

## Морфометрические особенности межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника по данным МРТ

А.С. Мошкин<sup>1</sup>, В.Н. Николенко<sup>2,3</sup>, М.А. Халилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», Орел, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**В в е д е н и е .** Благодаря магнитно-резонансной томографии возможно подробное исследование структуры межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника.

**Ц е л ь .** Выявить морфометрические особенности межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника при развитии дегенеративно-дистрофических изменений.

**М а т е р и а л ы и м е т о д ы .** Были проанализированы 203 магнитно-резонансные томограммы, полученные в ходе обследования добровольцев от 18 до 84 лет по стандартным методикам на магнитно-резонансных томографах с напряженностью магнитного поля 1–1.5 Тл. Измеряли высоту межпозвоночных дисков на уровнях С7–С3. Полученные данные были сгруппированы в таблицы с проведением статистического анализа в Microsoft Excel 2007.

**Р е з у л ь т а т ы .** По выраженности изменений шейного отдела позвоночника и полу были сформированы три группы: 1-я – без значимых изменений на уровне шейного отдела позвоночника; 2-я – с умеренно выраженными изменениями; 3-я – со значительно выраженными изменениями структур шейного отдела позвоночника. Наибольшие изменения вертикального размера межпозвоночных дисков наблюдаются у мужчин. Средняя высота межпозвоночных дисков на уровне от С6/7 до С4/5 снижается у мужчин от 1-й к 3-й группе, у женщин, напротив, высота диска С4/5 снижается от 3-й группы. Высота межпозвоночного диска С2/3 имела наибольшие значения в 3-й группе.

**З а к л ю ч е н и е .** Представленные результаты исследования свидетельствуют о снижении вертикального размера межпозвоночных дисков вследствие прогрессирования дегенеративно-дистрофических изменений. Была отмечена обратная динамика для межпозвоночных дисков С2/3 и С4/5 среди женщин – снижение высоты от 3-й к 1-й группе. Полученные данные дополняют сведения о динамике изменений морфометрических показателей на фоне дегенеративно-дистрофических изменений и с учетом пола пациентов, что позволяет разрабатывать средства программного анализа диагностической информации, повышая качество оказания медицинской помощи.

**Ключевые слова:** МРТ, шейный отдел позвоночника, морфометрия, межпозвоночные диски.

**Образец цитирования:** Мошкин А.С., Николенко В.Н., Халилов М.А. Морфометрические особенности межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника по данным МРТ // Journal of Siberian Medical Sciences. 2024;8(1):51-63. DOI: 10.31549/2542-1174-2024-8-1-51-63

## Morphometric features of intervertebral discs of the cervical spine according to MRI data

A.S. Moshkin<sup>1</sup>, V.N. Nikolenko<sup>2,3</sup>, M.A. Khalilov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia

<sup>2</sup>Sechenov University, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**I n t r o d u c t i o n .** Thanks to magnetic resonance imaging (MRI), a detailed study of the structure of the cervical intervertebral discs is possible.

Поступила в редакцию 17.04.2023  
Прошла рецензирование 04.05.2023  
Принята к публикации 24.05.2023

Автор, ответственный за переписку  
Мошкин Андрей Сергеевич: ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева». 302026, г. Орел, ул. Октябрьская, 25.  
E-mail: as.moshkin@internet.ru

Received 17.04.2023  
Revised 04.05.2023  
Accepted 24.05.2023

Corresponding author  
Andrey S. Moshkin: Orel State University named after I.S. Turgenev, 25, Oktyabrskaya str., Orel, 302026, Russia.  
E-mail: as.moshkin@internet.ru

**A i m .** To identify the morphometric features of the cervical intervertebral discs during the development of degenerative and dystrophic changes.

**M a t e r i a l s a n d m e t h o d s .** A total of 203 MR images were analyzed, obtained during the examination of volunteers from 18 to 84 years using conventional methods on 1–1.5 T MR scanners. The height of the intervertebral discs was measured at C7–C3 segments. The obtained data were grouped into tables and statistical analysis was carried out using Microsoft Excel 2007.

**R e s u l t s .** Three groups were formed according to the severity of changes in the cervical spine and gender: 1st – without substantial changes in the cervical spine; 2nd – moderate changes; 3rd – pronounced changes in the cervical spine. The greatest changes in the vertical dimension of intervertebral discs are observed in men. The mean intervertebral disc height at the level from C6/7 to C4/5 decreases in men from the 1st to the 3rd group; in women, on the contrary, the height of the C4/5 disc decreases from the 3rd group. The height of the C2/3 intervertebral disc was the largest in the 3rd group.

**C o n c l u s i o n .** The presented results indicate a decrease in the intervertebral disc height due to the progression of degenerative and dystrophic changes. The opposite dynamics were noted for C2/3 and C4/5 intervertebral discs among women – a decrease in the height from the 3rd to the 1st group. The data obtained complete the information on the dynamics of changes in morphometric parameters taking into account the degenerative and dystrophic state of the studied structures and the gender of patients, which makes it possible to develop tools for computational analysis of diagnostic data, improving the quality of medical care.

**Keywords:** MRI, cervical spine, morphometry, intervertebral discs.

**Citation example:** Moshkin A.S., Nikolenko V.N., Khalilov M.A. Morphometric features of intervertebral discs of the cervical spine according to MRI data. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2024;8(1):51-63. DOI: 10.31549/2542-1174-2024-8-1-51-63

## ВВЕДЕНИЕ

Оценка динамики прогрессирования дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника на уровне шеи неразрывно связана с изучением структуры межпозвоночных дисков [1–5]. Современные методы исследования в клинике позволяют детально отражать не только процессы, связанные с изменениями гемодинамики мозга [6–8], но и происходящие в результате дегенеративно-дистрофических изменений и оценить их морфометрические показатели [9, 10]. Одним из наиболее эффективных методов диагностики изменений в структуре межпозвоночных дисков является магнитно-резонансная томография (МРТ) [11–15]. Уточнение морфометрических параметров изучаемых структур позволяет совершенствовать диагностические методы, вводит в рутинную работу элементы автоматизации [16–20].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявить морфометрические особенности межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника при развитии дегенеративно-дистрофических изменений по данным МРТ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были проанализированы 203 магнитно-резонансные томограммы. Диагностические изобра-

## INTRODUCTION

Assessing the dynamics of progression of degenerative cervical spine diseases is inextricably linked with the study of the intervertebral disc structure [1–5]. Modern clinical investigational methods make it possible to show in detail not only the processes associated with changes in brain hemodynamics [6–8], but also those occurring as a result of degenerative and dystrophic changes, and evaluate their morphometric parameters [9, 10]. One of the most effective methods for diagnosing changes in the structure of intervertebral discs is magnetic resonance imaging (MRI) [11–15]. Clarification of the morphometric parameters of the studied structures makes it possible to improve diagnostic methods and introduce elements of automation into routine practice [16–20].

## AIM OF THE RESEARCH

To identify the morphometric characteristics of the cervical intervertebral discs along with the degenerative dystrophic changes development according to MRI data.

## MATERIALS AND METHODS

A total of 203 MR images were analyzed being recorded on digital media. The images were obtained during the examination of volunteers aged 18 to 84 years using conventional methods in

жения были представлены на цифровых носителях и получены в ходе обследования добровольцев в возрасте от 18 до 84 лет по стандартным методикам в режимах T1, T2 и с функцией жироподавления (Stir) в трех проекциях на магнитно-резонансных томографах GE Brivo MR355 и Philips Intera с напряженностью магнитного поля 1–1.5 Тл. Добровольцы при предоставлении диагностических данных подтвердили участие в исследовании, подписав информированное согласие. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева» (протокол № 25 от 16 ноября 2022 г.).

Анализ томограмм выполнялся с использованием средств специализированного программного обеспечения Evorad RIS-PACS Workstation 2.1 (License: Freeware, 2008). Измерения выполнялись на томограммах в сагиттальной плоскости на уровне середины тел позвонков у переднего и дорсального углов и на уровне середины тел позвонков. На каждом уровне измерений при расчете результаты приводились к среднему значению высоты межпозвоночного диска. Полученные данные были сгруппированы в таблицы с проведением статистического анализа в Microsoft Excel 2007. Рассчитывались значения среднего и ошибка среднего ( $M \pm m$ ), медиана (Me), квартили распределения (Q1, Q3), среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ), коэффициент вариации (CV, %).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Мы разделили участников исследования на группы. С этой целью проводилась оценка выраженности диагностированных изменений среди мужчин и женщин. При выполнении анализа проводилась оценка структуры тел позвонков, анализ структуры межпозвоночных дисков по классификации J.P. Thompson et al., 1990.

Первая группа – без значимо выраженных изменений на уровне шейного отдела позвоночника (высота межпозвоночных дисков не снижена, сигналы от дисков в режиме T2 значительно не снижены, структура однородная (I–II по Thompson), края тел позвонков четкие, ровные). Вторая группа – умеренно выраженные изменения в виде снижения интенсивности сигналов от межпозвоночных дисков и их высоты (III–V по Thompson), иногда с заострением углов тел позвонков. Третья группа – значительно выраженные дегенеративно-дистрофические изменения структур шейного отдела позвоноч-

T1- and T2-weighted sequences and STIR sequence in three projections on 1–1.5 T GE Brivo MR355 and Philips Intera MR scanners. Volunteers, when providing diagnostic data, confirmed their participation in the study by signing an informed consent. The study protocol was approved by the local Ethics Committee of Orel State University named after I.S. Turgenev (protocol No. 25 of November 16, 2022).

An analysis of the MR images was performed using Evorad RIS-PACS Workstation 2.1 software (License: Freeware, 2008). Measurements were performed on the images in the sagittal plane at the level of the middle of the vertebral bodies at the anterior and dorsal angles, and at the level of the middle of the vertebral bodies. At each measurement level, when calculating, the results were converted to the mean value of the intervertebral disc height. The obtained data were formed into tables with statistical analysis using Microsoft Excel 2007. The values of the mean and error of the mean ( $M \pm m$ ), median (Me), quartiles of distribution (Q1, Q3), standard deviation ( $\sigma$ ), coefficient of variation (CV, %) were calculated.

## RESULTS AND DISCUSSION

We divided the study participants into groups. For this purpose, the severity of diagnosed changes among men and women was assessed. The structure of the vertebral bodies and intervertebral discs was assessed according to the J.P. Thompson classification, 1990. The first group – without substantial changes in the cervical spine (intervertebral disc height is not decreased, T2-weighted signals from the disc are not significantly reduced, the structure is homogeneous (Thompson I–II), the margins of the vertebral bodies are clear and even). The second group – moderate changes in the form of a decrease in the signal intensity from the intervertebral discs and their height (Thompson III–V), sometimes with sharpening of the vertebral body angles. The third group – pronounced degenerative and dystrophic changes in the structures of the cervical spine with the development of intervertebral disc herniation, spondylosis, structural changes in the vertebral end plates, changes in signals from the vertebral body structures.

As a result of the analysis, mean values were calculated for the morphometric characteristics of the cervical intervertebral discs and overall averages for each group (Table 1).

The distribution of the results of assessing the vertical dimension of intervertebral discs among

**Таблица 1.** Результаты оценки вертикального размера межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника  
**Table 1.** Results of assessing the vertical dimension of the cervical intervertebral discs

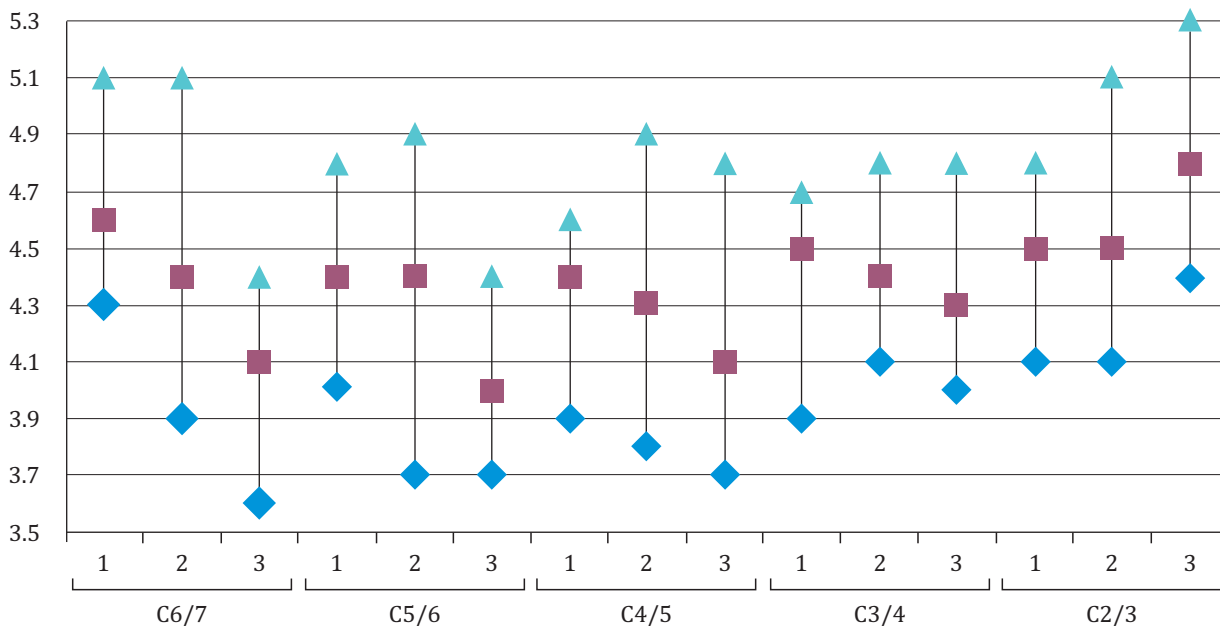
Уровень Level	Статистический показатель Statistical indices	1-я группа / Group 1		2-я группа / Group 2		3-я группа / Group 3	
		мужчины men	женщины women	мужчины men	женщины women	мужчины men	женщины women
C6/7	M ± m, мм (mm)	4.6 ± 0.4	4.2 ± 0.4	4.5 ± 0.7	4.3 ± 0.6	4.1 ± 0.6	4.0 ± 0.4
	Me, мм (mm)	4.6	4.2	4.4	4.2	4.1	3.9
	Q1-Q3, мм (mm)	4.3-5.1	3.8-4.7	3.9-5.1	3.9-5.0	3.6-4.4	3.6-4.3
	σ	0.5	0.5	0.9	0.8	0.7	0.5
	CV, %	12.5	12.9	20.6	17.3	18.0	13.6
C5/6	M ± m, мм (mm)	4.5 ± 0.4	4.0 ± 0.4	4.4 ± 0.6	4.0 ± 0.5	4.1 ± 0.8	3.8 ± 0.5
	Me, мм (mm)	4.4	3.9	4.4	3.9	4.0	3.8
	Q1-Q3, мм (mm)	4.0-4.8	3.7-4.2	3.7-4.9	3.5-4.3	3.7-4.4	3.3-4.2
	σ	0.6	0.6	0.7	0.7	1.2	0.6
	CV, %	13.4	13.9	15.9	16.9	28.9	16.0
C4/5	M ± m, мм (mm)	4.3 ± 0.4	3.9 ± 0.4	4.3 ± 0.5	4.0 ± 0.5	4.2 ± 0.6	4.1 ± 0.4
	Me, мм (mm)	4.4	3.9	4.3	3.9	4.1	4.1
	Q1-Q3, мм (mm)	3.9-4.6	3.6-4.4	3.8-4.9	3.7-4.4	3.7-4.8	3.7-4.3
	σ	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.5
	CV, %	12.8	13.8	13.2	13.5	16.4	12.9
C3/4	M ± m, мм (mm)	4.4 ± 0.5	3.9 ± 0.4	4.5 ± 0.5	4.2 ± 0.5	4.4 ± 0.5	4.2 ± 0.5
	Me, мм (mm)	4.5	3.8	4.4	4.0	4.3	4.3
	Q1-Q3, мм (mm)	3.9-4.7	3.6-4.0	4.1-4.8	3.8-4.5	4.0-4.8	3.8-4.7
	σ	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
	CV, %	13.6	14.4	13.4	13.8	14.0	16.0
C2/3	M ± m, мм (mm)	4.4 ± 0.5	4.0 ± 0.4	4.7 ± 0.6	4.1 ± 0.4	4.8 ± 0.6	4.5 ± 0.4
	Me, мм (mm)	4.5	3.8	4.5	4.1	4.8	4.4
	Q1-Q3, мм (mm)	4.1-4.8	3.7-4.2	4.1-5.1	3.7-4.5	4.4-5.3	4.1-4.9
	σ	0.6	0.6	0.8	0.5	0.7	0.5
	CV, %	13.4	14.8	17.0	13.1	14.9	11.5

ника с формированием грыж межпозвоночных дисков, явлениями спондилеза, структурными изменениями в области замыкательных пластин, изменения сигналов от структур тел позвонков.

В результате проведенного анализа были вычислены средние значения для морфометрических характеристик межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника и общие усредненные показатели для каждой группы (табл. 1).

Распределение результатов оценки вертикального размера межпозвоночных дисков среди мужчин представлено на рис. 1. Среди мужчин без признаков выраженных дегенеративно-дистрофических изменений (группа 1) на уровне шейного отдела позвоночника определялись следующие средние величины для межпозвоночных дисков: C6/7 – 4.6 ± 0.4 мм, C5/6 – 4.5 ± 0.4, C4/5 – 4.3 ± 0.4, C3/4 – 4.4 ± 0.5, C2/3 –

men is presented in Fig. 1. Among men without signs of pronounced degenerative and dystrophic changes (group 1) at the level of the cervical spine, the following mean values for the heights of intervertebral discs were determined: C6/7 – 4.6 ± 0.4 mm, C5/6 – 4.5 ± 0.4, C4/5 – 4.3 ± 0.4, C3/4 – 4.4 ± 0.5, C2/3 – 4.4 ± 0.5 mm. The average cervical intervertebral disc height among men was 4.4 ± 0.4 mm. The coefficient of variation (CV, %) was from 12.5 to 13.6%. The median values of the cervical intervertebral disc height for C6/7 discs were 4.6 mm, for 5/6 and C4/5 – 4.4, for C3/4 and C2/3 – 4.5 mm. The median of the intervertebral disc height for this group of men in general was 4.5 mm. The Q1–Q3 interval among men at the level of C6/7 was 4.3–5.1 mm, C5/6 – 4.0–4.8, C4/5 – 3.9–4.6, C3/4 – 3.9–4.7, C2/3 – 4.1–4.8 mm; on average – 4.2–4.7 mm.



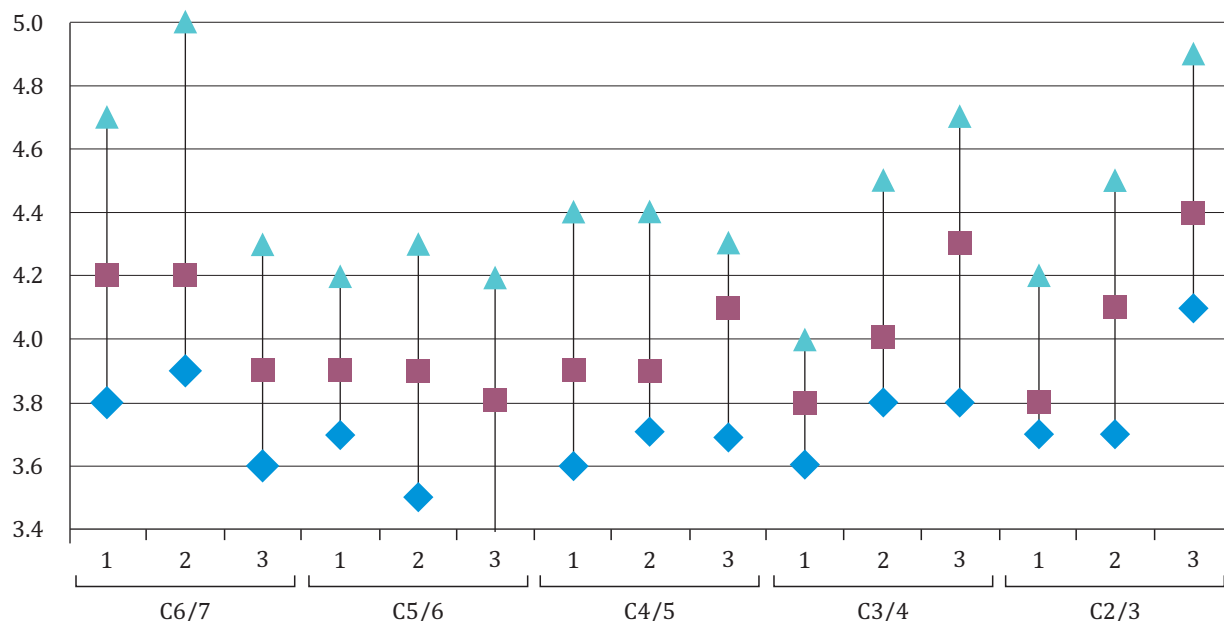
**Рис. 1.** Результаты оценки вертикального размера (мм) межпозвоночных дисков среди мужчин (Q1–Q3, Me) с учетом выраженности изменений на уровне шейного отдела позвоночника (1, 2, 3 – группы исследования)  
**Fig. 1.** Results of assessing the vertical dimension (mm) of intervertebral discs among men (Q1–Q3, Me), taking into account the severity of changes in the cervical spine (1, 2, 3 – study groups)

4.4 ± 0.5 мм. Среднее значение высоты межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника среди мужчин составило 4.4 ± 0.4 мм. Коэффициент вариации (CV, %) – от 12.5 до 13.6 %. Медианные значения высоты межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника для дисков C6/7 составляли 4.6 мм, для C5/6 и C4/5 – 4.4, для C3/4 и C2/3 – 4.5 мм. Медианное значение высоты межпозвоночного диска в целом для этой группы мужчин равнялось 4.5 мм. Интервал Q1–Q3 среди мужчин на уровне C6/7 – 4.3–5.1 мм, C5/6 – 4.0–4.8, C4/5 – 3.9–4.6, C3/4 – 3.9–4.7, C2/3 – 4.1–4.8 мм; в среднем – 4.2–4.7 мм.

Распределение результатов оценки вертикального размера межпозвоночных дисков среди женщин в группе без значимо выраженных изменений (группа 1) представлено на рис. 2. Среди женщин определились следующие средние значения высоты межпозвоночных дисков: C6/7 – 4.2 ± 0.4 мм, C5/6 – 4.0 ± 0.4, C4/5 – 3.9 ± 0.4, C3/4 – 3.9 ± 0.4, C2/3 – 4.0 ± 0.4 мм; среднее значение высоты межпозвоночных дисков среди женщин этой группы составило 4.0 ± 0.4 мм. Коэффициент вариации среди данной группы женщин был выше по сравнению с мужчинами – от 12.9 до 14.8 %. Медианные значения высоты дисков равнялись для C6/7 4.2 мм, для C5/6 и C4/5 – 3.9, для C3/4 и C2/3 – 3.8; среднее – 3.9 мм. Интервал Q1–Q3 среди женщин этой группы на

The distribution of the results of assessing the height of intervertebral discs among women in the group without substantial changes (group 1) is presented in Fig. 2. Among women, the following mean values of the intervertebral disc height were determined: C6/7 – 4.2 ± 0.4 mm, C5/6 – 4.0 ± 0.4, C4/5 – 3.9 ± 0.4, C3/4 – 3.9 ± 0.4, C2/3 – 4.0 ± 0.4 mm; the average intervertebral disc height among women in this group was 4.0 ± 0.4 mm. The coefficient of variation in this group of women was higher compared to men – from 12.9 to 14.8%. The median disc height value for C6/7 was 4.2 mm, for C5/6 and C4/5 – 3.9, for C3/4 and C2/3 – 3.8; on average – 3.9 mm. The Q1–Q3 interval among women in this group at the C6/7 level was 3.8–4.7 mm, C5/6 – 3.7–4.2, C4/5 – 3.6–4.4, C3/4 – 3.6–4.0, C2/3 – 3.7–4.2 mm; on average – 3.7–4.2 mm.

In the group with signs of moderate degenerative and dystrophic changes in the cervical spine (group 2), the following mean values of the intervertebral disc height among men were noted: C6/7 – 4.5 ± 0.7 mm, C5/6 – 4.4 ± 0.6, C4/5 – 4.3 ± 0.5, C3/4 – 4.5 ± 0.5, C2/3 – 4.7 ± 0.6 mm. The average cervical disc height among this group participants was 4.5 ± 0.4 mm. The coefficient of variation was from 13.2 to 20.6%. The median values of the cervical intervertebral disc height at the level of C6/7 and C5/6 were 4.4 mm, C4/5 – 4.3, C3/4 – 4.4, C2/3 –



**Рис. 2.** Результаты оценки вертикального размера межпозвоночных дисков среди женщин (Q1–Q3, Me) с учетом выраженности изменений на уровне шейного отдела позвоночника (1, 2, 3 – группы исследования)  
**Fig. 2.** Results of assessing the vertical dimension of intervertebral discs among women (Q1–Q3, Me), taking into account the severity of changes at the level of the cervical spine (1, 2, 3 – study groups)

уровне C6/7 был равен 3.8–4.7 мм, C5/6 – 3.7–4.2, C4/5 – 3.6–4.4, C3/4 – 3.6–4.0, C2/3 – 3.7–4.2 мм; в среднем – 3.7–4.2 мм.

В группе с признаками умеренно выраженных дегенеративно-дистрофических изменений на уровне шейного отдела позвоночника (группа 2) отмечались следующие средние величины высоты межпозвоночных дисков среди мужчин: C6/7 – 4.5 ± 0.7 мм, C5/6 – 4.4 ± 0.6, C4/5 – 4.3 ± 0.5, C3/4 – 4.5 ± 0.5, C2/3 – 4.7 ± 0.6 мм. Среднее значение высоты межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника среди данной группы мужчин составило 4.5 ± 0.4 мм. Коэффициент вариации – от 13.2 до 20.6 %. Медианные значения высоты межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника для дисков C6/7 и C5/6 – 4.4 мм, C4/5 – 4.3, C3/4 – 4.4, C2/3 – 4.5; в среднем – 4.4 мм. Интервал Q1–Q3 среди мужчин данной группы на уровне C6/7 – 3.9–5.1 мм, C5/6 – 3.7–4.9, C4/5 – 3.8–4.9, C3/4 – 4.1–4.8, C2/3 – 4.1–5.1 мм; в среднем – 4.0–4.8 мм.

Среди женщин группы 2 отмечались следующие средние значения высоты межпозвоночных дисков: C6/7 – 4.3 ± 0.6 мм, C5/6 и C4/5 – 4.0 ± 0.5, C3/4 – 4.2 ± 0.5, C2/3 – 4.1 ± 0.4 мм; в среднем – 4.1 ± 0.4 мм. Коэффициент вариации среди данной группы женщин был выше по сравнению с группой 1 и составлял от 13.1 до 17.3 %. Среди женщин этой группы медианное значение высоты межпозвоночных дисков на уровне C6/7

4.5; on average – 4.4 mm. The Q1–Q3 interval among men at the level of C6/7 was 3.9–5.1 mm, C5/6 – 3.7–4.9, C4/5 – 3.8–4.9, C3/4 – 4.1–4.8, C2/3 – 4.1–5.1 mm; on average – 4.0–4.8 mm.

Among women in group 2, the following mean values of the intervertebral disc height were noted: C6/7 – 4.3 ± 0.6 mm, C5/6 and C4/5 – 4.0 ± 0.5, C3/4 – 4.2 ± 0.5, C2/3 – 4.1 ± 0.4 mm; on average – 4.1 ± 0.4 mm. The coefficient of variation among this group of women was higher compared to group 1 and ranged from 13.1 to 17.3%. Among women in this group, the medians of the intervertebral disc height at the level of C6/7 was 4.2 mm, C5/6 and C4/5 – 3.9, C3/4 – 4.0, C2/3 – 4.1 mm; on average – 4.1 mm. The Q1–Q3 interval among women in this group at the C6/7 level was 3.9–5.0 mm, C5/6 – 3.5–4.3, C4/5 – 3.7–4.4, C3/4 – 3.8–4.5, C2/3 – 3.7–4.5 mm; on average – 3.9–4.4 mm.

In the group with pronounced degenerative and dystrophic changes in the cervical spine (group 3), the following mean values of the intervertebral disc height among men were noted: C6/7 – 4.1 ± 0.6 mm, C5/6 – 4.1 ± 0.8, C4/5 – 4.2 ± 0.6, C3/4 – 4.4 ± 0.5, C2/3 – 4.8 ± 0.6 mm; on average – 4.3 ± 0.5 mm. The coefficient of variation was from 14.9 to 28.9%. The median values of the cervical intervertebral disc height at the level of C6/7 were 4.1 mm, C5/6 – 4.0, C4/5 – 4.1, C3/4 – 4.3, C2/3 – 4.8 mm; on average – 4.3 mm. The Q1–Q3 interval among men at the level of C6/7

было 4.2 мм, C5/6 и C4/5 – 3.9, C3/4 – 4.0, C2/3 – 4.1 мм; в среднем – 4.1 мм. Интервал Q1–Q3 среди женщин данной группы на уровне C6/7 составлял 3.9–5.0 мм, C5/6 – 3.5–4.3, C4/5 – 3.7–4.4, C3/4 – 3.8–4.5, C2/3 – 3.7–4.5 мм; в среднем – 3.9–4.4 мм.

В группе с признаками значительных дегенеративно-дистрофических изменений на уровне шейного отдела позвоночника (группа 3) отмечались следующие средние величины для межпозвоночных дисков среди мужчин: C6/7 –  $4.1 \pm 0.6$  мм, C5/6 –  $4.1 \pm 0.8$ , C4/5 –  $4.2 \pm 0.6$ , C3/4 –  $4.4 \pm 0.5$ , C2/3 –  $4.8 \pm 0.6$  мм; в среднем –  $4.3 \pm 0.5$  мм. Коэффициент вариации – от 14.9 до 28.9 %. Медианные значения высоты межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника на уровне C6/7 – 4.1 мм, C5/6 – 4.0, C4/5 – 4.1, C3/4 – 4.3, C2/3 – 4.8 мм; в среднем – 4.3 мм. Интервал Q1–Q3 среди мужчин на уровне диска C6/7 составил 3.6–4.4 мм, C5/6 – 3.7–4.4 мм, C4/5 – 3.7–4.8 мм, C3/4 – 4.0–4.8 мм, C2/3 – 4.4–5.3 мм; в среднем – 3.8–4.7 мм.

Среди женщин группы 3 отмечались следующие средние значения высоты межпозвоночных дисков: C6/7 –  $4.0 \pm 0.4$  мм, C5/6 –  $3.8 \pm 0.5$ , C4/5 –  $4.1 \pm 0.4$ , C3/4 –  $4.2 \pm 0.5$ , C2/3 –  $4.5 \pm 0.4$  мм; в среднем –  $4.1 \pm 0.3$  мм. Коэффициент вариации – от 11.5 до 16.0 %. Медианное значение высоты дисков C6/7 было 3.9 мм, C5/6 – 3.8, C4/5 – 4.1, C3/4 – 4.3, C2/3 – 4.4 мм; в среднем – 4.1 мм. Интервал Q1–Q3 высоты межпозвоночных дисков среди женщин этой группы на уровне шейного отдела позвоночника C6/7 составлял 3.6–4.3 мм, C5/6 – 3.3–4.2, C4/5 – 3.7–4.3, C3/4 – 3.8–4.7, C2/3 – 4.1–4.9 мм; в среднем – 3.9–4.3 мм.

В целом наиболее выраженные изменения вертикального размера межпозвоночных дисков определяются у мужчин. В результате анализа полученных данных выявлено, что средняя высота межпозвоночных дисков на уровне от C6/7 до C4/5 немного снижается среди мужчин от 1-й к 3-й группе. Среди женщин высота межпозвоночного диска C4/5 демонстрирует обратную динамику – снижается от 3-й к 1-й группе. В свою очередь, у мужчин межпозвоночный диск C4/5 имеет относительно стабильные значения вертикального размера с небольшим снижением среднего значения в 3-й группе. У мужчин межпозвоночный диск C3/4 имеет наибольшее значение высоты во 2-й группе. Высота межпозвоночного диска C2/3 демонстрировала обратную корреляцию показателей с наибольшими значениями в 3-й

was 3.6–4.4 mm, C5/6 – 3.7–4.4 mm, C4/5 – 3.7–4.8 mm, C3/4 – 4.0–4.8, C2/3 – 4.4–5.3 mm; on average – 3.8–4.7 mm.

Among women in group 3, the following mean values for the intervertebral disc height were noted: C6/7 –  $4.0 \pm 0.4$  mm, C5/6 –  $3.8 \pm 0.5$ , C4/5 –  $4.1 \pm 0.4$ , C3/4 –  $4.2 \pm 0.5$ , C2/3 –  $4.5 \pm 0.4$  mm; on average –  $4.1 \pm 0.3$  mm. The coefficient of variation was from 11.5 to 16.0%. The median of the disc height was 3.9 mm for C6/7, 3.8 – for C5/6, 4.1 – for C4/5, 4.3 – for C3/4, 4.4 mm – for C2/3; on average – 4.1 mm. The Q1–Q3 interval of intervertebral disc height among women in this group at the level of C6/7 was 3.6–4.3 mm, C5/6 – 3.3–4.2, C4/5 – 3.7–4.3, C3/4 – 3.8–4.7, C2 /3 – 4.1–4.9 mm; on average – 3.9–4.3 mm.

In general, the most significant changes in the vertical dimension of the intervertebral discs are determined in men. As a result of the analysis of the data obtained, it was revealed that the average intervertebral disc height at the level from C6/7 to C4/5 decreases slightly among men from the 1st to the 3rd group. Among women, the height of the C4/5 disc shows the opposite dynamics – it decreases from the 3rd to the 1st group. In turn, in men, the C4/5 intervertebral disc has relatively stable vertical dimension values with a slight decrease in the mean value in the 3rd group. In men, the C3/4 intervertebral disc has the largest height in group 2. The height of the C2/3 intervertebral disc showed a negative correlation of indicators with the highest values in group 3 and a decrease in group 1, the difference being in the range of 0.3–0.5 mm.

We have assessed correlations between variables using the Pearson's correlation (Table 2), Spearman's and Kendall's tau-b correlations (Table 3).

The presented data demonstrate a significant correlation of age with the severity of changes in the cervical spine, the height of the C2/3 discs, as well as the gender of patients with the height of all intervertebral discs. When assessing the results of the Pearson's correlation, significant associations were identified between the values of the vertical dimension of all intervertebral discs.

Similar results were found with Spearman's and Kendall's tau-b correlations.

Graphically, correlations between the heights of C3/4 and C6/7 and C4/5 and C5/6 intervertebral discs are presented in Fig. 3, 4.

## CONCLUSION

The results of the study indicate – in the majority of cases – a decrease in the vertical dimension of the cervical intervertebral discs due to the progression of

**Таблица 2.** Результаты корреляционного анализа по Пирсону  
**Table 2.** Results of the Pearson's correlation

		Возраст Age	Пол Sex	C6/7	C5/6	C4/5	C3/4	C2/3	Изменения позвоночника в шейном отделе Changes in the cervical spine
<b>Возраст Age</b>	Корреляция Correlation	1.000	0.134	-0.023	-0.074	0.109	0.119	0.238	0.667
	Значимость Significance	-	0.057	0.741	0.297	0.121	0.092	0.001	0.000
<b>Пол Sex</b>	Корреляция Correlation	0.134	1.000	-0.197	-0.291	-0.264	-0.303	-0.341	-0.060
	Значимость Significance	0.057	-	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.393
<b>C6/7</b>	Корреляция Correlation	-0.023	-0.197	1.000	0.566	0.517	0.486	0.402	-0.176
	Значимость Significance	0.741	0.005	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012
<b>C5/6</b>	Корреляция Correlation	-0.074	-0.291	0.566	1.000	0.648	0.521	0.432	-0.129
	Значимость Significance	0.297	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.000	0.067
<b>C4/5</b>	Корреляция Correlation	0.109	-0.264	0.517	0.648	1.000	0.639	0.551	0.082
	Значимость Significance	0.121	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.243
<b>C3/4</b>	Корреляция Correlation	0.119	-0.303	0.486	0.521	0.639	1.000	0.686	0.129
	Значимость Significance	0.092	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.067
<b>C2/3</b>	Корреляция Correlation	0.238	-0.341	0.402	0.432	0.551	0.686	1.000	0.269
	Значимость Significance	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000
<b>Изменения в шейном отделе позвоночника Changes in the cervical spine</b>	Корреляция Correlation	0.667	-0.060	-0.176	-0.129	0.082	0.129	0.269	1.000
	Значимость Significance	0.000	0.393	0.012	0.067	0.243	0.067	0.000	-

группе и снижением их к 1-й группе, разница – в диапазоне 0.3–0.5 мм.

Нами была выполнена оценка корреляционных связей между переменными по Пирсону (табл. 2), Спирмену и tau-b Кендалла (табл. 3).

Представленные данные демонстрируют значимую корреляцию значений возраста с выраженностью изменений шейного отдела позвоночника, высотой дисков C2/3, а также пола пациентов с высотой всех межпозвоночных дисков. При оценке данных корреляционного анализа по Пирсону были выявлены значимые связи между значениями вертикальных размеров всех межпозвоночных дисков.

Схожие результаты были отмечены при корреляционном анализе по Спирмену и tau-b Кендалла.

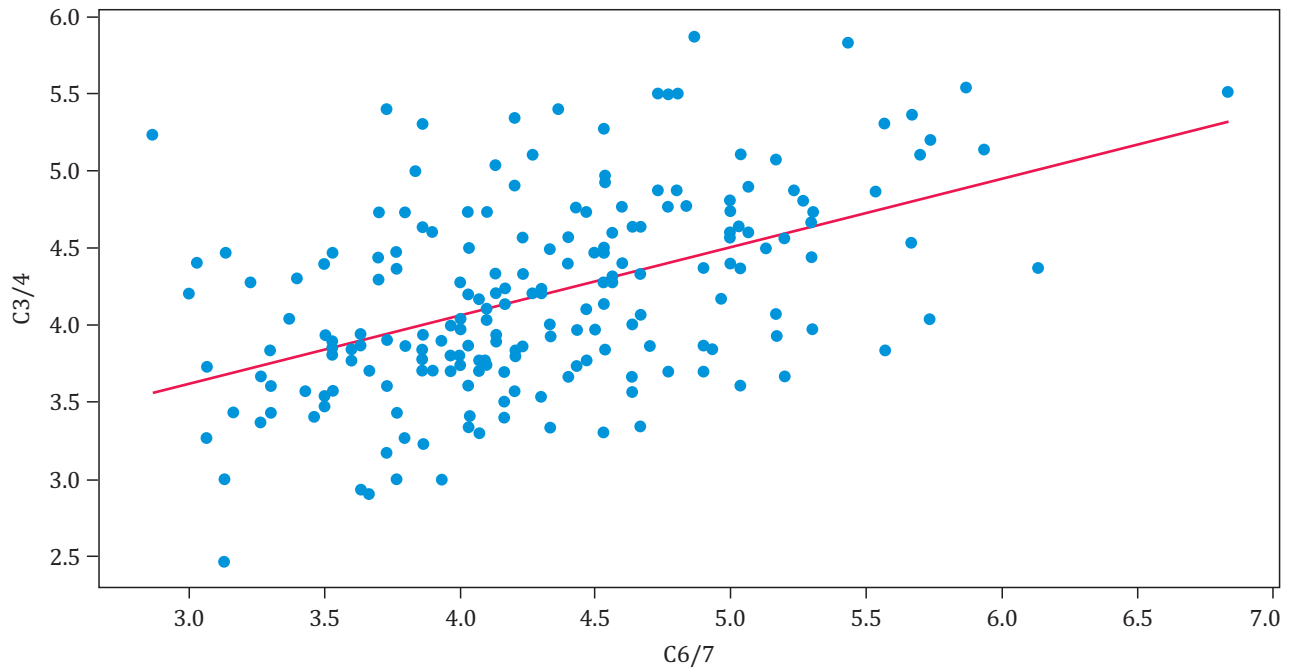
degenerative and dystrophic changes from the 1st to the 3rd group. The opposite dynamics were noted for C2/3 and C4/5 intervertebral discs among women – the vertical dimension decreased from the 3rd to the 1st group. The data obtained make it possible to supplement an information about the dynamics of changes of morphometric parameters with underlying degenerative and dystrophic changes, and with regard to the gender of patients, which makes it possible to develop tools for computational analysis of diagnostic information, improving the quality of medical care.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

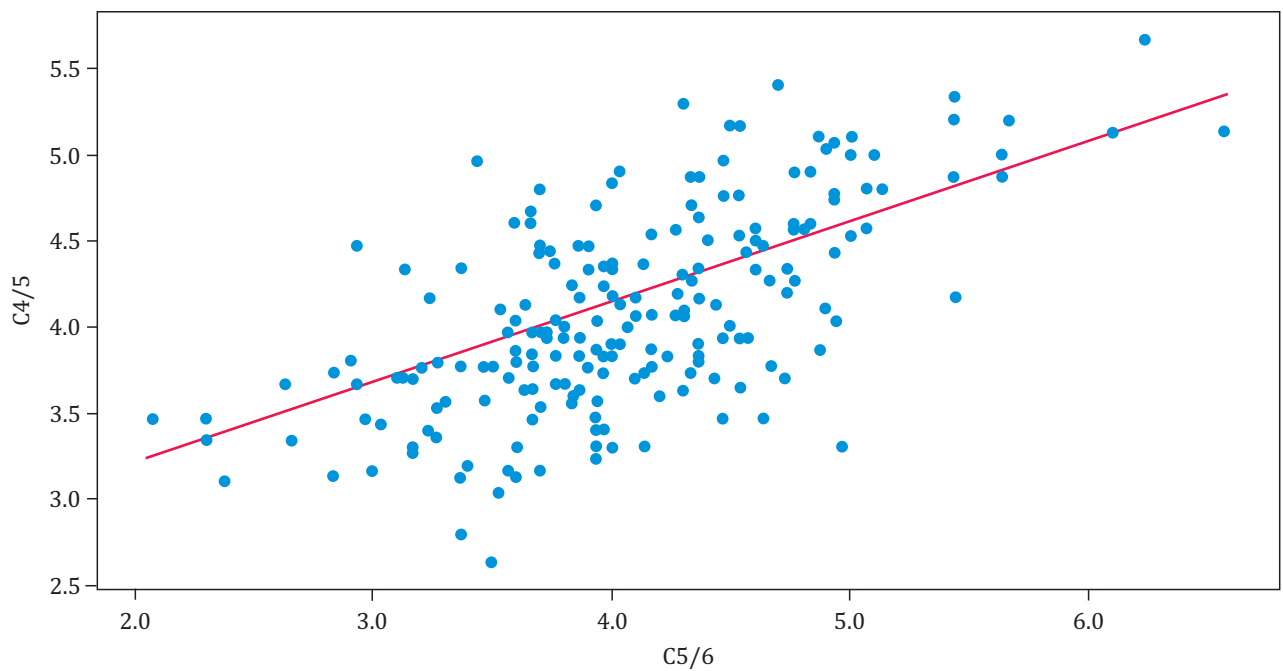


**Таблица 3.** Результаты корреляционного анализа по Спирмену и тау-в Кендалла  
**Table 3.** Results of the Spearman's and Kendall's tau-b correlations

		<b>Воз- раст Age</b>	<b>Пол Sex</b>	<b>C6/7</b>	<b>C5/6</b>	<b>C4/5</b>	<b>C3/4</b>	<b>C2/3</b>	<b>Изменения позвоночника в шейном отделе Changes in the cervical spine</b>
<i>Тау-в Кендалла / Kendall's tau-b</i>									
<b>Возраст Age</b>	Корреляция / Correlation	1.000	0.120	-0.012	-0.041	0.073	0.115	0.177	0.541
	Значимость / Significance	-	0.039	0.797	0.388	0.127	0.016	0.000	0.000
<b>Пол Sex</b>	Корреляция / Correlation	0.120	1.000	-0.163	-0.248	-0.214	-0.251	-0.271	-0.069
	Значимость / Significance	0.039	-	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.301
<b>C6/7</b>	Корреляция / Correlation	-0.012	-0.163	1.000	0.387	0.355	0.343	0.262	-0.135
	Значимость / Significance	0.797	0.005	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014
<b>C5/6</b>	Корреляция / Correlation	-0.041	-0.248	0.387	1.000	0.462	0.394	0.312	-0.098
	Значимость / Significance	0.388	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.000	0.075
<b>C4/5</b>	Корреляция / Correlation	0.073	-0.214	0.355	0.462	1.000	0.467	0.394	0.060
	Значимость / Significance	0.127	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.277
<b>C3/4</b>	Корреляция / Correlation	0.115	-0.251	0.343	0.394	0.467	1.000	0.522	0.128
	Значимость / Significance	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.020
<b>C2/3</b>	Корреляция / Correlation	0.177	-0.271	0.262	0.312	0.394	0.522	1.000	0.220
	Значимость / Significance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000
<b>Изменения позвоночника в шейном отделе Changes in the cervical spine</b>	Корреляция / Correlation	0.541	-0.069	-0.135	-0.098	0.060	0.128	0.220	1.000
	Значимость / Significance	0.000	0.301	0.014	0.075	0.277	0.020	0.000	-
<i>По Спирмену / Spearman's correlation</i>									
<b>Возраст Age</b>	Корреляция / Correlation	1.000	0.145	-0.020	-0.060	0.111	0.166	0.255	0.661
	Значимость / Significance	-	0.038	0.774	0.395	0.114	0.018	0.000	0.000
<b>Пол Sex</b>	Корреляция / Correlation	0.145	1.000	-0.197	-0.300	-0.259	-0.304	-0.329	-0.073
	Значимость / Significance	0.038	-	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.302
<b>C6/7</b>	Корреляция / Correlation	-0.020	-0.197	1.000	0.541	0.507	0.478	0.381	-0.178
	Значимость / Significance	0.774	0.005	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
<b>C5/6</b>	Корреляция / Correlation	-0.060	-0.300	0.541	1.000	0.629	0.551	0.445	-0.127
	Значимость / Significance	0.395	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.000	0.070
<b>C4/5</b>	Корреляция / Correlation	0.111	-0.259	0.507	0.629	1.000	0.638	0.551	0.076
	Значимость / Significance	0.114	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.281
<b>C3/4</b>	Корреляция / Correlation	0.166	-0.304	0.478	0.551	0.638	1.000	0.717	0.162
	Значимость / Significance	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.021
<b>C2/3</b>	Корреляция / Correlation	0.255	-0.329	0.381	0.445	0.551	0.717	1.000	0.279
	Значимость / Significance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000
<b>Изменения позвоночника в шейном отделе Changes in the cervical spine</b>	Корреляция / Correlation	0.661	-0.073	-0.178	-0.127	0.076	0.162	0.279	1.000
	Значимость / Significance	0.000	0.302	0.011	0.070	0.281	0.021	0.000	-



**Рис. 3.** Распределение вертикальных размеров (мм) межпозвоночных дисков C3/4 и C6/7 среди всех участников исследования с построением модели линейной регрессии  
**Fig. 3.** Distribution of the vertical dimensions (mm) of C3/4 and C6/7 intervertebral discs among all study participants with construction of a linear regression model



**Рис. 4.** Распределение вертикальных размеров (мм) межпозвоночных дисков C4/5 и C5/6 среди всех участников исследования с построением модели линейной регрессии  
**Fig. 4.** Distribution of vertical dimensions (mm) of C4/5 and C5/6 intervertebral discs among all study participants with a linear regression model construction

Графически корреляционные связи для отношений размеров межпозвоночных дисков C3/4 и C6/7 и C4/5 и C5/6 представлены на рис. 3, 4.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты исследования свидетельствуют о снижении в большинстве случаев вертикального размера межпозвоночных дисков шейного отдела вследствие прогрессирования дегенеративно-дистрофических изменений от 1-й к 3-й группе. Была отмечена обратная динамика для межпозвоночных дис-

ков C2/3 и C4/5 среди женщин – вертикальный размер снижался от 3-й к 1-й группе. Полученные данные позволяют дополнить сведения о динамике изменений морфометрических показателей на фоне дегенеративно-дистрофических изменений и с учетом пола пациентов, что позволяет разрабатывать средства программного анализа диагностической информации, повышая качество оказания медицинской помощи.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демьянова Л.М., Гуркина О.В. Остеохондроз шейного отдела позвоночника: основы профилактики и лечения // Аллея науки. 2018;21(5):334-338.
2. Кириенко А.Н., Сороковиков В.А., Поздеева Н.А. Дегенеративно-дистрофические поражения шейного отдела позвоночника // Сибирский медицинский журнал. 2015;138(7):21-26.
3. 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.
4. Jensen R.K., Jensen T.S., Grøn S. et al. Prevalence of MRI findings in the cervical spine in patients with persistent neck pain based on quantification of narrative MRI reports // *Chiropr. Man. Therap.* 2019;27(1):13. DOI: 10.1186/s12998-019-0233-3.
5. Voronzhnev I.A., Eloeva Z.V., Sysun L.A. et al. Comparison of the results of US and MRI in the diagnosis of cervical and lumbar intervertebral discs hernia // *Azerbaijan Medical Journal.* 2021;2:81-87. DOI: 10.34921/amj.2021.2.012.
6. 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.
7. Николенко В.Н., Фомкина О.А., Гладилин Ю.А. Анатомия внутричерепных артерий вертебробазиллярной системы. М.: Изд-во Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 2014. 108 с.
8. 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.
9. Адамович Е.А. Анализ количественных и качественных особенностей межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника у лиц разного пола юношеского возраста // Морфология. 2016;10(3):57-62. DOI: 10.26641/1997-9665.2016.3.57-62.
10. Onishi F.J., Daniel J.W., Joaquim A.F. et al. The impact of traumatic herniated discs in cervical facets

## REFERENCES

1. Demyanova L.M., Gurkina O.V. Osteochondrosis of the cervical spine: basics of prevention and treatment. *Alley of Science.* 2018;21(5):334-338. (In Russ.)
2. Kirienko A.N., Sorokovikov V.A., Pozdeeva N.A. Degenerative-dystrophic cervical spine disorders (literature review). *Siberian Medical Journal.* 2015;138(7):21-26. (In Russ.)
3. Yakhyaeva S.A., Garabova N.I., Burzhunova M.G. Concrescence of the cervical vertebrae and neurological complications. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery.* 2021;3:195-201. DOI: 10.33920/med-01-2103-03. (In Russ.)
4. Jensen R.K., Jensen T.S., Grøn S. et al. Prevalence of MRI findings in the cervical spine in patients with persistent neck pain based on quantification of narrative MRI reports. *Chiropr. Man. Therap.* 2019;27(1):13. DOI: 10.1186/s12998-019-0233-3.
5. Voronzhnev I.A., Eloeva Z.V., Sysun L.A. et al. Comparison of the results of US and MRI in the diagnosis of cervical and lumbar intervertebral discs hernia. *Azerbaijan Medical Journal.* 2021;2:81-87. DOI: 10.34921/amj.2021.2.012.
6. Gavrilenco A.V., Nikolenko V.N., Al-Yusef N.N. et al. Correlation between morphological and biochemical features and carotid atherosclerosis. *Science and Innovations in Medicine.* 2022;7(3):160-163. DOI: 10.35693/2500-1388-2022-7-3-160-163. (In Russ.)
7. Nikolenko V.N., Fomkina O.A., Gladilin Yu.A. (2014). Anatomy of the Intracranial Arteries of the Vertebrobasilar System. Moscow: Sechenov University, 108 p. (In Russ.)
8. Nikolenko V.N., Fomkina O.A. Deformation-strength parameters of arteries of the brain in the II period of mature age. *Sechenov Medical Journal.* 2019;10(1):41-46. DOI:10.26442/22187332.2019.1.41-46.
9. Adamovich E.A. Analysis of quantitative and qualitative features of the intervertebral discs of the cervical part of the vertebral column in individuals of juvenile age of both sexes. *Morphologia.* 2016;10(3):57-62. DOI: 10.26641/1997-9665.2016.3.57-62.
10. Onishi F.J., Daniel J.W., Joaquim A.F. et al. The impact of traumatic herniated discs in cervical facets dislocations treatments: systematic review and meta-analysis.

- dislocations treatments: systematic review and meta-analysis // *Eur. Spine J.* 2022;31(10):2664-2674. DOI: 10.1007/s00586-022-07290-z.
11. Бывальцев В.А., Степанов И.А., Калинин А.А., Шишков К.В. Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в диагностике дегенерации межпозвоночного диска // *Медицинская техника.* 2016;4(298):29-32.
  12. Бывальцев В.А., Степанов И.А., Калинин А.А., Белых Е.Г. Применение измеряемого коэффициента диффузии в диагностике дегенерации поясничных межпозвоночных дисков у пациентов пожилого и старческого возраста методом диффузионно-взвешенной МРТ // *Успехи геронтологии.* 2018;31(1):103-109.
  13. Burkhardt B.W., Baumann L., Simgen A. et al. Long-term follow-up MRI shows no hastening of adjacent segment degeneration following cervical disc arthroplasty // *Sci. Rep.* 2022;12(1):13318. DOI: 10.1038/s41598-022-17652-8.
  14. Nguyen A.Q., Harada G.K., Leverich K.L. et al. High-intensity zones on MRI of the cervical spine in patients: epidemiology and association with pain and disability // *Global Spine J.* 2022;12(5):829-839. DOI: 10.1177/2192568220966328.
  15. Mesregah M.K., Repajic M., Mgbam P. et al. Trends and patterns of cervical degenerative disc disease: an analysis of magnetic resonance imaging of 1300 symptomatic patients // *Eur. Spine J.* 2022;31(10):2675-2683. DOI: 10.1007/s00586-022-07336-2.
  16. Danilevich V.P., Guminskiy Yu.Y., Tikhola V.A. et al. Mathematical modeling of individual parameters of the sum of the sizes intervertebral discs of the lumbar spine in juvenile males and males of the first mature age in norm // *Reports of Morphology.* 2019;25(1):68-76. DOI: 10.31393/morphology-journal-2019-25(1)-09.
  17. Селютин А.Д., Дауров С.К. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020619832 Российская Федерация. Программное обеспечение для компьютерной оценки состояния межпозвоночных дисков: № 2020618845: 2020.
  18. Kabil M.S., Abdel-ghany W. Microendoscopic anterior cervical foraminotomy: a preliminary series of 76 cases // *Egypt. J. Neurosurg.* 2020;35:12. DOI: 10.1186/s41984-020-00082-x.
  19. Yasaka K., Tanishima T., Ohtake Yu. et al. Deep learning reconstruction for 1.5 T cervical spine MRI: effect on interobserver agreement in the evaluation of degenerative changes // *Eur. Radiol.* 2022;32(9):6118-6125. DOI: 10.1007/s00330-022-08729-z.
  20. Yu T., Wu J.P., Zhang J. et al. Comparative evaluation of posterior percutaneous endoscopy cervical discectomy using a 3.7mm endoscope and a 6.9mm endoscope for cervical disc herniation: a retrospective comparative cohort study // *BMC Musculoskeletal Disord.* 2021;22(1):131. DOI: 10.1186/s12891-021-03980-9.
  21. Byvaltsev V.A., Stepanov I.A., Kalinin A.A., Shishkov K.V. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of intervertebral disc degeneration. *Medical Technics.* 2016;4(298):29-32. (In Russ.)
  22. Byvaltsev V.A., Stepanov I.A., Kalinin A.A., Belykh E.G. The use of apparent diffusion coefficient in diagnosis of lumbar intervertebral disk degeneration in patients with middle and old age by diffusion-weighted MRI. *Advances in Gerontology.* 2018;31(1):103-109. (In Russ.)
  23. Burkhardt B.W., Baumann L., Simgen A. et al. Long-term follow-up MRI shows no hastening of adjacent segment degeneration following cervical disc arthroplasty. *Sci. Rep.* 2022;12(1):13318. DOI: 10.1038/s41598-022-17652-8.
  24. Nguyen A.Q., Harada G.K., Leverich K.L. et al. High-intensity zones on MRI of the cervical spine in patients: epidemiology and association with pain and disability. *Global Spine J.* 2022;12(5):829-839. DOI: 10.1177/2192568220966328.
  25. Mesregah M.K., Repajic M., Mgbam P. et al. Trends and patterns of cervical degenerative disc disease: an analysis of magnetic resonance imaging of 1300 symptomatic patients. *Eur. Spine J.* 2022;31(10):2675-2683. DOI: 10.1007/s00586-022-07336-2.
  26. Danilevich V.P., Guminskiy Yu.Y., Tikhola V.A. et al. Mathematical modeling of individual parameters of the sum of the sizes intervertebral discs of the lumbar spine in juvenile males and females of the first mature age in norm. *Reports of Morphology.* 2019;25(1):68-76. DOI: 10.31393/morphology-journal-2019-25(1)-09. (In Russ.)
  27. Selyutin A.D., Daurov S.K. Certificate of state registration of a computer program No. 2020619832, Russian Federation. Software for computer assessment of the condition of intervertebral discs: No. 2020618845: 2020. (In Russ.)
  28. Kabil M.S., Abdel-ghany W. Microendoscopic anterior cervical foraminotomy: a preliminary series of 76 cases. *Egypt. J. Neurosurg.* 2020;35:12. DOI: 10.1186/s41984-020-00082-x.
  29. Yasaka K., Tanishima T., Ohtake Yu. et al. Deep learning reconstruction for 1.5 T cervical spine MRI: effect on interobserver agreement in the evaluation of degenerative changes. *Eur. Radiol.* 2022;32(9):6118-6125. DOI: 10.1007/s00330-022-08729-z.
  30. Yu T., Wu J.P., Zhang J. et al. Comparative evaluation of posterior percutaneous endoscopy cervical discectomy using a 3.7mm endoscope and a 6.9mm endoscope for cervical disc herniation: a retrospective comparative cohort study. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2021;22(1):131. DOI: 10.1186/s12891-021-03980-9.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Мошкин Андрей Сергеевич** – канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», Орел, Россия. ORCID: 0000-0003-2085-0718.

## ABOUT THE AUTHORS

**Andrey S. Moshkin** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia. ORCID: 0000-0003-2085-0718.

**Vladimir N. Nikolenko** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head, Department of Anatomy and Histology, Seche-

**Николенко Владимир Николаевич** – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и гистологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России; заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия. ORCID: 0000-0001-9532-9957.

**Халилов Максуд Абдуразакович** – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», Орел, Россия. ORCID: 0000-0003-3529-0557.

nov University; Head, Department of Normal and Topographic Anatomy, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. ORCID: 0000-0001-9532-9957.

**Maksud A. Khalilov** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head, Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia. ORCID: 0000-0003-3529-0557.

