

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ  
УДК 611.711.1:616

**Байзет Меджидович Калашаов, Елена Викторовна Чаплыгина,  
Ольга Антониновна Каплунова, Маргарита Борисовна Кучиева** ✉

Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия  
*kalachaov@yandex.ru, ev.chaplygina@yandex.ru*  
*kaplunova@bk.ru, ✉ ritaku@mail.ru*

## АНАТОМИЧЕСКАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА ПО ДАННЫМ МРТ В НОРМЕ И ПРИ НЕКОТОРЫХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

**Аннотация.** Цель исследования: определить закономерности анатомической вариабельности шейного отдела позвоночного столба. Материалом исследования явились магнитно-резонансные томограммы шейного отдела позвоночного столба 98 человек в возрасте от 26 до 72 лет обоего пола. Изучение закономерностей анатомической изменчивости шейного отдела позвоночного столба позволяет интерпретировать результаты магнитно-резонансного исследования в норме и при различных патологических состояниях.

**Ключевые слова:** шейный отдел позвоночного столба, угол аксиса, магнитно-резонансная томография

**Для цитирования:** Анатомическая вариабельность шейного отдела позвоночного столба по данным МРТ в норме и при некоторых патологических состояниях / Б. М. Калашаов, Е. В. Чаплыгина, О. А. Каплунова, М. Б. Кучиева // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2022. № 1. С. 17–21.

ORIGINAL ARTICLE

**Baizet Medzhidovich Kalashaov, Elena Viktorovna Chaplygina,  
Olga Antoninovna Kaplunova, Margarita Borisovna Kuchieva** ✉

Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia  
*kalachaov@yandex.ru, ev.chaplygina@yandex.ru*  
*kaplunova@bk.ru, ✉ ritaku@mail.ru*

## ANATOMICAL VARIABILITY OF THE CERVICAL SPINE ACCORDING TO MRI DATA IN NORMAL RANGE AND IN CERTAIN PATHOLOGICAL CONDITIONS

**Abstract.** Purpose of the study: to determine the patterns of anatomical variability of the cervical spine. The material of the study was magnetic resonance imaging of the cervical spine of 98 people aged from 26 to 72 years of both sexes. The study of the patterns of anatomical variability of the cervical spine allows interpreting the results of magnetic resonance imaging, taking into account the typical variability in health and in various diseases.

**Keywords:** cervical spine, axis angle, magnetic resonance imaging

**For citation:** Anatomical variability of the cervical spine according to mri data in normal range and in certain pathological conditions / B. M. Kalashaov, E. V. Chaplygina, O. A. Kaplunova, M. B. Kuchieva // Volgograd scientific and medical journal. 2022. No. 1. С. 17–21.

Анатомические особенности шейного отдела позвоночного столба: высокая подвижность позвонков, незначительные резервные пространства в позвоночном канале, слабость связочного аппарата, – обуславливают высокую частоту заболеваний данного отдела позвоночника, в том числе развитие сколиоза и грыж шейных межпозвоночных дисков [5, 6]. Распро-

страненность сколиотической болезни в мире среди детского населения варьирует в пределах от 2 до 10 %, среди взрослого населения – от 3 до 30 % [2, 7]. Исследования К. Gao et al. показали, что распространенность грыж межпозвоночного диска в шейном отделе позвоночного столба составляет 11 % обследованных бессимптомных добровольцев [8]. По данным

Л. Л. Самойло, наиболее часто повреждаются межпозвоночные диски между C5/C6 позвонками с компрессией соответствующих нервов и развитием болевого синдрома, приводящего к потере трудоспособности и инвалидности [4]. В. S. Lee et al. указывают на необходимость определения различных видов изгибов шеи в сагиттальной плоскости на этапе планирования хирургического лечения заболеваний костно-мышечной системы шейного отдела позвоночного столба [9]. R. Sharma et al. считают, что увеличение угла наклона первого грудного позвонка является показателем, который позволяет прогнозировать развитие шейного кифоза после ламинопластики [10].

По мнению Y. Zhu et al., угол верхней апертуры грудной клетки (TIA) является важнейшим критерием для прогнозирования выраженности шейного лордоза [11]. В. Т. Пустовойтенко с соавт. считают, что определение угла аксиса – универсальный инструмент для оценки статики и динамики шейного отдела позвоночного столба при любых формах изгибов.

Определение угла аксиса открывает широкие перспективы в исследовании шейного отдела позвоночного столба с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) [3].

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определить закономерности анатомической вариабельности шейного отдела позвоночного столба по данным МРТ в норме, при наличии грыжи межпозвоночного диска C5/C6 и при сколиозе 1–2-й степени.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом исследования явились результаты МРТ шейного отдела позвоночного столба 98 человек обоего пола в возрасте от 26 до 72 лет. Полученные материалы были разделены на 3 группы: в I группу (n = 30) были включены результаты МРТ без патологии шейного отдела позвоночника, во II группу (n = 36) – с грыжей межпозвоночного диска C5/C6, и в III группу (n = 32) – со сколиозом шейного отдела позвоночного столба 1–2-й степени (угол Кобба во фронтальной плоскости составлял от 10 до 30°). Исследование выполнялось на базе кафедры нормальной анатомии РостГМУ (зав. кафедрой д-р мед. наук, профессор Е. В. Чаплыгина) и отделения лучевой диагностики ГБУ РО «ОКБ № 2» (зав. отделением –

врач-рентгенолог высшей категории М. А. Бедрик) в период с 01.09.2020 по 01.10.2021 г.

На сагиттальных МРТ-томограммах определяли высоту межпозвоночных дисков по методике М. В. Бабаева с соавт. (2003). По методике Y. Zhu et al. [11] определяли: угол Кобба (CL), измеренный в сагиттальной плоскости между нижними концевыми пластинами C2 и C7; угол наклона первого грудного позвонка (T1S) – угол между линией, проведенной по верхней концевой пластинке тела T1 и горизонтальной линией, проведенной параллельно полу по средней части верхней концевой пластины C1 позвонка; угол верхней апертуры грудной клетки (TIA) – угол, образованный линией, проведенной от центра верхней концевой пластины T1 и линией, соединяющей центр T1 и верхний конец грудины, определяли (рис. 1). CL, TIA и T1S определяют величину шейного лордоза и по данным Y. Zhu et al. значения этих показателей варьируют в диапазоне 9–28°, 43–89°, 12–41° соответственно [11]. Для оценки различных видов изгибов шейного отдела позвоночного столба использован метод определения угла аксиса В. Т. Пустовойтенко с соавт. [3] (см. рис.).

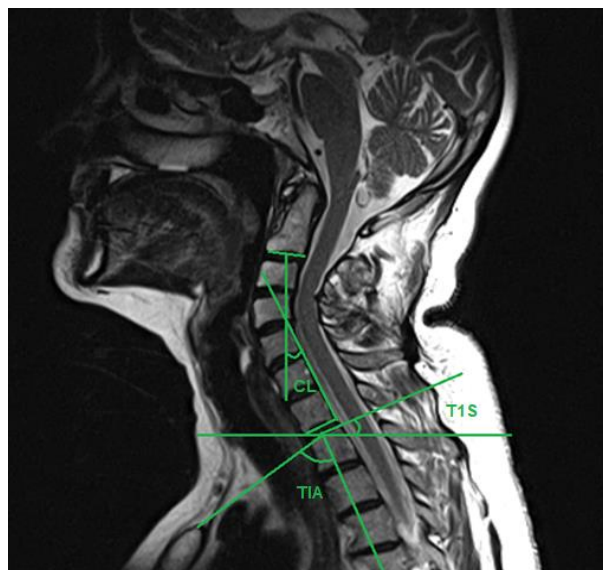


Рис. Пациент Б., 66 лет. МРТ шейного отдела позвоночного столба: сагиттальный срединный срез (T1 режим)

Величина угла аксиса позволяет дифференцировать следующие виды изгибов шейного отдела позвоночного столба: гиперлордоз охватывает диапазон 26–36°, нормальный физиологический лордоз – 19–25°, легкий лордоз – 13–18°, выпрямление шейного лордоза – 10–12°, кифоз – 1–9°, -1° до -13° соответственно [3].

Полученные результаты обрабатывали вариационно-статистическим методом на PC PENTIUM IV 3.0 ГГц в среде электронных таблиц Excel 2010 и STATISTICA 6.0. Для каждого изучаемого параметра рассчитывали выборочную среднюю величину, стандартную ошибку. Достоверность различий средних величин независимых выборок оценивали с помощью параметрического критерия Стьюдента. Достоверность различий между процентными долями двух выборок оценивали с помощью критерия Фишера.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты МРТ-исследования межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночного столба в различных группах обследуемых пред-

ставлены в табл. 1. Анализ данных табл. 1 показал наличие достоверных различий высоты межпозвоночных дисков C2/C3 и C6/C7 во всех обследованных группах ( $p < 0,05$ ). Полученные данные об увеличении размеров межпозвоночных дисков в нижерасположенных сегментах, по сравнению с вышерасположенными сегментами, в норме сопоставимы с данными А. А. Волкова с соавт. [1]. У обследованных с грыжей межпозвоночного диска установлены достоверные различия высоты межпозвоночного диска в поврежденном сегменте и в неизмененных сегментах позвоночного столба ( $p < 0,05$ ).

Результаты изучения показателей, характеризующих изгибы шейного отдела позвоночного столба у обследуемых, по данным МРТ-исследования, представлены в табл. 2.

Таблица 1

### Высота межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночного столба по данным МРТ (в мм)

Высота межпозвоночного диска	I группа* (n = 30)	II группа** (n = 36)	III группа*** (n = 32)
C2/C3	$3,7 \pm 0,03^1$	$3,7 \pm 0,15^1$	$3,8 \pm 0,10^1$
C3/C4	$3,7 \pm 0,05$	$4,2 \pm 0,12$	$3,7 \pm 0,16$
C4/C5	$3,9 \pm 0,04$	$3,8 \pm 0,12$	$3,7 \pm 0,15$
C5/C6	$4,4 \pm 0,04$	$2,8 \pm 0,09^{2,3,4,5}$	$4,3 \pm 0,11$
C6/C7	$4,8 \pm 0,08$	$4,4 \pm 0,13$	$4,7 \pm 0,21$

Примечание: \* – обследованные без патологических изменений в шейном отделе позвоночного столба, \*\* – обследованные с грыжей межпозвоночного диска C5/C6, \*\*\* – обследованные со сколиозом шейного отдела позвоночного столба; <sup>1</sup> достоверно значимые различия значений высоты межпозвоночных дисков C2/C3 и C6/C7 ( $p < 0,05$ ), <sup>2</sup> достоверно значимые различия значений высоты межпозвоночных дисков C5/C6 и C2/C3 ( $p < 0,05$ ), <sup>3</sup> достоверно значимые различия значений высоты межпозвоночных дисков C5/C6 и C3/C4 ( $p < 0,05$ ), <sup>4</sup> достоверно значимые различия значений высоты межпозвоночных дисков C5/C6 и C4/C5 ( $p < 0,05$ ); <sup>5</sup> – достоверно значимые различия значений высоты межпозвоночных дисков C5/C6 и C6/C7 ( $p < 0,05$ ).

Таблица 2

### Показатели, характеризующие изгибы шейного отдела позвоночного столба, по данным МРТ (в град.)

Исследуемые показатели	I группа (n = 30)	II группа (n = 36)	III группа (n = 32)
Угол Кобба (CL)	$17,8 \pm 0,11^2$ 8,2–19,3	$17,2 \pm 1,52$ 6,8–22,5	$22,4 \pm 0,19$ 12,5–31,2
Угол наклона первого грудного позвонка (T1S)	$25,8 \pm 1,24^2$ 17,8–30,1	$24,5 \pm 1,22$ 17,2–27,5	$27,5 \pm 1,07$ 21,2–33,7
Угол верхней апертуры грудной клетки (T1A)	$68,9 \pm 1,75^1$ 53,6–83,5	$66,6 \pm 1,21$ 57,8–74,6	$70,5 \pm 1,80$ 58,5–78,2
Величина угла аксиса	$22,28 \pm 1,98^{1,2}$ 14,8–32,5	$16,06 \pm 1,52$ 9,1–28,9	$26,04 \pm 2,32$ 18,4–31,3

Примечание: <sup>1</sup> – достоверно значимые различия значений у обследованных без патологических изменений в шейном отделе позвоночного столба и у обследованных с грыжей межпозвоночного диска C5/C6 ( $p < 0,05$ ); <sup>2</sup> – достоверно значимые различия значений у обследованных без патологических изменений в шейном отделе позвоночного столба и у обследованных со сколиозом ( $p < 0,05$ ).

По данным МРТ, СL в норме составил ( $17,8 \pm 0,11$ )°, что сопоставимо с результатами исследования Y. Zhu et al. [11]. Установлено сужение диапазона нормативных значений СL у обследованных без патологических изменений в шейном отделе позвоночного столба ( $8,2-19,3$ )° по сравнению с соответствующими нормативами [11], разработанными для китайской популяции ( $9-28$ )°. У лиц со сколиозом шейного отдела позвоночного столба 1–2-й степени СL составил ( $22,3 \pm 0,19$ )°, что достоверно выше значений у обследованных, не имеющих патологических изменений и соответствующих значений обследованных с грыжей межпозвоночного диска шейного отдела ( $p < 0,05$ ).

У обследованных, не имеющих патологических изменений в шейном отделе позвоночного столба, Т1S составил ( $25,8 \pm 1,24$ )°, Т1А – ( $68,9 \pm 1,75$ )°. Выявлены достоверные различия значений Т1S в норме и у лиц со сколиозом, а также достоверные различия значений Т1А в норме и у обследованных с грыжей межпозвоночного диска С5/С6 ( $p < 0,05$ ). Диапазоны нормативных значений Т1S и Т1А у обследованных уже соответствующих нормативов, приведенных в исследовании Zhu et al. ( $43-89$ °,  $12-41$ ° соответственно) [11].

Анализ данных, представленных в табл. 2, показал наличие достоверных различий значения угла аксиса в различных группах обследованных ( $p < 0,05$ ). В группе обследованных, не имеющих патологии шейного отдела позвоночного столба, преимущественно определяется физиологический лордоз [ $22,28 \pm 1,98$ ]°, что составило 73,3 % случаев ( $n = 22$ ); в группе обследованных с грыжей межпозвоночного диска преимущественно определялся легкий лордоз [ $16,06 \pm 1,52$ ]°, 63,9 % случаев ( $n = 23$ ); и в группе обследованных со сколиозом преимущественно определялся гиперлордоз [ $26,04 \pm 2,32$ ], 62,5 % случаев ( $n = 20$ ).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изучении анатомической вариабельности шейного отдела позвоночного столба установлены следующие закономерности. Высота межпозвоночных дисков от С2/С3 до С6/С7 увеличивается во всех группах обследованных. Выявлены достоверные различия ( $p < 0,05$ ) значений угла наклона первого грудного позвонка в норме и при сколиозе; а также угла верхней апертуры грудной клетки в норме и

у обследованных с грыжей межпозвоночного диска С5/С6. У лиц, не имеющих патологии шейного отдела позвоночного столба, преимущественно определен физиологический лордоз, у лиц с грыжей межпозвоночного диска – легкий лордоз, у лиц со сколиозом 1–2-й степени – гиперлордоз. Полученные данные позволяют рассматривать лиц с легким лордозом как группу риска по формированию грыж межпозвоночного диска, с гиперлордозом как группу риска по формированию сколиоза шейного отдела позвоночного столба, что необходимо учитывать при интерпретации результатов МРТ и при планировании лечебно-диагностических и профилактических мероприятий.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волков А. А., Белосельский Н. Н., Прибытков Ю. Н. Рентгеновская морфометрия межпозвоночных пространств позвоночного столба в норме и при дистрофических изменениях межпозвоночных дисков // Вестник рентгенологии и радиологии. 2015. № 3. С. 23–30.
2. Осинцев В. В. Множественные повреждения и заболевания шейного отдела позвоночного столба // Академический журнал Западной Сибири. 2011. № 4–5. С. 30–31.
3. Пустовойтенко В. Т. Методика измерения сагиттального диаметра шейных позвонков с применением метода угла аксиса // Здоровоохранение (Минск). 2012. № 2. С. 63–65.
4. Самойло Л. Л. Вопросы клинической анатомии позвоночного столба // Материалы республиканской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 60-летию Гродненского государственного медицинского университета. 28 сентября, 2018; Гродно.
5. Фисун А. А., Клименко Г. А. Функциональная нестабильность шейного отдела позвоночника // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2016. № 6. С. 1199.
6. Чаплыгина Е. В., Кучиева М. Б., Калашаев Б. М. Анатомическая изменчивость шейного отдела позвоночного столба в возрастном, половом и типовом аспектах. Возможности и перспективы изучения // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30791> (дата обращения: 10.12.2021).
7. Huang Z., Zhu Y., Yuan W. Parameters of intervertebral disc and cervical lordosis // Med Sci Monit. 2020. No. 26. P. e924857. doi:10.12659/MSM.924857.
8. Correlation between cervical lordosis and cervical disc herniation in young patients with neck pain / K. Gao, J. Zhang, J. Lai [et al.] // Medicine. 2019. Vol. 98.

No. 31. doi: 10.1097/MD.00000000000016545. PMID: 31374017; PMCID: PMC6708878.

9. The effect of C2–3 disc angle on postoperative adverse events in cervical spondylotic myelopathy / B. S. Lee, K. M. Walsh, D. Lubelski [et al.] // *J. Neurosurg Spine*. 2018. No. 30. P. 38–45. doi: 10.3171/2018.6.SPINE1862; PMID: 30485218.
10. Sharma R., Borkar S. A., Goda R., Kale S. S. Which factors predict the loss of cervical lordosis following cervical laminoplasty? A review of various indices and their clinical implications // *Surg. Neurol. International*. 2019. No. 10. P. 147. doi: 10.25259/SNI\_339\_2019; PMID: 31528482; PMCID: PMC6744746.
11. Predictive formula of cervical lordosis in asymptomatic young population / Y. Zhu, Z. An, Y. Zhang [et al.] // *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2020. No. 15. P. 2. doi: 10.1186/s13018-019-1526-x; PMID: 31900173; PMCID: PMC6942398.

## REFERENCES

1. Volkov A. A., Beloselsky N. N., Pribytkov Yu. N. X-ray morphometry of the intervertebral spaces of the spinal column in normal conditions and with degenerative changes in intervertebral discs. *Vestnik rentgenologii i radiologii = Bulletin of radiology and radiology*. 2015;3:23–30. (In Russ.).
2. Osintsev V. V. Multiple injuries and diseases of the cervical spine. *Akademicheskii jurnal Zapadnoi Sibiri = Academic Journal of Western Siberia*. 2011;4–5:30–31. (In Russ.).
3. Pustovoitenko V. T. A technique for measuring the sagittal diameter of the cervical vertebrae using the axis angle method. *Zdravookhranenie (Minsk) = Zdravookhranenie (Minsk)*. 2012;2:63–65. (In Russ.).
4. Samoilo L. L. Issues of clinical anatomy of the spinal column. *Materiali respublikanskoi s mejdunarodnim uchastiem nauchno-prakticheskoi konferencii posvyaschennoi 60-letiyu Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. 28 sentyabrya 2018; Grodno = Proceedings of the republican scientific-practical conference with international participation dedicated to the 60th anniversary of the Grodno State Medical University; September 28, 2018; Grodno*. (In Russ.).
5. Fisun A. A., Klimenko G. A. Functional instability of the cervical spine. *Byulleten medicinskih internet-konferencii = Bulletin of medical Internet conferences*. 2016;6:1199. (In Russ.).
6. Chaplygina E. V., Kuchieva M. B., Kalashov B. M. Anatomical variability of the cervical spine in age, gender and type aspects. *Possibilities and prospects of study. Sovremennye problemi nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2021;3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30791> (accessed 10.12.2021). (In Russ.).
7. Huang Z., Zhu Y., Yuan W. Parameters of intervertebral disc and cervical lordosis. *Med Sci Monit*. 2020;26:e924857. doi:10.12659/MSM.924857.
8. Gao K., Zhang J., Lai J. et al. Correlation between cervical lordosis and cervical disc herniation in young patients with neck pain. *Medicine*. 2019;31(98). doi: 10.1097/MD.00000000000016545. PMID: 31374017; PMCID: PMC6708878.
9. Lee B. S., Walsh K. M., Lubelski D. et al. The effect of C2-3 disc angle on postoperative adverse events in cervical spondylotic myelopathy. *J. Neurosurg Spine*. 2018;30:38–45. doi: 10.3171/2018.6.SPINE1862; PMID: 30485218.
10. Sharma R., Borkar S. A., Goda R., Kale S. S. Which factors predict the loss of cervical lordosis following cervical laminoplasty? A review of various indices and their clinical implications. *Surg. Neurol. International*. 2019;10:147. doi: 10.25259/SNI\_339\_2019; PMID: 31528482; PMCID: PMC6744746.
11. Zhu Y., An Z., Zhang Y. et al. Predictive formula of cervical lordosis in asymptomatic young population. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2020;15:2. doi: 10.1186/s13018-019-1526-x; PMID: 31900173; PMCID: PMC6942398.

## Информация об авторах

**Калашаов Б. М.** – аспирант кафедры нормальной анатомии РостГМУ

**Чаплыгина Е. В.** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии РостГМУ

**Каплунова О. А.** – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры нормальной анатомии РостГМУ

**Кучиева М. Б.** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной анатомии РостГМУ

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

Статья поступила в редакцию 12.01.2022; одобрена после рецензирования 02.02.2022;

принята к публикации 12.02.2022.

## Information about the authors

**Kalashaov B. M.** – postgraduate student of the Department of Normal Anatomy RostSMU

**Chaplygina E. V.** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal Anatomy RostSMU

**Kaplunova O. A.** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Normal Anatomy RostSMU

**Kuchieva M. B.** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Normal Anatomy, Rostov State Medical University RostSMU The authors declare no conflicts of interests.

**The authors declare no conflicts of interests.**

The article was submitted 12.01.2022; approved after reviewing 02.02.2022;

accepted for publication 12.02.2022