

Индивидуальная изменчивость размерных характеристик шейных позвонков в прикладном аспекте развивающихся нейрохирургических вмешательств

Владимир Николаевич Николенко^{1,2}, Андрей Сергеевич Мошкин³✉, Максуд Абдуразакович Халилов³

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, Москва, Россия

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

³ Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, Орел, Россия

Аннотация. Современные методы позволяют с высокой степенью детализации изучать анатомические структуры позвоночника, что востребовано в нейрохирургической практике при планировании наиболее оптимальных оперативных доступов или установки микрохирургических стабилизирующих конструкций. **Цель.** Выявить особенности изменчивости размеров тел шейного отдела позвоночника во фронтальной плоскости при МРТ исследовании. **Материалы и методы.** Изучены 105 магнитно-резонансных томограмм, в трех проекциях, проведена морфометрия тел шейных позвонков и статистический анализ. **Результаты и обсуждение.** Среди женщин наиболее близкими были медианная ширина тел С4, С5 позвонков, различаясь на 0,7 мм. Наиболее выражены различия высоты тел позвонков среди мужчин между С7 и С5, достигая 2 мм. **Заключение.** Различия средней ширины тел позвонков шейного отдела у мужчин и женщин не превышает 8 мм. Наибольшие различия высоты были для С7 и С5. Полученные данные позволяют совершенствовать методы компьютерной обработки, совершенствовать методы персонализированного лечения пациентов при планировании эндоскопических микрохирургических операций и фиксации микрохирургических стабилизирующих конструкций.

Ключевые слова: МРТ, шейный отдел позвоночника, морфометрия, тела позвонков

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-3-143-147>

Individual variability of the dimensional characteristics of the cervical vertebrae in the applied aspect of developing neurosurgical interventions

Vladimir N. Nikolenko^{1,2}, Andrey S. Moshkin³✉, Maksud A. Khalilov³

¹ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³ I. S. Turgenev Orel State University, Orel, Russia

Abstract. Modern methods make it possible to study the anatomical structures of the spine with a high degree of detail, which is in demand in neurosurgical practice when planning the most optimal surgical approaches or installing microsurgical stabilizing structures. **Aim:** To identify the features of the variability of the size of the cervical spine bodies in the frontal plane during MRI examination. **Materials and methods:** 105 magnetic resonance tomograms were studied, in three projections, morphometry of the cervical vertebral bodies and statistical analysis were carried out. **Results and discussion:** Among women, the median widths of the C4, C5 vertebrae were the closest, differing by 0.7 mm. The most pronounced differences in the height of the vertebral bodies among men are between C7 and C5, reaching 2 mm. **Conclusion:** Differences in the average width of the vertebral bodies of the cervical spine in men and women do not exceed 8 mm. The greatest height differences were for C7 and C5. The data obtained make it possible to improve the methods of computer processing, to improve the methods of personalized treatment of patients when planning endoscopic microsurgical operations and fixing microsurgical stabilizing structures.

Keywords: MRI, cervical spine, morphometry, vertebral bodies

ВВЕДЕНИЕ

Современные диагностические методы позволяют получать прижизненные изображения анатомических структур с высокой степенью разрешения [1]. Детализация размерных характеристик позвонков наиболее востребована в нейрохирургической практике, при усовершенствовании эн-

доскопических трансназальных и трансоральных доступов к опухолям, локализованным в области основания черепа и верхних шейных отделов позвоночника [2, 3]. При таких операциях для расширения эндоскопического хирургического поля и угла воздействия имеет значение каждый миллиметр для возможного удаления костной ткани,

или для установки микрохирургической фиксации стабилизирующими конструкциями [4]. При этом проблемы лечения заболеваний шейного отдела позвоночника и магистральных артерий шеи также продолжают оставаться важными клиническими задачами [5, 6, 7]. Изучение структур шейного отдела позвоночника является вспомогательным методом в оценке его анатомии [8, 9], в частности важная роль отводится анализу вертикальных размеров структур позвоночника. Многие современные диагностические методы позволяют оценивать анатомические структуры в произвольных плоскостях визуализации, что облегчает понимание целостности и взаимного отношения структур [10]. Изучение поперечного размера тел позвонков является необходимым условием для разработки персонифицированных методов лечения [8] и совершенствования диагностических методов с использованием программных средств обработки диагностической информации.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Выявить особенности изменчивости размеров тел шейного отдела позвоночника во фронтальной плоскости при МРТ исследовании.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Наблюдение выполнено на основе анализа данных 105 магнитно-резонансных томограмм, представленных добровольцами в возрасте от 18 до 66 лет (71 женщина и 34 мужчины). Диагностические изображения магнитно-резонансной томографии были представлены на цифровых носителях и получены в результате выполнения обследования пациентов по стандартным методикам в режимах T1, T2 и с функцией жироподавления (Stir) в трех проекциях, на магнитно-резонансных томографах с напряженностью магнитного поля 1–1,5 Тл (GE Brivo MR355, Philips Intera). Анализ томограмм выполнялся средствами специализированного программного обеспечения Evorad RIS-PACK Workstation 2.1 и MERGE Healthcare E- Film Workstation 3.1.0. Полученные сведения были сгруппированы в таблицах с проведением статистического анализа в Microsoft Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные при морфометрии тел позвонков диагностические данные были распределены с учетом пола пациентов. Общие сведения о полученных результатах представлены в табл.

Размеры позвонков по данным МРТ среди здоровых пациентов с учетом пола

Позвонок	Стат. показ.	Ширина (во фронтальной плоскости)		Длина		Высота	
		мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
C7	A ± a	29,4 ± 2,1	26,9 ± 1,6	17,2 ± 1,2	14,6 ± 1,0	14,5 ± 1,0	12,4 ± 0,7
	M	29,6	26,9	17,1	14,7	14,6	12,4
	Q1–Q3	27,1–31,0	25,7–28,6	16,2–18,4	13,9–15,3	13,5–15,2	11,9–12,9
	σ	2,8	1,9	1,4	1,2	1,2	0,9
	CV %	9,4	7,1	8,2	8,4	8,6	7,3
C6	A ± a	26,9 ± 1,9	24,6 ± 1,3	16,3 ± 1,3	14,0 ± 1,0	12,7 ± 0,9	11,0 ± 0,8
	M	26,9	24,4	16,0	13,9	12,9	11,2
	Q1–Q3	25,3–29,0	23,4–25,6	15,1–17,2	13,0–14,9	12,1–13,3	10,4–11,6
	σ	2,3	1,6	1,6	1,2	1,2	1,0
	CV %	8,7	6,4	10,0	8,9	9,5	8,8
C5	A ± a	25,4 ± 1,5	23,1 ± 1,1	15,4 ± 1,1	13,3 ± 1,0	12,5 ± 0,8	10,6 ± 0,9
	M	25,7	22,9	15,5	13,4	12,7	10,7
	Q1–Q3	24,2–26,8	22,2–24,2	14,3–16,3	12,5–14,0	11,8–13,1	10,0–11,3
	σ	2,0	1,4	1,4	1,3	1,1	1,1
	CV %	8,0	6,2	9,3	9,5	8,4	10,8
C4	A ± a	24,5 ± 1,7	22,2 ± 1,4	15,5 ± 1,0	13,3 ± 0,9	12,7 ± 0,8	10,9 ± 0,8
	M	24,9	22,2	15,5	13,3	12,7	10,9
	Q1–Q3	23,4–26,2	21,1–23,4	14,5–16,2	12,6–13,9	11,9–13,4	10,2–11,4
	σ	2,1	1,7	1,2	1,1	1,0	1,0
	CV %	8,7	7,6	8,0	8,6	7,8	9,5

Окончание табл.

Позвонок	Стат. показ.	Ширина (во фронтальной плоскости)		Длина		Высота	
		мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
С3	A ± a	24,1 ± 1,7	21,3 ± 1,4	15,5 ± 0,9	13,5 ± 0,8	13,0 ± 0,9	11,1 ± 0,9
	M	24,4	21,2	15,6	13,5	13,1	11,3
	Q1–Q3	22,3–25,7	20,1–22,6	14,7–16,3	12,9–13,9	12,1–14,0	10,4–11,9
	σ	2,2	1,6	1,0	1,0	1,2	1,1
	CV %	9,0	7,6	6,8	7,5	8,9	10,1
С2	A ± a	21,6 ± 1,3	19,3 ± 1,2	15,8 ± 0,9	14,0 ± 1,0	13,1 ± 0,7	11,8 ± 0,8
	M	21,6	19,2	15,9	14,0	13,1	11,8
	Q1–Q3	20,3–22,6	18,2–20,2	15,0–16,5	13,1–14,6	12,8–13,6	11,1–12,5
	σ	1,5	1,4	1,2	1,2	0,9	1,1
	CV %	7,2	7,5	7,6	8,6	6,9	8,9
Среднее для всех	A ± a	25,3 ± 1,2	22,9 ± 1,0	16,0 ± 0,9	13,8 ± 0,8	13,1 ± 0,7	11,3 ± 0,7
	M	25,4	23,0	15,7	13,8	13,1	11,4
	Q1–Q3	24,5–26,2	22,0–24,0	15,1–16,9	13,1–14,5	12,5–13,7	10,8–11,9
	σ	1,7	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
	CV %	6,8	5,2	7,0	7,3	6,6	7,7

Представленные данные демонстрируют в целом большие размеры тел позвонков среди мужчин. От С6 до С3 позвонков среди всех участников средние значения в большинстве случаев уменьшаются в диапазоне 1 мм. Наибольшие размеры определялись для С7 позвонков как среди мужчин, так и среди женщин. Среди мужчин ширина тел С3, С4 позвонков имела близкие средние значения (24,1–24,5 мм) с разницей в медианных значениях 0,5 мм. Диапазон медианных значений между наибольшей и наименьшей шириной тел С7 и С2 позвонков составляет 8 мм. Коэффициент вариации находится в диапазоне от 7,2 до 9,4 %.

Среди женщин наиболее близкими оказались результаты для ширины тел С4, С5 позвонков с разницей между медианными результатами 0,7 мм. Разница между наибольшей медианной шириной С7 и С2 позвонков в группе женщин составляет 7,7 мм. Среди женщин вариативность значений оказалась ниже, находясь в диапазоне от 6,2 до 7,6 %.

При оценке длины тел С3–С5 позвонков оказываются наиболее близкие медианные результаты, которых составляют 15,5–15,6 мм. Медианная длина С2 и С6 позвонков оказывалась немного выше, составляя 15,9–16,0 мм.

Схожая картина определяется для данного показателя среди женщин, у которых медианный показатель составляет 13,4–13,5 мм. Различия с длиной С2 позвонка оказываются в пропорциональном отношении больше. Медианное значение длины С2, С6 позвонков составляет 13,9–14 мм.

Определяются аналогичные изменения для вертикального размера тел позвонков. Среди мужчин средняя высота С4–С6 позвонков составляет 12,5–12,7 мм. Наиболее близкие оказались значения медианы вертикального размера тел С4, С5 позвонков, которые составили 12,7 мм. Также были отмечены близкие показатели высот тел С2, С3 позвонков, медианные результаты для которых составили 13,1 мм. В результате наиболее выражена разница в высоте тел позвонков среди мужчин между С7 и С5 позвонками, составляя 2 мм при сравнении средних величин.

Для женщин была отмечена схожая динамика с наименьшим вертикальным размером тел С5 позвонков, составляющей (10,6 ± 0,9) мм. Близкие показатели медианных значений вертикального размера среди женщин отмечались у тел С4–С5 позвонков, составляя 10,7–10,9 мм. Медианные значения вертикального размера тел С6, С3 позвонков составляли 11,2–11,3 мм. Разница между средними значениями С7 и наименьшего, С5 позвонка, составляет 1,8 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты наблюдения демонстрировали большие размеры тел позвонков среди мужчин. В большинстве случаев морфометрия тел С4, С5 позвонков демонстрировала близкие результаты. В целом динамика линейных размеров при оценке ширины тел позвонков на протяжении шейного отдела позвоночника среди мужчин и женщин не превышает 8 мм. Наибольшая разница вертикального размера тел позвонков среди

участников наблюдения была отмечена для С7 и С5 позвонков. Коэффициент вариации всех изученных результатов в наблюдении был меньше 10 %.

Полученные данные позволяют совершенствовать методы морфометрии тел позвонков и компьютерной обработки диагностической информации. Расширение сведений об индивидуальной изменчивости анатомических структур позволяет совершенствовать методы персонализированного подхода при разработке планов лечения пациентов. Особенно актуальными представлены сведения становятся в контексте планирования эндоскопических микрохирургических операций и фиксации микрохирургических стабилизирующих конструкций.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов А.С., Терновой С.К., Серова Н.С. Возможности рентгеновских методов диагностики в оценке нестабильности позвоночно-двигательных сегментов шейного отдела позвоночника. *Современные проблемы науки и образования*. 2019;3:184.

2. Шкарубо А.Н., Николенко В.Н., Чернов И.В. и др. Анатомия передних отделов краниовертебрального сочленения при эндоскопическом трансназальном доступе. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2020;4(84):46–53. doi: 10.17116/neiro20208404146.

3. Shkarubo A.N., Nikolenko V.N., Chernov I.V. et al. Anatomical aspects of the transnasal endoscopic access to the craniovertebral junction. *World Neurosurgery*. 2020;133:e293–e302. doi: 10.1016/j.wneu.2019.09.011.

4. Николенко В.Н., Анисимова Е.А., Алешкина О.Ю. и др. Вариабельность форм и размеров затылочных мышечков и верхних суставных ямок атланта. *Нейрохирургия*. 2017; 2:35–41.

5. Гавриленко А.В., Николенко В.Н., Аль-Юсеф Н.Н., и др. Корреляция между морфологическими и биомеханическими особенностями и атеросклерозом сонных артерий. *Наука и инновации в медицине*. 2022;7(3):160–163. doi: 10.35693/2500-1388-2022-7-3-160-163.

6. Николенко В.Н., Фомкина О.А., Гладиллин Ю.А. Анатомия внутричерепных артерий вертебробазиллярной системы. М., 2014. 108 с.

7. Николенко В. Н., Фомкина О.А. Деформационно-прочностные параметры артерий головного мозга во II периоде зрелого возраста. *Сеченовский вестник*. 2019;10(1):41–46. doi: 10.26442/22187332.2019.1.41-46.

8. Губин А.В., Ульрих Э.В., Рябых С.О. и др. Хирургическая дорожная карта при врожденных аномалиях развития шейного отдела позвоночника. *Гений ортопедии*. 2017;23(2):147–153. doi: 10.18019/1028-4427-2017-23-2-147-153.

9. Яхьяева С.А., Гарабова Н.И., Буржунова М.Г. Конкресценция шейных позвонков и неврологические

осложнения. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2021;3:195–201. doi: 10.33920/med-01-2103-03.

10. Шармазанова Е. П., Мягков С. А., Рыбак И. Р. МРТ-морфометрия тел позвонков и межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника у больных с нарушением минеральной плотности костной ткани. *Боль. Суставы. Позвоночник*. 2015;2(18):71–77.

REFERENCES

1. Abramov A.S., Ternova S.K., Serova N.S. Possibilities of X-ray diagnostic methods in assessing the instability of the vertebral-motor segments of the cervical spine. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern problems of science and education. 2019;3:184. (In Russ.).

2. Shkarubo A.N., Nikolenko V.N., Chernov I.V. et al. Anatomy of anterior craniovertebral articulation in endoscopic transnasal access. *Voprosy neurokhirurgii im. N.N. Burdenko* = Questions of neurosurgery named after N.N. Burdenko. 2020;4(84):46–53. (In Russ.) doi: 10.17116/neiro20208404146.

3. Shkarubo A.N., Nikolenko V.N., Chernov I.V. et al. Anatomical aspects of the transnasal endoscopic access to the craniovertebral junction. *World Neurosurgery*. 2020;133:e293–e302. doi: 10.1016/j.wneu.2019.09.011

4. Nikolenko V.N., Anisimova E.A., Aleshkina O.Yu., etc. Variability in the shapes and sizes of occipital condyles and upper articular fossa atlantis. *Neirokhirurgiya* = *The Russian Journal of Neurosurgery*. 2017;2:35–41. (In Russ.).

5. Gavrilenko A.V., Nikolenko V.N., Al-Youssef N.N. et al. Correlation between morphological and biomechanical features and carotid atherosclerosis. *Nauka i innovatsii v meditsine* = *Science and innovation in medicine*. 2022;7(3):160–163. (In Russ.) doi: 10.35693/2500-1388-2022-7-3-160-163.

6. Nikolenko V.N., Fomkina O.A., Gladilin Yu.A. Anatomy of intracranial arteries of the vertebrobasilar system. Moscow, 2014. 108 p. (In Russ.).

7. Nikolenko V.N., Fomkina O.A. Deformation and strength parameters of cerebral arteries in the second period of adulthood. *Sechenovskii vestnik* = *Sechenov Medical Journal*. 2019;10(1): 41–46. (In Russ.). doi: 10.26442/22187332.2019.1.41-46.

8. Gubin A.V., Ulrich E.V., Ryabykh S.O. et al. Surgical roadmap for congenital abnormalities of cervical spine development. *Genij Ortopedii* = *Orthopaedic Genius*. 2017;23(2):147–153. (In Russ.) doi: 10.18019/1028-4427-2017-23-2-147-153.

9. Yakhyaeva S.A., Garabova N.I., Burzhunova M.G. Cervical vertebra concretion and neurological complications. *Vestnik neurologii, psikiatrii i neurokhirurgii* = *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2021;3:195–201. (In Russ.) doi: 10.33920/med-01-2103-03.

10. Sharmazanova E.P., Myagkov S.A., Rybak I.R. MRI morphometry of vertebral bodies and intervertebral discs of the lumbar spine in patients with impaired bone mineral density. *Bol'. Sustavy. Pozvonochnik* = *Pain. Joints. Spine*. 2015;2(18): 71–77. (In Russ.).

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

Информация об авторах

В.Н. 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>

А.С. Мошкин – кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия; as.moshkin@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2085-0718>

М.А. 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>

Статья поступила в редакцию 18.04.2023; одобрена после рецензирования 08.07.2023; принята к публикации 14.08.2023.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Information about the authors

V.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>

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

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

The article was submitted 18.04.2023; approved after reviewing 08.07.2023; accepted for publication 14.08.2023.