

Анатомические закономерности при асимметрии диаметра позвоночных артерий по результатам магнитно-резонансной томографии

М.А. Халилов¹, В.Н. Николенко^{2,3}, А.С. Мошкин^{1✉}, В.В. Первушин¹, М.А. Затолокина^{1,4}

¹ Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

⁴ Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

Аннотация. Индивидуальные анатомические и функциональные особенности строения магистральных артерий важны при выявлении причин нарушения кровоснабжения в вертебробазилярном бассейне, а успешное решение клинических задач основано на выборе оптимальных методов лечения и персонализированных методов профилактики. **Материалы и методы.** Данные были предоставлены 305 добровольцами. Сбор материала проводился на аппарате МРТ с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл и возможностью трехмерной визуализации анатомических структур. Обработка результатов исследования проводилась с помощью программы Evorad RIS-PACK Workstation 2.1 и приложения Microsoft Excel 2007. **Результаты.** В большинстве случаев определялся меньший диаметр сосудов справа, составляя 68 % всех наблюдений. При выявлении меньшего диаметра позвоночной артерии справа разница между мужчинами и женщинами при отсутствии признаков сопутствующих изменений позвоночного столба составила 7 %. До 33 % случаев сопровождались умеренно выраженными изменениями, а число значительно выраженных проявлений достигало 20–25 %, диагностированных преимущественно среди мужчин. Не прямолинейный характер хода был в 21–24 %. **Выводы.** Приведенные особенности связаны с оценкой анатомической изменчивости позвоночных артерий и позволяют более детально выполнять клиническую оценку резервных возможностей сосудов вертебробазилярного бассейна.

Ключевые слова: асимметрия позвоночных артерий, возрастная анатомия шейного отдела позвоночника, магнитно-резонансная томография, инструментальная диагностика анатомических аномалий области шеи

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2025-22-1-85-88>

Anatomical patterns in the asymmetry of the diameter of the vertebral arteries according to the results of magnetic resonance imaging

M.A. Khalilov¹, V.N. Nikolenko^{2,3}, A.S. Moshkin^{1✉}, V.V. Pervushin¹, M.A. Zatolokina^{1,4}

¹ Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³ Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russia

⁴ Kursk State Medical University, Kursk, Russia

Abstract. Individual anatomical and functional features of the structure of the main arteries are important in identifying the causes of blood supply disorders in the vertebrobasilar basin, and the successful solution of clinical problems is based on the choice of optimal treatment and personalized prevention methods. **Materials and methods.** The data were provided by 305 volunteers. The material was collected on an MRI machine with a magnetic field strength of 1.5 T and the possibility of three-dimensional visualization of anatomical structures. The processing of the research results was carried out using the Evorad RIS-PACK Workstation 2.1 program and the Microsoft Excel 2007 application. **Results and discussion.** In most cases, the smaller diameter of the vessels on the right was determined, accounting for 68 % of all observations. When a smaller diameter of the vertebral artery was detected on the right, the difference between men and women in the absence of signs of concomitant changes in the spinal column was 7 %. Up to 33 % of cases were accompanied by moderate changes, and the number of significantly pronounced manifestations reached 20–25 %, diagnosed mainly among men. The non-linear nature of the move was 21–24 %. **Conclusions.** These features are related to the assessment of the anatomical variability of the vertebral arteries and allow for a more detailed clinical assessment of the reserve capabilities of the vessels of the vertebrobasilar basin.

Keywords: asymmetry of the vertebral arteries, age-related anatomy of the cervical spine, magnetic resonance imaging, instrumental diagnosis of anatomical anomalies of the neck area

Позвоночные артерии обладают выраженной анатомической изменчивостью [1]. Современные диагностические методы позволяют эффективно оцени-

вать анатомические особенности сосудов и костных структур на уровне шеи [2, 3, 4]. Индивидуальные анатомические и функциональные особенности строения

магистральных артерий важны при выявлении причин нарушения кровоснабжения в вертебробазилярном бассейне [5]. Современные научные исследования демонстрируют влияние дегенеративно-дистрофических процессов на трансформацию структур шейного отдела позвоночника [6, 7], а также на особенности анатомических взаимоотношений в данной топографической области [8]. Успешное решение клинических задач основано на выборе оптимальных методов лечения у пациентов с определенными индивидуальными особенностями [9, 10, 11].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

С учетом стороны визуализации наименьшего просвета сосудов при асимметрии диаметра позвоночных артерий оценить особенности их хода и выраженность дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования были отобраны и проанализированы признаки асимметрии диаметра позвоночных артерий у 305 добровольцев. Сбор материала проводился на аппарате магнитно-резонансной томографии (МРТ) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл и возможностью трехмерной визуализации анатомических структур. Обработка результатов исследования проводилась в несколько этапов. Во-первых, с помощью программы Evorad RIS-PACK Workstation 2.1 оценивались диагностические данные. Во-вторых, результаты группировались в таблицах Microsoft Excel 2007, выполнялся статистический анализ. Выполнялся расчет среднего значения и его отклонение ($M \pm m$), медианы (Me), Q1–Q3 квартилей и коэффициент вариации (CV, %).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Позвоночные артерии обладают выраженной изменчивостью своего хода и диаметра. Представленные особенности изменений важны для понимания механизмов развития гемодинамических изменений и для выбора подходящей таким пациентам тактики лечения.

При проведении анализа изучения магнитно-резонансных томограмм 305 добровольцев с признаками асимметрии диаметра позвоночных артерий в большинстве случаев определялся меньший диаметр сосудов справа, составляя 68 % всех наблюдений. Общие сведения о распределении результатов представлены в табл. 1, 2.

В случае выявления меньшего диаметра позвоночной артерии справа разница между мужчинами и женщинами при отсутствии признаков структурных изменений составила 7 % (42 % среди мужчин и 49 % у женщин). Незначительно выраженные изменения

отмечались в 32–33 % случаев. Значительно выраженные дегенеративно-дистрофические изменения шейного отдела позвоночника встречались в 20–25 % случаев и с большей частотой в мужской выборке. Не прямолинейный характер хода позвоночных артерий определялся в 21–24 % наблюдений описываемой группы.

Таблица 1

**Распределение участников наблюдения
с учетом асимметрии диаметра позвоночных
артерий и сопутствующих изменений
шейного отдела позвоночника**

Сторона положения сосуда с наименьшим диаметром	Пол	Возраст, лет	Выраженность изменений, %		
			0	1	2
Меньше справа	М	38,7 ± 10,7	42	33	25
	Ж	42,2 ± 12,8	49	32	19
	Все	41,0 ± 12,2	47	32	21
Меньше слева	М	38,1 ± 10,0	28	50	22
	Ж	44,5 ± 12,7	24	40	36
	Все	42,2 ± 11,9	25	44	31

Таблица 2

**Распределение участников наблюдения с учетом
асимметрии диаметра и характера хода
позвоночных артерий**

Сторона положения сосуда с наименьшим диаметром	Пол	Характер хода сосудов	
		прямолиней- ный ход	непрямоли- нейный ход
Меньше справа	М	79	21
	Ж	76	24
	Все	77	23
Меньше слева	М	69	31
	Ж	66	34
	Все	67	33

При выявлении меньшего диаметра позвоночных артерий слева определялись значимо выраженные в 22–36 % случаев. Умеренно выраженные изменения были отмечены в 50 % у мужчин и 40 % среди женщин. Не прямолинейный характер хода сосудов был выявлен в 31–34 % случаев.

Средний возраст в группе участников с меньшим диаметром позвоночных артерий справа для мужчин составил (38,7 ± 10,7) года при медианном значении 35,5 лет. Среди женщин описываемой группы средний возраст составил (42,2 ± 12,8) года при медианном результате 40 лет. При оценке возраста участников группы с меньшим диаметром позвоночных артерий справа среднее значение составило (41,0 ± 12,2) года при медиане 40 лет. В мужской выборке группы с меньшим диаметром артерий слева средний возраст составил (38,1 ± 10,0) лет при медиане 38,5 лет.

Для женской выборки данной группы средний возраст составил $(44,5 \pm 11,9)$ года и медианой 42,5 года. Таким образом, совокупность выборочных данных в группе меньшего диаметра позвоночных артерий слева продемонстрировала показатель среднего возраста $(42,2 \pm 11,9)$ года с медианой 40,0 лет.

Приведенные результаты позволяют отметить меньшее влияние на разницу диаметров позвоночных артерий слева. С учетом выраженности сопутствующих изменений шейного отдела позвоночника с распределением результатов близким к нормальному. Наибольшее количество случаев в процентном отношении было отмечено среди мужчин при меньшем диаметре артерий слева и умеренно выраженных трансформаций в области шейного отдела позвоночника с результатом в 50 %. В случаях значительно выраженных изменений среди мужчин определялась меньшая изменчивость, достигая 22–25 % случаев между группами наблюдения. Среди женщин определялась большая частота случаев при меньшем диаметре сосудов справа и при отсутствии значимых изменений шейного отдела позвоночника – 49 %. В случаях определения меньшего диаметра позвоночных артерий слева в среднем на 10 % чаще определялась извитость хода сосудов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные особенности связаны с оценкой анатомической изменчивости позвоночных артерий и позволяют более детально выполнять клиническую оценку резервных возможностей сосудов вертебрально-базиллярного бассейна. Расширение представлений об изменчивости, связанной с исходным состоянием сосудов и прогрессированием сопутствующих изменений вследствие сопутствующих изменений шейного отдела позвоночника позволяет говорить о роли указанного фактора и его влияния на сосудистое русло. Было отмечено, что меньший диаметр позвоночных артерий слева чаще ассоциируется с проявлениями дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника и не прямолинейностью хода сосудов. Описываемые сведения позволяют более детально уточнить анатомическую изменчивость позвоночных артерий, прогнозировать развитие процессов в клинической практике при оценке дальнейших путей развития заболеваний, выбирать оптимальные направления лечения и реабилитации пациентов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вишнякова М.В., Пронин И.Н., Ларьков Р.Н., Загаров С.С. Компьютерно-томографическая ангиография в планировании реконструктивных операций на внутренних сонных артериях. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2016;10(3):11–19.
2. Васильева Ю.П., Нурок М.Ю., Черкашина И.В. и др. Ультразвуковая диагностика аномалии развития шейного

отдела позвоночника (клинический случай). *Нейрохирургия и неврология детского возраста*. 2018;57(3):60–67.

3. Доль А.В., Иванов Д.В., Бахметьев А.С. и др. Численное исследование Влияния стеноза внутренних сонных артерий на гемодинамику артерий виллизиевого круга. *Российский журнал биомеханики*. 2021;25(4):356–368. doi: 10.15593/RZhBiomeh/2021.4.01.

4. Мошкин А.С., Халилов М.А., Первушин В.В. Анализ характера хода позвоночных артерий при развитии дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2023;17(6):85–90. doi: 10.24412/2075-4094-2023-6-3-3.

5. Карнеев А.Н., Амелина И.П. Экстравазальные факторы недостаточности кровообращения в вертебрально-базиллярной артериальной системе. *Трудный пациент*. 2019;17(4):23–29.

6. Мошкин А.С., Первушин В.В., Халилов М.А. Особенности морфометрии тел позвонков при развитии дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника. *Вестник новых медицинских технологий*. 2023;4:108–112. doi: 10.24412/1609-2163-2023-4-108-112.

7. Николенко В.Н., Мошкин А.С., Халилов М.А. Индивидуальная изменчивость размерных характеристик шейных позвонков в прикладном аспекте развивающихся нейрохирургических вмешательств. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2023;20(3):143–147. doi: 10.19163/1994-9480-2023-20-3-143-147.

8. Zhandarov K., Blinova E., Ogarev E. et al. Intervertebral Canals and Intracanal Ligaments as New Terms *Terminologia anatomica*. Diagnostics. 2023;13(17):2809. doi: 10.3390/diagnostics13172809.

9. Гавриленко А.В., Аль-Юсеф Н.Н., Куклин А.В. и др. Малоинвазивная хирургия сонных артерий. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2021;6-2:59–64. doi: 10.17116/hirurgia202106259.

10. Есенева М.Ф., Дарвиш Н.А., Моллаев Э.Б. и др. Хирургическое лечение больных с поражением позвоночных артерий. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. 2015;16(S6):120.

11. Казанцев А.Н., Черных К.П., Заркуа Н.Э. и др. Выбор оптимального метода реваскуляризации при полном стил-синдроме. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2021;14(2):195–201.

REFERENCES

1. Vishnyakova M.V., Pronin I.N., Larkov R.N., Zagarov S.S. Computed tomography angiography for planning carotid surgery. *Diagnosticheskaya i interventsionnaya radiologiya = Diagnostic and interventional radiology*. 2016;10(3):11–19. (In Russ.).
2. Vasilyeva Yu.P., Nurok M.Yu., Cherkashina I.V. et al. Ultrasound diagnosis of abnormalities of the cervical spine (clinical case). *Neirokhirurgiya i nevrologiya detskogo vozrasta*. 2018;57(3):60–67. (In Russ.).

3. Dol A.V., Ivanov D.V., Bakhmetyev A.S. et al. Influence of the internal carotid arteries stenosis on the hemodynamics of the circle of willis communicating arteries: a numerical study. *Rossiiskii zhurnal biomekhaniki = Russian Journal of Biomechanics*. 2021;25(4):356–368. (In Russ.). doi: 10.15593/RZhBiomeh/2021.4.01.

4. Moshkin A.S., Khalilov M.A., Pervushin V.V. Analysis of the nature of the course of the vertebral arteries in the development of degenerative-dystrophic changes of the cervical spine. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie = Journal of new medical technologies, eEdition*. 2023;17(6):85–90. (In Russ.) doi: 10.24412/2075-4094-2023-6-3-3.

5. Karneev A.N., Amelina I.P. Extravasal Factors of Circulatory Failure in the Vertebrobasilar Arterial System. *Trudnyi patsient*. 2019;17(4):23–29. (In Russ.).

6. Moshkin A.S., Pervushin V.V., Khalilov M.A. Features of morphometry of vertebral bodies in the development of degenerative-dystrophic changes of the cervical spine. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii = Journal of new medical technologies*. 2023;4:108–112. (In Russ.) doi: 10.24412/1609-2163-2023-4-108-112.

7. Nikolenko V.N., Moshkin A.S., Khalilov M.A. Individual variability of the dimensional characteristics of

cervical vertebrae in the applied aspect of developing neurosurgical interventions. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Journal of Volgograd State Medical University*. 2023;20(3):143–147. (In Russ.) doi: 10.19163/1994-9480-2023-20-3-143-147

8. Zhandarov K., Blinova E., Ogarev E. et al. Intervertebral Canals and Intracanal Ligaments as New Terms *Terminologia anatomica*. Diagnostics. 2023;13(17):2809. doi: 10.3390/diagnostics13172809.

9. Gavrilenko A.V., Al-Yousef N.N., Kuklin A.V. et al. Minimally invasive surgery of the carotid arteries. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova = Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2021;6-2:59–64. (In Russ.). doi: 10.17116/hirurgia202106259.

10. Yeseneyev M.F., Darvish N.A., Mollaev E.B. et al. Surgical treatment of patients with lesions of the vertebral arteries. *Byulleten' NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistye zabolevaniya = The bulletin of Bakoulev center. Cardiovascular diseases*. 2015;16(S6):120. (In Russ.).

11. Kazantsev A.N., Chernykh K.P., Zarqua N.E. et al. The choice of the optimal method of revascularization in complete steel syndrome. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya = Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2021;14(2):195–201. (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Информация об авторах

Максуд Абдуразакович Халилов – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия; halilov.66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3529-0557>

Владимир Николаевич Николенко – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и гистологии человека, заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия; vn.nikolenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9532-9957>

Андрей Сергеевич Мoshкин – кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия; moshkinson@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2085-0718>

Валерий Владимирович Первushин – студент 5-го курса лечебного факультета, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия; valerapervushin.v@gmail.com

Мария Алексеевна Затолокина – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел,; профессор кафедры гистологии, эмбриологии, цитологии Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия; marika1212@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9553-1597>

Статья поступила в редакцию 10.07.2024; одобрена после рецензирования 13.11.2024; принята к публикации 21.02.2025.

Competing of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Information about the authors

Maksud A. Khalilov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia; halilov.66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3529-0557>

Victor N. Nikolenko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Human Anatomy and Histology, Head of the Department of Normal and Topographic Anatomy, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia; vn.nikolenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9532-9957>

Andrey S. Moshkin – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia; moshkinson@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2085-0718>

Valeriy V. Pervushin – student, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia; valerapervushin.v@gmail.com

Maria A. Zatolokina – MD, PhD, Professor, Head of the Department of Histology, Cytology and Embryology, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia; Professor of the Department of Histology, Embryology and Cytology, Kursk State Medical University, Kursk, Russia, marika1212@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9553-1597>

The article was submitted 10.07.2024; approved after reviewing 13.11.2024; accepted for publication 21.02.2025.