



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-3-62-69>

Сопоставление офтальмологической симптоматики и данных ультразвукового исследования сосудов головного мозга и орбиты в диагностике и лечении прямых каротидно-кавернозных соустьей

Т.В. Табашникова , Н.К. Серова, А.А. Волобуева, Г.А. Денисова, С.Б. Яковлев

ФГБАУ «НМИЦ нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16, Москва, 125047, Россия

Цель работы — оценить роль результатов офтальмологического и ультразвукового исследования (УЗИ) в диагностике и оценке эффективности лечения прямых каротидно-кавернозных соустьей (ПККС). **Материал и методы.** Обследовано 10 пациентов (7 мужчин и 3 женщины) в возрасте от 19 до 65 лет с ПККС. Всем пациентам проведено полное офтальмологическое обследование и УЗИ сосудов головного мозга и орбиты до и после лечения. **Результаты.** Диагноз ПККС верифицирован путем проведения селективной церебральной ангиографии сосудов головного мозга, являющейся золотым стандартом в обследовании больных с ПККС. Травматическое ПККС выявили у 8 больных, спонтанное — у 2. У всех пациентов при офтальмологическом осмотре обнаружили признаки нарушения венозного оттока из глаза и глазницы. При проведении УЗИ выявлены прямые и косвенные признаки ПККС. Ангиографическое исследование совмещалось с эндоваскулярным вмешательством. Семи пациентам выполнены реконструктивные операции, трем — деконструктивные операции. В раннем послеоперационном периоде у всех пациентов в разной степени уменьшились застойные явления в глазу и глазнице. По данным УЗИ после оперативного вмешательства у всех пациентов отсутствовали признаки функционирования ПККС, отмечалось уменьшение размеров верхней глазной вены и нормализация кровотока в ней. **Заключение.** Выявлена высокая корреляция результатов офтальмологического обследования и УЗИ в диагностике ПККС и раннем послеоперационном периоде. Офтальмологическая симптоматика позволяет диагностировать нарушение венозного оттока из глаза и орбиты. УЗИ позволяет визуализировать признаки ПККС, определять гемодинамические характеристики соустья и вовлеченных в патологический процесс сосудов, количественно оценивать выявленные изменения.

Ключевые слова: каротидно-кавернозное соустье; экзофтальм; пульсирующий шум; ультразвуковая диагностика

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Табашникова Т.В., Серова Н.К., Волобуева А.А., Денисова Г.А., Яковлев С.Б. Сопоставление офтальмологической симптоматики и данных ультразвукового исследования сосудов головного мозга и орбиты в диагностике и лечении прямых каротидно-кавернозных соустьей. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (3): 62-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-3-62-69>

Comparison of ophthalmological symptoms and ultrasound data of the vessels of the brain and orbit in the diagnosis and treatment of direct carotid-cavernous fistulas

Tatiana V. Tabashnikova[✉], Natalia K. Serova, Anna A. Volobueva, Galina A. Denisova, Sergei B. Yakovlev

National Medical Research Center for Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko, 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047, Russia
ttabashnikova@nsi.ru

Purpose of the study was to evaluate the role of ophthalmological and ultrasound examination (US) in the diagnosis and evaluation of the treatment efficiency of direct carotid-cavernous fistulas (DCCF). **Material and methods.** Ten patients (7 men and 3 women) aged 19 to 65 years with DCCF were examined. All patients underwent a complete ophthalmological examination and US of the cerebral and orbital vessels before and after treatment. **Results.** The diagnosis of DCCF was verified by selective cerebral angiography of the cerebral vessels, which is the gold standard in the examination of patients with DCCF. Traumatic DCCF was detected in 8 patients, spontaneous DCCF was detected in 2 patients. In all patients, ophthalmological examination revealed signs of impaired venous outflow from the eye and orbit. US revealed direct and indirect signs of DCCF. Angiographic examination was combined with endovascular intervention. Reconstructive surgeries were performed in 7 patients, and deconstructive surgeries were performed in 3 patients. In the early postoperative period, all patients showed varying degrees of reduction in congestion in the eye and orbit. According to US data after surgery, all patients showed no signs of functioning of DCCF, a decrease in the size of the superior ophthalmic vein and normalization of blood flow in it. **Conclusion.** A high correlation was found between the results of ophthalmological and US examination in diagnosing the DCCF and in the early postoperative period. Ophthalmological symptoms allow diagnosing impaired venous outflow from the eye and orbit. US allows visualizing signs of the DCCF, determining hemodynamic characteristics of the anastomosis and vessels involved in the pathological process, and quantitatively assessing the changes detected.

Keywords: carotid-cavernous fistula; exophthalmos; pulsating noise; ultrasound diagnostics

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Tabashnikova T.V., Serova N.K., Volobueva A.A., Denisova G.A., Yakovlev S.B. Comparison of ophthalmological symptoms and ultrasound data of the vessels of the brain and orbit in the diagnosis and treatment of direct carotid-cavernous fistulas. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (3): 62-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-3-62-69>

Каротидно-кавернозные соустья (ККС) представляют собой патологическое шунтирование артериальной крови в кавернозный синус (КС). Различают прямые и непрямые фистулы. Данное исследование посвящено лечению прямых каротидно-кавернозных соустьев (ПККС).

Клинические проявления ПККС обусловлены тесной анатомо-функциональной связью КС и глазницы, поэтому офтальмологические симптомы являются ведущими в клинической картине заболевания, преимущественно при передних и смешанных путях оттока крови из КС в глазные вены. Наиболее часто при проведении селективной церебральной ангиографии выявляется смешанный путь оттока — в 46% случаев, передний путь оттока наблюдается в 28% [1]. Кроме того, выраженность офтальмологической симптоматики зависит от длительности заболевания: наиболее бурное развитие симптомов происходит в первые 3 мес заболевания, позднее развиваются дренажные пути оттока из КС, и постепенно застойные явления в глазу и глазнице частично регрессируют [2, 3]. Специфический признак ПККС в подавляющем большинстве случаев — синхронный с пульсом шум в голове, подтвержденный аускультативно, а также симптомы нарушения венозного оттока из глаза и глазницы разной степени выраженности: отек век, застойная инъекция глазного яблока, хемоз конъюнктивы, экзофтальм,

глазодвигательные нарушения, асимметрия внутриглазного давления (ВГД), полнокровие и извитость вен сетчатки [3–9].

В диагностике ККС золотым стандартом является церебральная селективная ангиография сосудов головного мозга [5]. Однако ультразвуковое исследование (УЗИ), являясь неинвазивным, непродолжительным по времени и недорогим методом визуализации, также применяется при обследовании пациентов с подозрением на ККС. УЗИ может неоднократно использоваться в диагностических целях [10–13].

Существуют прямые и косвенные ультразвуковые признаки ККС. Прямые признаки — это непосредственная визуализация ККС при транскраниальном УЗИ, когда на стороне поражения в проекции супраклиноидного отдела внутренней сонной артерии (ВСА) и КС в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) визуализируется округлое сосудистое мозаично окрашенное образование. В импульсно-волновом режиме (PW) в данном образовании определяется высокоскоростной двунаправленный кровоток [13–15]. Косвенные признаки — это расширение верхней глазной вены (ВГВ) в орбите на стороне поражения, с артериализованным ретроградным кровотоком в ней, характеризующимся высокой скоростью и низкой резистентностью [11, 12, 15, 16]. Кроме того, изменение параметров кровотока

по ВСА и/или наружной сонной артерии (НСА) на стороне поражения — снижение индексов периферического сопротивления, увеличение объемного кровотока. При большом объеме шунтирования может формироваться феномен обкрадывания со снижением скорости кровотока по средней мозговой (СМА), передней мозговой и глазной артерии (ГА) на стороне поражения [11, 17, 18].

Эндоваскулярное выключение соустья является стандартом в лечении больных с ПККС и показано в максимально короткие сроки после его обнаружения. Выделяют реконструктивные операции, которые подразумевают перекрытие фистулы и сохранение просвета ВСА, и деконструктивные — это окклюзия ВСА на уровне фистулы при условии компенсированного коллатерального кровообращения [8, 19, 20].

Регресс офтальмологической симптоматики после лечения фиксируется сразу после оперативного вмешательства. Первым исчезает сосудистый шум. Сроки и диапазон уменьшения остальной симптоматики зависят от выраженности их до операции.

Анализ литературы показал, что сопоставления офтальмологических данных, результатов УЗИ и селективной церебральной ангиографии до и после лечения пациентов с ПККС до сих пор не проводили.

ЦЕЛЬ работы — оценить роль результатов офтальмологического и ультразвукового исследования в диагностике и оценке эффективности лечения ПККС.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследованы 10 пациентов с ПККС, выбранных из большого количества пациентов с ПККС, из них 7 мужчин и 3 женщины, в возрасте от 19 до 65 лет, медиана — 33,5 года. Все пациенты оперированы в НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко. Во всех случаях проведено эндоваскулярное разобщение ПККС микроспиральными трансартериальным или комбинированным (сочетание трансартериального и трансвенозного) доступом.

Критерием включения в исследование являлось наличие полного офтальмологического обследования и УЗИ сосудов головного мозга и глаза до и после оперативного вмешательства и сопоставление с данными селективной церебральной ангиографии.

Пациентов обследовали до и на 1–4-е сутки после оперативного лечения. Два пациента были консультированы в отдаленном послеоперационном периоде (через 1,5 мес после эндоваскулярного лечения). Офтальмологический осмотр включал определение зрительных функций — измерение остроты зрения на проекторе знаков Huvits, кинетическую периметрию на периметре Ферстера и автоматическую статическую периметрию на аппарате Humphrey Field Analyzer 3. При внешнем осмотре оценивали размер глазных щелей и состояние подкожных вен век. Проводили экзофтальмометрию, пневмотонометрию на Auto Non-Contact Tonometer AT555, биомикроскопию, офтальмоскопию прямую и обратную. Аускультацию выполняли над областью орбит, в височных областях, межбровье. Оценивали глазодвигательную и зрачковую функции, корнеальные рефлексы.

УЗИ проводили на ультразвуковом сканере MINDRAY Resona 7 (MINDRAY, КНР) в положении пациента лежа на спине, с использованием ультразвукового геля в качестве проводящей среды.

Транскраниальное УЗИ СМА и интракраниального отдела ВСА выполняли секторным датчиком с диапазоном частот 1–5 МГц через транстемпоральное акустическое окно. Исследование ВСА в экстракраниальном отделе, ВГВ, центральной артерии сетчатки (ЦАС), центральной

вены сетчатки (ЦВС), задних коротких цилиарных артерий (ЗКЦА) и ГА проводили линейным датчиком с диапазоном частот 3–9 МГц. Исследование сосудов глаза осуществлялось трансорбитальным доступом, с закрытыми веками, с максимальным ограничением движения глазного яблока. Согласно принципам ALARA (As Low As Reasonably Achievable), при УЗИ сосудов глазного яблока и орбиты акустическая мощность ультразвукового прибора снижалась до рекомендуемых значений теплового индекса (TI) — не более 1,0 и механического индекса (MI) — не более 0,23 [21].

Оценивали следующие параметры: наличие дополнительного сосудистого образования мозаичной окраски в проекции супраклиноидного отдела ВСА и КС в режиме ЦДК при транскраниальном УЗИ сосудов мозга, скорость кровотока в данном образовании; скорость кровотока и индекс резистентности (RI) в СМА и ВСА с обеих сторон; диаметр ВГВ, направление, скорость кровотока в ВГВ с обеих сторон, RI при артериализации кровотока; скорость кровотока и RI в ЦАС, ЗКЦА и ГА с обеих сторон; скорость кровотока в ЦВС с обеих сторон. Числовые значения представлены в виде медианы и интерквартильного размаха.

Статистический анализ полученных данных проводился непараметрическими методами. При сравнении данных до и после хирургического лечения использовался непараметрический критерий Вилкоксона. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У всех пациентов диагноз верифицирован с помощью селективной церебральной ангиографии сосудов головного мозга. ПККС справа были у 7 пациентов, слева — у 3. Травматические ПККС выявили у 8 больных: у 5 женщин и 3 мужчин. Механизм травм: травма в результате нанесения побоев — у 2 больных, кататравма — у 3, тупая травма головы в результате ДТП — у 3 пациентов. Перелом основания черепа с интракраниальной гематомой и закрытый оскольчатый перелом скуло-орбитального комплекса с переломом нижней челюсти был у одного пациента. Сочетанная травма имелась у 2 пациентов.

У 2 больных выявлены спонтанные ПККС: у пациента 30 лет без явных провоцирующих факторов по анамнестическим данным, у больного 65 лет спустя 2 нед после ЛОР-операции.

При клиническом обследовании в одном наблюдении на стороне ПККС выявлен амавроз, развившийся вследствие травмы зрительного нерва, у двух больных острота зрения составляла 0,5 и 0,6, у остальных острота зрения — 1,0. Зрительные функции второго глаза были высокими у всех пациентов.

На стороне соустья наблюдали следующие симптомы нарушения венозного оттока из глаза и глазницы (таблица).

У всех больных аускультативно отчетливо определяли грубый пульсирующий шум над глазом на стороне соустья, в височной области и межбровье. Экзофтальм и застойная инъекция были у всех больных. Отек век разной степени выраженности наблюдался у 9 пациентов, у 6 из них в толще верхнего века контурировалась варикозно расширенная подкожная вена. Глазодвигательные нарушения отсутствовали лишь у одной пациентки, у остальных ограничения движений разной степени выраженности были связаны с непосредственным влиянием патологического процесса на глазодвигательные нервы в КС, чаще на *n. abducens*, а также с возможным отеком тканей глазницы, в том числе экстраокулярных мышц. Асимметрию ВГД от 3 до 16 мм рт. ст. определили у 9 больных. «Красный» хемоз бульбарной конъюнктивы и

нижней переходной складки был у 5 пациентов, у 3 из них хемоз был настолько выражен, что ущемлялся веками. У 5 пациентов корнеальный рефлекс был снижен, у одного — отсутствовал, что сопровождалось нейротрофической эрозией роговицы у 2 больных.

У 2 пациентов офтальмологические симптомы были минимальными. Двусторонние застойные явления наблюдали у 2 больных. Внешний вид пациента до операции представлен на рисунке 1, А.

При офтальмоскопии у 2 пациентов визуализировали картину атрофии зрительного нерва, у одного — картину тромбоза ЦВС, у остальных пациентов на глазном дне со стороны ПККС обращали на себя внимание расширенные, полнокровные, извитые вены сетчатки.

При УЗИ у всех пациентов был выявлен прямой ультразвуковой признак ККС. При транскраниальном исследовании визуализировали сосудистое образование в проекции супраклиноидного отдела ВСА и КС, мозаичной окраски в режиме ЦДК (рис. 2). В импульсно-волновом режи-

Таблица. Динамика офтальмологических симптомов у пациентов с ПККС до и после эндоваскулярного лечения
Table. Dynamics of ophthalmological symptoms in patients with carotid-cavernous fistula before and after endovascular treatment

Симптомы Symptoms	Количество пациентов до лечения Number of patients before therapy	Количество пациентов после лечения (полный/частичный регресс симптомов) Number of patients after therapy (complete/partial regression of symptoms)
Сосудистый шум Vascular noise	10	10
Застойная инъекция Congestive injection	10	6
Экзофтальм Exophthalmos	10	5
Отек век Swelling of the eyelids	9	4
Глазодвигательные нарушения Oculomotor disorder	9	3
Асимметрия ВГД Intraocular pressure asymmetry	9	6
Расширенная подкожная вена века Dilated saphenous vein of the eyelid	6	3
Хемоз конъюнктивы Conjunctival chemosis	5	3
Снижение чувствительности роговицы Decreased corneal sensitivity	5	0
Офтальмоскопическая картина Ophthalmoscopic picture	10	0



Рис. 1. А — внешний вид пациента до операции. Б — внешний вид пациента на 4-е сутки после эндоваскулярного разобщения прямой каротидно-кавернозной фистулы

Fig. 1. А — patient's appearance before surgery. Б — patient's appearance on day 4 after endovascular embolization of the direct carotid-cavernous fistula

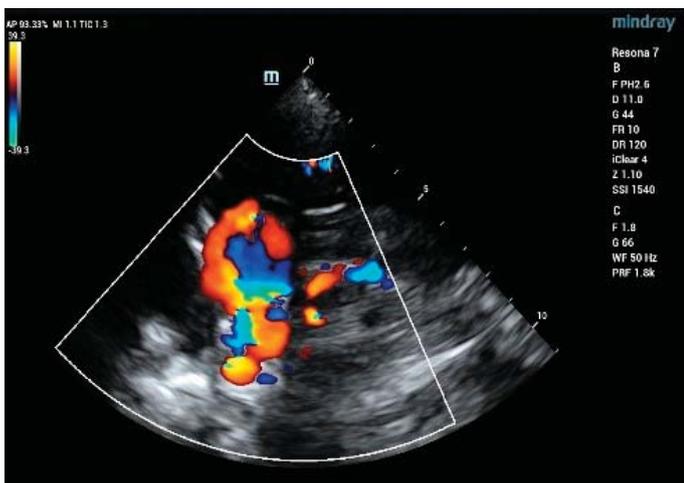


Рис. 2. Транскраниальное УЗИ. ПККС визуализируется как мозаично окрашенное сосудистое образование в проекции ВСА и КС
Fig. 2. Transcranial ultrasound examination. DCCF is visualized as a mosaically stained vascular formation in the projection of ICA and CS

ме в данном образовании определяли высокоскоростной двунаправленный кровоток с линейной скоростью кровотока (ЛСК) 157,5 (120–240) см/с (медиана, интерквартильный размах) (рис. 3). У всех пациентов селективная церебральная ангиография подтвердила наличие ПККС, сторона поражения совпала в 100% случаев.

У всех пациентов были также выявлены косвенные ультразвуковые признаки ПККС: визуализирована расширенная ВГВ, диаметр которой составил 4,8 (2,5–6,5) мм (рис. 4). Сопоставление данных УЗИ и церебральной ангиографии показало, что степень расширения ВГВ зависела от преобладания путей оттока из КС. Так, у 2 пациентов с наименьшими значениями диаметра ВГВ по данным ангиографии практически не было переднего пути оттока от КС, что совпадало с клиническими данными.

У 8 пациентов в расширенной ВГВ на гомолатеральной стороне в режиме ЦДК и импульсно-волновой доплерографии определялись типичные при ПККС изменения кровотока — ретроградный артериализованный кровоток с высокой скоростью и низкой резистентностью (рис. 5). У 2 пациентов типичное изменение параметров кровотока в ВГВ было дву-



Рис. 3. Транскраниальное УЗИ. В импульсно-волновом режиме в ПККС регистрируется высокоскоростной низкорезистентный кровоток

Fig. 3. Transcranial ultrasound. In the pulse-wave mode, high-speed low-resistance blood flow is registered in the DCCF

сторонним. Скорость артериализованного кровотока в ВГВ составила 21,3 (14–27) см/с и RI 0,47 (0,40–0,65).

Для сравнения проведено исследование 7 здоровых глаз: диаметр ВГВ составил 1,5 (1,2–2,1) мм, по вене определялся венозный антеградный кровоток с ЛСК 6,0 (4,5–8,2) см/с.

Параметры кровотока по ЦАС, ЗКЦА, ЦВС и СМА у всех исследованных пациентов находились в среднем в пределах референсных значений. Скорость кровотока по ГА на стороне поражения определялась несколько ниже тех нормативных значений, которые указаны в литературе, и ниже, чем в ГА здорового глаза у пациентов с ПККС. Соответственно Vps (пиковая скорость) кровотока в ГА на стороне поражения составила 25,5 (23,3–28,4) см/с, на здоровой стороне — 34 (27,2–39,25) см/с.

Кровоток по ВСА на стороне поражения характеризовался низкой резистентностью, RI составил 0,48 (0,46–0,51), Vps — 86 (60,5–117,5) см/с, что имело статистически значимое различие с контралатеральной стороной (Vps и RI соответствовали $p < 0,028$).

Ангиографическое исследование совмещалось с эндоваскулярным вмешательством. У 7 пациентов выполнены реконструктивные операции, у 3 пациентов с травматическим повреждением ВСА в КС проведены деконструктивные операции. Контрольная ангиография у всех пациентов выявила тотальное разобщение соустья.

Зрительные функции оставались на дооперационном уровне у всех пациентов. Другие офтальмологические показатели представлены в таблице. Аускультативно сосудистый шум не определяли ни у кого из больных. Застойная инъекция переднего отрезка глаза уменьшилась у 6 из 10 больных. Экзофтальм и отек век уменьшились у половины больных. У 3 из 6 пациентов не контурировалась варикозно расширенная подкожная вена верхнего века. Хемоз бульбарной конъюнктивы и нижней переходной складки уменьшился у 3 из 5 пациентов. Нормализация ВГД наблюдалась у 6 из 9 пациентов. Максимальная асимметрия ВГД после операции составляла не более 3 мм рт. ст. Глазодвигательные нарушения частично регрессировали только у 3 больных. На рисунке 1, Б представлен внешний вид пациента на 4-е сутки после эндоваскулярной операции. Офтальмокопическая картина, степень снижения чувствительности роговицы и нейротрофические изменения остались преж-



Рис. 4. УЗИ орбиты. Расширенная верхняя глазная вена на стороне ПККС

Fig. 4. Ultrasound of the orbit. Dilated superior ocular vein on the side of DCCF

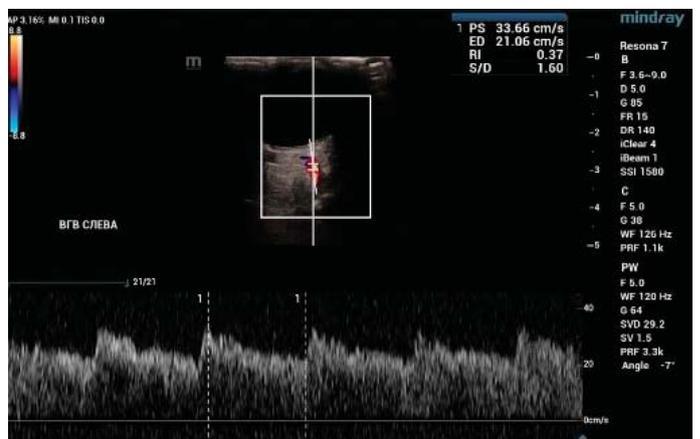


Рис. 5. Ретроградный кровоток с признаками артериализации в расширенной ВГВ

Fig. 5. Reversed flow direction with flow arterialization in dilated superior ocular vein

ними, вероятно, в силу малого временного промежутка между двумя осмотрами.

У 3 из 10 больных существенной динамики симптомов в раннем послеоперационном периоде не произошло. Это объяснимо исходно тяжелыми гемодинамическими расстройствами в орбитах. Во всех этих случаях потребовался более длительный восстановительный период, что доказано осмотрами 2 пациентов в позднем послеоперационном периоде.

Транскраниальное УЗИ после оперативного вмешательства не выявило ни у кого из пациентов дополнительного сосудистого образования в проекции ВСА и КС (рис. 6). Диаметр ВГВ на стороне поражения незначительно уменьшился и составил в среднем 4,5 (3,3–6,0) мм. У 6 пациентов в просвете ВГВ визуализировались тромботические массы, кровоток в режиме ЦДК и импульсно-волновой доплерографии не определялся (рис. 7). Это свидетельствовало о полном выключении ПККС у данных пациентов. У одного пациента скорость кровотока снизилась с 24,0 до 15,3 см/с, но сохранился ретроградный артериализованный его характер. И у 3 пациентов в просвете ВГВ регистрировался антеградный венозный

кровоток с ЛСК 6,6 см/с, т. е. произошла нормализация параметров кровотока.

У 3 пациентов во время оперативного вмешательства была выполнена полная окклюзия ВСА. У остальных пациентов после операции показатели кровотока по ВСА на стороне поражения статистически значимо отличались от аналогичных параметров до операции ($p = 0,027$): Vps снизилась и составила 62 (58–72) см/с, RI повысился до 0,60 (0,59–0,67).

Таким образом, данные УЗИ оказались сопоставимыми с клиническими проявлениями и данными ангиографии.

Параметры кровотока по остальным сосудам (ЦАС, ЦВС, ЗКЦА, ГА и СМА) не имели статистически значимых различий с предоперационным уровнем.

Представляют клинический интерес отдаленные результаты эндоваскулярной окклюзии ПККС. Офтальмологическое обследование проведено 2 пациентам через 1,5 мес после операции. У этих больных офтальмологический статус характеризовался положительной динамикой: наблюдался дальнейший регресс экзофтальма, застойной инъекции, улучшение движений глаза. Одному из них было проведено УЗИ, при этом выявлено дальнейшее уменьшение диаметра затромбированной ВГВ (с 3,0 до 1,5 мм), кровотока в просвете ВГВ в режимах ЦДК и РВ не определялся.

ОБСУЖДЕНИЕ

ПККС — патология сосудов головного мозга, связанная с образованием фистулы внутренней сонной артерии в кавернозном синусе и сбросом артериальной крови в него. Офтальмологические симптомы, обусловленные тесной анатомо-функциональной связью КС и глазницы, являются ведущими в клинической картине заболевания [2, 3].

Причиной формирования ПККС в 88% случаев является черепно-мозговая травма независимо от ее тяжести. Остальные случаи составляют спонтанные и ятрогенные разрывы артерии в КС. Спонтанные ККС возникают у больных с системной сосудистой патологией, в том числе гипертонической болезнью, атеросклерозом, болезнью Элерса — Данло, аневризмами кавернозного отдела ВСА. Ятрогенное повреждение ВСА возможно при трансфеноидальной хирургии аденом гипофиза, ринопластике и других вмешательствах [3, 4]. Распределение по этиологии в нашей серии пациентов, а также офтальмологическая симптоматика совпадают с данными литературы [1, 4, 9, 22].

В нашем исследовании впервые сопоставлены данные офтальмологического осмотра, УЗИ и селективной церебральной ангиографии у 10 пациентов с ПККС, обследованных до и после эндоваскулярного лечения. Показано, что между офтальмологической симптоматикой и показателями УЗИ сосудов головного мозга, глазного яблока и орбиты у пациентов с соустьями в КС существует прямая связь, обусловленная гемодинамическими изменениями в вышеперечисленных сосудах. При преимущественно переднем пути дренирования соустья наблюдали выраженную офтальмологическую картину нарушения венозного оттока из глаза и орбиты, проявляющуюся отеком век, застойной инъекцией глазного яблока, экзофтальмом, глазодвигательными нарушениями, повышением ВГД, ангиопатией сетчатки. У данной группы пациентов были прямые и косвенные ультразвуковые признаки ПККС. Прямые признаки — это визуализация ПККС в проекции супраклиноидного сегмента ВСА и КС в режиме ЦДК. Косвенные признаки — расширенная ВГВ с ретроградным кровотоком в ней, характеризующимся артериализацией с высокой скоростью кровотока и низкой резистентностью, а также изменение параметров кровотока по ВСА на стороне поражения — повышение



Рис. 6. Транскраниальное УЗИ после оперативного вмешательства. Дополнительного сосудистого образования в проекции ВСА и КС не визуализируется

Fig. 6. Intracranial color duplex. No additional vascular formation is visualized in the projection of the ICA and CS.



Рис. 7. УЗИ орбиты. В просвете верхней глазной вены после окклюзии ПККС визуализируются тромботические массы, кровотока в режиме ЦДК не определяется

Fig. 7. Orbit ultrasound. Thrombosis of superior ophthalmic vein after fistula occlusion, blood flow was not registered using color doppler

скорости и снижение RI. Полученные данные УЗИ у исследуемых пациентов сопоставимы с данными литературы [11, 12, 17, 18, 23].

У двух пациентов с наименьшими значениями диаметра ВГВ по данным церебральной ангиографии практически не было передних путей оттока от КС, что объясняет минимальную офтальмологическую и ультразвуковую симптоматику.

Клинику, проявляющуюся нарушением венозного оттока из обоих глазных яблок и орбит, наблюдали у двух пациентов, что позволило предположить переток крови из КС на стороне соустья по межкавернозным анастомозам в противоположный КС. Это нашло подтверждение как при церебральной ангиографии, так и по двусторонним изменениям параметров кровотока в ВГВ при УЗИ. При УЗИ у этих пациентов прямой признак ККС был выявлен также только с одной стороны. Расширение ВГВ и изменения параметров кровотока у одного пациента были выявлены с обеих сторон, а у второго только на стороне ККС. Причем у первого пациента диаметр ВГВ был примерно одинаков с обеих сторон (4,7 и 4,8 мм), а скорость кровотока выше на стороне пере-

тока (12,8 и 26,4 см/с). После операции у данного пациента определялся тромбоз ВГВ с обеих сторон.

После эндоваскулярного выключения ПККС также прослежена корреляция между положительной динамикой офтальмологической симптоматики и показателями УЗИ. У всех пациентов при транскраниальном исследовании признаков ПККС выявлено не было, диаметр ВГВ на стороне поражения уменьшился, отмечался тромбоз или нормализация кровотока в ВГВ. Показатели кровотока по ВСА на стороне поражения имели статистически значимое различие с аналогичными параметрами до операции ($p = 0,027$): снизилась Vrs, повысился RI. Таким образом, полученные данные офтальмологического обследования и УЗИ оказались сопоставимы между собой и с данными ангиографии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами исследование показало взаимосвязь результатов офтальмологического и ультразвукового методов диагностики ПККС. Яркая офтальмологическая симптоматика позволяет диагностировать нарушение венозного оттока из глаза и орбиты. УЗИ дает возможность визуализировать признаки ПККС, определять гемодинамические характеристики фистулы и вовлеченных в патологический процесс сосудов, количественно оценивать выявленные изменения, основными из которых являются расширение ВГВ, появление ретроградного артериализованного кровотока в ней и изменение параметров кровотока по ВСА. Таким образом, помимо офтальмологической симптоматики, быстрый, безопасный и недорогой метод ультразвуковой диагностики позволяет на догоспитальном этапе заподозрить ПККС и объективно оценить нормализацию как церебрального кровотока, так и кровотока в сосудах орбиты и глазном яблоке после хирургического лечения. Кроме этого, в случаях медленного регресса клинических симптомов после тотального разобщения ПККС данные УЗИ помогут исключить рецидив соустья.

Литература/References

1. Яковлев С.Б., Бочаров А.В., Бухарин Е.Ю., Арустамян С.Р., Архангельская Я.Н. Прямые каротидно-кавернозные соустья: клиническая картина, ангиоархитектоника и эндоваскулярное лечение. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2008; 4: 3–11. [Yakovlev S.B., Vocharov A.V., Bukharin E.Yu., Arustamian S.R., Arkhangelskaya Ya.N. Direct carotid-cavernous fistulas: clinical presentation, angioarchitectonics and endovascular management. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2008; 4: 3–11 (In Russ.).]
2. Henderson AD, Miller NR. Carotid-cavernous fistula: current concepts in aetiology, investigation, and management. *Eye*. 2018; 32 (2): 164–72. doi: 10.1038/eye.2017.240
3. Архангельская Я.Н., Яковлев С.Б. Офтальмологическая симптоматика артериовенозных фистул в кавернозном синусе. В кн.: Серова Н.К., ред. Клиническая нейроофтальмология, нейрохирургические аспекты. Тверь, 2011; 238–45. [Arkhangelskaya Ya.N., Yakovlev S.B. Ophthalmological symptoms of arteriovenous fistulas in the cavernous sinus. In: Serova N.K., ed. *Clinical neuro-ophthalmology, neurosurgical aspects*. Tver; 2011; 238–45 (In Russ.).]
4. Яковлев С.Б., Бочаров А.В., Бухарин Е.Ю., Архангельская Я.Н. Эндоваскулярное разобщение травматической каротидно-кавернозной фистулы с помощью стент-графта. Случай из практики. *Вестник «Джомедика информирует»*. 2005; 2: 8–11. [Yakovlev S.B., Vocharov A.V., Bukharin E.Yu., Arkhangelskaya Ya.N. Endovascular disconnection of a traumatic carotid-cavernous fistula using a stent graft. Case from practice. *Vestnik "Jomedica informs"*. 2005; 2: 8–11 (In Russ.).]
5. Čmelo J. Carotid-cavernous fistula from the perspective of an ophthalmologist. A Review. *Cesk Slov Oftalmol*. 2020; 1: 1–8. doi: 10.31348/2020/8
6. Keltner JL, Satterfield D, Dublin AB, Lee BC. Dural and carotid cavernous sinus fistulas: diagnosis, management, and complications. *Ophthalmology*. 1987; 94: (12): 1585–600. https://doi.org/10.1016/S0161-6420(87)33258-0 150
7. McManus N, Offman RP, Provatas TL, Sievertsen EE. An eye with a heartbeat: Carotid cavernous fistula - a case report. *J Emerg Med*. 2018; 55 (3): 75–6. doi: 10.1016/j.jemermed.2018.05.015
8. D'Angelo L, Francesco Paglia F, Caporlingua A. Atypical manifestation of direct low-flow carotid-cavernous fistula: Case report and review of the literature. *World Neurosurg*. 2019; 125: 456–60. doi: 10.1016/j.wneu.2019.02.027
9. Табашникова Т.В., Серова Н.К., Яковлев С.Б. Особенности дифференциальной диагностики прямого каротидно-кавернозного соустья. Клинический случай. *Офтальмологические ведомости*. 2023; 16 (1): 99–106. [Tabashnikova T.V., Serova N.K., Yakovlev S.B. Features of differential diagnosis of direct carotid-cavernous anastomosis. Clinical case. *Oftal'mologicheskie vedomosti*. 2023; 16 (1): 99–106 (In Russ.).] https://doi.org/10.17816/OV112530
10. Четчектин А.О., Каршиева А.Р., Синецын И.А., Коновалов Р.Н., Горст Н.Х. Ранняя диагностика прямого каротидно-кавернозного соустья. *Нервные болезни*. 2021; 1: 78–81. [Chechetkin A.O., Karshieva A.R., Sinitsyn I.A., Konovalov R.N., Gorst N.Kh. Early diagnosis of direct carotid-cavernous fistula. *Nervous diseases*. 2021; 1: 78–81 (In Russ.).] doi: 10.24412/226-0757-2021-12311
11. Venturini M, Cristel G, Marzoli SB, et al. Orbital color Doppler ultrasound as noninvasive tool in the diagnosis of anterior-draining carotid-cavernous fistula. *Radiol Med*. 2016; 121 (4): 301–7. https://doi.org/10.1007/s11547-015-0607-0
12. Катькова Е.А., Важенин А.В. Способ диагностики каротидно-кавернозного соустья. Патент RU 2284153C2, 2006. [Katkova E.A., Vazhenin A.V. Ability to diagnose carotid-cavernous anastomosis. RU Patent 2284153C2, 2006 (In Russ.).] https://findpatent.ru/patent/2284153.html
13. Четчектин А.О., Каршиева А.Р., Синецын И.А., Коновалов Р.Н., Горст Н.Х. Ультразвуковая диагностика и мониторинг каротидно-кавернозного соустья: краткий обзор литературы и клиническое наблюдение. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2021; 1: 50–64. [Chechetkin A.O., Karshieva A.R., Sinitsyn I.A., Konovalov R.N., Gorst N.Kh. Doppler ultrasound in carotid-cavernous fistula diagnosis and follow-up: brief literature review and case report. *Ultrasound & Functional Diagnostics*. 2021; (1): 50–64 (In Russ.).] https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-1-50-64
14. Tseng GW, Kuo TY, Yen PS, Tsai CH, Tu MK. Sonographic clue in non-traumatic carotid cavernous fistula: report of a case and literature review. *Acta Neurol Taiwan*. 2020 Mar 30; 29 (1): 18–23. PMID: 32285430.
15. Constantin SM, Ionescu M, Antochi F, et al. The utility of Doppler ultrasonography in carotid-cavernous fistulas. In: Proc. of European Society of Radiology. ECR 2018 Feb 28–Mar 04; Vienna, Austria. Poster C-1201: 1–27. doi: 10.1594/ecr2018/c-1201
16. Srinivasan A, Biro NG, Murchison AP, et al. Efficacy of orbital color Doppler imaging and neuroimaging in the diagnosis of carotid cavernous fistulas. *Ophthalmic Plast. Reconstr. Surg*. 2017; 33 (5): 340–4. https://doi.org/10.1097/IOP.0000000000000781
17. Киселева Т.Н., Зайцев М.С., Рамазанова К.А., Луговкина К.В. Возможности цветного дуплексного сканирования в диагностике сосудистой патологии глаза. *Российский офтальмологический журнал*. 2018; 11 (3): 84–94. [Kiseleva T.N., Zaitsev M.S., Ramazanova K.A., Lugovkina K.V. Possibilities of color Duplex Imaging in the diagnosis of ocular vascular pathology. *Russian ophthalmological journal*. 2018; 11 (3): 84–94 (In Russ.).] doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-3-84-94
18. Баранова Е.А., Мифтахова Д.З. Ультразвуковые методы диагностики каротидно-кавернозных соустьев. *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28 (55): 37–8. [Baranova E.A., Miftakhova D.Z. Ultrasound methods for diagnosing carotid-cavernous anastomosis. *Russian journal of cardiology*. 2023; 28 (55): 37–8 (In Russ.).]
19. Alexandre AM, Sturiale CL, Bartolo A, et al. Endovascular treatment of cavernous sinus dural arteriovenous fistulas. Institutional series, systematic review and meta-analysis. *Clin Neuroradiol*. 2022; 32 (3): 761–71. doi: 10.1007/s00062-021-01107-0
20. Wang J, Shen X, Miao N, et al. Interventional treatment of traumatic carotid-cavernous fistula: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Dec 30; 101 (52): e32265. doi: 10.1097/MD.00000000000032265
21. Кружкова Г.В. Ультразвуковая диагностика заболеваний орбиты. В кн. Нероев В.В., Киселева Т.Н., ред. Ультразвуковые исследования в офтальмологии. Руководство для врачей. Москва, 2019; 185–221. [Kruzhkova G.V. Ultrasound diagnosis of orbital diseases. In: Neroev V.V., Kiseleva T.N., ed. *Ultrasound examinations in ophthalmology. Guide for doctors*. Moscow. 2019; 185–221 (In Russ.).]
22. Нероев В.В., Киселева Т.Н., ред. Ультразвуковые исследования в офтальмологии. Руководство для врачей. Москва, 2019. [Neroev V.V., Kiseleva T.N., eds. *Ultrasound examinations in ophthalmology. Guide for doctors*. Moscow; 2019 (In Russ.).]
23. Holland LJ, Ranzler KM, Harrison JD, et al. Endovascular treatment of carotid-cavernous sinus fistulas: ophthalmic and visual outcomes. *Orbit*. 2019 Aug; 38 (4): 290–9. doi: 10.1080/01676830.2018.1544261

Вклад авторов в работу: Т.В. Табашникова, А.А. Волобуева — написание статьи; Н.К. Серова, Г.А. Денисова — разработка концепции и дизайна исследования, сбор данных и их интерпретация; С.Б. Яковлев — финальная подготовка статьи к публикации.
Authors' contribution: T.V. Tabashnikova, A.A. Volobueva — writing of the article; N.K. Serova, G.A. Denisova — development of the concept and design of the study, data collection and interpretation; S.B. Yakovlev — final preparation of the article for publication.

Поступила: 04.04.2024. Переработана: 17.04.2024. Принята к печати: 20.04.2024
Originally received: 04.04.2024. Final revision: 17.04.2024. Accepted: 20.04.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБАУ «НМИЦ нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16, Москва, 125047, Россия
Татьяна Владимировна Табашникова — канд. мед. наук, офтальмолог, отделение нейроофтальмологии

Наталья Константиновна Серова — д-р мед. наук, профессор, руководитель отделения нейроофтальмологии

Анна Александровна Волобуева — врач отделения ультразвуковой диагностики

Галина Анатольевна Денисова — канд. мед. наук, заведующая отделением ультразвуковой диагностики

Сергей Борисович Яковлев — д-р мед. наук, заведующий отделением реконструктивной хирургии магистральных артерий головного мозга

Для контактов: Татьяна Владимировна Табашникова,
ttabashnikova@nsi.ru

National Medical Research Center for Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko, 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047, Russia
Tatyana V. Tabashnikova — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist, neuro-ophthalmology department

Natalya K. Serova — Dr. of Med. Sci., professor, head of the neuro-ophthalmology department

Anna A. Volobueva — physician of the ultrasound diagnostics department

Galina A. Denisova — Cand. of Med. Sci., head of the ultrasound diagnostics department

Sergey B. Yakovlev — Dr. of Med. Sci., head of the department of reconstructive surgery of the main arteries of the brain

For contacts: Tatyana V. Tabashnikova,
ttabashnikova@nsi.ru