



Случай сочетания аневризмы задней соединительной артерии с атипичным отхождением ипсилатеральной глазной артерии

©Д.В. Литвиненко^{1*}, А.Е. Герасюта¹, И.Н. Север², Е.И. Зяблова^{1,2}, Т.Н. Трофимова³, В.В. Ткачев^{1,2}

¹ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

² Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

³ Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН, Санкт-Петербург, Россия

* Д.В. Литвиненко, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, dlmalit73@gmail.com

Поступила в редакцию 2 июля 2023 г. Исправлена 10 октября 2023 г. Принята к печати 26 октября 2023 г.

Резюме

Цель: Анатомические особенности расположения глазной артерии имеют важное прикладное значение в хирургии аневризм переднего круга кровообращения. В большинстве случаев глазная артерия отходит от внутренней сонной артерии в ее супра-клиноидном отделе и далее следует в орбиту через зрительный канал, располагаясь под зрительным нервом. Крайне редким вариантом отхождения является отхождение глазной артерии от передней мозговой артерии и ее вхождение в зрительный канал над зрительным нервом.

Клинический случай: Пациентка Т., 29 лет, поступила в НИИ – Краевую клиническую больницу № 1 им. проф. С.В. Очаповского с диагнозом: разорвавшаяся истинная аневризма левой задней соединительной артерии в сочетании с аномальным отхождением глазной артерии от передней мозговой артерии. Заболевание манифестировало ишемическим инсультом в области базальных ядер слева, что вызвало диагностические трудности в стационаре первичной госпитализации. При церебральной ангиографии верифицирована аневризма задней соединительной артерии и отхождение глазной артерии от ипсилатеральной передней мозговой артерии. Во время операции шейка аневризмы была клипирована. С целью контроля радикальности клипирования и удаления тромботических масс купол аневризмы был вскрыт. При удалении тромботических масс возникло кровотечение из заднего полюса аневризмы. В ходе ревизии обнаружено, что аневризма представляет собой дилатированную заднюю соединительную артерию, соединяющую правую внутреннюю сонную артерию с правой задней мозговой артерией. От верхней поверхности купола отходила тромбированная передняя таламоперфорирующая артерия. В области заднего полюса аневризмы обнаружено место ее соединения прекоммуникантным сегментом правой задней мозговой артерии. Выполнено клипирование места сообщения аневризмы с правой задней мозговой артерией вторым клипсом. Пациентка выписана из клиники в удовлетворительном состоянии без нарастания неврологической симптоматики.

Заключение: Сочетание аномалий строения артерий основания мозга с церебральными аневризмами увеличивает риск тактических ошибок и периоперационных осложнений. Каждый подобный случай требует тщательного сопоставления клинической картины, данных лучевых методов диагностики и интраоперационных находок. В представленном наблюдении у пациентки с разрывом редкой аневризмы задней соединительной артерии заболевание манифестировало атипично, что было связано с частичным тромбозом аневризмы на фоне кровоизлияния в ее стенку. По данным лучевых методов был выявлен лакунарный инфаркт в бассейне таламоперфорирующих артерий и аневризма внутренней сонной артерии без признаков субарахноидального кровоизлияния. В ходе оперативного вмешательства аневризма первоначально была расценена как «типичная мешотчатая». Вскрытие купола и удаление всех тромботических масс позволило установить эксцентрично фузиформный характер аневризмы, выполнить ее радикальное выключение и предотвратить фатальное кровоизлияние в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: истинная аневризма задней соединительной артерии, хирургический доступ, глазная артерия, аномальное строение, передняя мозговая артерия

Цитировать: Литвиненко Д.В., Герасюта А.Е., Север И.Н., Зяблова Е.И., Трофимова Т.Н., Ткачев В.В. Случай сочетания аневризмы задней соединительной артерии с атипичным отхождением ипсилатеральной глазной артерии. *Иновационная медицина Кубани.* 2024;9(1):122–128. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-1-122-128>



A Case of Posterior Communicating Artery Aneurysm Combined With an Atypical Origin of the Ipsilateral Ophthalmic Artery

©Dmitry V. Litvinenko^{1*}, Anna E. Gerasyuta¹, Irina N. Sever², Elena I. Zyablova^{1,2}, Tatyana N. Trofimova³, Vyacheslav V. Tkachev^{1,2}

¹ Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

³ Bekhtereva Institute for Human Brain of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russian Federation

* Dmitry V. Litvinenko, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, ulitsa 1 Maya 167, Krasnodar, 350068, Russian Federation, dlmalit73@gmail.com

Received: July 2, 2023. Received in revised form: October 10, 2023. Accepted: October 26, 2023.

Abstract

Objective: Anatomy of the ophthalmic artery (OA) is of great practical importance in surgery for anterior circulation aneurysms. In most cases, the OA arises from the supraclinoid segment of the internal carotid artery (ICA) and enters the orbit through the optic canal inferolaterally to the optic nerve. The OA arising from the anterior cerebral artery (ACA) and entering the optic canal above the optic nerve is extremely rare.

Clinical case: We report a case of a 29-year-old female patient admitted to Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation) with a ruptured true aneurysm of the left posterior communicating artery (PCoA) and an abnormal origin of the OA from the ACA. The disease manifested itself as ischemic stroke in the basal ganglia on the left causing diagnostic difficulties during initial hospitalization. Cerebral angiography confirmed a PCoA aneurysm and origin of the OA from the ipsilateral ACA. During surgery the neck of the aneurysm was clipped, and the aneurysm dome was opened to control the extent of clipping and remove thrombotic masses. During their removal, hemorrhage appeared from the posterior pole of the aneurysm. During the exploration it was found that the aneurysm was a dilated PCoA connecting the right ICA with the right posterior cerebral artery (PCA). A thrombosed anterior thalamoperforating artery emerged from the superior surface of the dome, and its junction with the precommunicating segment of the right PCA was detected in the region of the posterior pole of the aneurysm. The second clip was placed at the communication site between the aneurysm and the right PCA. The patient was discharged in satisfactory condition with a stable neurological status.

Conclusions: The combination of abnormal anatomy of arteries at the base of the brain and cerebral aneurysms increases the risk of tactical errors and perioperative complications. Each such case requires a careful comparison of the clinical, imaging, and intraoperative findings. In the presented case of the patient with the ruptured rare PCoA aneurysm, the disease manifested atypically due to the partial thrombosis of the aneurysm and hemorrhage into the aneurysmal wall. The imaging findings revealed lacunar stroke in the thalamoperforating artery basin and an ICA aneurysm with no signs of subarachnoid hemorrhage. During the surgery the aneurysm was initially regarded as typical saccular. The opening of the dome and removal of all thrombotic masses made it possible to determine the eccentric fusiform nature of the aneurysm, perform its radical exclusion, and prevent fatal hemorrhage in the postoperative period.

Keywords: true posterior communicating artery aneurysm, surgical approach, ophthalmic artery, abnormal anatomy, anterior cerebral artery

Cite this article as: Litvinenko DV, Gerasyuta AE, Sever IN, Zyablova EI, Trofimova TN, Tkachev VV. A case of posterior communicating artery aneurysm combined with an atypical origin of the ipsilateral ophthalmic artery. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024;9(1):122–128. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-1-122-128>

Цель

Анатомические особенности глазной артерии как единственного источника кровоснабжения центральной артерии сетчатки имеют важное прикладное значение в хирургии церебральных аневризм переднего круга кровообращения и менингиом крыла основной кости или крыло-орбитальной локализации [1]. В большинстве случаев она берет начало от внутренней сонной артерии после выхода последней из кавернозного синуса [2]. Описаны варианты отхождения глазной артерии от клиноидного и кавернозного сегментов, средней оболочечной артерии, задней соединительной артерии и бифуркации внутренней сонной артерии (ВСА), а также основной артерии; варианты с удвоением глазной артерии, отхождением от противоположной ВСА; случаи отхождения от передней мозговой артерии в литературе единичны [3, 4].

Эмбриогенез глазной артерии достаточно сложен, первичная глазная артерия образована вентральной

и дорзальной глазными артериями, развивающимися из начальных отделов передней мозговой артерии (ПМА) и С4 сегмента ВСА. Вентральная глазная артерия располагается в оптическом канале, дорзальная – в верхней глазничной щели. Впоследствии обе эти артерии соединяются анастомозами вблизи зрительного нерва. В дальнейшем обе артерии редуцируются с образованием первичной глазной артерии, которая затем трансформируется в глазную артерию [5].

Аномалии развития церебральных сосудов, в частности, глазной артерии, сочетается с другими сосудистыми аномалиями, часто – с церебральными аневризмами [6, 7], реже – с опухолями головного мозга [8].

Амавроз вследствие травмы глазной артерии в ходе хирургического доступа к аневризмам переднего круга кровообращения является наиболее тяжелым необратимым осложнением. Знание вариантной анатомии глазной артерии минимизирует риск ее повреждения и обуславливает актуальность представленного редкого атипичного варианта отхождения глазной артерии.

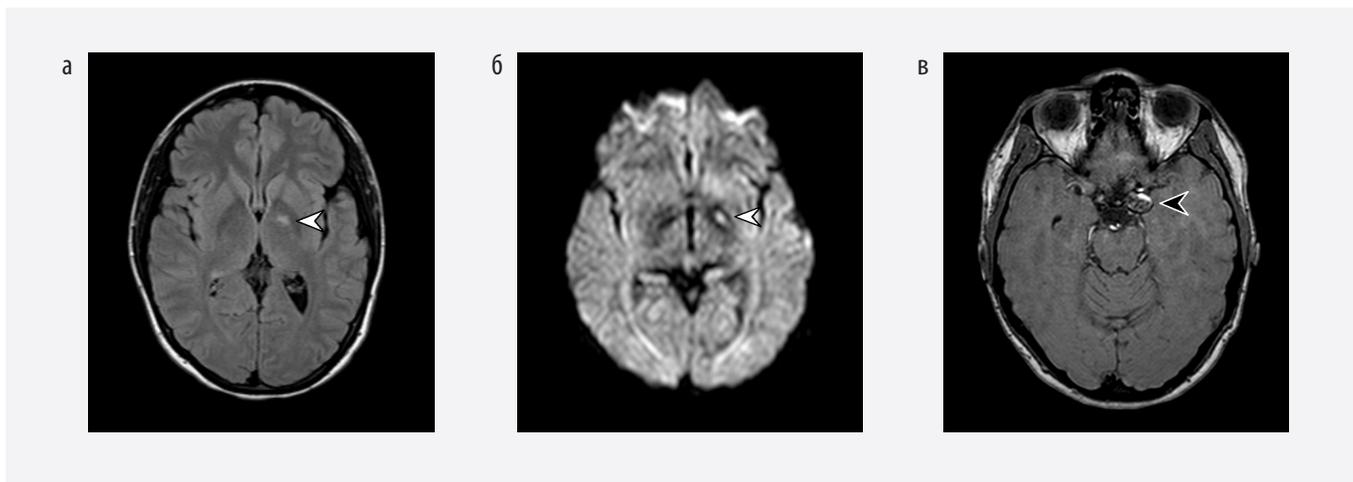


Рисунок 1. МРТ головного мозга без контрастирования в аксиальной плоскости, а – режим FLAIR, б – режим DWI, в – режим 3D-TOF МР-ангиографии

Визуализируется участок ишемии в области базальных ядер слева (белая стрелка), а также аневризма в области устья левой ЗСоА (черная стрелка) размерами до 7×5 мм, имеющая неоднородный МР-сигнал. Признаков кровоизлияния нет

Figure 1. Unenhanced brain MRI scans, axial plane, а – FLAIR sequence, б – DWI sequence, в – 3D-TOF MR angiography There is basal ganglia ischemia on the left (white arrow) and a 7×5 mm aneurysm in the region of the left PCoA ostium (black arrow) with heterogeneous signal intensity. No signs of subarachnoidal hemorrhage were found

В представленном клиническом наблюдении редкая аномалия глазной артерии сочетается с редким вариантом истинной аневризмы задней соединительной артерии (ЗСоА) [9].

Получено письменное информированное согласие больной на участие в исследовании и публикацию медицинских данных и фотографий.

Клинический случай

Пациентка Т., 29 лет, поступила в клинику 27.04.23 г. Заболела остро 17.04.23 г., когда появилась головная боль, не купируемая медикаментозно, за медицинской помощью не обращалась, принимала анальгетики в домашних условиях. 20.04.23 г. амбулаторно по месту жительства выполнена МРТ головного мозга – выявлены ишемический инсульт в области подкорковых ядер слева и аневризма левого устья задней соединительной артерии (ВСА-ЗСоА) размерами 7×5 мм (рис. 1). Пациентка госпитализирована в стационар по месту жительства, где при церебральной ангиографии выявлены частично тромбированная аневризма левой ВСА-ЗСоА и атипичное отхождение левой глазной артерии (рис. 2). При люмбальной пункции данных о субарахноидальном кровоизлиянии не получено.

Санитарным транспортом переведена в НИИ – ККБ № 1. При поступлении: общее состояние удовлетворительное, соматический статус – без патологии. Неврологический статус: в ясном сознании, беспокоит умеренная головная боль, менингеальный синдром слабо выражен, без очагового неврологического дефицита.

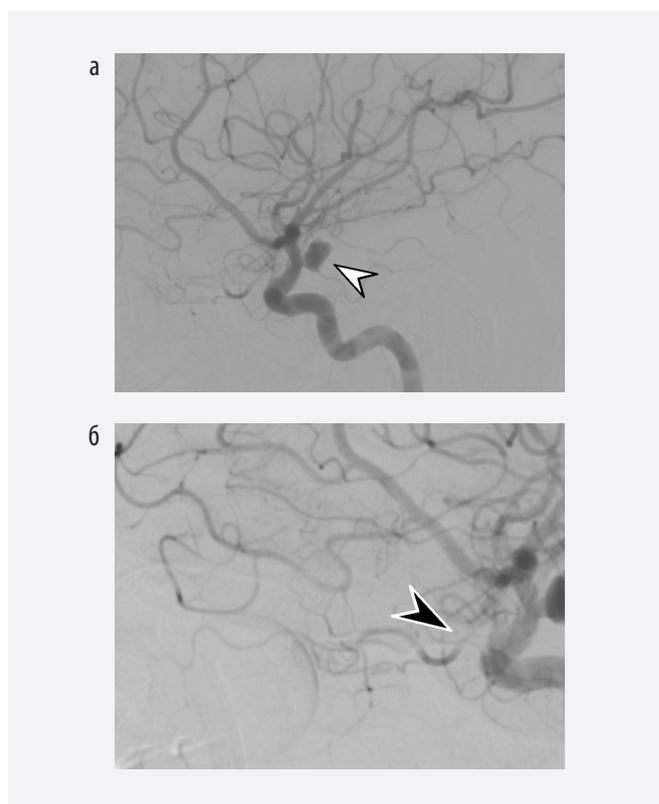


Рисунок 2. Селективная субтракционная церебральная ангиография левой ВСА в латеральной проекции, а – определяется неправильной формы аневризма левой ВСА-ЗСоА (белая стрелка), б – определяется атипичное отхождение левой глазной артерии от ПМА (черная стрелка)

Figure 2. Selective subtraction angiograms of the left ICA, lateral view, а – irregular-shaped left ICA-PCoA aneurysm (white arrow), б – atypical origin of the left OA from the ACA (black arrow)

Пациентке выполнена птериональная краниотомия слева, осуществлен субфронтальный подход к хиазмально-селлярной области. Антеградным способом выделены левые ВСА, средняя мозговая артерия (СМА) и передняя мозговая артерия (ПМА). При ревизии левой ВСА установлено, что левая глазная артерия отходит от А1 сегмента левой ПМА (рис. 3).

Проксимальнее устья передней ворсинчатой артерии обнаружена большая, частично тромбированная аневризма с заднемедиальным направлением купола (рис. 4), с признаками ранее перенесенного разрыва.

Во время четырехминутного временного клипирования левой ВСА проксимальнее аневризмы шейка выделена и клипирована. Визуально левая ВСА и ее магистральные ветви проходимы. Купол аневризмы вскрыт. В просвете аневризмы определяются тромботические массы разной степени давности (рис. 5).

При удалении тромбов из полости аневризмы возникло кровотечение из дистального полюса аневризмы, которое было остановлено временным клипированием купола. При ревизии купола аневризмы установлено ее прямое сообщение с P1 сегментом задней

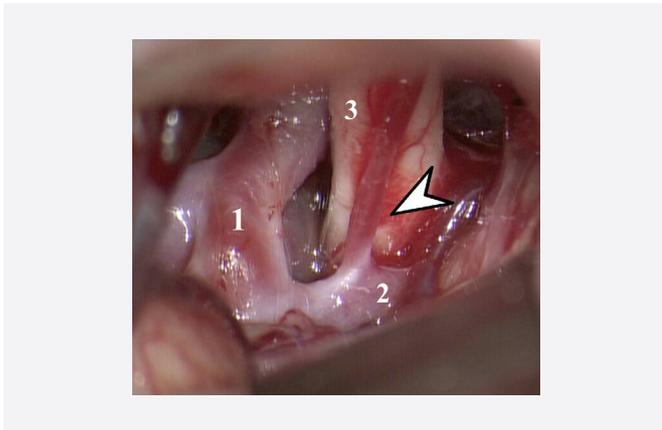


Рисунок 3. Интраоперационное фото. Доступ к хиазмально-селлярной области птериональным субфронтальным подходом

Выявлено отхождение левой глазной артерии (белая стрелка) от А1 сегмента левой ПМА. 1 – ВСА, 2 – ПМА, 3 – зрительный нерв

Figure 3. Intraoperative photograph showing an access to the chiasmal-sellar region through the pterional subfrontal approach. We found an atypical origin of the left OA (white arrow) from the A1 segment of the left ACA. 1 – ICA, 2 – ACA, 3 – optic nerve

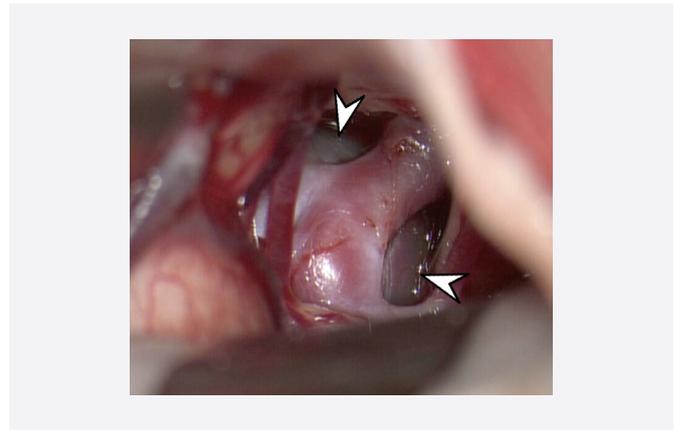


Рисунок 4. Интраоперационное фото. Выявлена большая аневризма левой ВСА-ЗСоА (белые стрелки)

Figure 4. Intraoperative photograph showing a large aneurysm of the left ICA-PCoA (white arrows)



Рисунок 5. Интраоперационное фото. Тромботические массы, извлеченные из вскрытого просвета аневризмы (белая стрелка)

Figure 5. Intraoperative photograph showing the thrombotic masses extracted from the opened cavity of the aneurysm (white arrow)

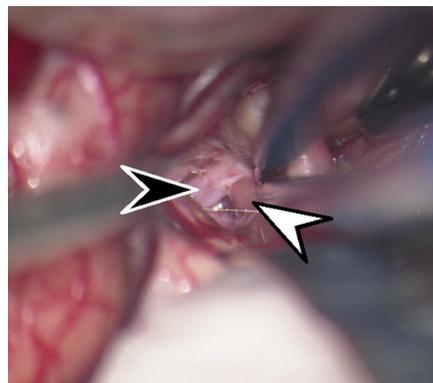


Рисунок 6. Интраоперационное фото. Задний полюс купола аневризмы (белая стрелка) продолжается в короткую ЗСоА (черная стрелка)

Figure 6. Intraoperative photograph. The posterior pole of the aneurysm dome (white arrow) continues into a short PCoA (black arrow)

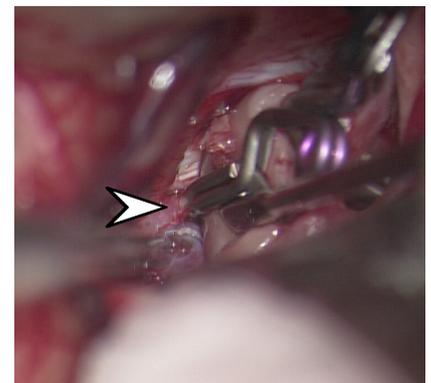


Рисунок 7. Интраоперационное фото. Мини-клип установлен на аневризме ЗСоА (белая стрелка)

Figure 7. Intraoperative photograph showing the microclip placed on the PCoA aneurysm (white arrow)

мозговой артерии, фактически аневризма представляла собой дилатированный ствол ЗСоА, соединяющий супраклиноидный отдел левой ВСА с P1 сегментом левой задней мозговой артерии (ЗМА). От верхней поверхности купола отходила тромбированная передняя таламоперфорирующая артерия (рис. 6, 8). Выполнен треппинг аневризмы путем дополнительного клипирования в месте ее перехода в левую ЗМА (рис. 7).

Временные клипсы с купола аневризмы сняты, тромбы из просвета аневризмы полностью удалены и отправлены на патогистологическое исследование. Кровотечения из аневризмы не наблюдалось – клипирование тотальное. Течение раннего послеоперационного периода – без особенностей, экстубирована в первый день после операции. В неврологическом статусе – без нарастания неврологической симптоматики. Послеоперационный КТ-контроль не выявил появления новых зон ишемии головного мозга (рис. 9). По данным послеоперационной компьютерной ангиографии (КТ-АГ) клипирование тотальное, магистральные сосуды проходимы (рис. 10).

Пациентка выписана на 13-е сут. после операции в удовлетворительном состоянии, без неврологической симптоматики, под наблюдение невролога по месту жительства. По данным телефонного анкетирования сохраняет привычный уровень социальной и физической активности.

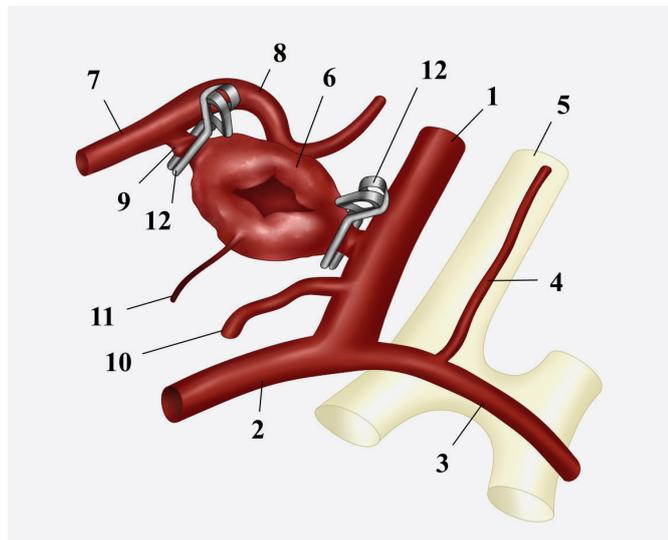


Рисунок 8. Схематическое изображение этапа микрохирургического вмешательства. 1 – ВСА, 2 – СМА, 3 – А1 сегмент ПМА, 4 – ГА, 5 – зрительный нерв, 6 – аневризма, 7 – P1 сегмент ЗМА, 8 – P2 сегмент ЗМА, 9 – ЗСоА, 10 – передняя ворсинчатая артерия, 11 – тромбированная задняя таламоперфорирующая артерия, 12 – клипсы
Figure 8. Schematic representation of the microsurgery stage. 1 – ICA, 2 – middle cerebral artery, 3 – A1 segment of the ACA, 4 – OA, 5 – optic nerve, 6 – aneurysm, 7 – P1 segment of the PCA, 8 – P2 segment of the PCA, 9 – PCoA, 10 – anterior choroidal artery, 11 – thrombosed posterior thalamoperforating artery, 12 – clips

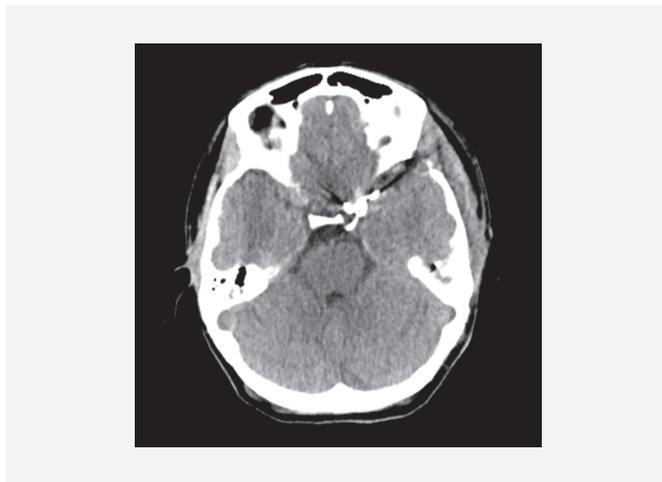


Рисунок 9. КТ головного мозга после операции без контрастирования, аксиальная плоскость. На томограммах визуализируется отсутствие выраженных зон ишемии головного мозга после микрохирургического вмешательства
Figure 9. Postoperative unenhanced brain CT scan, axial plane, showing no signs of cerebral ischemia after the microsurgery



Рисунок 10. 3D-реконструкция КТ-ангиографии сосудов головного мозга после операции. Визуализируется клипированная аневризма левой ВСА-ЗСоА (белая стрелка) без признаков остаточного кровотока. Магистральные сосуды контрастируются равномерно
Figure 10. 3D reconstruction of postoperative CT angiography of cerebral vessels. The clipped aneurysm of the left ICA-PCoA (white arrow) with no signs of residual blood flow is visible. There is an equal enhancement of the great vessels

Обсуждение

Впервые термин истинной аневризмы задней соединительной артерии как аневризмы, возникшей из ствола ЗСоА, не имеющей отношения к внутренней сонной артерии и задней мозговой артерии, ввел в 1990 г. Т. Kudo на основе собственных наблюдений и анализа литературы [10]. Частота встречаемости таких аневризм составляет 1,3% от всех церебральных

аневризм [11], еще большей редкостью является аневризма больших или гигантских размеров [12].

Наблюдается прямая зависимость между наличием аномалий и крайних вариантов строения церебральных артерий и встречаемостью церебральных аневризм. Патогенетическим механизмом возникновения таких аневризм является повышенный гемодинамический стресс, вызванный вариантами анатомии церебральных сосудов [13–15]. Одной из причин возникновения аневризм ЗСоА является заполнение через нее каротидного бассейна, например, вследствие окклюзии ВСА. Увеличенная скорость кровотока и сопутствующая турбулентность приводят к дегенеративным изменениям базальной мембраны эндотелия и субэндотелиальной соединительной ткани стенки сосуда, что является предрасполагающим моментом возникновения гемодинамических аневризм преимущественно ЗСоА-ЗМА [16]. Данная гипотеза получила подтверждение в эксперименте на животных, выявлена корреляция между типом изменений сосудистого русла и местом возникновения церебральной аневризмы [17].

У данной пациентки фактически имелась не гемодинамическая аневризма ЗСоА, а аневризматическое расширение всей ЗСоА. Ее частичный тромбоз на фоне кровоизлияния в стенку аневризмы первоначально привел к тромбозу перфорирующих артерий, что в ходе операции упростило принятие решения о треппинге аневризмы, так как перфорирующие артерии уже были тромбированы.

Сложность дооперационной диагностики истинных аневризм ЗСоА, которые на ангиограммах очень похожи на обычную мешотчатую аневризму, повышают риск интраоперационных осложнений. В нашем клиническом наблюдении изначально были клипированы только передние отделы аневризмы; тщательная ревизия полости аневризмы и удаление всех тромботических масс позволили избежать описанного в литературе фатального кровотечения из задней мозговой артерии в раннем послеоперационном периоде после клипирования только передних отделов аневризмы [18].

Заключение

Обнаружение на ангиограммах редких вариантов строения Виллизиева круга или атипичного отхождения крупных церебральных артерий является основанием для более тщательного анализа КТ-АГ, магнитно-резонансной ангиографии, церебральной ангиографии на предмет детекции церебральных аневризм.

Каждый подобный случай требует тщательного сопоставления клинической картины, данных лучевых методов диагностики и интраоперационных находок, что позволяет избежать тактических и технических ошибок в ходе микрохирургических и внутрисосудистых вмешательств.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: В.В. Ткачев

Написание статьи: Д.В. Литвиненко, А.Е. Герасюта, И.Н. Север

Исправление статьи: Д.В. Литвиненко, Т.Н. Трофимова, Е.И. Зяблова

Утверждение окончательной версии: В.В. Ткачев

Author contributions

Concept and design: Tkachev

Manuscript drafting: Litvinenko, Gerasyuta, Sever

Manuscript revising: Litvinenko, Trofimova, Zyablova

Final approval of the version to be published: Tkachev

Литература/References

- Hokama M, Hongo K, Gibo H, Kyoshima K, Kobayashi S. Microsurgical anatomy of the ophthalmic artery and the distal dural ring for the juxta-dural ring aneurysms via the pterional approach. *Neurol Res.* 2001;23(4):331–335. PMID: 11428510. <https://doi.org/10.1179/016164101101198703>
- Rhoton AL Jr. The cavernous sinus, the cavernous venous plexus, and the carotid collar. *Neurosurgery.* 2002;51(4 suppl):S375–S410. PMID: 12234454.
- Naeini RM, De J, Satow T, Benndorf G. Unilateral agenesis of internal carotid artery with ophthalmic artery arising from posterior communicating artery. *AJR Am J Roentgenol.* 2005;184(2):571–573. PMID: 15671382. <https://doi.org/10.2214/ajr.184.2.01840571>
- Nakata H, Iwata Y. Agenesis of the left internal carotid artery with an ophthalmic artery arising from the posterior communicating artery. *No Shinkei Geka.* 1987;15(1):57–62. (In Japanese). PMID: 3822067.
- Komiyama M. Functional anatomy of the cerebral arteries. *No Shinkei Geka.* 2005;33(3):213–224. (In Japanese). PMID: 15773310.
- Spinnato S, Pasqualin A, Chioffi F, Da Pian R. Infraoptic course of the anterior cerebral artery associated with an anterior communicating artery aneurysm: anatomic case report and embryological considerations. *Neurosurgery.* 1999;44(6):1315–1319. PMID: 10371632.
- 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;150(10):1087–1096. PMID: 18777005. <https://doi.org/10.1007/s00701-008-0016-4>
- Li Y, Horiuchi T, Yako T, Ishizaka S, Hongo K. Anomalous origin of the ophthalmic artery from the anterior cerebral artery. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2011;51(8):579–581. PMID: 21869580. <https://doi.org/10.2176/nmc.51.579>
- Masuoka J, Yoshioka F, Furukawa T, et al. Microsurgical approach for true posterior communicating artery aneurysms: literature review and illustrative case. *Asian J Neurosurg.* 2022;17(2):156–164. PMID: 36120635. PMID: PMC9473828. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1750840>
- Kudo T. An operative complication in a patient with a true posterior communicating artery aneurysm: case report and review of the literature. *Neurosurgery.* 1990;27(4):650–653. PMID: 2234376. <https://doi.org/10.1097/00006123-199010000-00028>
- He W, Gandhi CD, Quinn J, Karimi R, Prestigiacomo CJ. True aneurysms of the posterior communicating artery: a systematic review and meta-analysis of individual patient data. *World Neurosurg.* 2011;75(1):64–72, 49. PMID: 21492665. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2010.09.012>
- Kawaguchi S, Noguchi H, Yonezawa T, Hoshida T, Morimoto T, Sakaki T. Giant true posterior communicating artery

aneurysm. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 1998;7(4):259–262. PMID: 17895094. [https://doi.org/10.1016/s1052-3057\(98\)80036-0](https://doi.org/10.1016/s1052-3057(98)80036-0)

13. Kayembe KN, Sasahara M, Hazama F. Cerebral aneurysms and variations in the circle of Willis. *Stroke.* 1984;15(5):846–850. PMID: 6474536. <https://doi.org/10.1161/01.str.15.5.846>

14. Беленькая Р.М. *Инсульт и варианты артерий мозга.* Медицина; 1979.

Belenkaya RM. *Stroke and Variations of Cerebral Arteries.* Meditsina; 1979. (In Russ.).

15. Mackenzie JM. The anatomy of aneurysm-bearing circles of Willis. *Clin Neuropathol.* 1991;10(4):187–189. PMID: 1884526.

16. Kaspera W, Majchrzak H, Kopera M, Ładziński P. “True” aneurysm of the posterior communicating artery as a possible effect of collateral circulation in a patient with occlusion of the internal carotid artery. A case study and literature review. *Minim Invasive Neurosurg.* 2002;45(4):240–244. PMID: 12494361. <https://doi.org/10.1055/s-2002-36194>

17. Moritake K, Hazama F, Handa H, Ozaki T, Okumura A. Variation of the circle of Willis related to the pathogenesis of cerebral aneurysm (author’s transl). *Neurol Med Chir (Tokyo).* 1976;16(5 pt 2):427–435. (In Japanese). PMID: 62324. <https://doi.org/10.2176/nmc.16pt2.427>

18. Timothy J, Sharr M, Doshi B. Perils of a ‘true’ posterior communicating artery aneurysm. *Br J Neurosurg.* 1995;9(6):789–791. PMID: 8719837. <https://doi.org/10.1080/02688699550040783>

Сведения об авторах

Литвиненко Дмитрий Викторович, к. м. н., врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 2, НИИ – ККБ № 1 им. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4831-1874>

Герасюта Анна Евгеньевна, врач-рентгенолог рентгенологического отделения, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0009-4355-6301>

Север Ирина Николаевна, аспирантка кафедры нервных болезней и нейрохирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0001-2039-7629>

Зяблова Елена Игоревна, к. м. н., заведующая рентгеновским отделением, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; заведующая кафедрой лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Трофимова Татьяна Николаевна, д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник лаборатории нейровизуализации, Институт мозга человека имени Н.П. Бехтерева РАН (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-4871-2341>

Ткачев Вячеслав Валерьевич, д. м. н., заведующий нейрохирургическим отделением № 2, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; профессор кафедры нервных болезней и нейрохирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5600-329X>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Dmitry V. Litvinenko, Cand. Sci. (Med.), Neurosurgeon, Neurosurgery Unit No. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4831-1874>

Anna E. Gerasyuta, Radiologist, Radiology Unit, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0009-4355-6301>

Irina N. Sever, Postgraduate Student, Department of Neurological Disorders and Neurosurgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0001-2039-7629>

Elena I. Zyablova, Cand. Sci. (Med.), Head of the Radiology Unit, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Head of Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Tatyana N. Trofimova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Principal Researcher, Neuroimaging Laboratory, Bekhtereva Institute for Human Brain of the Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-4871-2341>

Vyacheslav V. Tkachev, Dr. Sci. (Med.), Head of Neurosurgery Unit No. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Professor at the Department of Neurological Disorders and Neurosurgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5600-329X>

Conflict of interest: none declared.