная церебральная венозная гипертензия становится причиной развития локальной хронической гипоперфузии головного мозга, маркерами которой являются низкое церебральное перфузионное давление и снижение регионарного мозгового кровотока. В этих условиях усиление экспрессии фактора-1 α (Hypoxia-inducible factor 1-alpha, HIF-1 α) и эндотелиального фактора роста сосудов (Vascular endothelial growth factor, VEGF) приводит к aberrантному ангиогенезу и образованию ДАВФ [14].

Классификация

Среди неврологов и нейрохирургов наибольшее признание получили классификации дуральных соустьев (1995) по Borden и Cognard [9–11]. В обеих делается акцент на оценку ретроградного лептоменингеального и коркового венозного сброса, характеристики которых важны для выбора тактики ведения пациента с ДАВФ [10–15]. В 2015 г. Комитетом по стандартам и правилам Общества нейроэндоканкулярной хирургии (Standard and Guidelines Committee for the Society of Neurointerventional Surgery) была предложена упрощенная классификация (SNIS S&G Classification), согласно которой ДАВФ делят на тип 1 (неагрессивный, без кортикального венозного рефлюкса) и тип 2 (агрессивный, с кортикальным венозным рефлюксом). Каждый из них может быть бессимптомным и симп-

томным, требующим срочного хирургического вмешательства [16].

Клиническая картина

При наличии ДАВФ больные чаще всего предъявляют жалобы на пульсирующий шум в ухе (81% случаев) и головную боль (15%), связанную с раздражением рецепторов менингеальных сосудов [9]. Внезапное появление головной боли и общемозговых симптомов — признак внутричерепного кровоизлияния (10%) [10].

Особенности других симптомов, возникающих в дебюте и при прогрессировании заболевания, во многом определяются локализацией фистул. Нарушение венозного оттока из глазных вен при каротидно-кавернозном соустье, локализованном в передней черепной ямке, может приводить к внутриглазной гипертензии, периокулярному отеку. Следствием этого являются развитие ретроорбитальной боли, периорбитального отека, хемоза, птоза, диплопии (вследствие наружной офтальмоплегии), а также снижение остроты зрения [7, 13], в редких случаях — ретинопатия и глаукома [9].

Пульсирующий шум в ухе может быть единственным симптомом фистулы поперечного или сигмовидного синусов, которые составляют до 80% при ДАВФ средней черепной ямки. Шум часто невыносимый, выматывающий больного. Возникновение его связано с увеличением объема крови, поступающей напрямую под высоким давлением из питающих артерий в венозные синусы, что вызывает в них турбулентный кровоток, синхронизированный с систолической фазой сердцебиения [13, 15]. В 40% случаев он выслушивается врачом при аускультации [17]. Затылочная артерия, участвующая в кровоснабжении ДАВФ этой области, обычно гипертрофирована. Ее прижатие к сосцевидному отростку уменьшает шум при физикальном осмотре [15]. Наличие пульсирующего шума в ухе, слышимого пациентом и/или врачом при аускультации над сосцевидным отростком, служит показанием к нейровизуализационному исследованию [10].

ДАВФ, расположенные субтенториально, — значимый фактор риска развития инфаркта ствола мозга, шейной миелопатии [10]. Изолированное поражение черепных нервов обусловлено их компрессией гипертрофированными питающими артериями или дренирующими венами [13].

Разрыв кортикальных вен, в зависимости от их расположения, приводит к внутримозговому, суб-

арахноидальному или субдуральному кровоизлиянию. Кроме того, мощный шунтирующий поток, независимо от наличия или отсутствия тромбоза венозного синуса, может вызывать дистально от места поражения локальную или системную венозную гипертензию, развитие венозного геморрагического инфаркта. При повышении венозного давления возрастает и внутричерепное, вследствие этого в фазу декомпенсации клинические проявления заболевания могут напоминать таковые при объемном образовании (симптомы псевдоопухоли), начиная от головной боли, тошноты/рвоты, снижения остроты зрения вследствие отека соска зрительного нерва, до фокальных неврологических нарушений, включая гемигиперестезию, гемипарез, афазию. В тяжелых случаях развиваются когнитивная дисфункция, локальные или генерализованные судороги, сопор, кома [7, 9, 11].

Некоторые мальформации остаются бессимптомными или сохраняют стабильную клиническую и ангиографическую картину на протяжении многих лет, подвергаются спонтанной инволюции со стабилизацией или уменьшением неврологических симптомов. Факторы, предрасполагающие к регрессу заболевания, остаются неизвестными [8].

Диагностика

На начальном этапе для диагностики сосудистых мальформаций целесообразно проведение магнитно-резонансной (МР) ангио- и веносинусографии. Времяпролетная МР-ангиография (Time of flight, TOF) позволяет выявить особенности перестройки сосудистой системы при ДАВФ: увеличение числа и размера питающих артерий, расширение дренирующих вен, наличие сосудистой сети в дуральном синусе или мозговых оболочках, состояние коллатерального кровообращения и венозного оттока. МР-изображения, взвешенные по магнитной восприимчивости (susceptibility weighted imaging, SWI), обнаруживают признаки гипертензии кортикальных вен или небольшое кровоизлияние [15, 18–20].

Бесконтрастная компьютерная томография (КТ) головного мозга эффективна только в диагностике неблагоприятных исходов ДАВФ — кровоизлияний и отека мозга, однако КТ-ангиография способна идентифицировать измененные артерии и вены, выраженную сосудистую сеть в дуральном синусе или мозговых оболочках, тромбоз венозного синуса. В ряде случаев аномальная перестройка сосудистой сети может быть скрыта артефактами,

исходящими от костей черепа. Используя алгоритмы реконструкции для удаления костных структур на изображениях, недостатки исследования могут быть устранены [12, 21]. Однако «золотым стандартом» диагностики ДАВФ остается цифровая субтракционная ангиография [2, 10]. Благодаря высокому пространственному и временному разрешению катетерная ангиография позволяет получить информацию о расположении и анатомических особенностях соустья, идентифицировать важные особенности ДАВФ, такие как наличие кортикального рефлюкса, обструкции венозного оттока, аневризмы [9, 15, 19].

Ультразвуковые методы, в частности дуплексное сканирование брахиоцефальных сосудов, транскраниальная доплерография и транскраниальное дуплексное сканирование интракраниальных сосудов, являются дополнительными методами диагностики ДАВФ, особенно для лиц с неспецифическими проявлениями. Основными преимуществами ультразвуковых методов являются неинвазивность, широкая распространенность и относительно невысокая стоимость по сравнению с остальными ангиовизуализационными методами диагностики [22]. У пациентов с ДАВФ при проведении ультразвуковых методов регистрируются более низкие индексы периферического сопротивления (индексы Гослинга и Пурсело) в питающих артериях, включая наружную сонную артерию и ее ветви (например, в затылочной артерии). Доказано, что значение индексов периферического сопротивления в питающих артериях коррелирует с эффективностью лечения и клинической эволюцией ДАВФ. Кроме того, у больных с ДАВФ транскраниальные методы выявляют высокую скорость кровотока, обратное направление потока крови и аномальную форму доплеровской волны (артериализация кровотока) в церебральных венах и синусах, глазных венах [23].

Независимо от исходных диагностических результатов или вариантов лечения, долгосрочное ангиографическое и/или ультразвуковое наблюдение рекомендовано всем пациентам с ДАВФ [24].

Лечение

Оптимальный метод лечения ДАВФ — полная элиминация фистулы. Эндovasкулярные вмешательства в виде трансартериальной, трансвенозной или комбинированной эмболизации в последние годы являются наиболее предпочтительными.

В технически сложных случаях возможно проведение эндovasкулярного вмешательства с последующей микрохирургической резекцией [25]. При неэффективности или невозможности использования эндovasкулярных подходов осуществляют интраоперационную эмболизацию менингеальных артерий или вен, резекцию твердой мозговой оболочки [6]. Стереотаксическая радиохирургия применяется при высоком риске оперативного вмешательства или в случаях, когда проведение трансвенозной или трансартериальной эмболизации фистулы невозможно [12, 25]. С помощью гамма-ножа, линейных ускорителей или протонных пучков устранение фистулы достигается благодаря направленной доставке определенной дозы интенсивного излучения в зону ее локализации [26].

Ниже представлено клиническое наблюдение пациента, причиной пульсирующего шума у которого стала дуральная артериовенозная фистула.

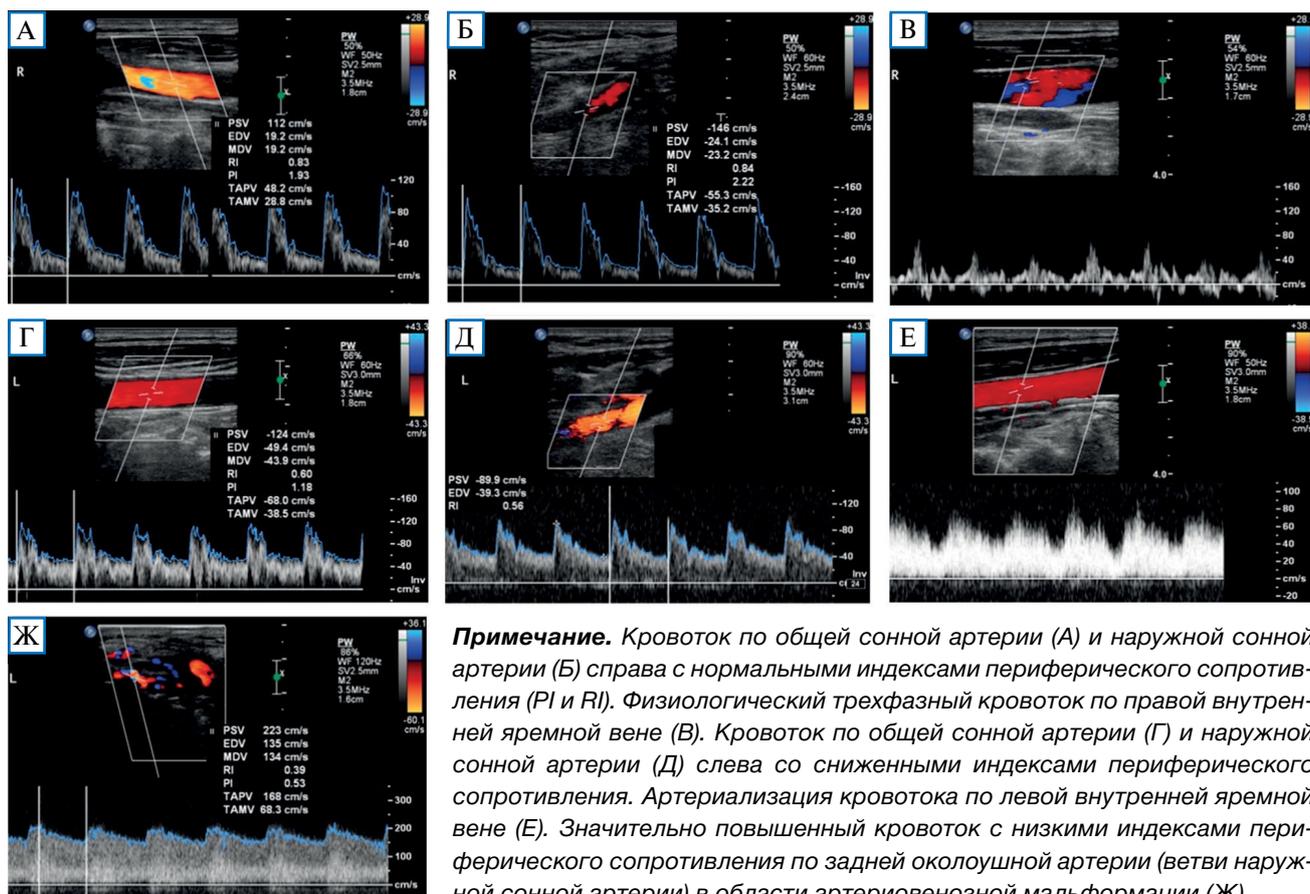
КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

О пациенте

Пациент Д., 64 года, обратился с жалобами на постоянный пульсирующий шум за левым ухом, который усиливался в тишине, преимущественно в ночное время, в связи с чем Д. стал испытывать трудности засыпания.

Из анамнеза заболевания известно, что на протяжении последних двух лет Д. отмечал умеренное снижение слуха на оба уха, наблюдался у оториноларинголога с диагнозом нейросенсорной тугоухости. Периодически отмечал пульсирующий шум в левом ухе, который слышал во время засыпания, однако смена позы или поворот головы помогали устранить его. С сентября 2019 г. пульсация стала беспокоить независимо от времени суток с усилением в период отсутствия окружающего шума (ранние утренние часы, тихое помещение, шумоподавление и пр.). Нарушился ночной сон — не мог долго уснуть, смена положения тела и головы не давала должного эффекта. Стал тревожным, раздражительным из-за депривации сна и навязчивых ощущений. Лечился в неврологическом стационаре по направлению поликлиники, проводился курс сосудистой, нейрометаболической терапии без эффекта. Обращался в психоневрологический диспансер, где был установлен диагноз «Сенестопатическое расстройство». Назначены противотревожные, снотворные препараты.

Рис. 1. Дуплексное сканирование сосудов шеи



Примечание. Кровоток по общей сонной артерии (А) и наружной сонной артерии (Б) справа с нормальными индексами периферического сопротивления (PI и RI). Физиологический трехфазный кровоток по правой внутренней яремной вене (В). Кровоток по общей сонной артерии (Г) и наружной сонной артерии (Д) слева со сниженными индексами периферического сопротивления. Артериализация кровотока по левой внутренней яремной вене (Е). Значительно повышенный кровоток с низкими индексами периферического сопротивления по задней околоушной артерии (ветви наружной сонной артерии) в области артериовенозной мальформации (Ж).

Из анамнеза жизни известно, что в течение многих лет Д. страдает пароксизмальной формой мерцательной аритмии, артериальной гипертензией I степени; постоянно принимает антикоагулянты, гипотензивную терапию. Заболевания органов слуха, травмы, оперативные вмешательства области головы, перенесенные инфекционные заболевания отрицает.

Исследования при поступлении и окончательный диагноз

При осмотре пациента выявлена пульсация мочки уха слева, при аускультации заушной области над сосцевидным отростком выслушивался интенсивный пульсирующий шум, совпадающий с тонами сердца. Сопоставление анамнеза и клинических данных позволило заподозрить наличие сосудистой мальформации, требующей подтверждения с помощью ультразвуковых и/или нейровизуализационных методов исследования.

Проведенное дуплексное сканирование сосудов головы обнаружило признаки артериовенозной мальформации в бассейне левой наружной сонной артерии с артериализацией и усилением кровотока по внутренней яремной вене. Усиление скоро-

сти кровотока по задней околоушной артерии позволило предположить ее в качестве «питающего» сосуда (рис. 1). Контрастная МР-ангиография подтвердила наличие артериовенозного соустья с вовлечением поперечного и частично сигмовидного синусов слева (рис. 2).

Пациент консультирован нейрохирургом, запланировано эндоваскулярное лечение фистулы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

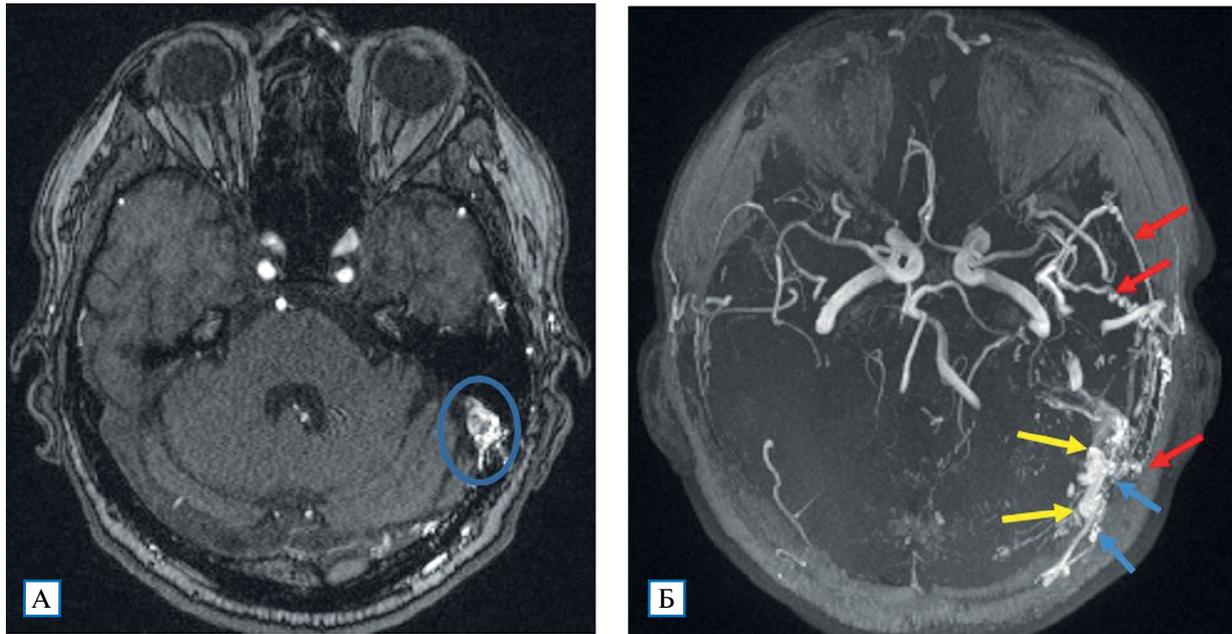
Дуральные артериовенозные фистулы — редкая форма патологии. Знание и правильная оценка ее симптомов — необходимое условие для адекватной интерпретации клинических данных, выбора методов обследования больного, определения прогноза заболевания и тактики лечения.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Отсутствует.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Рис. 2. МР-ангиография (3D TOF-ангиография)

Примечание. А — сброс крови из ветвей наружной сонной артерии в левый поперечный синус; Б — аксиальная МIP-реконструкция: визуализируются нормальные артерии Виллизиева круга; слева расширенные и извитые ветви наружной сонной артерии (алые стрелки), из которых происходит сброс крови в поперечный и сигмовидный синусы (желтые стрелки), извитость и расширение дуральных вен вследствие полнокровия (голубые стрелки).

УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

ИНФОРМИРОВАННОЕ СОГЛАСИЕ

От пациента получено письменное добровольное информированное согласие на публикацию описания клинического случая (дата подписания 23.12.2019).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Колесников В.Н., Анохина Е.А., Лапин М.А. Субъективный ушной шум // *Главный врач Юга России*. — 2017. — Т.2. — №54. — С. 22–24. [Kolesnikov VN, Anokhina EA, Lapin MA. Subjective tympanophonia. *Glavnyy vrach Yuga Rossii*. 2017;2(54):22–24. (In Russ).]
2. Ahmad N, Seidman M. Tinnitus in the older adult: epidemiology, pathophysiology and treatment options. *Drugs Aging*. 2004;21:297. doi: 10.2165/00002512-200421050-00002.
3. Гуненков А.В., Косяков С.Я. Субъективный ушной шум. Современные представления о лечении // *Вестник оториноларингологии*. — 2014. — №3. — С. 72–75. [Gunenkov AV, Kosyakov SYa. Subjective tympanophonia. The current concepts of therapy. *Vestnik otorinolaringologii*. 2014;(3):72–75. (In Russ).]
4. Fortune DS, Haynes DS, Hall JW. Tinnitus. Current evaluation and management. *Neur Clin North Am*. 1999;83:153. doi: 10.1016/s0025-7125(05)70094-8.
5. Бойко Н.В. Диагностика и лечение шума в ушах // *Вестник оториноларингологии*. — 2018. — Т.83 — №3. — С. 82–87. [Boiko NV. Diagnosis and treatment of tinnitus. *Vestnik otorinolaringologii*. 2018;83(3):82–87. (In Russ).] doi: 10.17116/otorino201883382.
6. Калинин М.Н., Хасанова Д.Р., Ибатуллин М.М., и др. Необычная причина инсульта: церебральная дуральная ар-

териовенозная фистула // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. — 2015. — Т.7. — №4 — С. 37–41. [Kalinin MN, Khasanova DR, Ibatullin MM, et al. The unusual cause of stroke: cerebral dural arteriovenous fistula. *Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2015;7(4):37–41. (In Russ).] doi: 10.14412/2074-2711-2015-4-37-41.

7. Chaichana KL, Coon AL, Tamargo RJ, Huang J. Dural arteriovenous fistulas: epidemiology and clinical presentation. *Neur Clin North Am*. 2012;23:7–13. doi: 10.1016/j.nec.2011.09.001.

8. Jabbour P, Tjoumakaris S, Chalouhi N, et al. Endovascular treatment of cerebral dural and pial arteriovenous fistulas. *Neur Clin North Am*. 2013;23(4):625–636. doi: 10.1016/j.nic.2013.03.010 1052-5149.

9. Elhammady MS, Ambekar S, Heros RC. Epidemiology, clinical presentation, diagnostic evaluation, and prognosis of cerebral dural arteriovenous fistulas. *Handbook Clin Neurol*. 2017;143(3):99–105. doi: 10.1016/B978-0-444-63640-9.00009-6.

10. Lv X, Jiang C, Li Y, et al. Transverse-sigmoid sinus dural arteriovenous fistulae. *World Neurosurg*. 2010;74(2-3):297–305. doi: 10.1016/j.wneu.2010.02.063.

11. Nagm A, Horiuchi T, Kanaya K, Hongo K. Dural arteriovenous fistula could be due to hemodynamic disturbance in dural physiological shunts? *World Neurosurg*. 2016;90:699.e11–699.e18. doi: 10.1016/j.wneu.2016.02.036.

12. Gandhi DJ, Chen M, Pearl J, et al. Intracranial dural arteriovenous fistulas: classification, imaging findings, and treatment. *Am J Neuroradiol*. 2012;33(6):1007–1013. doi: 10.3174/ajnr.A2798.

13. Tsai L-K, Hon-Man L, Jeng J-S. Diagnosis and management of intracranial dural arteriovenous fistulas. *Exp Rev Neurotherapeutics*. 2016;16(3):307–318. doi: 10.1586/14737175.2016.1149063.

14. Uranishi R, Nakase H, Sakaki T. Expression of angiogenic growth factors in dural arteriovenous fistula. *J Neurosurg*. 1999;91(5):781–786. doi: 10.3171/jns.1999.91.5.0781.

15. Serulle Y, Miller TR, Gandhi D. Dural arteriovenous fistulae imaging and management. *Neur Clin North Am*. 2016;26(2):247–258. doi: 10.1016/j.nic.2015.12.003/1052-5149/16.

16. Lee SK, Hetts SW, Halbach V, et al. Standard and guidelines: intracranial dural arteriovenous shunts. *J Neurointerv Surg*. 2017;9(5):516–523. doi: 10.1136/neurintsurg-2015-012116.
17. Javadpour M, Wallace MC. Surgical management of cranial dural arteriovenous fistulas. *Schmidek and Sweet Operative Neurosurgical Techniques*. 2012. P. 959–976. doi: 10.1016/b978-1-4160-6839-6.10080-2.
18. Nakagawa I, Taoka T, Wada T, et al. The use of susceptibility-weighted imaging as an indicator of retrograde leptomeningeal venous drainage and venous congestion with dural arteriovenous fistula: diagnosis and follow-up after treatment. *Neurosurg*. 2016;72(1):47–55. doi: 10.1227/NEU.0b013e318276f7cc.
19. Mossa-Basha M, Chen J, Gandhi D. Imaging of cerebral arteriovenous malformations and dural arteriovenous fistulas. *Neur Clin North Am*. 2012;23(1):27–42 doi: 10.1016/j.nec.2011.09.007.
20. Van Asch CJ, Velthuis BK, Rinkel GJ, et al. Diagnostic yield and accuracy of CT angiography, MR angiography, and digital subtraction angiography for detection of macrovascular causes of intracerebral haemorrhage: prospective, multicentre cohort study. *BMJ*. 2015;351:h5762. doi: 10.1136/bmj.h5762.
21. Lee CW, Huang A, Wang YH, et al. Intracranial dural arteriovenous fistulas: diagnosis and evaluation with 64-detector row CT angiography. *Radiology*. 2010;256(1):219–228 doi: 10.1148/radiol.10091835.
22. Yeh SJ, Tsai LK, Jeng JS. Clinical and carotid ultrasonographic features of intracranial dural arteriovenous fistulae in patients with and without pulsatile tinnitus. *J Neuroimaging*. 2010;20(4):354–358. doi: 10.1111/j.1552-6569.2009.00379.x.
23. Zakharkina MV, Chechetkin AO, Krotenkova MV, Konovalov RN. Ultrasound diagnostics of a spontaneous arteriovenous fistula of the head and neck. *J Ultrason*. 2017;17:217–221. doi: 10.15557/JoU.2017.0032.
24. Brzozowski K, Narloch J, Piasecki P, et al. Are type I dural arteriovenous fistulas safe? Single-centre experience of endovascular treatment of dural arteriovenous fistulas. *Pol J Radiol*. 2019;84:e179–e184. doi: 10.5114/pjr.2019.84602.
25. See AP, Raza S, Tamargo RJ, Lim M. Stereotactic radiosurgery of cranial arteriovenous malformations and dural arteriovenous fistulas. *Neur Clin North Am*. 2012;23(1):133–146. doi: 10.1016/j.nec.2011.09.011.
26. Youssef PP, Schuette AJ, Cawley CM, Barrow DL. Advances in surgical approaches to dural fistulas. *Neurosurgery*. 2013;74(2):32–41. doi: 10.1227/NEU.0000000000000228.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Белопасова Анастасия Владимировна, к.м.н. [**Anastasia V. Belopasova**, MD, PhD]; **адрес:** 125367, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80 [**address:** 80 Volokolamskoye shosse, Moscow 125367, Russia]; **e-mail:** belopasova@neurology.ru, **SPIN-код:** 3149-3053, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3124-2443>

Кадыков Альберт Серафимович, д.м.н., профессор [**Albert S. Kadykov**, MD, PhD, Professor]; **e-mail:** kadykov@neurology.ru, **SPIN-код:** 5228-5665, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7491-7215>

Белопасов Владимир Викторович, д.м.н., профессор [**Vladimir V. Belopasov**, MD, PhD, Professor]; **e-mail:** belopasov@yandex.ru, **SPIN-код:** 6089-1321, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0458-0703>

Чечеткин Андрей Олегович, д.м.н. [**Andrey O. Chechetkin**, MD, PhD]; **e-mail:** chechetkin@neurology.ru, **SPIN-код:** 9394-6995, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8726-8928>

Коновалов Родион Николаевич, к.м.н. [**Rodion N. Konovalov**, MD, PhD]; **e-mail:** konovalov@neurology.ru, **SPIN-код:** 2515-7673, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5539-245X>

Крупнова Ксения Вячеславовна [**Kseniya V. Krupnova**]; **e-mail:** ksen.krupnova@yandex.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1579-7510>