СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

СЛУЧАЙ РЕДКОЙ АНОМАЛИИ ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ У ПАЦИЕНТА С МАССИВНЫМ АНЕВРИЗМАТИЧЕСКИМ СУБАРАХНОИДАЛЬНЫМ КРОВОИЗЛИЯНИЕМ

Герасюта А.Е.[1], Зяблова Е.И.[1,2], Север И.Н.[2], Ткачев В.В.[1,2], Порханов В.А.[1,2]

1 – НИИ - Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского. г. Краснодар, Россия.
2 – Кубанский государственный медицинский университет.
г. Краснодар, Россия.

Инфраоптический ход передней мозговой артерии (ПМА) является крайне редкой сосудистой аномалией. Ранняя диагностика этого варианта очень важна при планировании операции по поводу аневризм.

Цель. Обосновать роль компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) для неинвазивной диагностики одной из редких сопутствующих сосудистых аномалий при планировании вмешательства по поводу разрыва аневризмы.

Материалы и методы. В статье представлен случай редкого сочетания одностороннего инфраоптического варианта отхождения А1 сегмента левой ПМА у пациентки с массивным субарахноидальным кровоизлиянием из разорвавшейся аневризмы развилки левой средней мозговой артерии (СМА). Представлены данные методов лучевой диагностики (КТ и МРТ), описаны рентгенанатомические особенности данной аномалии и её значение при планировании оперативного лечения и послеоперационного диспансерного наблюдения.

Результаты. Полученные серии изображений (КТ и МРТ) продемонстрировали наличие массивного базального субарахноидального кровоизлияния из аневризмы развилки левой СМА, а также аномалии строения Виллизиева круга в виде раннего инфраоптического отхождения А1 сегмента левой ПМА от внутренней сонной артерии (ВСА) и гипоплазии А1 сегмента ПМА с контралатеральной стороны, которые были подтверждены интраоперационно.

Обсуждение. Технические возможности современных КТ и МРТ позволяют детально изучать вариантную анатомию церебральных артерий и значительно улучшить выявляемость аномалий и патологических изменений церебральных артерий. Ранняя неинвазивная предоперационная оценка строения Виллизиева круга имеет большое значение при планировании хирургического вмешательства, так как повышает безопасность диссекции базальных цистерн, выделение и клипирование аневризмы в условиях субарахноидального кровоизлияния (САК).

Выводы. Выявление крайних вариантов строения артерий Виллизиева круга и их детальная неинвазивная ангиографическая оценка (КТ, МРТ) важны для определения тактики проведения открытых операций на разорвавшихся аневризмах и планирования послеоперационного диспансерного наблюдения за пациентами.

Ключевые слова: виллизиев круг, компьютерная томография, КТ-ангиография, магнитно-резонансная томография, аневризма, сосудистая аномалия, субарахноидальное кровоизлияние..

Контактный автор: Герасюта А.Е., e-mail: annagerasuta@mail.ru

Для цитирования: Герасюта А.Е., Зяблова Е.И., Север И.Н., Ткачев В.В., Порханов В.А. Случай редкой аномалии передней мозговой артерии у пациента с массивным аневризматическим субарахноидальным кровоизлиянием. REJR 2023; 13(2):138-146. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-138-146.

Статья получена: **24.04.23** **Статья принята:** **08.06.23**

A CASE OF RARE ANTERIOR CEREBRAL ARTERY ANOMALY IN A PATIENT WITH MASSIVE ANEURYSMATIC SUBARACHNOID HEMORRHAGE

Gerasyuta A.E.[1], Zyablova E.I.[1,2], Sever I.N.[2], Tkachev V.V.[1,2], Porhanov V.A.[1,2]

1 - Research Institute – S.V. Ochapovsky Regional Hospital.
2 - Kuban State Medical University. Krasnodar, Russia.

The infraoptic course of the anterior cerebral artery (ACA) is a rare vascular anomaly. Early preoperative assessment of this anomaly is important in planning surgical intervention for aneurysms.

Purpose. To show the role of CT and MRI for non-invasive diagnostics of the rare concomitant vascular anomaly when planning an intervention for aneurysm rupture.

Materials and methods. The article presents a case of a rare combination of unilateral infraoptic course of the A1 segment of the left ACA in a patient with massive subarachnoid hemorrhage from a ruptured aneurysm of the left middle cerebral artery (MCA). The data of neuroimaging methods (CT, CTA and MRI) are presented; the anatomical features of this anomaly and its significance in the planning of surgical treatment and postoperative follow-up are de-scribed.

Results. The obtained images (CT, CTA and MRI) demonstrated a massive subarachnoid hemorrhage from the aneurysm of the left MCA and the infraoptic course of the ACA with hypo-plasia of contralateral A1-ACA, which were confirmed intraoperatively.

Discussion. The technical capabilities of modern CT and MRI make it possible to study in detail anatomic variations of the cerebral arteries and significantly improve the detection of anomalies and pathological changes in them. Early non-invasive preoperative assessment of the anatomy of the circle of Willis is important in planning surgical intervention, as it increases the safety of dissection of the basal cisterns, isolation and the aneurysm clipping in case of sub-arachnoid hemorrhage (SAH).

Conclusions. Identification of anatomic variations of the cerebral arteries and their detailed non-invasive angiographic analysis are important for determining the tactics of open surgery on ruptured aneurysms and planning postoperative follow-up.

Keywords: circle of Willis, computed tomography, CT cerebral angiography, magnetic resonance imaging, aneurysm, vascular anomaly, subarachnoid hemorrhage.

Corresponding author: Gerasyuta A.E., e-mail: annagerasuta@mail.ru

For citation: Gerasyuta A.E., Zyablova E.I., Sever I.N., Tkachev V.V., Porhanov V.A. A case of rare anterior cerebral artery anomaly in a patient with massive aneurysmatic subarachnoid hemorrhage. REJR 2023; 13(2):138-146. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-138-146.

Received: **24.04.23** **Accepted:** **08.06.23**

Анастомотический коллектор основания головного мозга – Виллизиев круг – является главным путем коллатерального кровообращения головного мозга. Особенности строения Виллизиева круга во многом определяют риск развития, распространенность и клиническую картину поражения мозга в условиях патологии.

Передняя мозговая артерия (ПМА) является одной из двух конечных ветвей супраклиноидной части внутренней сонной артерии (ВСА). При нормальном строении Виллизиева круга она отходит от передней полуокружности ВСА под прямым углом, идет в переднемедиальном направлении над зрительным нервом и проникает в продольную борозду мозга, где сообщается с ПМА противоположной стороны посредством передней соединительной артерии (ПСоА) [1]. В составе передней мозговой артерии выделяют проксимальную (А1) и дистальную часть (А2-А5) [2], называемую перикаллезной артерией. Прекоммуникантный сегмент (А1) распространяется от бифуркации ВСА, идет горизонтально над зрительным перекрестом вплоть до соединения с ПСоА. Субкаллезный сегмент (А2) проходит вокруг клюва мозолистого тела в пределах цистерны терминальной пластинки до его колена (место отхождения каллезомаргинальной артерии). Прекаллезный сегмент (А3) огибает колено мозолистого тела и на уровне его ствола переходит в супракаллезный сегмент (А4) и посткаллезный сегмент (А5). А4 и А5 сегменты следуют по верхнему краю мозолистого тела и условно делятся плоскостью венечного шва [2].

При инфраоптическом отхождении А1 сегмента ПМА артерия исходит из офтальмического (параклиноидного) сегмента ВСА на уровне отхождения глазной артерии, проходит под ипсилатеральным зрительным нервом кпереди от зрительного перекреста, а затем поворачивает вверх между зрительными нервами и впадает в ПСоА [3]. Данный тип строения А1 сегмента ПМА встречается крайне редко, однако почти всегда сочетается с церебральными аневризмами и другими внутричерепными сосудистыми аномалиями [4].

На данный момент существует единственная классификация конфигураций инфраоптического хода ПМА, основанная на исследовании Wong и соавторов [4]. Данная классификация систематизирует конфигурации данной аномалии на основании наличия ипсилатерального супраоптического сегмента А1 и строения контрлатерального сегмента А1 (рис. 1). В нашем случае пациент является примером конфигурации инфраоптического хода ПМА.

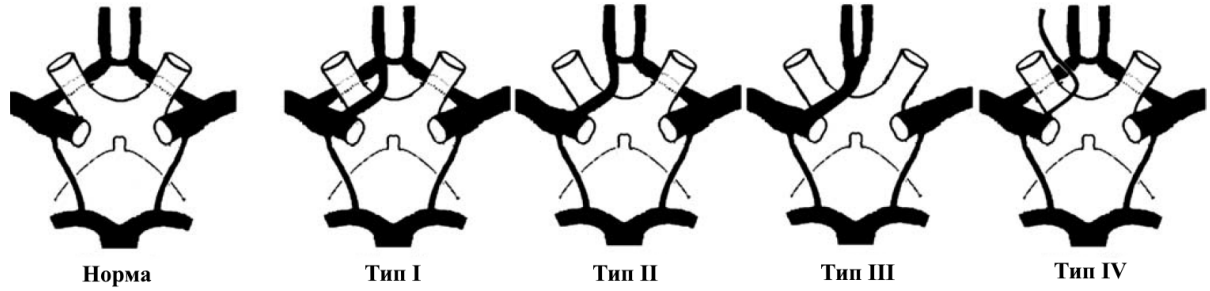

Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Схема. Классификация конфигураций инфраоптического хода ПМА.

Тип I – сохранение нормальной анатомии бифуркации ВСА с наличием добавочной инфраоптической ветви между ВСА и ПМА. Тип II – деление ВСА на уровне глазной артерии, нормальный супраоптический сегмент А1 отсутствует. Тип III – сочетание типа II с гипоплазией или аплазией контрлатерального сегмента А1. Тип IV – наличие добавочной ПМА, имеющей инфраоптический ход сегмента А1.

Fig. 1. Scheme. Types of vascular configurations with infraoptic course of ACA.

Type I – normal anatomy around the ICA bifurcation is preserved but there is an infraoptic anastomotic branch between the ICA and the ACA. Type II – the internal carotid artery bifurcates at the level of the ophthalmic artery, and there is no supraoptic A1. Type III – similar to type II in addition the contralateral A1 is absent. Type IV – represents the accessory anterior cerebral artery variant mentioned-above.

Wong ST, Yuen SC, Fok KF, Yam KY, Fong D. Infraoptic anterior cerebral artery: review, report of two cases and an anatomical classification. Acta Neurochir (Wien). 2008 Oct;150(10):1087-96. doi: 10.1007/s00701-008-0016-4. Epub 2008 Sep 6. PMID: 18777005.

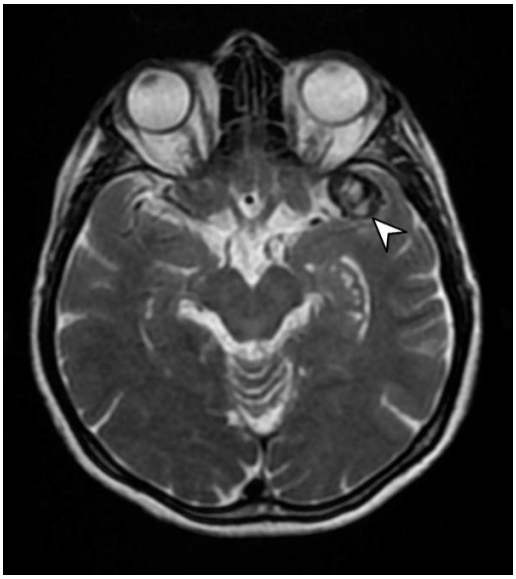

Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. МРТ головного мозга без контрастирования, режим Т2-ВИ, аксиальная плоскость.

В проекции левой Сильвиевой щели визуализируется аневризма (стрелка), имеющая неоднородный МР-сигнал. Признаков кровоизлияния нет.

Fig. 2. MRI, brain, unenhanced, T2-weighted image, axial plane.

The aneurysm (arrow) in the left Sylvian fissure with heterogeneous signal intensity. No signs of subarachnoidal hemorrhage were found.

Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. КТ головного мозга без контрастирования, аксиальная плоскость.

Визуализируется кровь в субарахноидальных пространствах, а также гематома левой Сильвиевой щели, на фоне которой больших размеров аневризма левой СМА (стрелка).

Fig. 3. CT, brain, unenhanced, axial plane.

Subarachnoidal hemorrhage and left Sylvian fissure hematoma with the aneurysm of left MCA (arrow).

птического хода ПМА III типа.

В статье представлен клинический случай диагностики редкого сочетания аномального хода ПМА с гипоплазией контрлатеральной ПМА и разорвавшейся аневризмой развилки СМА. У пациентов с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием (нСАК) классическим диагностическим подходом является получение неконтрастной компьютерной томографии (КТ) головы [5], КТ-ангиографии, и при соответствии локализации кровоизлияния по данным нативной КТ доказательств достаточно для выполнения прямого оперативного вмешательства без получения предоперационной ЦАГ [6]. Учитывая совершенствование методов лучевой диагностики, протоколы диагностической визуализации для пациентов с острым нСАК периодически пересматриваются [7].

Клинический случай.

Пациентка, 57 лет, 20.02.23 в связи с сохраняющейся длительной головной болью самостоятельно выполнила МРТ головного мозга в частном медицинском центре по платным услугам. По результатам исследования была выявлена больших размеров аневризма левой СМА (рис. 2). После выполнения исследования у пациентки резко возникла головная боль с последующей потерей сознания. Бригадой скорой медицинской помощи доставлена в одну из городских больниц г. Краснодара, где при КТ головного мозга верифицировано массивное субарахноидальное кровоизлияние с формированием гематомы перифиссурального типа левой височной доли (рис. 3). По жизненным показаниям переведена в ГБУЗ Научно-исследовательского института — Краевой клинической больницы №1 им. Проф. С.В. Очаповского для оперативного лечения. Объективный осмотр в условиях приемного отделения: жалобы не предъявляет ввиду речевых расстройств. Общее состояние тяжелое, в соматическом статусе определяется артериальная гипертензия (АД 160/90 мм рт. ст.), в остальном без грубых отклонений от нормы. Неврологический статус: умеренное оглушение, бодрствует с открытыми глазами, речевой контакт затруднен. Простые инструкции выполняет «через раз». Грубый ме-

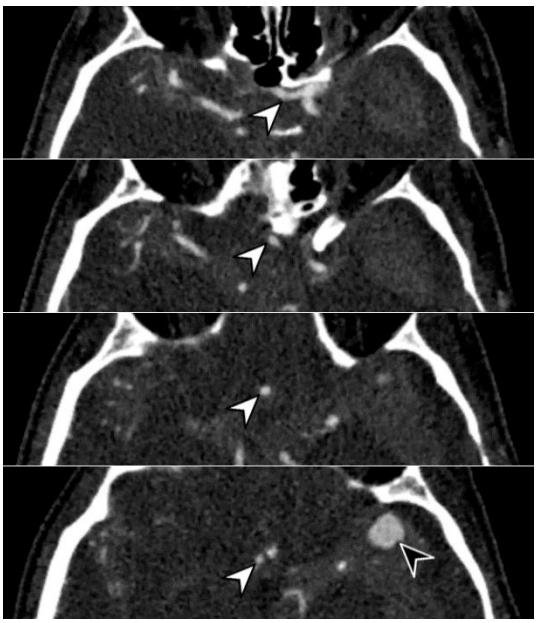

Рис. 4 а (Fig. 4 a)

Рис. 4 б (Fig. 4 b)

Рис. 4. КТ-ангиография брахиоцефальных артерий, а – аксиальная плоскость, б – трехмерная реконструкция артерий головного мозга.

Визуализируется аномальное инфраоптическое отхождение А1 сегмента левой ПМА (белая стрелка). В проекции левой Сильвиевой щели определяется аневризма левой СМА (черная стрелка).

Fig. 4. CT-angiography of brachiocephalic vessels, a – axial view, b – 3D reconstruction of intracranial arteries.

An anomalous course of left A1-ACA is visualized (white arrow). There is the aneurysm of left MCA in the left Sylvian fissure (black arrow).

нингеальный синдром. Очаговых симптомов не выявлено.

Исследование, выполненное в стационаре первичной госпитализации, было дополнено КТ-ангиографией брахиоцефальных артерий (КГ-АГ БЦА) от уровня дуги аорты до мягких тканей свода черепа. По данным КТ-АГ БЦА была обнаружена больших размеров аневризма развилки левой СМА (14х9х13 мм), ориентированная латерально. Также были выявлены аномалии строения Виллизиева круга в виде раннего инфраоптического отхождения А1 сегмента левой ПМА от ВСА и гипоплазии А1 сегмента ПМА с контрлатеральной стороны (рис. 4).

Учитывая геморрагический тип течения заболевания, клинико-анатомическую форму кровоизлияния, больная в экстренном порядке направлена в операционную, где ей было выполнено оперативное вмешательство: «Превентивная декомпрессивная левосторонняя гемикраниоэктомия, вентрикулоцистерностомия, клипирование большой разорвавшейся аневризмы развилки левой СМА, расширяющая пластика ТМО аутотканями».

Выполненные до операции КТ и МРТ позволили хирургам подготовить адекватный объем оперативного вмешательства и неожиданно не столкнуться с редким вариантом строения артерий (рис. 5). С использованием операционного микроскопа была произведена диссекция базальных цистерн, выделение и поэтапное перекрестное клипирование большой разорвавшейся аневризмы развилки левой СМА (рис. 6).

Послеоперационный период протекал торпидно. Пациентка полностью восстановила сознание, однако речевому контакту была доступна ограниченно, отмечалось развитие умеренного правостороннего гемипареза, усугубление сенсомоторной афазии. Экстубирована на третьи сутки после операции. На фоне проводимой в условиях реанимационного отделения интенсивной терапии отмечен частичный регресс очаговых симптомов с сохранением сенсомоторной дисфазии. Послеоперационная рана зажила первичным натяжением, ликвор санирован.

Во время вертикализации и расширения спектра реабилитационного лечения у

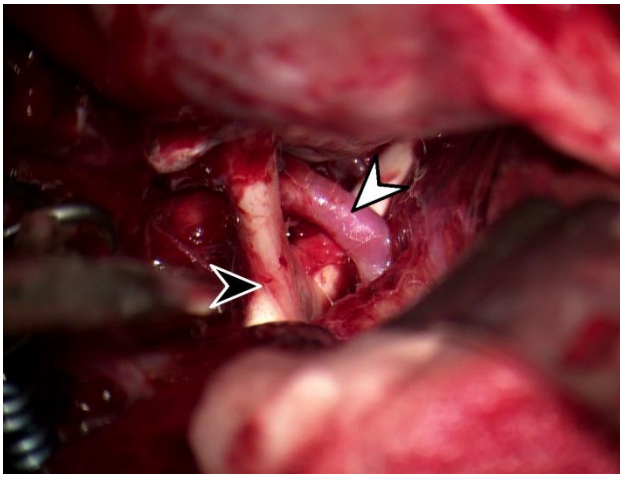

Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Интраоперационное фото.

Выявлено аномальное отхождение левой ПМА (белая стрелка) кпереди от зрительного перекреста (черная стрелка) в интероптическом промежутке.

Fig. 5. Intraoperative photo.

Showing left A1-ACA which follows between the optic nerves (white arrow) anterior to the chiasm (black arrow).

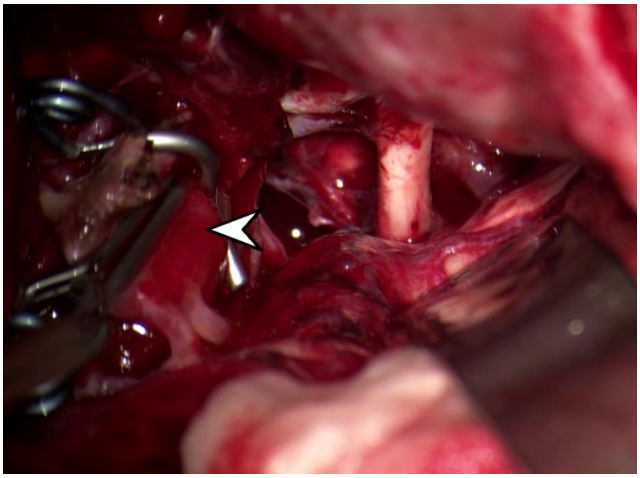

Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. Интраоперационное фото.

Определяется клипированная аневризма развилки левой СМА (стрелка).

Fig. 6. Intraoperative photo.

Showing the clipped aneurysm of left MCA (arrow).

пациентки развивается клиника «синдрома трепанированных», проявившаяся в виде диффузных головных болей и снижения психической активности, а также видимого западения кожного лоскута на месте вмешательства. Пациентка стала менее активной, адинамичной. На контрольной КТ выявлена рентгенологическая картина, подтверждающая наличие синдрома «утонувшего лоскута» («sinking skin flap» syndrome) в виде выраженного западения кожного лоскута вправо (рис. 7).

С целью нормализации пространственных внутричерепных взаимоотношений и лечения «синдрома трепанированных», препятствующего дальнейшей реабилитации, принято решение о проведении ранней краниопластики. В плановом порядке 17.02.23 пациентке выполнена операция: «Краниопластика обширного дефекта свода черепа сетчатым титановым биосовместимым имплантом «Conmet»». Послеоперационное течение гладкое, клинические проявления «синдрома трепанированных» регрессировали. Послеоперационная рана зажила первичным натяжением. При контрольной КТ головного мозга с КТ-ангиографией сосудов головного мозга определяется клипированная аневризма развилки левой СМА без достоверных признаков остаточного кровотока (рис. 8).

Для дальнейшего восстановительного лечения 28.02.23 в удовлетворительном состоянии пациентка переведена в реабилитационный стационар по месту жительства.

Обсуждение.

Впервые аномальный инфраоптический ход начальных отделов ПМА был описан L.R. Robinson в 1959 году при рутинном вскрытии трупа. После первого описания в 1959 году в литературе сообщалось примерно о 54 случаях данной сосудистой аномалии [8]. Помимо инфраоптического хода ПМА, данную особенность часто идентифицируют как аномальная ветвь ВСА или аномальный анастомоз между ВСА и ПМА.

В литературе высказывается предположение, что аномальный инфраоптический ход А1 сегмента ПМА является следствием персистенции одной из двух примитивных глазных артерий, образующих анастомотическую петлю вокруг зрительного нерва [9, 10]. Однако в настоящее время нет объективных данных, доказывающих данную теорию или позволяющих выдвинуть другие достоверные гипотезы для объяснения возникновения аномалии.

Как правило, инфраоптический ход ПМА сочетается с наличием внутричерепных аневризм и других сосудистых аномалий. Наиболее частой ассоциированной аномали-

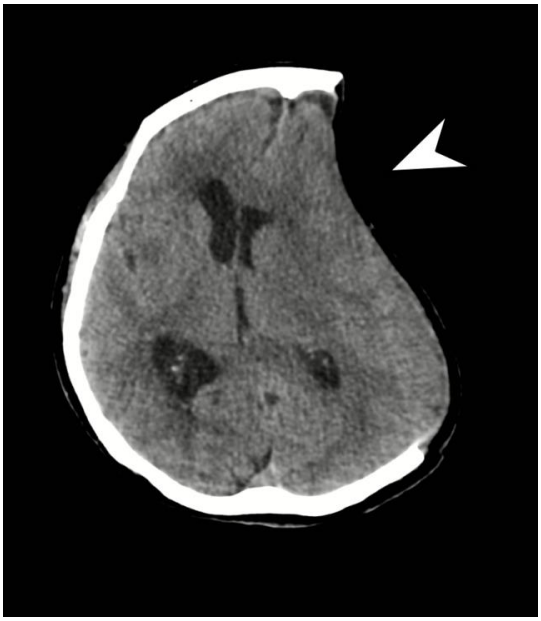

Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. КТ головного мозга после операции без контрастирования, аксиальная плоскость..

На томограммах визуализируется выраженное западение кожного лоскута (стрелка) со смещением срединных структур вправо на 15,5 мм.

Fig. 7. CT, brain, unenhanced, axial plane.

Postoperative brain CT showing a large concavity of the overlying skin flap (arrow) with midline shift to the right by 15.5 mm.

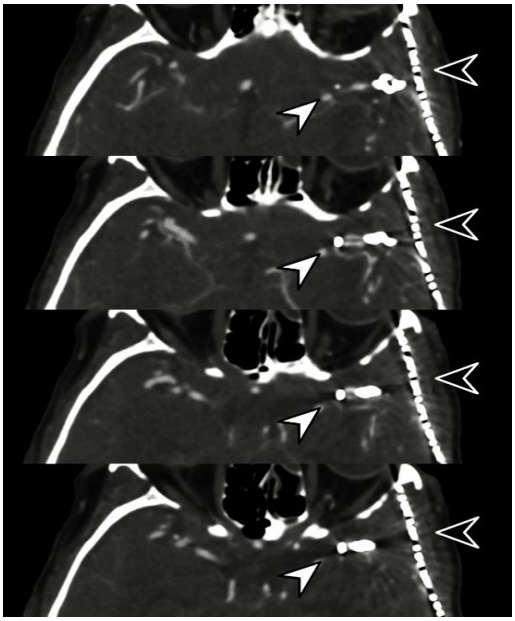

Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. КТ-ангиография сосудов головного мозга после операции, аксиальная плоскость.

Визуализируется клипированная аневризма развилки левой СМА (белая стрелка) без признаков остаточного кровотока. Также определяется титановый сетчатый имплант (черная стрелка), не препятствующий адекватной визуализации сосудов.

Fig. 8. Postoperative CT-angiography of brachiocephalic vessels, axial plane.

The clipped aneurysm of left MCA (white arrow) with no signs of residual blood flow is visualized. The installed titanium mesh (black arrow) does not hinder the visualization of blood vessels.

ей является аплазия или гипоплазия контралатеральной ПМА (35%) [10], что наблюдалось в нашем случае. Также известно, что данная сосудистая аномалия склонна к латерализации. Так, по данным предшествующих клинических наблюдений, в 75% случаев инфраоптический ход ПМА встречается справа, в 15% слева и в 10% имеет двустороннюю локализацию [11]. У большинства пациентов инфраоптический ход А1 сегмента ПМА обнаруживается случайно во время нейрохирургического вмешательства по поводу разрывов церебральных аневризм [10].

Отечественные и зарубежные исследователи аневризматической болезни выделяют факторы сосудистой стенки, определяющие её резистивные свойства и факторы гемодинамического стресса, вызывающие локальную гемодинамическую перегрузку ограниченных участков сосудистой стенки церебральных артерий, приводящих наряду с показателями центральной гемодинамики к формированию и разрыву аневризм. Анализ секционного материала свидетельствует о том, что ни один из факторов сосудистой стенки, к которым относят: дефекты медии, подушечки ветвления Роттера, «швы» в местах ветвления артерий, атеросклероз и другие, не является ведущим в возникновении аневризм [12]. Согласно некоторым современным исследованиям, к формированию аневризм приводит неблагоприятное сочетание биологических и геометрических особенностей сосудов, механических и барометрических стимулов, а также факторов биохимической регуляции локальной гемодинамики [13]. Причем геометрические особенности артерий Виллизиева многоугольника играют

в этом процессе не последнюю роль. Результаты гидродинамических исследований, которые в настоящее время стали очень популярны, свидетельствуют о том, что любые изменения диаметров приводящих и отводящих сосудов, углов бифуркаций, а также мест и углов отхождения боковых ветвей приводит к весьма значимым вариациям характера мозгового кровотока, а также к изменениям конфигурации и размеров зон гемодинамической нагрузки [14]. Таким образом, наличие специфических анатомических вариаций Виллизиева круга в равной мере может модифицировать гемодинамику мозгового кровотока. В этой связи пациенты с крайними вариантами строения и редкими аномалиями Виллизиева многоугольника являются кандидатами для длительного диспансерного наблюдения в связи с риском развития аневризм De novo. В настоящее время, благодаря использованию сканеров новейшего поколения и введения современных методик постпроцессинговой обработки, КТ-АГ становится рутинным методом неинвазивной оценки сосудистой сети головного мозга в послеоперационном периоде [15]. Ряд современных сканеров обладает технологией двухэнергетического сканирования, которая дает возможность выбрать серии с оптимальным соотношением «контраст-шум» и уменьшить выраженность артефактов, в том числе от металлических клипс.

При планировании контрольной КТ-АГ у нейрохирургов имелись опасения относительно ожидаемого качества исследования ввиду наличия в непосредственной близости от зоны клипирования сетчатого титанового имплантата, потенциально вызывающего артефакты при сканировании. Однако ожидаемого искажения изображения зоны интереса выявлено не было (рис. 8), поэтому наличие сетчатого титанового импланта не имеет негативного влияния, препятствующего адекватной интерпретации ангиографического исследования даже без использования современных алгоритмов подавления артефактов от металлоконструкций.

Выводы.

Приведенное клиническое наблюдение демонстрирует важность комплексного применения методов неинвазивной лучевой диагностики для оценки особенностей строения Виллизиева круга. Выполненная в условиях приемного отделения КТ-АГ брахиоцефальных артерий позволила подготовить адекватный объем оперативного вмешательства, что, в свою очередь, повышает безопасность диссекции базальных цистерн, выделение и клипирование аневризмы в условиях субарахноидального кровоизлияния. В послеоперационном периоде КТ и МРТ позволяют не только оценить качество клипирования разорвавшейся аневризмы, но и служат отправной точкой для динамического диспансерного наблюдения.

Кроме того, необходимо отметить, что наличие титанового сетчатого импланта на месте трепанационного дефекта не имеет негативного влияния, препятствующего адекватной интерпретации ангиографического исследования.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Фомкина О.А., Николенко В.Н., Гладилин Ю.А. Анатомия прекоммуникационного сегмента передней мозговой артерии взрослых людей (обзор). Саратовский научно-медицинский журнал. 2014; 10 (4): 607-611.

2. Lehecka M., Lehto H., Niemelä M., Juvela S., Dashti R., Koivisto T., et al. Distal anterior cerebral artery aneurysms: treatment and outcome analysis of 501 patients. Neurosurgery. 2008; 62 (3): 590-601. PMID: 18425008. DOI: 10.1227/01.neu.0000317307.16332.03

3. Tanaka K., Ishida F., Tanioka S., Suzuki H. A Ruptured Anterior Communicating Artery Aneurysm with Infra-optic Course of the Anterior Cerebral Artery: A Case Report and a Short Review. NMC Case Report Journal. 2021; 8: 465-472. PMID: 35079505. PMCID: PMC8769485. DOI: 10.2176/nmccrj.cr.2020-0359

4. Wong S.T., Yuen S.C., Fok K.F., Yam K.Y., Fong D. Infraoptic anterior cerebral artery: review, report of two cases and an anatomical classification. Acta Neurochir (Wien). 2008; 150: 1087-1096. PMID: 18777005. DOI: 10.1007/s00701-008-0016-4

5. Ачмиз Н.З., Зяблова Е.И., Порханов В.А., Ткачев В.В. Наблюдение сочетанной сосудистой патологии у пациента с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием. REJR. 2022; 12 (2): 155-163. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-155-163

6. Зяблова Е.И., Кардаильская Д.О., Порханов В.А., Ткачев В.В. Вклад компьютерной томографии в диагностику множественных аневризм в остром периоде аневризматического внутричерепного кровоизлияния. Лучевая диагностика и терапия. 2021; 12 (3): 35-42. DOI: 10.22328/2079-5343-2021-12-3-35-42

7. Зяблова Е.И. Случай выявления множественных аневризм интракраниальных артерий головного мозга у пациента с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием. REJR. 2021; 11 (1): 213-219. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-213-219

8. Nandish H.S. Surgical Significance of Infra-Optic Course of A1 Segment of Anterior Cerebral Artery: Report of Two Cases. Asian Journal of Neurosurgery. 2021; 8 (1): 465-472. DOI: 10.4103/ajns.AJNS_34_19

9. Чаплыгина Е.В., Каплунова О.А., Домбровский В.И., Суханова О.П. Блинов И.М., Чистолинова Л.И. Развитие, аномалии и вариантная анатомия артерий головного мозга. Журнал анатомии и гистопатологии. 2015; 4 (2): 52-59. DOI: 10.18499/2225-7357-2015-4-2-52-59

10. Peltier J., Fichten A., Havet E., Page C., Foulon P., Laude M., et al. The infra-optic course of the anterior cerebral arteries: an anatomic case report. Surg Radiol Anat. 2007; 29 (5): 389-392. PMID: 17599237. DOI: 10.1007/s00276-007-0221-5

11. Al-Qahtani S., Tampieri D., Brassard R., Sirhan D., Mellanson D. Coil Embolization of an Aneurysm Associated with an Infraoptic Anterior Cerebral Artery in a Child. AJNR Am J Neuroradiol. 2003; 24: 990-991. PMID: 12748109. PMCID: PMC7975793.

12. Мацко Д.Е. Нейрохирургическая патология. СПб., Издательство РНХИ им. проф. А.Л. Поленова, 2012. 408 с.

13. Geers A.J., Morales H.G., Larrabide I., Butakoff C., Bijlenga P., Frangi A.F. Wall shear stress at the initiation site of cerebral aneurysms. Biomech Model Mechanobiol. 2017; 16 (1): 97-115. PMID: 27440126. DOI: 10.1007/s10237-016-0804-3

14. Sasaki T., Kakizawa Y., Yoshino M., Fujii Y., Yoroi I., Ichikawa Y., et al. Numerical analy-sis of Bifurcation Angles and Branch Patterns in Intracranial Aneurysm Formation. Neuro-surgery. 2019; 85 (1): E-31-E39. PMID: 30137458. DOI: 10.1093/neuros/nyy387

15. Зяблова Е. И., Порханов В. А., Филатова Д. А. Роль КТ-ангиографии в оценке лечения аневризм интракраниальных артерий. Медицинская визуализация. 2022; 26 (1): 15-20. DOI: 10.24835/1607-0763-1084.

References:

1. Fomkina O. A., Nikolenko VN, Gladilin YuA. Anatomy of the precommunication part of the anterior cerebral artery in adults (review). Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2014; 10 (4): 607-611 (in Russian).

2. Lehecka M., Lehto H., Niemelä M., Juvela S., Dashti R., Koivisto T., et al. Distal anterior cerebral artery aneurysms: treatment and outcome analysis of 501 patients. Neurosurgery. 2008; 62 (3): 590-601. PMID: 18425008. DOI: 10.1227/01.neu.0000317307.16332.03

3. Tanaka K, Ishida F, Tanioka S, Suzuki H. A Ruptured Anterior Communicating Artery Aneurysm with Infra-optic Course of the Anterior Cerebral Artery: A Case Report and a Short Review. NMC Case Report Journal. 2021; 8: 465-472. PMID: 35079505. PMCID: PMC8769485. DOI: 10.2176/nmccrj.cr.2020-0359

4. Wong S.T., Yuen S.C., Fok K.F., Yam K.Y., Fong D. Infraoptic anterior cerebral artery: review, report of two cases and an anatomical classification. Acta Neurochir (Wien). 2008; 150: 1087-1096. PMID: 18777005. DOI: 10.1007/s00701-008-0016-4

5. Achmiz NZ, Zyablova EI. Porhanov VA, Tkachev VV. Combined vascular pathology in a patient with non-traumatic subaracchnoidal hemorrhage. REJR 2022; 12 (2): 155-163. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-155-163.

6. Zyablova E.I., Kardailskaya D.O., Porkhanov V.A., Tkachev V.V. The contribution of com-puted tomography to the diagnosis of multiple aneurysm in the acute period of aneurismal intracranial hemorrhage. Diagnostic radiology and radiotherapy. 2021; 12 (3): 35-42. DOI: 10.22328/2079-5343-2021-12-3-35-42(in Russian).

7. Zyablova E.I. Multiple intracranial aneurysms in a patient with nontraumatic subarachnoid hemorrhage. REJR. 2021; 11 (1): 213-219. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-213-219 (in Russian).

8. Nandish H.S. Surgical Significance of Infra-Optic Course of A1 Segment of Anterior Cer-ebral Artery: Report of Two Cases. Asian Journal of Neurosurgery. 2021; 8 (1): 465-472. DOI: 10.4103/ajns.AJNS_34_19

9. Chaplygina EV, Kaplunova OA, Dombrovskiy VI, Sukhanova OP, Blinov IM, Chistolinova LI. Development, Anomalies and Variant anatomy of Cerebral Arteries. Journal of Anatomy and Histopathology. 2015; 4 (2): 52-59. DOI: 10.18499/2225-7357-2015-4-2-52-59(in Russian).

10. Peltier J., Fichten A., Havet E., Page C., Foulon P., Laude M., et al. The infra-optic course of the anterior cerebral arteries: an anatomic case report. Surg Radiol Anat. 2007; 29 (5): 389-392. PMID: 17599237. DOI: 10.1007/s00276-007-0221-5

11. Al-Qahtani S, Tampieri D, Brassard R, Sirhan D, Mellanson D. Coil Embolization of an Aneurysm Associated with an Infraoptic Anterior Cerebral Artery in a Child. AJNR Am J Neuroradiol. 2003; 24: 990-991. PMID: 12748109. PMCID: PMC7975793.

12. Matsko DE. Neurosurgical pathology. SPb, 2012. 408 p. (in Russian).

13. Geers AJ, Morales HG, Larrabide I. Butakoff C, Bijlenga P, Frangi AF. Wall shear stress at the initiation site of cerebral aneurysms. Biomech Model Mechanobiol. 2017; 16 (1): 97-115. PMID: 27440126. DOI: 10.1007/s10237-016-0804-3

14. Sasaki T., Kakizawa Y., Yoshino M., Fujii Y., Yoroi I., Ichikawa Y., et al. Numerical analysis of Bifurcation Angles and Branch Patterns in Intracranial Aneurysm Formation. Neurosurgery. 2019; 85 (1): E-31-E39. PMID: 30137458. DOI: 10.1093/neuros/nyy387

15. Zyablova E.I., Porkhanov V.A., Filatova D.A. The role of CT-angiography in assessment results of surgical treatment of intracranial aneurysms. Medical Visualization. 2022; 26 (1): 15-20. DOI: 10.24835/1607-0763-1084 (in Russian).

.