

DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-1-123-129>

# ЗНАЧЕНИЕ ВАРИАНТНОЙ АНАТОМИИ В НЕЙРОХИРУРГИИ

**П.Г. Шнякин<sup>1,2</sup>, П.Г. Руденко<sup>1,2</sup>, Н.Д. Гасимова<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>КГБУЗ «Краевая клиническая больница»; Россия, 660022 Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3а;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России; Россия, 660022 Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1**Контакты:** Неля Дагларовна Гасимова [gasumova-nelich@mail.ru](mailto:gasumova-nelich@mail.ru)

Варианты нетипичного строения и расположения анатомических структур всегда усложняют ход оперативного доступа и приема и нередко являются причинами хирургических ошибок и осложнений. В статье представлен обзор некоторых особенностей вариантной анатомии в областях интереса нейрохирургов, в том числе приводящих к развитию интраоперационных проблем и послеоперационному неврологическому дефициту. Основной посыл статьи состоит не только в том, чтобы нейрохирурги планировали операцию с учетом индивидуальной анатомической изменчивости, начиная с формы черепа, но и в том, чтобы в случаях развития неблагоприятных периоперационных событий нетипичная анатомия учитывалась как объективный фактор риска и имела смягчающее значение при оценке работы нейрохирурга.

Цель работы – представление и анализ данных научных публикаций, а также собственных наблюдений по вариантной анатомии, определение ее роли в развитии операционных ошибок и осложнений в нейрохирургии.

**Ключевые слова:** вариантная анатомия, осложнения, ошибки, нейрохирургия**Для цитирования:** Шнякин П.Г., Руденко П.Г., Гасимова Н.Д. Значение вариантной анатомии в нейрохирургии. Нейрохирургия 2024;26(1):123–9. DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-1-123-129>

## The role of variant anatomy in neurosurgery

**P.G. Shnyakin<sup>1,2</sup>, P.G. Rudenko<sup>1,2</sup>, N.D. Gasimova<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital; 3a Partizana Zheleznyaka St., Krasnoyarsk 660022, Russia;<sup>2</sup>V.F. Voyno-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University, Ministry of Health of Russia; 1 Partizana Zheleznyaka St., Krasnoyarsk 660022, Russia**Contacts:** Nelya Daglarovna Gasimova [gasumova-nelich@mail.ru](mailto:gasumova-nelich@mail.ru)

Variants of atypical structure and location of anatomical structures always complicate the course of surgical access and admission and are often the causes of surgical errors and complications. This article presents an overview of some features of variant anatomy in areas of interest to neurosurgeons, including those leading to the development of intraoperative problems and postoperative neurological deficits.

The main message of the article is not only that neurosurgeons should plan surgery taking into account individual anatomical variability starting with the shape of the skull, but also that in cases of adverse perioperative events, atypical anatomy should be taken into account as an objective risk factor and have a mitigating value in the evaluation of the neurosurgeon's performance.

The aim of this paper is to present and analyse scientific publications on variant anatomy, determining its role in the development of surgical errors and complications in neurosurgery.

**Keywords:** variant anatomy, complications, errors, neurosurgery**For citation:** Shnyakin P.G., Rudenko P.G., Gasimova N.D. The role of variant anatomy in neurosurgery. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2024;26(1):123–9. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-1-123-129>

## ВВЕДЕНИЕ

Каждый человек имеет индивидуальную общую конституцию, соматотип, локальную конституцию органов и частей тела. Кроме того, встречаются варианты анатомической нормы, весьма непохожие на типовые случаи. Средний вариант анатомического строения, как правило представленный в учебных пособиях и анатомических атласах, встречается не чаще чем в 30 % случаев [1]. Неудивительно, что анатомическая изменчивость органов и систем человека является давним предметом исследований не только анатомов и морфологов, но и практических врачей, особенно хирургического профиля.

В Советском Союзе научной школой В.Н. Шевкуненко проведено комплексное исследование вариантов анатомического строения всех органов и систем человека [2]. Установлено, что анатомическая изменчивость характерна для всех структур, и, что особенно важно, это влияет на компенсаторные возможности как в условиях нормального функционирования, так и при развитии заболеваний.

Необычные варианты анатомического строения и расположения почти всегда усложняют работу хирурга, привыкшего к определенным топографо-анатомическим ориентирам, заставляют работать в нетипичных анатомических коридорах, а в некоторых случаях даже менять последовательность стандартного хода операции. Поэтому для хирургов анатомическая изменчивость всегда является вызовом, особенно когда это обнаруживается только на операции. Соответственно, каждый хирург обязан знать вариантную анатомию зоны хирургического интереса, тем более что в условиях патологии, с нарушением нормального расположения анатомических структур, это еще более увеличивает риск ошибочных действий.

**Цель работы** — представление и анализ данных научных публикаций, а также собственных наблюдений по вариантной анатомии, определение ее роли в развитии операционных ошибок и осложнений в нейрохирургии.

## ЗНАЧЕНИЕ ВАРИАНТНОЙ АНАТОМИИ В НЕЙРОХИРУРГИИ

В некоторых учебных пособиях и научных публикациях крайние варианты анатомической нормы называют аномалиями строения, как, например, «вариант строения виллизиева круга» и «аномалия развития виллизиева круга». Не будем вдаваться в тонкости различий аномалии и крайних вариантов анатомического строения, так как по своей сути они весьма схожи, и главный их признак состоит в том, что нетипичное строение или расположение какой-то структуры не сопровождается нарушением функции, что отличает их от «пороков развития».

Для нейрохирургов изучение вопросов анатомической изменчивости начинается с формы черепа, ко-

торая определяет особенности расположения внутричерепных структур. В книге «Типовая анатомия человека» под редакцией В.Н. Шевкуненко описываются характеристики долихоцефалов, брахицефалов и мезоцефалов. Долихоцефалы характеризуются большим продольным и малым поперечным размерами черепа, брахицефалы — сравнительно большим размером поперечного диаметра и малым продольным, мезоцефалы имеют средние показатели между названными формами [2].

В исследовании Р.Н. Люньковой и В.В. Крылова (2014) изучались формы строения и расположения мозжечкового намета. Была выявлена тесная связь между выделенными 4 вариантами типа мозжечкового намета и формой черепа. По мнению авторов, некоторые формы строения существенно затрудняют выполнение стандартных доступов, изменяют углы операционной атаки и хирургические коридоры, что необходимо учитывать при планировании операции и выбирать наиболее оптимальные подходы с учетом вариантной анатомии [3].

По данным В.Г. Николаева и соавт. (2022), форма черепа влияет на глубину и расположение задней черепной ямки, что может иметь значение при развитии патологии. В исследовании было доказано, что среди акроцефалов (высокие и узкие формы головы) достоверно реже встречаются случаи сосудистых осложнений при удалении внемозговых опухолей задней черепной ямки по сравнению с пациентами с другими формами черепа [4].

В условиях патологии или ранее перенесенной операции при измененной анатомии и наличии рубцово-спаечных процессов имеющиеся варианты строения и расположения еще более затрудняют ориентацию в ране и повышают риск ятрогенных повреждений. S.E. Regenbogen и соавт. (2007) проанализировали более 200 судебных исков по поводу хирургических ошибок и выявили, что в 61 % случаев возникшие в ходе операции проблемы были связаны с неожиданными анатомическими особенностями, в том числе после перенесенной ранее операции [5].

Расположение, строение и зоны иннервации черепных и периферических нервов подвержены выраженной индивидуальной изменчивости. В нескольких исследованиях описан вариант поверхностного расположения подъязычного нерва рядом с яремной веной, что мало ожидаемо и может привести к его повреждению при операциях на шее [6–8]. При операциях в зоне сонного треугольника возможно повреждение блуждающего нерва, который имеет нетипичное расположение в 26 % случаев [9]. Операции в области ската и верхушки пирамиды могут осложняться повреждением отводящего нерва, который может быть представлен 2 или 3 отдельными ветвями [10, 11].

Синдром карпального канала является распространенной патологией и иногда требует оперативного

лечения. Варианты строения и расположения срединного нерва в запястном канале могут быть изменчивы. В исследовании М. F. Stancić и соавт. (1995) было показано, что типичное расположение срединного нерва в запястном канале встречается только в 47,7 % случаев [12]. Некоторыми авторами отмечены случаи удвоения срединного нерва в запястном канале [13, 14]. Все это — факторы риска как повреждения нерва, так и недостижения полноценной декомпрессии во время операции.

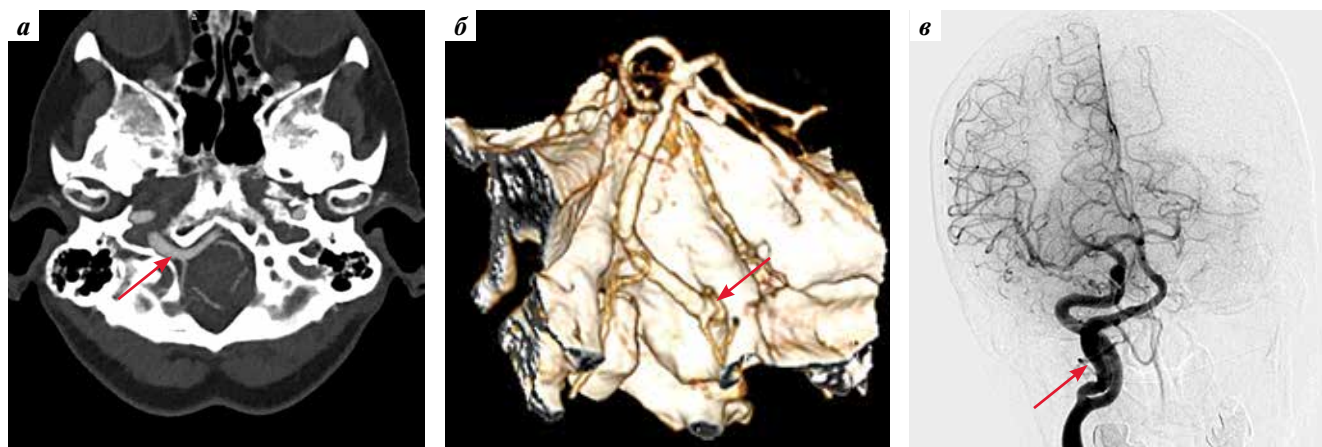
Повреждение плечевого сплетения характерно для ряда травм, и нейрохирургам нередко приходится оперировать первичные и вторичные стволы сплетения, выполнять невротизм или шов нерва. При этом варианты строения и нетипичного расположения ветвей плечевого сплетения, по данным V. Matejčík (2003), встречаются в 83,6 % случаев [15]. При гематоме или рубцово-спаечных процессах выраженная анатомическая изменчивость плечевого сплетения создает серьезные предпосылки для хирургических ошибок и осложнений.

Наибольшие сложности возникают при персистенции у взрослых анатомических структур, характерных для эмбрионального периода. Например, каротидно-вертебробазиллярные анастомозы, которые функционируют в эмбриональном периоде и крайне редко встречаются у взрослых. Так, примитивная тригеминальная артерия встречается только у 0,1–0,6 % взрослых людей [16, 17]. Такой неожиданный вариант строения может привести к ошибочным действиям и стать причиной ятрогенного повреждения артерии при операции [16, 18]. Еще одним вариантом каротидно-вертебробазиллярного анастомоза является примитивная подъязычная артерия, которая встречается у 0,03–0,26 % взрослых [19, 20] (рис. 1).

Описаны случаи ятрогенного повреждения этой персистирующей примитивной артерии при операциях на шее с развитием ишемических осложнений [21, 22]. В клиническом случае, представленном К. Kawamura и соавт. (2021), пациентке выполнялась каротидная эндартерэктомия, и использовался временный шунт, который мигрировал в персистирующую примитивную подъязычную артерию и вызвал ишемический инсульт [23].

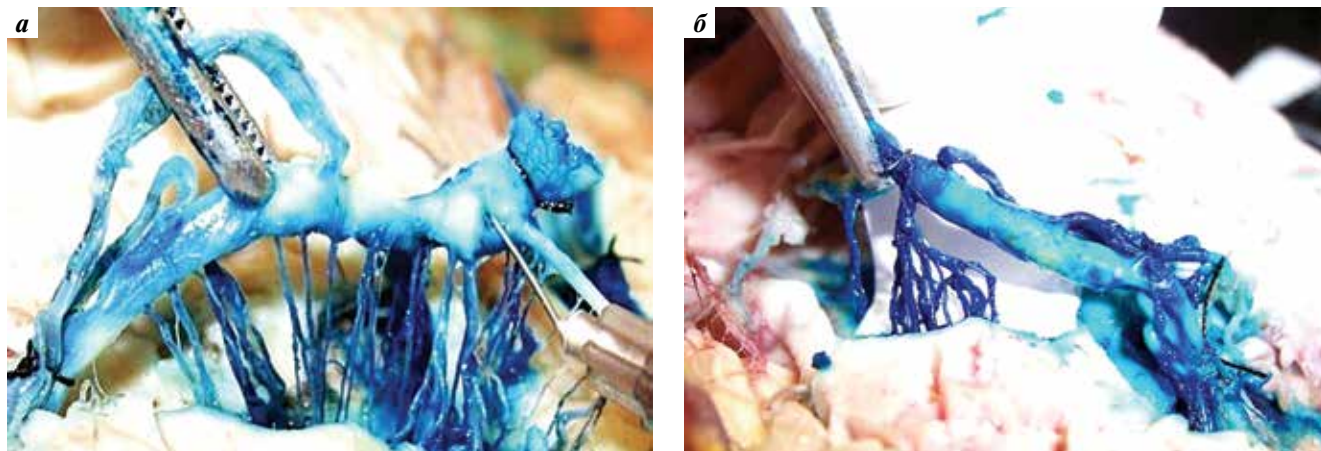
Как уже было сказано, варианты анатомического строения определяют разные компенсаторные возможности и функциональные резервы. В одних случаях варианты строения могут длительно компенсировать проявление какой-то патологии или обеспечивать нормальное функционирование после деструктивных оперативных вмешательств. В других случаях варианты строения исходно определяют высокие риски развития патологии или вероятность осложнений при операции. Например, при наличии единой непарной передней мозговой артерии нарушение в ней кровотока (тромбоз, эмболия или стенозирование артерии при хирургическом исключении аневризмы) вызовет инфаркт в медиальных отделах обоих полушарий.

Варианты строения виллизиева круга едва ли не первыми приходят на ум при дискуссии об анатомической изменчивости в нейрохирургии. Оценка виллизиева круга, в том числе его замкнутости, вариантов отхождения и расположения артерий, является рутинной процедурой в сосудистой нейрохирургии. Типичное строение виллизиева круга встречается только в 30–40 % случаев, в остальных случаях отмечаются варианты отхождения сосудов, их удвоение, аплазии, гипоплазии и пр. [24, 25]. В 11,5 % случаев встречаются редкие варианты строения виллизиева круга [25].



**Рис. 1.** Примитивная подъязычная артерия (собственное клиническое наблюдение): а, б — мультиспиральная компьютерно-томографическая ангиография: стрелками указана примитивная подъязычная артерия, входящая в полость черепа через расширенное мыщелковое отверстие; в — церебральная ангиография: стрелкой указана примитивная подъязычная артерия, отходящая от внутренней сонной артерии

**Fig. 1.** Primitive sublingual artery (own clinical observation): а, б — multispiral computed angiography: the arrows indicate a primitive sublingual artery entering the cranial cavity through an enlarged condylar opening; в — cerebral angiography: the arrow indicates a primitive sublingual artery extending from the internal carotid artery



**Рис. 2.** Варианты строения лентикюлостриарных артерий (собственный анатомический препарат): а – классический рассыпной вариант; б – пучковой

**Fig. 2.** Variants of the structure of the lenticulostriate arteries (own anatomical preparation): а – classic scattered; б – bundled

Венозная система головного мозга еще более изменчива по сравнению с артериальной и определяет возможности оттока крови в норме и патологии. Ряд нейрохирургических доступов сопровождается вынужденным жертвованием небольшими венами, что в большинстве случаев компенсируется и не приводит к развитию осложнений. Однако при некоторых вариантах строения даже небольшая вена может играть ключевую роль в системе оттока, и ее исключение может привести к венозному инфаркту.

Н. Nakase и соавт. (2005) описывают 8 клинических случаев венозного инфаркта после коагуляции небольших поверхностных вен, обычно не приводящих к таким осложнениям [26]. А. S. Jakola и соавт. (2013) сообщили о нескольких случаях развития инфаркта мозжечка после выключения мостиковых вен при супратенториальном субтенториальном доступе [27].

Описаны варианты строения вены Денди, влияющие на зону венозного дренажа от структур мозжечка. При некоторых анатомических вариантах повреждение этой вены может вызвать обширный венозный инфаркт [28].

Современные возможности мультиспиральной компьютерной и магнитно-резонансной томографии с их ангиорежимами, а также более инвазивная церебральная ангиография помогают всесторонне оценить строение и расположение сосудистых структур. Тем не менее некоторые нюансы анатомии, а также зоны кровоснабжения и венозного оттока могут быть достоверно не определены.

На основании собственных анатомических исследований было установлено существование разных типов строения лентикюлостриарных артерий (центральных перфорирующих ветвей средней мозговой артерии). Классически они представлены 3 группами артерий: медиальных с прямым ходом, промежуточных канделаброобразных и латеральных S-образных. Выявлен

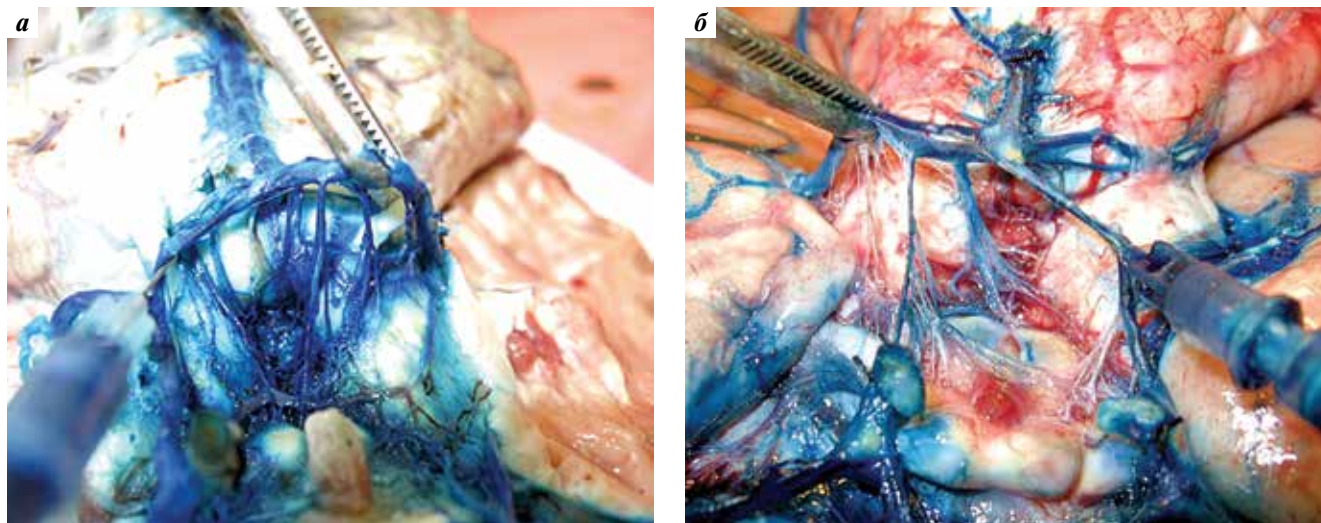
крайний вариант строения, при котором все лентикюлостриарные артерии отходят от единого стволика [29, 30]. Стоит отметить, что прицельное исследование церебральных ангиограмм ни в одном случае не позволило выявить такой вариант строения. Только на анатомическом препарате, приподняв среднюю мозговую артерию, можно было обнаружить, что все стриарные веточки тянутся к единому стволу (рис. 2).

Такой вариант строения может иметь значение при хирургическом выключении аневризм М1-сегмента средней мозговой артерии, когда попадание в клипс или перегиб основного стволика, от которого отходят все стриарные ветви, приведет к обширному подкорковому инфаркту.

Центральные ветви Р1-сегмента задней мозговой артерии (задние таламоперфорирующие артерии) также могут быть представлены классическим вариантом строения и единым сосудом пучкового типа (артерия Першерона), при котором кровоснабжение медиальных отделов обоих зрительных бугров происходит из одной артерии (рис. 3). Артерия Першерона встречается в 11,7 % случаев [31].

L. Rangel-Castilla и соавт. (2009) представили случай эмболизации аневризмы верхушки базилярной артерии с вероятным выключением артерии Першерона, так как после операции у пациента сформировались двусторонние инфаркты в области таламуса и среднего мозга. Важно отметить, что при последующем прицельном просмотре ангиограмм они не выявили этот вариант строения и считают, что ангиография малопригодна для верификации артерии Першерона [32]. L. V. Sannwald и соавт. (2022) доложили о повреждении артерии Першерона во время трансфеноидального вмешательства и работе в супраселлярной области с развитием у пациентки инфарктов в обоих таламусах [33].

Вариантная анатомия проявляется не только в нетипичном расположении или строении каких-то



**Рис. 3.** Варианты строения задних таламоперфорирующих артерий (собственный анатомический препарат): а — классический расспынный вариант; б — артерия Першерона

**Fig. 3.** Variants of the structure of the thalamo-perforating arteries (own anatomical preparation): а — classical scattered variant; б — Percheron's artery

структур, но и в увеличенном или уменьшенном их количестве, что может привести к серьезным хирургическим ошибкам.

Наиболее типичными примерами служат люмбализация и сакрализация поясничных позвонков, встречаемые в 6–12 % случаев, что создает риск выполнения операции на неверном уровне [34–38].

Добавочные костные дуги и полудуги 1-го шейного позвонка в месте прохождения позвоночной артерии встречаются в 9,1–13,6 % случаев [39]. Такой вариант анатомического строения несет риск повреждения позвоночной артерии во время операции при атлантоаксиальной нестабильности, так как создает у хирурга ложное представление о более широкой задней дуге.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные возможности нейровизуализации в большинстве случаев позволяют перед операцией выявить варианты необычного строения и расположения анатомических структур. Поэтому каждое оперативное вмешательство должно быть максимально индивидуализированным с учетом конституциональных особенностей и вариантов строения, начиная с трепан-

ации черепа и заканчивая нюансами оперативного приема. Это требует серьезного предоперационного планирования, так как в большинстве случаев нетипичные анатомические варианты только усложняют ход операции, и к ним не всегда применимы стандартные доступы и приемы.

Тем не менее следует признать, что даже с учетом предоперационного планирования и бдительности нейрохирурга на операции анатомическая вариабельность остается серьезным фактором риска осложнений, ошибок и недостижения целей операции.

В связи с этим весьма разумным выглядит предложение А. Porzionato и соавт. (2022) о введении нового термина «судебно-клиническая анатомия» для оценки влияния вариантов анатомического строения на возникновение хирургических ошибок и осложнений, особенно когда проблема переходит в юридическую плоскость. Согласно предложению А. Porzionato и соавт. учет индивидуальной анатомической изменчивости должен лежать не только в основе «персонализированной медицины», но и при возникновении неблагоприятных периоперационных событий в основе «персонализированного правосудия» [39].

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Лойт А.А., Каюков А.В., Паншин А.А. Хирургическая анатомия груди, живота и таза. СПб: Питер, 2007. 192 с.  
Loit A.A., Kayukov A.V., Panshin A.A. Surgical anatomy of the chest, abdomen and pelvis. St. Petersburg: Piter, 2007. 192 p. (In Russ.).
2. Шевкуненко В.Н., Геселевич А.М. Типовая и возрастная анатомия. Л.: Биомедгиз, 1935. 232 с.  
Shevkunenko V.N., Geselevich A.M. Typical and age anatomy. Leningrad: Biomedgiz, 1935. 232 p. (In Russ.).
3. Люнькова Р.Н., Крылов В.В. Хирургическая анатомия вырезки намета мозжечка. Нейрохирургия 2014;(1):71–82.  
Lyunkova R.N., Krylov V.V. Surgical anatomy of tenderloins of the cerebellar nementa. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2014;(1):71–82. (In Russ.).
4. Николаев В.Г., Руденко П.Г., Шнякин П.Г. и др. Анатомические факторы риска осложненного течения послеоперационного периода в хирургии внемозговых опухолей задней черепной ямки. Морфологические ведомости 2022;30(3):66–72. DOI: 10.20340/mv-mn.2022.30(3).654  
Nikolaev V.G., Rudenko P.G., Shniakin P.G. et al. Anatomical risk factors of the complicated course of the postoperative period in surgery of extracerebral tumors of the posterior cranial fossa. Morfologicheskiye vedomosti = Morphological Newsletter 2022;30(3):66–72. (In Russ.). DOI: 10.20340/mv-mn.2022.30(3).654
5. Regenbogen S.E., Greenberg C.C., Studdert D.M. et al. Patterns of technical error among surgical malpractice claims: an analysis of strategies to prevent injury to surgical patients. Ann Surg 2007;246(5):705–11. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31815865f8
6. Rohlfing M.L., Waltonen J.D. Atypical location of the hypoglossal nerve and its implications: a case report. Surg Radiol Anat 2016;38(7):863–5. DOI: 10.1007/s00276-015-1613-6
7. Islam S., Walton G.M., Howe D. Aberrant anatomy of the hypoglossal nerve. J Laryngol Otol 2012;126(5):538–40. DOI: 10.1017/S0022215111003343
8. Aruede G., Brar J., Pepper T. et al. Unilateral aberrant anatomy of the hypoglossal nerve. Surg Radiol Anat 2021;43(11):1809–11. DOI: 10.1007/s00276-021-02828-0
9. Cunningham C.J., Martínez J.L. The wandering nerve: positional variations of the cervical vagus nerve and neurosurgical implications. World Neurosurg 2021;156:105–10. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.09.090
10. Wang J.M.H., Edwards B.A., Loukas M. et al. Supernumerary abducens nerves: a comprehensive review. World Neurosurg 2018;112:39–45. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.11.052
11. Ozveren M.F., Sam B., Akdemir I. et al. Duplication of the abducens nerve at the petroclival region: an anatomic study. Neurosurgery 2003;52(3):645–52; discussion 651–2. DOI: 10.1227/01.neu.0000048186.18741.3c
12. Stancić M.F., Eskinja N., Stosić A. Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel. Int Orthop 1995;19(1):30–4. DOI: 10.1007/BF00184911
13. Pimentel V.S., Artoni B.B., Faloppa F. et al. Prevalence of anatomical variations in patients with carpal tunnel syndrome undergoing classical open carpal tunnel release. Rev Bras Ortop (Sao Paulo) 2021;57(4):636–41. DOI: 10.1055/s-0041-1731361
14. Pierre-Jerome C., Smitson R.D. Jr., Shah R.K. et al. MRI of the median nerve and median artery in the carpal tunnel: prevalence of their anatomical variations and clinical significance. Surg Radiol Anat 2010;32(3):315–22. DOI: 10.1007/s00276-009-0600-1
15. Matejcek V. Aberrant formation and clinical picture of brachial plexus from the point of view of a neurosurgeon. Bratisl Lek Listy 2003;104(10):291–9.
16. Калмыков М.Ю., Терновой С.К. Персистирующая тригеминальная артерия по данным мультисрезовой компьютерно-томографической ангиографии. Вестник рентгенологии и радиологии 2014;5:19–25.  
Kalmykov M.Y., Ternovoi S.K. Persistent trigeminal artery according to multislice computed tomographic angiography. Vestnik rentgenologii i radiologii = Journal of Radiology and Nuclear Medicine 2014;5:19–25. (In Russ.).
17. De Bondt B.J., Stokroos R., Casselman J. Persistent trigeminal artery associated with trigeminal neuralgia: hypothesis of neurovascular compression. Neuroradiology 2007;49(1):23–6. DOI: 10.1007/s00234-006-0150-8
18. O'Uchi E., O'Uchi T. Persistent primitive trigeminal arteries (PTA) and its variant (PTAV): analysis of 103 cases detected in 16415 cases of MRA over 3 years. Neuroradiology 2010;52(12):1111–9. DOI: 10.1007/s00234-010-0669-6
19. Duffill J., Lang D.A., Dwyer G.N. Subarachnoid haemorrhage in a child from an aneurysm of a persistent primitive hypoglossal artery. Br J Neurosurg 1996;10(6):607–10. DOI: 10.1080/02688699646952
20. Hatayama T., Yamane K., Shima T. et al. Persistent primitive hypoglossal artery associated with cerebral aneurysm and cervical internal carotid artery stenosis – case report. Neurol Med Chir (Tokyo) 1999;39(5):372–5. DOI: 10.2176/nmc.39.372
21. Pride L.B., Lagergren E.R., Hafner D.H., Chervu A.A. Critical carotid artery stenosis involving a persistent primitive hypoglossal artery. J Vasc Surg Cases Innov Tech 2020;6(2):177–80. DOI: 10.1016/j.jvscit.2020.01.016
22. Shchanitsyn I.N., Larin I.V., Titova I.I. Surgical treatment in symptomatic stenosis of the carotid artery and persistent primitive hypoglossal artery. Angiol Sosud Khir 2021;27(2):159–68. (In Russ., Engl.). DOI: 10.33529/ANGIO2021220
23. Kawamura K., Tokugawa J., Watanabe M. et al. Persistent primitive hypoglossal artery with ipsilateral symptomatic carotid artery stenosis and cerebral aneurysm. J Stroke Cerebrovasc Dis 2021;30(11):106099. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.106099
24. Лошкарёв И.А., Рыбаков А.Г., Василькина О.Г., Рыбакова Т.А. Вариантная анатомия артерий основания головного мозга человека. В сб.: Фундаментальные науки и практика. Сб. науч. трудов с материалами 2-й международной телеконференции «Проблемы и перспективы современной медицины, биологии и экологии». Том 1, № 2. 2010. С. 48–49.  
Loshkaryov I.A., Rybakov A.G., Vasilkina O.G., Rybakova T.A. Variant anatomy of human brain base arteries. In: Fundamental sciences and practice. Collection of scientific papers on the materials of the 2<sup>nd</sup> International Teleconference “Problems and prospects of modern medicine, biology and ecology”. V. 1., No. 2. 2012. Pp. 48–49. (In Russ.).
25. Трушель Н.А. Варианты строения виллизиева круга у людей с расстройствами мозгового кровообращения и умерших от других причин. Вестник ВГМУ 2014;13(2):45–9.  
Trushel N.A. Variants of Willisian circle structure in people with cerebral circulatory disorders and deceased from other causes. Vestnik VGMU = Vitebsk Medical Journal 2014;13(2):45–9.
26. Nakase H., Shin Y., Nakagawa I. et al. Clinical features of postoperative cerebral venous infarction. Acta Neurochir (Wien) 2005;147(6):621–6; discussion 626. DOI: 10.1007/s00701-005-0501-y
27. Jakola A.S., Bartek J. Jr., Mathiesen T. Venous complications in supracerebellar infratentorial approach. Acta Neurochir (Wien) 2013;155(3):477–8. DOI: 10.1007/s00701-012-1614-8
28. Narayan V., Savardekar A.R., Patra D.P. et al. Safety profile of superior petrosal vein (the vein of Dandy) sacrifice in neurosurgical procedures: a systematic review. Neurosurg Focus 2018;45(1):E3. DOI: 10.3171/2018.4.FOCUS18133
29. Самотесов П.А., Дралюк М.Г., Шнякин П.Г. Вариантная анатомия центральных перфорирующих артерий виллизиевого многоугольника. Сибирский медицинский журнал 2010;2:22–5.  
Samotesov P.A., Draliuk M.G., Shnyakin P.G. Variant anatomy of the central perforating arteries of the villous polygon.

- Sibirskiy meditsinskiy zhurnal = Siberian Medical Journal 2010;2:22–5.
30. Самотесов П.А., Дралоук М.Г., Шнякин П.Г. и др. Вариантная анатомия центральных перфорирующих артерий головного мозга. Красноярск: Версо, 2011. 84 с.  
Samotesov P.A., Draliuk M.G., Shnyakin P.G. et al. Variant anatomy of the central perforating arteries of the brain. Krasnoyarsk: Verso, 2011. 84 p.
  31. Kocaeli H., Yilmazlar S., Kuytu T., Korfali E. The artery of Percheron revisited: a cadaveric anatomical study. *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155(3):533–9. DOI: 10.1007/s00701-012-1548-1
  32. Rangel-Castilla L., Gasco J., Thompson B., Salinas P. Bilateral paramedian thalamic and mesencephalic infarcts after basilar tip aneurysm coiling: role of the artery of Percheron. *Neurocirugia (Astur)* 2009;20(3):288–93. DOI: 10.1016/s1130-1473(09)70171-x
  33. Sannwald L.W., von Helden A., Wagner H.-J. et al. Percheron-like artery infarction after transsphenoidal surgery: illustrative case. *J Neurosurg Case Lessons* 2022;3(6):CASE21612. DOI: 10.3171/CASE21612
  34. Shah M., Halalmeh D.R., Sandio A. et al. Anatomical variations that can lead to spine surgery at the wrong level: part III lumbosacral spine. *Cureus* 2020;12(7):e9433. DOI: 10.7759/cureus.9433
  35. Apazidis A., Ricart P.A., Diefenbach C.M., Spivak J.M. The prevalence of transitional vertebrae in the lumbar spine. *Spine J* 2011;11(9):858–62. DOI: 10.1016/j.spinee.2011.08.005
  36. Bron J.L., van Royen B.J., Wuisman P.I. et al. The clinical significance of lumbosacral transitional anomalies. *Acta Orthop Belg* 2007;73(6):687–95.
  37. Mayer J.E., Dang R.P., Duarte Prieto G.F. et al. Analysis of the techniques for thoracic- and lumbar-level localization during posterior spine surgery and the occurrence of wrong-level surgery: results from a national survey. *Spine J* 2014;14(5):741–8. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.06.068
  38. Pękala P.A., Henry B.M., Pękala J.R. et al. Prevalence of foramen arcuale and its clinical significance: a meta-analysis of 55,985 subjects. *J Neurosurg Spine* 2017;27(3):276–90. DOI: 10.3171/2017.1.SPINE161092
  39. Porzionato A., Macchi V., Stecco C. et al. Clinical anatomy and medical malpractice – a narrative review with methodological implications. *Healthcare (Basel)* 2022;10(10):1915. DOI: 10.3390/healthcare10101915

**Вклад авторов**

П.Г. Шнякин: обзор литературы, написание текста статьи;  
 П.Г. Руденко: редактирование текста статьи, научное консультирование;  
 Н.Д. Гасимова: проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации.

**Author's contribution**

P.G. Shnyakin: literature review, article writing;  
 P.G. Rudenko: article editing, scientific consulting;  
 N.D. Gasymova: critical content review, approval of manuscript for publication.

**ORCID авторов / ORCID of authors**

П.Г. Шнякин / P.G. Shnyakin: <https://orcid.org/0000-0001-6321-4557>  
 П.Г. Руденко / P.G. Rudenko: <https://orcid.org/0000-0001-9390-3134>  
 Н.Д. Гасимова / N.D. Gasymova: <https://orcid.org/0000-0002-9985-9098>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.  
**Funding.** The work was performed without external funding.