

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕПАРНОЙ ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ

ШНЯКИН ПАВЕЛ ГЕННАДЬЕВИЧ, ORCID ID: 0000-0001-6321-4557; докт. мед. наук, доцент, заведующий кафедрой нейрохирургии, травматологии и ортопедии с курсом ПО ФГБОУ ВО КрасГМУ им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1 корп.3; врач-нейрохирург нейрохирургического отделения №1 ККБ№1, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка 3а; заместитель руководителя регионального сосудистого центра ККБ№1, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка 3а., e-mail: shnyakinpavel@mail.ru

ПРОТОПОПОВ АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, ORCID ID: 0000-0001-5387-6944; докт. мед. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО КрасГМУ им. Проф.В.Ф. Войно-Ясенецкого, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1 корп. 3; заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО КрасГМУ им. Проф.В.Ф. Войно-Ясенецкого, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1 корп.3; врач рентгенохирургических методов диагностики и лечения ККБ№1, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка, e-mail: rector@krasgmu.ru

БОТОВ АНТОН ВИТАЛЬЕВИЧ, ORCID ID: 0000-0001-6393-0430; канд. мед. наук., ассистент кафедры нейрохирургии, травматологии и ортопедии с курсом ПО ФГБОУ ВО КрасГМУ им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1 корп.3; Заведующий отделением нейрохирургии №2 ККБ№1, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка 3а, e-mail: doktor_anton@rambler.ru

ЛИТВИНЮК НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ, ORCID ID: 0000-0002-0630-7244; заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения ККБ№1, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка 3а; ассистент кафедры лучевой диагностики и ПО ФГБОУ ВО КрасГМУ им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1 корп.3, e-mail: nikita.litvinyuk@list.ru

ТЮМЕНЦЕВ НИКОЛАЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, ORCID ID: 0000-0003-4478-3599; ассистент кафедры лучевой диагностики и ПО ФГБОУ ВО КрасГМУ им. Проф.В.Ф. Войно-Ясенецкого, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1 корп.3; врач-рентгенолог ККБ№1, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка 3а, e-mail: niktum@mail.ru

ВОРОНКОВСКИЙ ИВАН ИГОРЕВИЧ, ORCID ID: 0000-0003-1241-9207; клинический ординатор кафедры нейрохирургии, травматологии и ортопедии с курсом ПО ФГБОУ ВО КрасГМУ им. Проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1, корп.3, e-mail: ivoronkovskiy@bk.ru

Реферат. Введение. Варианты строения сосудов Виллизиевого круга встречаются достаточно часто, и по ряду наблюдений нередко ассоциированы с некоторыми цереброваскулярными заболеваниями. Единая непарная передняя мозговая артерия характерна для млекопитающих, но при этом редко встречается у человека. Повышенные гемодинамические нагрузки, вследствие кровоснабжения обоих полушарий непарной передней мозговой артерией, могут приводить к образованию на ней аневризм. **Цель исследования** – оценить частоту встречаемости непарной передней мозговой артерии и её связь с цереброваскулярной патологией. **Материалы и методы.** Проведен анализ российских и зарубежных публикаций по вариантам строения передних мозговых артерий за период 2000-2022гг. Выбранный промежуток обусловлен широким внедрением в этот период ангиографических исследований головного мозга. Также представлено 2 собственных клинических наблюдения пациентов с непарной передней мозговой артерией. **Результаты и их обсуждения.** По данным обзора литературы непарная передняя мозговая артерия встречается в 0,3-4% случаев. Наиболее часто непарная передняя мозговая артерия ассоциирована с развитием дистальных аневризм. Тромбоз этой артерии приводит к появлению двусторонних очагов ишемии в медиальных отделах лобных и теменных долей. Нами представлены клинические случаи наличия единой непарной передней мозговой артерии у пациентов с дистальной аневризмой и артериовенозной мальформацией. **Выводы.** Единая непарная передняя мозговая артерия является редким вариантом строения Виллизиевого круга и может предрасполагать к развитию цереброваскулярной патологии. **Ключевые слова:** Виллизиев круг, инсульт, аневризма, передняя мозговая артерия, непарная передняя мозговая артерия, вариантная анатомия.

Для ссылки: Шнякин П.Г., Протопопов А.В., Ботов А.В., и др. Клиническое значение непарной мозговой артерии // Вестник современной клинической медицины. – 2023. – Т.16, вып.5. – С.102-106. DOI: 10.20969/VSKM.2023.16(5).102-106.

CLINICAL RELEVANCE OF AZYGOS ANTERIOR CEREBRAL ARTERY

SHNYAKIN PAVEL G., ORCID ID: 0000-0001-6321-4557; Dr. sc. med., Associate Professor, Head of the Department of Neurosurgery, Traumatology, and Orthopedics, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1 Partizan Zheleznyak str., Bldg. 3, Krasnoyarsk, Russia. Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery No. 1, RCH 1, 3a Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russia. Deputy Head of the Regional Vascular Center at RCH 1, 3a Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russia. E-mail: shnyakinpavel@mail.ru

ПРОТОПОПОВ АЛЕКСЕЙ В., ORCID ID: 0000-0001-5387-6944; Dr. sc. med., Professor, Rector of Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1 Partizan Zheleznyak str., Bldg. 3, Krasnoyarsk, Russia. Head of the Department of Radiological Diagnostics at Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1 Partizan Zheleznyak str., Bldg. 3, Krasnoyarsk, Russia. Physician for interventional radiology and treatment at RCH 1, 3a Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russia. E-mail: rector@krasgmu.ru

БОТОВ АНТОН В., ORCID ID: 0000-0001-6393-0430; Cand. sc. med., Assistant Professor at the Department of Neurosurgery, Traumatology, and Orthopedics, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1 Partizan Zheleznyak str., Bldg. 3, Krasnoyarsk, Russia. Head of the Department of Neurosurgery No. 2, RCH 1, 3a Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russia. E-mail: doktor_anton@rambler.ru

ЛИТВИНЮК НИКИТА В., ORCID ID: 0000-0002-0630-7244; Head of the Department of Interventional Radiology and Treatment at RCH 1, 3a Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russia. Assistant Professor at the Department of Diagnostic Radiology, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1 Partizan Zheleznyak str., Bldg. 3, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: nikita.litvinyuk@list.ru

TYUMENTSEVNIKOLAYV., ORCID ID: 0000-0003-4478-3599; Assistant Professor at the Department of Diagnostic Radiology, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1 Partizan Zheleznyak str., Bldg. 3, Krasnoyarsk, Russia. Radiologist at RCH 1, 3a Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russia. E-mail: niktum@mail.ru

VORONKOVSKIYIVANI., ORCID ID: 0000-0003-1241-9207; Resident physician at the Department of Neurosurgery, Traumatology, and Orthopedics, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1 Partizan Zheleznyak str., Bldg. 3, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: ivoronkovskiy@bk.ru

Abstract. Introduction. Vascular variations in the Circle of Willis occur rather frequently and, according to some observations, are often associated with some cerebrovascular diseases. A single azygos anterior cerebral artery is characteristic of mammals but rare in humans. Increased hemodynamic loads due to the blood supply of both hemispheres by a single azygos anterior cerebral artery can lead to the formation of aneurysms in it. **Aim.** This study is aimed at assessing the incidence of the azygos anterior cerebral artery and its association with cerebrovascular pathology. **Materials and Methods.** We analyzed Russian and foreign publications on the structural variants of anterior cerebral arteries over the years 2000-2022. This period was selected due to the wide implementation of cerebral angiographic studies in those years. We also presented two cases of our clinical patients having an azygos anterior cerebral artery. **Results and Discussion.** According to the literature review, an azygos anterior cerebral artery occurs in 0.3-4% of cases. Azygos anterior cerebral artery is most frequently associated with the development of distal aneurysms. Thrombosis of this artery leads to bilateral ischemic foci in the medial parts of the frontal and parietal lobes. We present clinical cases of a single azygos anterior cerebral artery in patients with distal aneurysms and arteriovenous malformation. **Conclusions.** A single azygos anterior cerebral artery is a rare variant of the Circle of Willis structure and may predispose to the development of cerebrovascular pathology.

Keywords: Circle of Willis, stroke, aneurysm, anterior cerebral artery, azygos anterior cerebral artery, variant anatomy.

For reference: Shnyakin PG, Protopopov AV, Botov AV et al. Clinical relevance of azygos anterior cerebral artery. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2023. 16(5): 102-106. DOI: 10.20969/VSKM.2023.16(5).102-106.

Введение. Цереброваскулярные заболевания остаются одной из ведущих причин смертности населения во всем мире. Среди множества факторов риска развития нарушений мозгового кровообращения определенную патогенетическую роль играет вариантная анатомия церебральных артерий. Это связано с тем, что индивидуальные особенности строения и отхождения артерий Виллизиевого круга определяют компенсаторные возможности мозгового кровотока как в норме, так и при развитии патологии. Кроме того, некоторые варианты строения мозговых артерий могут непосредственно предрасполагать к развитию цереброваскулярной патологии.

По данным Н.А. Трушель (2016), исследовавшего 467 анатомических препаратов головного мозга у лиц, умерших от причин, не связанных с цереброваскулярной патологией, классический тип строения Виллизиевого круга выявлен в 34,3% случаев. А при исследовании ангиограмм 100 пациентов с цереброваскулярной патологией, классически тип строения Виллизиевого круга не встретился ни разу [1].

В данном обзоре остановимся на вариантной анатомии передней мозговой артерии (ПМА), которая начинается в месте бифуркации внутренней сонной артерии и имеет несколько сегментов. Предкоммуникантный сегмент простирается от места бифуркации до передней соединительной артерии (ПСА), посткоммуникантный сегмент – от ПСА до ветвления на конечные корковые ветви. В нейрохирургической литературе принято разделять сегменты передней мозговой артерии на А1-сегмент (предкоммуникантный), А2-сегмент (от ПСА до бифуркации на перикаллозную и каллозомаргинальную артерию), А3-сегмент (простирающийся вдоль мозолистого тела), А4-сегмент (конечные корковые ветви).

Наиболее подробно в научных публикациях уделено внимание вариантной анатомии предкоммуникантного (А1) сегмента передней мозговой артерии. Так, достаточно часто встречается гипоплазия одного из А1-сегментов ПМА, когда доминирующий противоположный сегмент артерии берет на себя основную функцию в кровоснабжении медиальных отделов обеих лобных и теменных долей. В случаях, когда от доминирующего А1-сегмента отходят оба А2-сегмента ПМА, говорят о «передней трифуркации внутренней сонной артерии». В ряде научных публикаций доказана связь ассиметричного строения предкоммуникантных сегментов ПМА с развитием и риском разрыва артериальных аневризм комплекса ПМА-ПСА [2,3,4].

Публикации по вариантам строения посткоммуникантного сегмента ПМА встречаются реже. Из них наиболее изучен вариант строения, при котором отсутствует ПСА и оба предкоммуникантных сегмента ПМА сливаются в единый ствол. В российской и зарубежной научной литературе имеются разные названия единой формирующейся артерии: непарная передняя мозговая артерия, общая передняя мозговая артерия, непарная перикаллозная артерия. В данном обзоре обозначим её как «непарная передняя мозговая артерия» (НПМА).

Стоит отметить, что наличие единой посткоммуникантной передней мозговой артерии достаточно характерно для обезьян и многих других млекопитающих [5,6]. В этой связи иногда такой тип строения ПМА обозначают как «обезьяний тип».

По данным Е.В. Чаплыгиной и соавт. (2015) формирование НПМА связано с нарушением эмбриогенеза и сегментации передних мозговых артерий [7]. По данным М. Веуһан и соавт. (2020) НПМА образуется в результате сохранения эмбриональной срединной артерии мозолистого тела [8].

По данным разных авторов встречаемость НПМА колеблется от 0,3 до 4% случаев [9-11]. Разница в частоте встречаемости НПМА часто зависит от метода исследования – анатомические исследования или изучение ангиограмм. При этом даже среди одинаковых типов исследования определяется широкая вариабельность встречаемости данной артерии. Так, по данным К. Furuichi и соавт. (2018) НПМА выявлена в 1 из 20 анатомических препаратов головного мозга плодов [12], в то время как в работе L.P. Vasovic (2006) также исследовавших сосуды головного мозга плодов, НПМА встречалась в 10 раз реже – в 1 из 200 анатомических препаратов [13].

Существует несколько классификаций вариантов строения и деления НПМА. А.С. Baptista (1963) выделил 3 типа НПМА [14]:

1 тип: истинная НПМА, образующаяся путем слияния двух А1-сегментов.

2 тип: доминирующая А2-ПМА, от которой ветви отходят к обоим полушариям, но при этом имеется вторая А2-ПМА, которая гипоплазирована и/или заканчивается на уровне мозолистого тела.

3 тип: имеется 3 ветви А2-ПМА, одна из которых может быть доминирующей по диаметру и обеспечивать основное кровоснабжение обоих полушарий.

Н.А. Трушель (2016) выделяет два варианта строения НПМА: при первом варианте артерия делится на 2-4 крупные ветви на уровне колена мозолистого тела (38,4% случаев), при втором варианте такого деления не происходит, и артерия на своем протяжении отдает ветви к обоим полушариям (61,5% случаев) [1].

М. Веуһан и соавт. (2020), на основании исследования 4913 ангиограмм, выявили что НПМА встречалась в 57 случаях (29 мужчин и 28 женщин), что составило 1,16% [8]. Авторы выделили 4 типа НПМА:

- Тип А – ветвление НПМА на ветви происходит ниже уровня колена мозолистого тела (1 случай).

- Тип В – ветвление НПМА на ветви происходит на уровне колена мозолистого тела (4 случая).

- Тип С – деление НПМА на ветви происходит на уровне начальных отделов мозолистого тела (48 случаев).

- Тип D – ветвление НПМА на ветви происходит в средних отделах мозолистого тела (4 случая).

Кроме анатомических научных публикаций по НПМА, имеется много клинических научных исследований, изучающих связь НПМА с развитием патологии головного мозга.

Так, наличие единой передней мозговой артерии, кровоснабжающей оба полушария головного мозга, является предиктором того, что если в ней нарушится кровоток, то случится обширное двуполушарное поражение. Имеются публикации о формировании двусторонних очагов ишемии в медиальных отделах лобных и теменных долей на фоне тромбоза НПМА [15,16].

Учитывая то, что при НПМА на одну артерию приходится повышенная гемодинамическая нагрузка, связанная с кровоснабжением обоих полуша-

рий, это создает предпосылки для формирования на ней артериальных аневризм [8, 17-19].

По данным А. Uchino и соавт. (2006) из 18 случаев наблюдения НПМА у двух человек имелись дистальные аневризмы на ней [10]. Среди 57 случаев наблюдения НПМА М. Веуһан и соавт. (2016), дистальные аневризмы на ней встречались у 7 пациентов [8].

По данным ряда авторов аневризмы дистальных сегментов НПМА часто являются фузиформными и иногда достигают больших и гигантских размеров [20-22].

По данным В. Кара и соавт. (2008) НПМА может быть ассоциирована не только с артериальными аневризмами, но и с другими патологиями [23]. N. Nakamura и соавт. (1986) описывают случай разрыва аневризмы НПМА ассоциированной с межполушарной липомой [24]. J. Castro Castro и соавт. (2021) также описывают случай наличия НПМА ассоциированной с липомой мозолистого тела [25]. L.C. Meguins и соавт. (2017) описывают случай разрыва аневризмы НПМА, которая была плотно спаяна с менингиомой фалькса [9].

Ниже представлены собственные два наблюдения НПМА в клинической практике.

Клинический случай 1.

Пациент Г. 44 лет, поступил с массивным субарахноидальным кровоизлиянием в межполушарной щели. Выполнена мультиспиральная компьютерная ангиография (МСКТ-ангиография) и выявлена непарная передняя мозговая артерия, в дистальных сегментах которой выявлена мешотчатая аневризма размером до 6 мм (рис.1).

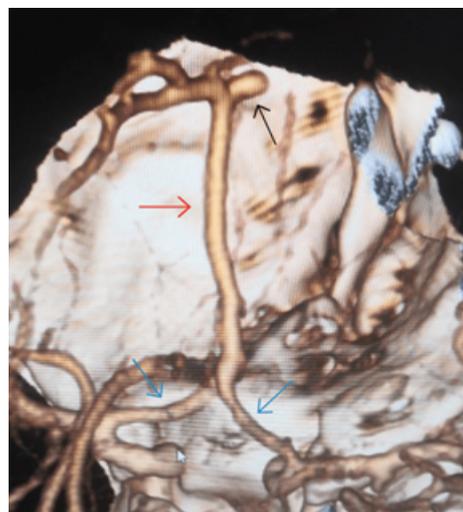


Рис. 1. МСКТ-ангиография пациента Г. После слияния двух предкоммуникативных сегментов ПМА (синие стрелки), определяется непарная передняя мозговая артерия (красная стрелка). Черной стрелкой обозначена аневризма.
Fig. 1. MSCT angiography of patient G. After the fusion of two PMA pre-communicative segments (blue arrows), an azygos anterior cerebral artery (red arrow) is identified. The black arrow indicates an aneurysm

Пациенту выполнена рентгенэндоваскулярная окклюзия аневризмы (рис.2).

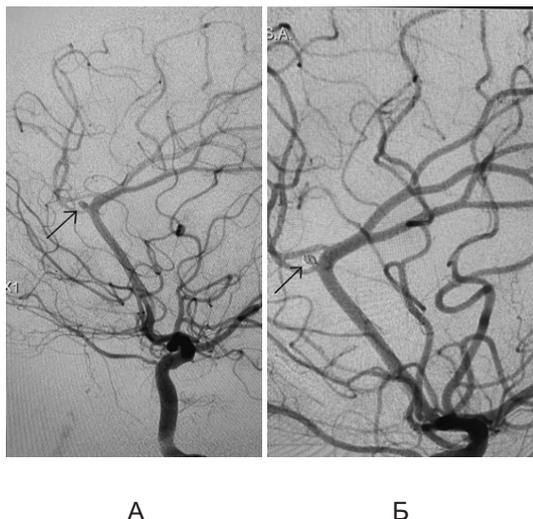


Рис. 2. Церебральная ангиография пациента Г., боковая проекция. А – до выключения аневризмы (черная стрелка), Б – после эмболизации аневризмы микроспиральями.

Fig. 2. Cerebral angiography of patient G., lateral projection. A - before aneurysm occlusion (black arrow), B - after aneurysm embolization with microspirals.

В данном наблюдении можно считать патогенетически ассоциированными наличие крупной НПМА и формирование на ней аневризмы в связи с повышенными гемодинамическими нагрузками.

Клинический случай 2.

Пациентка К., 42 лет поступила с геморрагическим инсультом на фоне разрыва артериовенозной мальформации (АВМ), получающей афференты из бассейна средней мозговой артерии и дренирующийся в расширенный сфенопариетальный синус (рис.3).

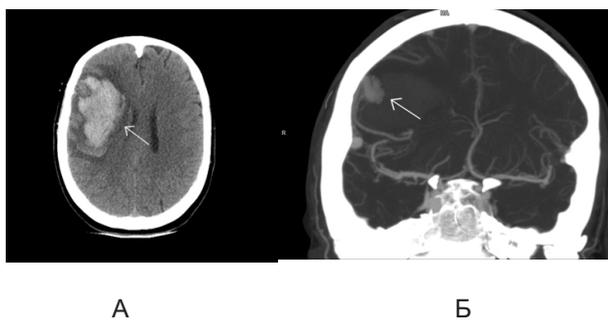


Рис. 3. МСКТ (А) и МСКТ-ангиограмма пациентки К. А – стрелкой указана внутримозговая гематома правой лобно-теменной области. Б – стрелкой указан узел артериовенозной мальформации.

Fig. 3. MSCT and MSCT-angiography.

A - intracerebral hematoma of the right frontoparietal region is indicated by an arrow. B - arrow indicates node of arteriovenous malformation with microspirals.

У пациентки также выявлена НПМА (рис.4).

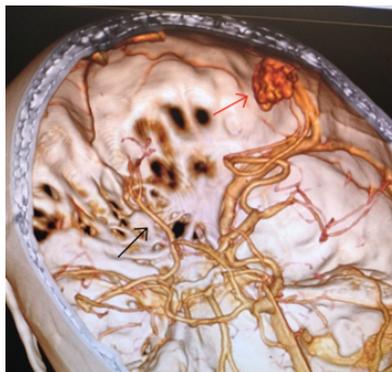


Рис. 4. МСКТ-ангиография (трехмерная реконструкция) пациентки К. Черной стрелкой указана НПМА, красной стрелкой – АВМ.

Fig. 4. MSCT-angiography (3D reconstruction) of patient K. The black arrow indicates azygos anterior cerebral artery, the red arrow shows AVM.

Обсуждение

Непарная передняя мозговая артерия является редким вариантом строения, при этом может предрасполагать к развитию патологии. В первую очередь повышенные гемодинамические нагрузки, связанные с кровоснабжением из НПМА обоих полушарий мозга, могут приводить к формированию и разрыву дистальных аневризм передней мозговой артерии, о чем отмечено в ряде исследований [3,6,9,17-21,24]. В представленном нами клиническом наблюдении наличие единой НПМА также могло способствовать формированию и разрыву церебральной аневризмы вследствие повышенной гемодинамической нагрузки на один сосуд, участвующий в кровоснабжении обоих полушарий.

По данным ряда исследований, наличие НПМА может быть ассоциировано с другими церебральными патологиями [6,23,25]. Однако в научных публикациях нами не встретилось сочетание НПМА и артериовенозной мальформации. Нельзя исключить, что это простое совпадение аномалии строения и цереброваскулярной патологии. Тем не менее, возможно связь есть, так как НПМА и АВМ являются результатом нарушения нормального эмбриогенеза мозговых сосудов.

Заключение

При выявлении по данным ангиографии единой непарной передней мозговой артерии необходимо тщательно исследовать наличие сочетанной цереброваскулярной патологии, в первую очередь дистальных церебральных аневризм.

Степень прозрачности. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Трушель Н.А. Морфологические предпосылки развития нарушений мозгового кровообращения // Вестник ВГМУ. – 2016. – Т.15, №2. – С.44-51 [Trushel' NA. Morfologicheskie predposylki razvitiya narushenij mozgovogo krovoobrashcheniya [Morphological prerequisites for the development of cerebral circulation disorders]. Vestnik VGMU [Bulletin VGMU]. 2016;15(2):44-51. (in Russ.)). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/morfologicheskie-predposylki-razvitiya-narusheniy-mozgovogo-krovoobrascheniya>
2. Park SC, Jung NY, Park ES, et al. Aplasia or Hypoplasia Affect the Morphology and Rupture Risk of Anterior Communicating Artery Aneurysm? J Korean Neurosurg Soc. 2022 (4):531-538. DOI: 10.3340/jkns.2021.0283.
3. Rinaldo L, McCutcheon BA, Murphy ME, et al. Relationship of A1 segment hypoplasia to anterior communicating artery aneurysm morphology and risk factors for aneurysm formation. J Neurosurg. 2017 (1):89-95. DOI: 10.3171/2016.7.JNS16736.
4. Zhang J, Can A, Lai PMR, et al. Vascular Geometry Associated with Anterior Communicating Artery Aneurysm Formation. World Neurosurg. 2021; e1318-e1325. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.11.160.
5. Tsuji K, Nakamura S, Aoki T, Nozaki K. The cerebral artery in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). Exp Anim. 2022 (3):391-398. DOI: 10.1538/expanim.22-0002.
6. Meguins LC, Hidalgo RC, Spotti AR, de Morais DF. Aneurysm of azygos anterior cerebral artery associated with falcine meningioma: Case Report and review of the literature. Surg Neurol Int. 2017;8:25. DOI: 10.4103/2152-7806.200577
7. Чаплыгина Е.В., Каплунова О.А., Домбровский В.И. и др. Развитие, аномалии и вариантная анатомия артерий головного мозга // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2015. – Т.4, вып.2. – С.52-59. [Chaplygina EV, Kaplunova OA, Dombrovskiy VI et al. Razvitiye, anomalii i variantnaya anatomiya arterij golovnogo mozga [Development, Anomalies and Variant anatomy of Cerebral Arteries]. Zhurnal anatomii i gistopatologii [Journal of Anatomy and Histopathology.] 2015;4(2):52-59. (In Russ.)). DOI: 10.18499/2225-7357-2015-4-2-52-59
8. Beyhan M, Gökçe E, Karakuş K. Radiological classification of azygos anterior cerebral artery and evaluation of the accompanying vascular anomalies. Surg Radiol Anat. 2020 ;42(11):1345-1354. DOI: 10.1007/s00276-020-02509-4
9. Meguins LC, Hidalgo RC, Spotti AR, de Morais DF. Aneurysm of azygos anterior cerebral artery associated with falcine meningioma: Case Report and review of the literature. Surg Neurol Int. 2017;8:25. DOI: 10.4103/2152-7806.200577
10. Uchino A, Nomiya K, Takase Y, Kudo S. Anterior cerebral artery variations detected by MR angiography. Neuroradiology. 2006;48(9):647-52. DOI: 10.1007/s00234-006-0110-3
11. López-Sala P, Alberdi N, Mendigaña M, et al. Anatomical variants of anterior communicating artery complex. A study by Computerized Tomographic Angiography. J Clin Neurosci. 2020;80:182-187. DOI: 10.1016/j.jocn.2020.08.019
12. Furuichi K, Ishikawa A, Uwabe C et al. Variations of the Circle of Willis at the End of the Human Embryonic Period. Anat Rec (Hoboken). 2018;301(8):1312-1319. DOI: 10.1002/ar.23794
13. Vasovic LP. Fetal azygos pericallosal artery. Clin Anat. 2006;19(4):327-31. DOI: 10.1002/ca.20189
14. Baptista AG. Studies on the arteries of the brain. II. The anterior cerebral artery: some anatomic features and their clinical implications. Neurology. 1963;13:825-35. DOI: 10.1212/wnl.13.10.825
15. Yang D, Miremadi BB, Mlikotic A, Kronfeld K. Stenosis of Azygos Anterior Cerebral Artery Results in Bilateral Anterior Cerebral Artery Strokes. Stroke. 2022;53(10):e448-e449. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.040216
16. de Sousa CS, de Miranda CL, Avelino MC, et al. Thrombosis of the Azygos Anterior Cerebral Artery. Case Rep Radiol. 2017;2017:5409430. DOI: 10.1155/2017/5409430.
17. Baykal S, Ceylan S, Dinç H, et al. Aneurysm of an azygos anterior cerebral artery: report of two cases and review of the literature. Neurosurg Rev. 1996;19(1):57-9. DOI: 10.1007/BF00346613
18. Yu J. Stenting-assisted embolization of a saccular aneurysm of the azygos anterior cerebral artery associated with fenestration at its beginning. Neuroradiol J. 2022: 19714009221129570. DOI: 10.1177/19714009221129570
19. Seferi A, Alimehmeti R, Rroji A, Petrela M. Saccular trilobed aneurysm of azygos anterior cerebral artery. World J Clin Cases. 2015;3(4):377-80. DOI: 10.12998/wjcc.v3.i4.377
20. Лукьянчиков В.А., Сенько И.В., Полунина Н.А., и др. Выключение гигантской фузиформной аневризмы перикаллезной артерии с применением обходного шунтирования по типу «hemi-bonnet bypass». Случай из практики и обзор литературы. Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко. –2020. – Т. 84, вып.3. – С. 8895. [Luk'ianchikov VA, Senko IV, Polunina NA et al. Vyklyuchenie gigantskoj fuziformnoj anevrizmy perikalleznoj arterii s primeneniem obhodnogo shuntirovaniya po tipu «hemi-bonnet bypass». Sluchaj iz praktiki i obzor literatury. [Resection of a giant fusiform aneurysm of the pericallosal artery with «hemi-bonnet bypass» procedure. Case report and literature review]. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko [Burdenko's Journal of Neurosurgery]. 2020;84(3):8895. (In Russ., In Eng.)). [https://DOI.org/10.17116/](https://DOI.org/10.17116/neiro20208403188)
21. Auguste KI, Ware ML, Lawton MT. Nonsaccular aneurysms of the azygos anterior cerebral artery. Neurosurg Focus. 2004;17(5):E12. DOI: 10.3171/foc.2004.17.5.12
22. Topsakal C, Ozveren MF, Erol FS et al. Giant aneurysm of the azygos pericallosal artery: case report and review of the literature. Surg Neurol. 2003;60(6):524-33; discussion 533. DOI: 10.1016/s0090-3019(03)00319-7
23. Kara B, Inan N, Bayramgürler D et al. Epidermal nevus syndrome with azygos anterior cerebral artery. Pediatr Neurol. 2008;39(4):283-5. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2008.06.016
24. Nakamura N, Ogawa A, Kayama T et al. A case of agenesis of the corpus callosum accompanied by a ruptured azygos anterior cerebral artery aneurysm and lipoma—a case report. No To Shinkei. 1986;38(7):701-5. Japanese.
25. Castro Castro J, Yáñez Baña RM. Pericallosal lipoma associated with azygos anterior cerebral artery. Neurologia (Engl Ed). 2021;36(9):731-732. DOI: 10.1016/j.nrleng.2021.02.004