

УДК 611.134.9

DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM601839>

© This work is licensed under CC BY 4.0

© Authors, 2024

Закономерности в отношениях размеров тел шейных позвонков в аксиальной плоскости при МРТ

А.С. Мошкин¹, В.Н. Николенко^{2,3}, М.А. Халилов³

¹ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (Орел, Россия)

²ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (Москва, Россия)

³ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (Москва, Россия)

Аннотация

Цель – оценить закономерности отношений морфометрических характеристик для тел шейных позвонков при выполнении измерений в аксиальной (поперечной) плоскости у мужчин и женщин с различной выраженностью дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника.

Материал и методы. Проведен анализ томограмм 75 мужчин и 128 женщин от 18 до 84 лет в группах с учетом дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника. Данные получены на магнитно-резонансных томографах с напряженностью магнитного поля 1 Тл и 1,5 Тл. Измерялись длина и ширина тел позвонков в аксиальной плоскости, вычислялось их отношение.

Результаты. Определены значимые различия между первой и второй группами у женщин для ширины С7-С4, у мужчин для длины С3 и ширины С3, С2. Сравнение отношений между размерами тел позвонков значимо в первой и второй группах женщин на уровне С7. При сравнении данных всех групп наблюдения среди мужчин отмечаются значимые различия во второй и третьей группах для С7, С6, С3. При развитии дегенеративно-дистрофических изменений различия длины были достоверны для С7-С4, С2 позвонков в первой группе, для С7-С5, С2 во второй и С7, С6, С4-С2 в третьей группе. В группе мужчин при выраженных изменениях на уровне шейного отдела позвоночника в большинстве случаев отмечается повышение коэффициентов (с достоверными различиями данных для второй и третьей групп).

Выводы. Среди мужчин в наблюдении отмечаются значимые различия между второй и третьей группами для С7, С6, С3. Для С2 позвонка отмечались достоверные различия с учетом пола для длины в первой и третьей группах, ширины – в первой и второй, при оценке взаимного отношения размеров тел позвонков – во второй и третьей группах

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

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Мошкин А.С., Николенко В.Н., Халилов М.А. Закономерности в отношениях размеров тел шейных позвонков в аксиальной плоскости при МРТ. *Наука и инновации в медицине*. 2024;9(1):XX-XX <https://doi.org/10.35693/SIM601839>

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования РФ (протокол №25 от 16 ноября 2022 г.).

Сведения об авторах

Мошкин А.С. – канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф.

<https://orcid.org/0000-0003-2085-0718>

E-mail: as.moshkin@internet.ru

Николенко В.Н. – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и гистологии; заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии.

<https://orcid.org/0000-0001-9532-9957>

E-mail: vn.nikolenko@yandex.ru

Халилов М.А. – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф.

<https://orcid.org/0000-0003-3529-0557>

E-mail: halilov66@mail.ru

Автор для переписки

Мошкин Андрей Сергеевич

Адрес: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, ул. Октябрьская, 25, г. Орел, Россия, 302028.

E-mail: as.moshkin@internet.ru

Получено: 02.10.2023

Одобрено: 04.12.2023

Опубликовано: 01.02.2024

Regular patterns in the size ratio of the cervical vertebral bodies registered by MRI in the axial plane

Andrei S. Moshkin¹, Vladimir N. Nikolenko^{2, 3}, Maksud A. Khalilov³

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

²Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia)

³Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

Abstract

Aim – to find regular patterns in the morphometric characteristics for the bodies of the cervical vertebrae when performing measurements in the axial (transverse) plane in men and women with different severity of degenerative-dystrophic changes of the cervical spine.

Material and methods. The material of the study was the tomograms of 75 men and 128 women aged 18 to 84 years, obtained on magnetic resonance tomographs with a magnetic field strength of 1 Tl and 1.5 Tl. The data was divided into several groups according to the patients' sex and severity of degenerative-dystrophic changes of the cervical spine. The length and width of the vertebral bodies in the axial plane were measured with the following calculation of their ratio.

Results. Significant differences were found between the 1st and 2nd groups for the width of C7-C4 in women, as well as for the length of C3 and width of C3, C2 in men. Significant difference in the ratio of the sizes of vertebral bodies was registered in the 1st and 2nd groups of women at the level of C7. When comparing the data of all observation groups among men, significant differences were noted in the 2nd and 3rd groups for C7, C6, C3. With progression of degenerative-dystrophic changes, the differences in length were significant for C7-C4, C2 vertebrae in the 1st group, for C7-C5, C2 – in the 2nd and C7, C6, C4-C2 in the 3rd group. In the group of men with pronounced changes in the cervical spine region, in most cases there was an increase in coefficients (with significant differences in data for the 2nd and 3rd groups).

Conclusion. Among men, significant differences were observed between the 2nd and 3rd groups for C7, C6, C3. For the C2 vertebra, significant differences were noted, taking into account sex, for length in the 1st and

3rd groups, width – in the 1st and 2nd groups, when assessing the mutual ratio of the sizes of the vertebral bodies – in the 2nd and 3rd groups.

Keywords: cervical spine, morphometry, vertebral bodies.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Moshkin AS, Nikolenko VN, Khalilov MA. Regular patterns in the size ratio of the cervical vertebral bodies registered by MRI in the axial plane. *Science and Innovations in Medicine*. 2024;9(1):XX-XX. <https://doi.org/10.35693/SIM601839>

Compliance with ethical standards

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary. The study was approved by the Ethics Committee of Orel State University named after I.S. Turgenev (Protocol No 25, November 16, 2022).

Information about authors

Andrei S. Moshkin – PhD, Associate professor of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine.

<https://orcid.org/0000-0003-2085-0718>

E-mail: as.moshkin@internet.ru

Vladimir N. Nikolenko – PhD, Professor, Head of the Department of Human Anatomy and Histology; Head of the Department of the Normal and Topographic Anatomy.

<https://orcid.org/0000-0001-9532-9957>

E-mail: vn.nikolenko@yandex.ru

Maksud A. Khalilov – PhD, Professor, Head of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine.

<https://orcid.org/0000-0003-3529-0557>

E-mail: khalilov.66@mail.ru

Corresponding Author

Andrei S. Moshkin

Address: Orel State University n.a. I.S. Turgenev,
25 Oktyabrskaya st., Orel, Russia, 302028.

E-mail: as.moshkin@internet.ru

Received: 02.10.2023

Accepted: 04.12.2023

Published: 01.02.2024

ВВЕДЕНИЕ

Магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяет оценивать множество морфометрических показателей для структур шейного отдела позвоночника [1–3]. Использование стандартизированного подхода в выполнении исследований позволяет изучить анатомические структуры на сходных уровнях визуализации [4–6]. Морфометрия тел позвонков в аксиальной (поперечной) плоскости в современной клинической практике используется ограниченно. Подробный анализ морфометрии тел позвонков в аксиальной плоскости при проведении МРТ позволяет более тщательно изучить анатомические закономерности, используя прижизненные методы визуализации при ранней диагностике дегенеративно-дистрофических изменений [2]. Сочетание патологии шейного отдела позвоночника и изменений магистральных артерий шеи является важным патогенетическим фактором для формирования нарушений гемодинамики [7–9]. В большинстве случаев оценка размеров тел позвонков при МРТ выполняется в сагиттальной [10] и фронтальной плоскостях. Оценка размеров тел позвонков в поперечной (аксиальной) плоскости позволяет дополнить сведения об изменениях формы и повысить точность анализа в дополнительной плоскости визуализации, более точно сопоставить данные с результатами исследований компьютерной томографии [11] или рентгенографии

[12]. Изучение закономерностей в отношениях морфометрических показателей позволяет сформулировать актуальные диагностические критерии [13, 14] и совершенствовать специализированное программное обеспечение.

ЦЕЛЬ

Оценить закономерности отношений морфометрических характеристик для тел шейных позвонков при выполнении измерений в аксиальной (поперечной) плоскости у мужчин и женщин с различной выраженностью дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на основе анализа данных 203 магнитно-резонансных томограмм участников исследования в возрасте от 18 до 84 лет (128 женщин и 75 мужчин). Диагностические изображения МРТ 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 Тл Intera (Philips, Netherlands) и 1,5 Тл Brivo MR355 (General Electric, USA).

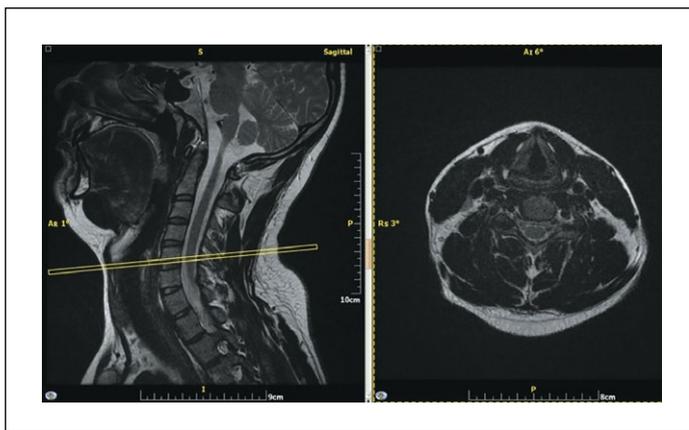


Рисунок 1. Участник №20, женщина, 26 лет. МРТ в режиме T2, выполненные в сагиттальной плоскости и поперечно на уровне C5 позвонка, диагностическое оборудование – 1,5 Тл Brivo MR355 (General Electric, USA).

Figure 1. Participant No. 20, female, 26 years old. MRI in T2 mode, performed in the sagittal plane and transversely at the C5 vertebra level, diagnostic equipment – 1.5 Tl Brivo MR355 (General Electric, USA).

Анализ томограмм выполнялся средствами специализированного программного обеспечения Evorad RIS-PACK Workstation 2.1. Оценивались диагностические результаты среди участников, не имевших признаков травматических повреждений, а также иных структурных изменений окружающих тканей и шейного отдела позвоночника, за исключением дегенеративно-дистрофических процессов.

Участники наблюдения были разделены на группы с учетом выраженности дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника. В первой группе не было отмечено значимо выраженных структурных изменений межпозвоночных дисков и тел позвонков. Вторая группа включала случаи с преимущественными изменениями межпозвоночных дисков и слабовыраженными изменениями тел позвонков в виде заострения углов. В третьей группе были представлены случаи наблюдения

с выраженными проявлениями остеохондроза и спондилеза. Проводилось измерение длины и ширины тел позвонков в аксиальной (поперечной) плоскости. Оценка выполнялась вблизи замыкательных пластин тел позвонков. Пример визуализации представлен на рисунке 1.

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева (протокол №25 от 16 ноября 2022 г.).

Полученные сведения были сгруппированы в таблицах Microsoft Excel 2007, выполнена сортировка данных с учетом пола и выраженности дегенеративно-дистрофических изменений. Полученные сведения были подвергнуты статистическому анализу с использованием IBM SPSS Statistics 20. Для каждой из оцениваемых величин определялся одновыборочный t-критерий Стьюдента и подтверждалось распределение, близкое к нормальному. Значимость выявляемых различий между значениями в группах наблюдения оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента для парных выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общие сведения о результатах измерений, полученных среди участников без признаков значимо выраженных изменений шейного отдела позвоночника, представлены в таблице 1. При оценке достоверности изучаемых данных для всех групп с использованием t-критерия одновыборочного коэффициента Стьюдента были получены значения $p < 0,05$.

Как следует из таблицы, у мужчин средняя длина тел C3-C6 позвонков имела близкие значения при сравнении данными у женщин для C3 $p=0,12$, в остальных случаях $p < 0,05$. Позвонок C2 имел наибольшее значение длины тела ($p=0,01$), следующее за ним значение было для C7 позвонка; разница между наибольшим и наименьшим медианными значениями составила 0,8 мм ($p=0,003$). Схожая картина выявлена и у женщин этой группы. Разница между самым высоким и самым низким медианным значением для C7 достигала 0,9 мм. Наименьшая ширина обнаружена в телах C6 и C7 позвонков, которые у мужчин были шире, чем у женщин (для C6 $p=0,02$). Наибольшая ширина отмечалась для C2 позвонка у мужчин, для C2 и C4 среди женщин. Наибольшая разница между максимальной и минимальной шириной медианы у мужчин составила 2,1 мм, среди женщин – 1,7 мм. При этом значимые различия ширины неизменных тел позвонков были отмечены только для C2 ($p=0,022$) при сравнении между группами мужчин и женщин.

Отношение длины к ширине в позвонке C7 было одинаковым у мужчин и женщин ($p=0,016$), тогда как для позвонка C6 оно было несколько выше у мужчин, но с низким критерием достоверности ($p=0,71$). В позвонке C3 коэффициент вариации (CV) этого

Позвонок	Стат. показ.	Длина тела позвонка		Ширина тела позвонка		Отношение длины к ширине тела позвонка	
		Муж. n=34	Жен. n=71	Муж. n=34	Жен. n=71	Муж. n=34	Жен. n=71
C7	M±m	16,7±0,9	15,8±1,1	26,3±1,8	25,1±2,1	0,64±0,05	0,64±0,06
	p	0,003		0,78		0,01	
C6	M±m	15,4±1,0	14,7±1,1	26,1±1,8	25,3±1,8	0,60±0,06	0,58±0,06
	p	0,02		0,94		0,07	
C5	M±m	15,4±1,1	14,8±1,2	26,8±1,6	26,4±1,9	0,58±0,04	0,57±0,06
	p	0,03		0,71		0,17	
C4	M±m	15,6±1,1	14,8±1,1	26,9±1,1	26,4±1,6	0,58±0,04	0,56±0,05
	p	0,01		0,43		0,18	
C3	M±m	15,7±1,0	15,1±1,2	26,7±1,6	26,3±1,4	0,59±0,05	0,58±0,05
	p	0,12		0,96		0,25	
C2	M±m	17,6±0,9	16,9±1,5	28,2±1,3	26,7±1,4	0,63±0,05	0,63±0,06
	p	0,01		0,02		0,92	
Среднее для всех позвонков	M±m	16,1±0,7	15,3±1,0	26,8±1,1	26,0±1,4	0,60±0,03	0,59±0,04
	p	0,001		0,43		0,046	

Таблица 1. Размеры позвонков по данным МРТ в аксиальной плоскости среди здоровых пациентов, мм

Table 1. The vertebrae dimensions according to MRI data in the axial plane among healthy participants, mm

Позвонок	Стат. показ.	Длина тела позвонка		Ширина тела позвонка		Отношение длины к ширине тела позвонка	
		Муж. n=26	Жен. n=31	Муж. n=26	Жен. n=31	Муж. n=26	Жен. n=31
C7	M±m	16,4±1,3	15,2±1,1	26,6±1,9	23,9±2,6	0,62±0,07	0,65±0,08
	p	0,007		0,008		0,54	
C6	M±m	15,2±1,1	14,4±1,1	27,3±2,2	24,7±1,9	0,56±0,06	0,59±0,07
	p	0,02		0,005		0,48	
C5	M±m	15,2±1,1	14,3±1,1	27,6±1,7	25,3±2,2	0,56±0,05	0,57±0,07
	p	0,021		0,012		0,56	
C4	M±m	14,9±1,2	14,4±0,9	27,1±1,8	25,3±2,0	0,55±0,05	0,58±0,05
	p	0,30		0,04		0,21	
C3	M±m	15,1±1,2	14,9±1,1	26,9±1,5	25,5±2,2	0,56±0,05	0,60±0,07
	p	0,82		0,17		0,17	
C2	M±m	17,2±1,4	16,6±1,3	28,2±1,3	25,8±1,8	0,61±0,05	0,65±0,07
	p	0,13		0,002		0,07	
Среднее для всех позвонков	M±m	15,7±1,0	15,0±0,9	27,3±1,4	25,1±1,7	0,58±0,04	0,60±0,05
	p	0,13		0,002		0,12	

Таблица 2. Размеры позвонков по данным МРТ в аксиальной плоскости среди пациентов с умеренно выраженными изменениями шейного отдела позвоночника, мм

Table 2. The vertebrae dimensions according to MRI data in the axial plane among patients with moderate changes in the cervical spine, mm

показателя был самым высоким и колебался от 10,33% до 13,86%.

Общие сведения о результатах анализа размерных характеристик позвонков при выявлении изменений шейного отдела позвоночника представлены в таблицах 2, 3.

Статистически достоверными были различия между первой и второй группами при оценке парных выборок среди женщин при сравнении ширины C7-C4 позвонков, для мужчин – при оценке длины C3 и ширины C3, C2 позвонков, в остальных случаях $p > 0,05$. Сравнение отношений между размерами тел позвонков демонстрирует достоверно значимую разницу значений между первой и второй группами среди женщин на уровне C7 позвонка ($p = 0,05$), в остальных случаях $p > 0,05$.

Позвонок	Стат. показ.	Длина тела позвонка		Ширина тела позвонка		Отношение длины к ширине тела позвонка	
		Муж. n=15	Жен. n=26	Муж. n=15	Жен. n=26	Муж. n=15	Жен. n=26
C7	M±m	15,8±1,1	14,9±1,1	24,9±2,6	25,1±2,9	0,64±0,07	0,61±0,09
	p	0,007		0,04		0,001	
C6	M±m	15,0±1,0	14,0±1,1	25,4±2,4	25,7±2,3	0,59±0,05	0,55±0,06
	p	0,01		0,08		0,001	
C5	M±m	14,5±1,1	14,0±0,8	25,8±1,8	26,3±2,2	0,57±0,04	0,54±0,05
	p	0,18		0,10		0,01	
C4	M±m	14,9±1,2	13,8±1,1	26,2±2,1	26,0±1,7	0,57±0,05	0,53±0,04
	p	0,31		0,49		0,01	
C3	M±m	15,1±1,5	13,9±1,2	25,6±1,8	25,5±1,5	0,59±0,06	0,55±0,06
	p	0,01		0,60		0,001	
C2	M±m	17,1±1,4	15,7±1,3	26,8±1,6	26,3±1,7	0,64±0,04	0,60±0,06
	p	0,02		0,95		0,01	
Среднее для всех позвонков	M±m	15,4±0,8	14,4±0,8	25,8±1,7	25,8±1,5	0,60±0,03	0,56±0,05
	p	0,003		0,11		0,001	

Таблица 3. Размеры позвонков по данным МРТ в аксиальной плоскости среди пациентов со значительно выраженными проявлениями остеохондроза шейного отдела позвоночника, мм

Table 3. The vertebrae dimensions according to MRI data in the axial plane among patients with pronounced manifestations of osteochondrosis in the cervical spine, mm

При оценке значимости результатов в первой и второй группах среди мужчин и женщин для C2 позвонка $p = 0,022$, в остальных случаях отмечено $p > 0,05$. При сопоставлении данных второй и третьей групп для C3 = 0,178, для остальных позвонков $p < 0,05$.

В случаях выявления выраженных дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника (третья группа) для тел C7, C6, C3, C2 позвонков было отмечено увеличение коэффициента отношения длины к ширине относительно других групп. Во второй группе данный показатель был ниже, чем в первой группе, для всех позвонков, кроме C2. При сравнении данных всех групп наблюдения среди мужчин отмечаются

значимые различия между результатами во второй и третьей группах для C7, C6, C3 позвонков с коэффициентом $p < 0,05$, для C2 позвонка значение $p = 0,94$. В остальных случаях оценка достоверности демонстрировала величину $p < 0,05$. При сравнении медиан отношений размеров C4 позвонка была отмечена тенденция снижения показателей вместе с ростом дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника (при сравнении первой и второй групп $p = 0,064$, при сравнении данных второй и третьей групп $p = 0,075$).

Среди женщин отмечалось значительное снижение величин коэффициента для отношений длины к ширине тел позвонков среди всех участниц в третьей группе. Высокая степень достоверности значений была отмечена для C7 позвонка при сравнении данных первой и второй групп ($p = 0,052$), при сравнении данных второй и третьей групп для C4 позвонка ($p = 0,028$) и общих данных для всех позвонков участниц наблюдения (0,012).

При оценке результатов анализа для отношений размеров тел позвонков отсутствовали значимые изменения среди значений между первой и второй группами наблюдения у женщин, кроме C7 и C4 позвонков. При этом было отмечено, что разница между значениями линейных размеров у мужчин и женщин составляет около 1 мм. Достоверными были различия при сравнении длины позвонков в первой и второй группах среди мужчин и женщин для C7-C4, C2 ($p < 0,05$), для C3 ($p = 0,129$). Среди мужчин позвонки имели более округлую форму, медиана коэффициента отношения длины к ширине составила 0,6, для женщин – 0,58. В группе женщин оказалась более выражена вариабельность для коэффициента отношения величин с Q1-Q3 интервалом равным 0,56–0,64 и CV – 8,77%. Достоверными были различия между значениями коэффициентов для мужчин и женщин в первой и второй группах для C7, C6 позвонков и всех позвонков при сравнении второй и третьей групп.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Диагностика заболеваний шейного отдела позвоночника остается важной клинической задачей, требующей всесторонней оценки состояния пациентов при планировании лечебных мероприятий [1]. Шейный отдел позвоночника, являясь наиболее подвижной областью осевого скелета, должен оцениваться комплексом диагностических методов для формирования наиболее объективной картины в клинике [2]. Влияние дегенеративно-дистрофических процессов на морфометрические характеристики поясничных позвонков хорошо описаны и широко используются [3]. На уровне шейного отдела позвоночника изменения размерных характеристик позвонков могут быть менее выраженными в абсолютных величинах по причине меньшего размера, но сопровождаться яркой клинической симптоматикой [2] и оказывать влияние на адаптационные способности людей молодого возраста [4].

Повсеместное внедрение цифровых технологий обработки клинической информации требует уточнения размерных характеристик анатомических структур с учетом методов сбора информации для разработки более эффективных методов интерпретации результатов наблюдений. Наше исследование дополняет ранее опубликованные данные по оценке размеров структур шейного отдела позвоночника на основе анализа результатов МРТ [10] и компьютерной томографии [11]. Полученные сведения дополняют данные С. Nell и соавт., демонстрируют близкие значения, которые были получены при анализе длины тел шейных позвонков. В публикации V.M. Remes [12] описывается оценка структур шейного отдела позвоночника в педиатрической практике.

Полученные нами данные демонстрируют неравномерное распределение статистически значимых различий в оцениваемых группах с учетом выраженности дегенеративно-дистрофических изменений и пола участников наблюдения.

При отсутствии значимо выраженных изменений шейного отдела позвоночника статистически значимые различия между мужчинами и женщинами были отмечены для показателя длины тел позвонков ($p=0,01-0,02$), кроме С3 ($p=0,82$). Также значимые различия были отмечены для ширины С2 позвонка ($p=0,02$). При сравнении результатов расчета отношения длины к ширине значимые статистические различия были отмечены для С7 позвонка ($p=0,07$). При оценке всех показателей оцениваемых морфометрических характеристик различия между результатами участников разного пола были отмечены для длины тела позвонков ($p=0,001$) и отношения длины к ширине ($p=0,046$).

При диагностике умеренно выраженных проявлений дегенеративно-дистрофических изменений на уровне шейного отдела позвоночника статистически значимые различия были отмечены для длины и ширины тел С5-С7 позвонков ($p=0,005-0,021$) и ширины тела С4 ($p=0,04$). При оценке морфометрических характеристик тела С2 позвонка статистически значимые различия между группами мужчин и женщин были отмечены только для ширины ($p=0,002$). В целом среди участников данной группы значимые различия между мужчинами и женщинами были отмечены только для общих показателей средней ширины тел позвонков ($p=0,002$).

Среди участников со значительно выраженными дегенеративно-дистрофическими изменениями, диагностированными на уровне шейного отдела позвоночника, статистически значимые различия для длины были отмечены для длины тел С7, С6, С3, С2 позвонков ($p=0,007-0,02$). При оценке ширины тел позвонков значимыми различиями были только для тела С7 позвонка ($p=0,04$). В представленной группе участников для всех позвонков была отмечена статистически значимая разница в отношениях длины к ширине тел позвонков с учетом пола пациентов ($p=0,001-0,01$), в целом для среднего значения всех измерений ($p=0,001$). При сравнении средних результатов наблюдений для длины тел позвонков среди участников данной группы $p=0,003$.

Представленные особенности иллюстрируют динамику изменений размерных характеристик тел позвонков, происходящую вследствие развития дегенеративно-дистрофических изменений на уровне шейного отдела позвоночника с учетом пола участников наблюдения. При отсутствии выраженных изменений различия определяются между длиной тел позвонков мужчин и женщин с наличием статистически значимых различий для отношения длины к ширине С6, С7. Для С3 позвонка не было отмечено ни одного существенного различия изучаемых параметров. При прогрессировании дегенеративно-дистрофических изменений наиболее заметно повышение значимости ширины тел позвонков при утрате актуальности отношения длины к ширине среди участников второй группы. В случаях диагностики изменений дегенеративно-дистрофического характера актуальными становятся различия между мужчинами и женщинами для длины (кроме С4, С5) и отношений длины тела позвонка к его ширине в третьей группе. Наиболее сложным для поиска половых различий оказался С3 позвонок с определяемыми статистическими различиями для морфометрических показателей только при выраженных изменениях позвоночника. В меньшей степени определились половые различия в группах для С4, С5 позвонков.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные продемонстрировали схожие изменения морфометрических характеристик шейных позвонков в группах наблюдения у мужчин и женщин, но динамика изменений среди участников отличалась. Изменение отношения размеров тел позвонков среди женщин были незначительными при сравнении первой и второй групп, для третьей группы было характерно значимое уменьшение данного показателя. Среди мужчин при сравнении данных всех групп наблюдения отмечаются значимые различия между значениями во второй и третьей группах для С7, С6, С3 позвонков. Наибольшей длиной достоверно обладали тела С7-С4, С2 позвонков у мужчин при отсутствии изменений шейного отдела позвоночника. Следует отметить, что вопросы вариативной анатомии С2 позвонка особенно важны при планировании нейрохирургических вмешательств. При оценке С2 позвонка отмечались значимые различия с учетом пола при сравнении длины в первой и третьей группах, ширины – в первой и второй группах, а при анализе взаимного отношения размеров тел позвонков – во второй и третьей группах. Отношения поперечных размеров тел позвонков

отличались среди участников разных групп, и в большинстве случаев среди мужчин они имели большие значения вследствие более округлой формы, в частности, наиболее достоверными были различия для С7 позвонка при отсутствии изменений позвоночника. Средние показатели для всех шейных позвонков среди участников наблюдения наиболее близко были к медиане для отношений взаимно перпендикулярных размеров тел С3 у мужчин и женщин, составляя 0,58, наибольшие значения коэффициента вариации были от 10,33% до 13,86%. В целом среди женщин отмечается более выраженная вариативность

значений для отношения длины и ширины тел позвонков в аксиальной плоскости. Наибольшая статистическая значимость различий отмечена между второй и третьей группами наблюдений, сформированными с учетом пола пациентов.

Представленные результаты важны при разработке специализированного программного обеспечения и более глубокого анализа индивидуальной изменчивости тел позвонков с использованием современных методов прижизненной визуализации и могут быть востребованы при планировании нейрохирургических вмешательств. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of Interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
<p>Участие авторов. А.С. Мошкин – сбор и обработка научного материала, написание текста; В.Н. Николенко – разработка концепции исследования, редактирование текста; М.А. Халилов – разработка концепции исследования, редактирование текста.</p> <p>Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.</p>	<p>Contribution of individual authors. A.S. Moshkin – has been responsible for scientific data collection, its systematization and analysis, wrote the first draft of the manuscript; V.N. Nikolenko – managed the development of the study concept, detailed manuscript editing and revision; M.A. Khalilov – managed the development of the study concept, detailed manuscript editing and revision.</p> <p>All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.</p>

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Abramov AS, Temovoy SK, Serova NS. Possibilities of the methods or radiation diagnostic in the estimation of cervical spine vertebral-motor segment instability. *Modern problems of science and education*. 2019;3:184. (In Russ.). [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].
- Mikhaylov AN, Abelskaya IS, Lukyanenko TN. Modern problems of radiology imaging of the cervical osteochondrosis. *Medical news*. 2015;7:4-11. (In Russ.). [Михайлов А.Н., Абельская И.С., Лукьяненко Т.Н. Современные проблемы лучевой диагностики шейного остеохондроза. *Медицинские новости*. 2015;7:4-11].
- Sharmazanova EP, Myagkov SA, Rybak IR. MRI morphometry of vertebral bodies and intervertebral discs of the lumbar spine in patients with impaired bone mineral density. *Pain. Joints. Spine*. 2015;18(2):71-77. (In Russ.). [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;18(2):71-77].
- Alekseenko SN, Kostylev AN, Bondina VM, et al. Prevalence of early cervical osteochondrosis in university students and its effect on the adaptive capabilities of the organism. *Kuban Scientific Bulletin*. 2019;26(1):36-44. (In Russ.). [Алексеенко С.Н., Костылев А.Н., Бондина В.М., и др. Распространенность раннего шейного остеохондроза у студентов в вузе и его влияние на адаптационные возможности организма. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019;26(1):36-44]. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-1-36-44>

- Gubin AV, Ulrikh EV, Ryabykh SO, et al. Surgical roadmap for congenital cervical spine abnormalities. *The genius of orthopedics*. 2017;23(2):147-53. (In Russ.). [Губин А.В., Ульрих Э.В., Рябыкх С.О., и др. Хирургическая дорожная карта при врожденных аномалиях развития шейного отдела позвоночника. *Гений ортопедии*. 2017;23(2):147-53]. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2017-23-2-147-153>
- Demyanova LM, Gurkina OV. Osteochondrosis of the cervical spine: Fundamentals of prevention and treatment. *Alley of Science*. 2018;21(5):334-8. (In Russ.). [Демьянова Л.М., Гуркина О.В. Остеохондроз шейного отдела позвоночника: основы профилактики и лечения. *Аллея науки*. 2018;21(5):334-8].
- Gavrilenko AV, Nikolenko VN, Al-Yusef NN, et al. Correlation between morphological and biomechanical features and carotid atherosclerosis. *Science and Innovations in Medicine*. 2022;7(3):160-163. (In Russ.) [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]. <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2022-7-3-160-163>
- Nikolenko VN, Fomkina OA, Gladilin YuA. The anatomy of intracranial arteries of the vertebrobasilar system. *Moscow. I.M. Sechenov First Moscow State Medical University*. 2014:108. (In Russ.). [Николенко В.Н., Фомкина О.А., Гладилин Ю.А. Анатомия внутричерепных артерий вертебробазилярной системы. *Москва: Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова*. 2014:108]. ISBN 978-5-7213-0443-9
- Nikolenko VN, Fomkina OA. Deformation-strength parameters of arteries of the brain in the II period of mature age. *Sechenovsky Bulletin*. 2019;10(1):41-46. (In Russ.) [Николенко В.Н., Фомкина О.А. Деформационно-прочностные параметры артерий головного мозга во

- II периоде зрелого возраста. *Сеченовский вестник*. 2019;10(1):41-46]. <https://doi.org/10.26442/22187332.2019.1.41-46>
10. Nell C, Bülow R, Hosten N, et al. Reference values for the cervical spinal canal and the vertebral bodies by MRI in a general population. *PLoS One*. 2019;14(9):e0222682. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222682>
11. Chazono M, Tanaka T, Kumagai Y, et al. Ethnic differences in pedicle and bony spinal canal dimensions calculated from computed tomography of the cervical spine: A review of the English-language literature. *Eur Spine J*. 2012;21(8):1451-8. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2295-y>
12. Remes VM, Heinänen MT, Kinnunen JS, Marttinen EJ. Reference values for radiological evaluation of cervical vertebral body shape and spinal canal. *Pediatr Radiol*. 2000;30(3):190-5. <https://doi.org/10.1007/s002470050044>
13. Kirienko AN, Sorokovikov VA, Pozdeeva NA, Alekseeva NV. Degenerative-dystrophic lesions of the cervical spine. *Siberian Medical Journal*. 2015;7:21-26. (In Russ.). [Кириенко А.Н., Сороковиков В.А., Поздеева Н.А. Дегенеративно-дистрофические поражения шейного отдела позвоночника. *Сибирский медицинский журнал*. 2015;7:21-26].
14. Yakhyaeva SA, Garabova NI, Burzhunova MG. Concrecence of the cervical vertebrae and neurological complications. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2021;3:195-201. (In Russ.). [Яхьяева С.А., Гарабова Н.И., Буржунова М.Г. Конкресценция шейных позвонков и неврологические осложнения. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2021;3:195-201]. <https://doi.org/10.33920/med-01-2103-03>

Accepted for publication