

БОЛЬ В НИЖНЕЙ ЧАСТИ СПИНЫ И ПАРАСПИНАЛЬНЫЕ МЫШЦЫ: КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА В РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ

DOI: 10.37586/2949-4745-1-2025-35-45

УДК:616-009.7

Правдюк Н. Г. ^{1*}, Новикова А. В. ¹, Шостак Н. А. ¹, Клименко А. А. ¹,
Першина Е. С. ², Мурадянц А. А. ¹, Буянова А. А. ¹

¹ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет), кафедра факультетской терапии имени академика А. И. Нестерова, Москва, Россия.

² ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 им. Н. И. Пирогова Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия.

* Автор, ответственный за переписку, — Правдюк Наталья Григорьевна.
E-mail: pravda547@yandex.ru.

Резюме

ОБОСНОВАНИЕ. Снижение массы и функции параспинальных мышц и его вклад в потерю осевой стабильности и формирование боли в спине активно изучается. Существующие критерии диагностики саркопении, к сожалению, имеют ограничения в верификации спинальной саркопении. Кроме того, состояние мышечного каркаса у пациентов с хронической болью в спине, дегенеративным поражением позвоночника представляет интерес с позиции не только терапии, но и профилактики заболевания.

ЦЕЛЬ. Оценить состояние параспинальных мышц у пациентов с болью в нижней части спины в различных возрастных группах с применением магнитно-резонансной томографии (МРТ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследовании приняли участие 93 пациента с болью в нижней части спины молодого ($n = 35$, Me: 36,00 [30,00–42,00]), среднего ($n = 30$, Me: 50,00 [46,50–56,25]) и пожилого возраста ($n = 28$, Me: 66,00 [62,50–71,00]). Оценивались интенсивность боли в спине по ВАШ (мм), функциональное состояние позвоночника с помощью индекса боли в нижней части спины (Backache-Index, BAI). Стадии дегенерации МПД оценивали при МРТ в соответствии с классификацией Pfirrmann (2001г.). Расчет площади параспинальных мышц (большая поясничная мышца, мышца, выпрямляющая позвоночник, квадратная мышца поясницы) производился в аксиальном срезе на уровне третьего поясничного позвонка (L3) с помощью МРТ. Для сравнительной оценки мышечной массы спины рассчитывался мышечно-позвоночный индекс (МПИ) путем деления суммарной площади поперечного сечения трех парных мышц (S_m , см²) на площадь поперечного сечения третьего поясничного позвонка (L3) на уровне верхней опорной площадки (S_v , см²): $МПИ = (S_{m\text{дeкsтeра}} + S_{m\text{лeвaтeра}}) / S_v$; оценивался передне-задний размер туловища в сагиттальном срезе на уровне верхнего края L3.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Хронический вариант течения боли в спине отмечался у 80, 83,3, 86,7% пациентов соответственно. Значения индекса ВАИ (0,80 [0,47–0,90], 0,67 [0,50–0,77], 0,80 [0,65–1,00] соответственно), свидетельствующего о значимых функциональных нарушениях позвоночника, положительно коррелировал с интенсивностью боли по ВАШ у всех обследуемых ($r = 0,55$, $p < 0,0001$). В группе пациентов пожилого возраста ожирение встречалось в два раза чаще, чем среди лиц молодого и среднего возраста (30,0 vs 14,3%, 16,7% соответственно). Масса параспинальных мышц по средним значениям МПИ в группах была статистически меньше у лиц среднего ($p = 0,025$) и пожилого возраста ($p = 0,0001$). Асимметрия квадратной мышцы поясницы определялась у всех пациентов (справа больше, чем слева) ($p < 0,05$). Наблюдалось увеличение площади опорной площадки поясничного позвонка L3 с возрастом ($p = 0,0003$). Была выявлена положительная корреляционная связь передне-заднего размера туловища в сагиттальном срезе со стадией дегенерации МПД на уровне L5–S1 ($p = 0,054$; $r = 0,29$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Масса параспинальных мышц у пациентов с БНС и дегенеративным поражением позвоночника снижается с возрастом ($p < 0,05$), что отражено в уменьшении значений МПИ по данным МРТ. МПИ является эффективным инструментом оценки снижения мышечной массы спины. Изменение двигательного стереотипа формирует хронический дисбаланс и асимметрию квадратной мышцы поясницы в изучаемых группах. Увеличение площади опорной площадки поясничного позвонка, вероятно, является компонентом адаптационных процессов, направленных на поддержание осевой стабильности позвоночника. Выявлена положительная корреляционная связь передне-заднего размера туловища с дегенерацией МПД, что может указывать на вклад мышечно-висцерального компонента на состояние позвоночно-двигательного сегмента в поясничном отделе позвоночника.

Ключевые слова: саркопения; боль в спине; дегенерация межпозвонокового диска; параспинальные мышцы; магнитно-резонансная томография; ожирение; возраст; мышечно-позвоноковый индекс; площадь параспинальных мышц; асимметрия квадратной мышцы поясницы.

Для цитирования: Правдюк Н. Г., Новикова А. В., Шостак Н. А., Клименко А. А., Першина Е. С., Мурадянц А. А., Буянова А. А. Боль в нижней части спины и параспинальные мышцы: клинико-инструментальная характеристика в различных возрастных группах. *Проблемы геронтологии*. 2025; 1 (9): 35–45. DOI: 10.37586/2949-4745-1-2025-35-45.

Поступила: 18.03.2025. Принята к печати: 24.03.2025. Дата онлайн-публикации: 30.03.2025.

LOW BACK PAIN AND PARASPINAL MUSCLES: CLINICAL AND INSTRUMENTAL CHARACTERISTICS ACROSS DIFFERENT AGE GROUPS

Pravdyuk N. G. ^{1*}, Novikova A. V. ¹, Shostak N. A. ¹, Klimenko A. A. ¹,
Persina E. S. ², Muradyants A. A. ¹, Buianova A. A. ¹

¹ Department of Faculty Therapy named after Academician A. I. Nesterov, N. I. Pirogov National Research Medical University, Moscow, Russia.

² N. I. Pirogov City Clinical Hospital No. 1, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia.

* Corresponding author: Pravdyuk Natalya Grigorievna. E-mail: pravda547@yandex.ru.

Abstract

BACKGROUND. The reduction in mass and function of paraspinal muscles and its contribution to axial instability and the development of back pain has become an active area of research. However, current diagnostic criteria for sarcopenia have limitations when applied to spinal sarcopenia. The condition of the spinal muscular system in patients with chronic back pain and degenerative spine disorders is of interest not only for treatment but also for disease prevention.

OBJECTIVE. To assess the paraspinal muscle mass in patients with low back pain across different age groups using magnetic resonance imaging (MRI).

MATERIALS AND METHODS. A total of 93 patients with low back pain were included in the study: young adults ($n = 35$, Me: 36.00 [30.00–42.00]), middle-aged ($n = 30$, Me: 50.00 [46.50–56.25]), and elderly patients ($n = 28$, Me: 66.00 [62.50–71.00]). Back pain intensity was measured using a Visual Analogue Scale (VAS, mm), and spinal function was assessed using the Backache Index (BAI). Intervertebral disc (IVD) degeneration was evaluated via MRI according to the Pfirrmann classification (2001). The cross-sectional areas of paraspinal muscles (psoas major, erector spinae, quadratus lumborum) were measured on axial MRI slices at the level of the third lumbar vertebra (L3). The muscle-to-vertebral index (MVI) was calculated by dividing the total cross-sectional area of the three paired muscles (S_m , cm²) by the cross-sectional area of the L3 vertebral body at its superior endplate (S_v , cm²): $MVI = (S_{m\text{extra}} + S_{m\text{sinistra}}) / S_v$. The anterior-posterior body dimension was also measured on sagittal slices at the upper edge of L3.

RESULTS. Chronic back pain was reported in 80%, 83.3%, and 86.7% of the young, middle-aged, and elderly groups, respectively. The BAI scores indicating significant spinal dysfunction (0.80 [0.47–0.90], 0.67 [0.50–0.77], and 0.80 [0.65–1.00] respectively) positively correlated with VAS pain intensity across all subjects ($r = 0.55$, $p < 0.0001$). Obesity was twice as prevalent among elderly patients compared to younger and middle-aged individuals (30.0% vs. 14.3% and 16.7%, respectively). The mass of the paraspinal muscles according to the average MVI values in the groups was statistically lower in middle-aged ($p = 0.025$) and elderly ($p = 0.0001$) individuals. Asymmetry of the quadratus lumborum muscle (right side larger than left) was identified in all patients ($p < 0.05$). An age-related increase in the cross-sectional area of the

L3 vertebral body endplate was also found ($p = 0.0003$). A positive correlation was observed between the anterior-posterior torso dimension and the stage of IVD degeneration at L5–S1 ($p = 0.054$; $r = 0.29$).

CONCLUSION. Paraspinal muscle mass in patients with back pain and degenerative spine disease decreases with age ($p < 0.05$), as reflected by reduced MVI values on MRI. The MVI is an effective tool for evaluating paraspinal muscle loss. Altered motor patterns lead to chronic imbalance and asymmetry of the quadratus lumborum muscle in all age groups studied. The increase in the vertebral body's endplate area may reflect adaptive changes aimed at maintaining axial spinal stability. The positive correlation between the anterior-posterior body dimension and IVD degeneration suggests a contribution of the musculoskeletal-visceral component to the condition of the lumbar spinal motion segment.

Keywords: sarcopenia; back pain; intervertebral disc degeneration; paraspinal muscles; magnetic resonance imaging; obesity; age; muscle-to-vertebral index; paraspinal muscle area; quadratus lumborum asymmetry.

For citation: Pravdyuk N. G., Novikova A. V., Shostak N. A., Klimenko A. A., Pershina E. S., Muradyants A. A., Buianova A. A. Low Back Pain and Paraspinal Muscles: Clinical and Instrumental Characteristics Across Different Age Groups. *Problems of Geroscience*. 2025; 1 (9): 35–45. DOI: 10.37586/2949-4745-1-2025-35-45.

Received: 18.03.2025. Accepted: 24.03.2025. Published online: 30.03.2025.

ОБОСНОВАНИЕ

Параспинальные мышцы находятся в прямой анатомической связи с позвоночно-двигательным сегментом (ПДС) и непосредственно влияют на объем движений и фиксацию позвоночника [1]. Снижение функционального резерва и объема параспинальных мышц может играть роль в поддержании постуральных нарушений, детренированности и приводить к развитию или усугублению боли в нижней части спины (БНС) [2]. БНС рецидивирующего течения сопровождается повторяющимися эпизодами иммобилизации позвоночника с включением спазма параспинальных мышц в качестве компенсаторного механизма стабилизации пораженных сегментов позвоночника [3]. Более того, на продвинутой стадии дегенеративного поражения позвоночника значимое поражение МПД и снижение его высоты более чем на 50% (4–5-я стадии по Pfirmann) создает дополнительные причины для иммобилизации ПДС, что способствует гипотрофии околопозвоночных мышц [4, 5]. Утрата массы параспинальных мышц при БНС в разных возрастных категориях и формирование локальной спинальной саркопении на сегодняшний день недостаточно изучены, хотя являются

ключевыми в разработке методов реабилитации и профилактики в данной когорте больных.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить состояние параспинальных мышц у пациентов с БНС в различных возрастных группах с применением магнитно-резонансной томографии (МРТ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проводилась на кафедре факультетской терапии имени академика А. И. Нестерова РНИМУ им. Н. И. Пирогова при участии отделения лучевой диагностики Городской клинической больницы № 1 им. Н. И. Пирогова. В исследовании участвовали 93 пациента с болью в спине молодого (I группа, $n = 35$), среднего (II группа, $n = 30$) и пожилого возраста (III группа, $n = 28$) (табл. 1).

В ходе обследования всем пациентам была выполнена МРТ поясничного отдела позвоночника для выявления клинически значимых структурно-анатомических изменений. При физикальном обследовании определялся индекс массы тела, интенсивность

Таблица 1. Демографическая характеристика пациентов.
Table 1. Demographic characteristics of the patients.

	I группа, n = 35	II группа, n = 30	III группа, n = 28
Медианный возраст, лет	36,00 [30,00–42,00]	50,00 [46,50–56,25]	66,00 [62,50–71,00]
Мужчины, число больных, n (%)	18 (51,4%)	11 (36,7%)	18 (64,3%)
Женщины, число больных, n (%)	17 (48,6%)	19 (63,3%)	10 (35,7%)

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data.

боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ, от 0 до 100 мм), вариант течения боли в спине по критериям IAPS 2021 г. (International Association for the Study of Pain, Международная ассоциация по изучению боли), степень функциональных нарушений — индекс боли в нижней части спины BAI (Backache-Index). Критериями исключения являлись специфические причины БНС: компрессионный перелом тела позвонка, новообразование структур позвоночника и/или спинного мозга и его оболочек, инфекционный спондилит, спондилоартриты.

Оценка изображений поясничного отдела позвоночника проводилась на магнитно-резонансном томографе 1,5 Тл (Toshiba, 1,5 Т, Япония). Пациенты находились в положении лежа на спине с подушкой под головой и коленями, поясничный отдел позвоночника находился в нейтральном положении. Протокол визуализации включал T1- и 2-ВИ в двух срезах: сагиттальном и аксиальном. Аксиальные изображения были получены для одного межпозвонкового уровня (L3) параллельно верхней концевой пластинке третьего поясничного позвонка. Оценивалась суммарная площадь поперечного сечения парных параспинальных мышц (S_m , cm^2): большая поясничная мышца, мышца, выпрямляющая позвоночник, квадратная мышца поясницы (посредством ручного выделения контура этих мышц с помощью инструмента «кривой контур»), передне-задний размер туловища в сагиттальном срезе на уровне верхнего края L3, площадь поперечного сечения L3 на уровне верхней опорной площадки (S vertebrae, S_v , cm^2) [3] (рис. 1).

С учетом разброса абсолютных значений площадей мышечной массы у пациентов с разными антропометрическими данными, а также при допуске погрешности в измерениях при различном масштабировании МР-изображений было проведено индексирование показателей мышечной массы относительно площади тела позвонка с помощью мышечно-позвонкового индекса (МПИ). МПИ рассчитывался по формуле: отношение суммы поперечных площадей параспинальных мышц к площади поперечного сечения L3: $MPI = (S_{m\text{dextra}} + S_{m\text{sinistra}})/S_v$ (рис. 1А). Кроме того, оценивалась степень дегенерации МПД по Pfirrmann (2001 г.). [6].

Статистический анализ включал корреляционный анализ и межгрупповые сравнения. Для проверки нормальности распределения данных использовался критерий Шапиро — Уилка. Корреляции между параметрами оценивались с использованием коэффициента Спирмена. Сравнение групп по значениям МПИ, толщине поперечного размера туловища и общей площади трех параспинальных мышц проводилось с использованием критерия Краскела — Уоллиса. Анализ асимметрии мышц в возрастных группах осуществлялся с применением критерия Уилкоксона для связанных выборок. Все статистические расчеты выполнялись с использованием языка программирования Python3.

Дизайн исследования был одобрен локальным этическим комитетом (ЛЭК) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) (выписка из протокола № 208 заседания ЛЭК РНИМУ им. Н. И. Пирогова от 17.05.2021 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Интенсивность боли по ВАШ (мм) в группах больных соответствовала средней и высокой градации. У подавляющего большинства пациентов отмечался хронический вариант течения БНС. Отмечалась высокая степень функциональных нарушений позвоночника во всех группах обследуемых (индекс ВАИ выше 0,7) (табл. 2). Половина пациентов каждой группы имела повышенную массу тела, экзогенно-конституциональное ожирение составило 14,3, 16,7 и 30% соответственно, $p = 0,067$. Индекс ВАИ положительно коррелировал с интенсивностью боли по ВАШ во всех трех группах ($r = 0,552$, $p = 1,92 \times 10^{-6}$) (рис. 2А).

Масса параспинальных мышц по средним значениям МПИ в группах была статистически меньше у лиц среднего ($p = 0,025$) и пожилого возраста ($p = 0,0001$) по сравнению с лицами молодого возраста (табл. 3, рис. 2Б), что свидетельствует о ее снижении с возрастом у пациентов, несмотря на статистически значимое увеличение среднего значения площади поясничных позвонков в группах, S_v ($p < 0,05$).

При этом была выявлена положительная корреляционная связь ИМТ с МПИ ($r = 0,333$, $p = 0,026$), т. е. с увеличением массы тела пациента происходит адаптивный прирост массы параспинальных мышц

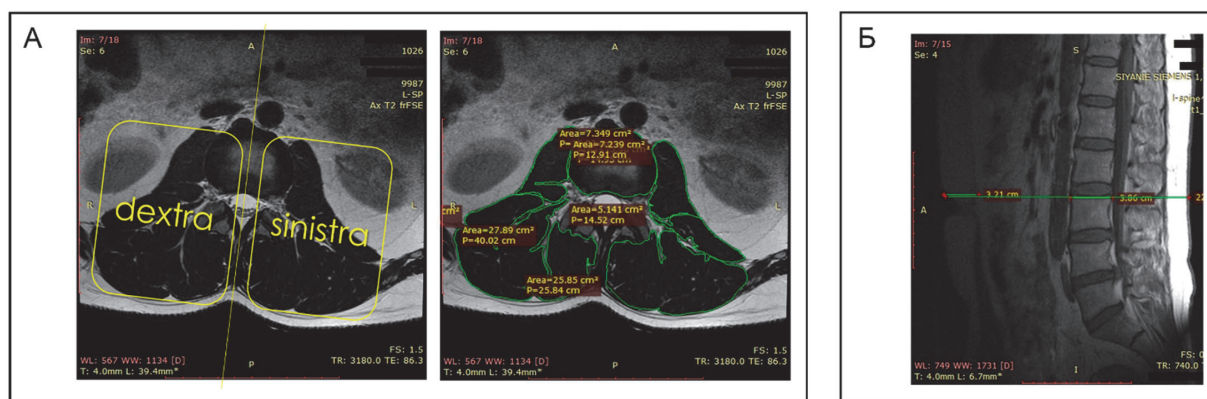


Рисунок 1. МРТ поясничного отдела позвоночника в сагитальном и аксиальных срезах. А. Контурирование трех групп параспинальных мышц: большая поясничная мышца, мышца, выпрямляющая позвоночник, квадратная мышца поясницы (m. psoas major, m. erector spinae и m. quadratus lumborum), тела позвонка L3. Б. Верхняя опорная площадка L3 и передне-задний размер туловища в сагитальном срезе. Идентификационные номера снимков/пациентов известны только исследовательской группе и недоступны для посторонних лиц.

Figure 1. MRI of the lumbar spine in sagittal and axial sections A. Contouring of three groups of paraspinal muscles: the large lumbar muscle, the muscle straightening the spine, the quadratic muscle of the lumbar spine (m. psoas major, m. erector spinae and m. quadratus lumborum), the vertebral body L3. B. The upper support area L3 and the anterior-posterior size of the trunk in the sagittal section. The sample/patient IDs are known only to the research group and not to anyone outside of it.

Рисунок подготовлен авторами по собственным данным / The figure was prepared by the authors based on their own data.

Таблица 2. Характеристика боли и функциональных нарушений в обследуемых группах.

Table 2. Characteristics of pain and functional disorders in the study groups.

Показатели	I группа, молодые	II группа, средний возраст	III группа, пожилые	p
Интенсивность БС по ВАШ, мм	62,00 [48,00–81,00]	54,00 [41,00–67,00]	77,00 [56,00–87,50]	0,0528 Критерий Краскела — Уоллиса
Хронический вариант течения БС, n, %	28 (80%)	25 (83,3%)	26 (86,7 %)	0,7735 хи-квадрат
Индекс боли в нижней части спины ВАИ, баллы (максимальное значение — 1)	0,80 [0,47–0,90]	0,67 [0,50–0,77]	0,80 [0,65–1,00]	0,462 Критерий Краскела — Уоллиса
ИМТ > 25, n, %	16 (46,7%)	15 (50%)	16 (53,3%)	0,8270 хи-квадрат
ИМТ > 30, n, %	5 (14,3 %)	5 (16,7 %)	9 (30,0 %)	0,067 Z-критерий

Примечание: БС — боль в спине; ВАИ — Backache-Index; ИМТ — индекс массы тела; Me [Q1-Q3] — медиана и межквартильный размах.

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data.

(рис. 2B), а также положительная корреляция толщины тела позвонка с площадью параспинальных мышц ($r = 0,576$, $p = 1,055 \times 10^{-9}$) (рис. 2Г), что свидетельствует об увеличении мышечной массы вслед за увеличением компонентов осевого скелета, а именно — тел позвонков.

Были проведены расчет МПИ и сравнение абсолютных значений площадей поперечных сечений для параспинальных мышц. Статистически значимое снижение массы имело место для квадратной мышцы поясницы у пожилых пациентов в сравнении с лицами среднего ($p = 0,0022$) и молодого возраста ($p = 3,704 \times 10^{-5}$), для большой поясничной — у лиц

среднего и пожилого возраста по сравнению с молодыми ($p = 0,0262$ и $p = 0,0054$ соответственно), для мышцы, выпрямляющей позвоночник, — у пожилых в сравнении с молодыми ($p = 0,0042$) (табл. 3). Для квадратной мышцы поясницы была выявлена асимметрия во всех возрастных группах (табл. 4), наиболее выраженная у лиц среднего возраста ($p = 2,762 \times 10^{-6}$) и молодых ($p = 0,0009$), менее выраженная — у пожилых пациентов ($p = 0,0037$). При сравнении общей площади поперечного сечения трех параспинальных мышц между возрастными группами достоверные различия отмечались только с правой стороны ($p = 0,0252$) (рис. 2Д), что, вероятно,

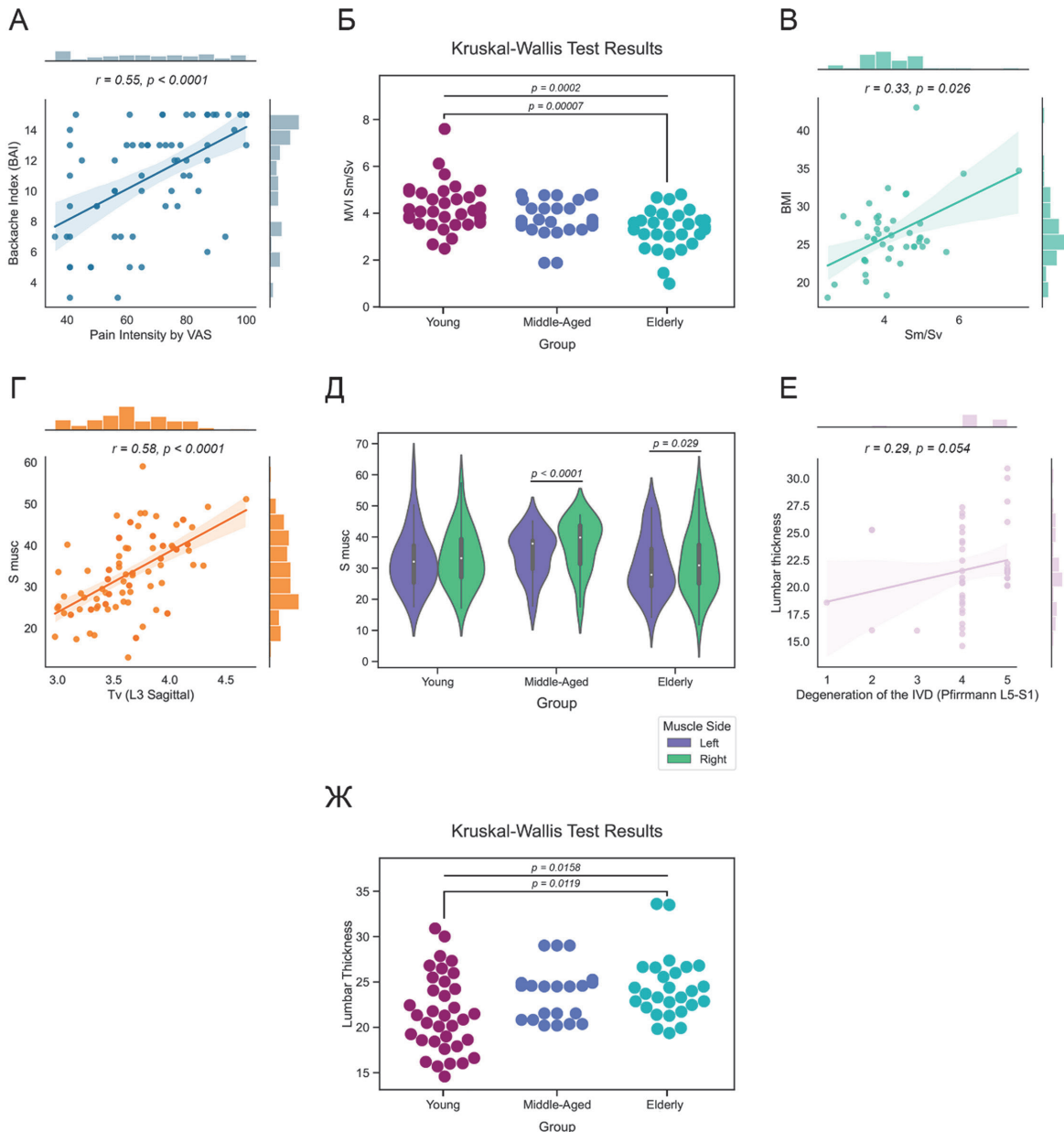


Рисунок 2. А. Положительная корреляционная связь между индексом боли в пояснице (BAI) и интенсивностью боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ, мм). Б. Средние значения мышечно-позвоночного индекса (МПИ) в группах пациентов. В. Положительная корреляционная связь между индексом массы тела (ИМТ) и МПИ. Г. Положительная корреляционная связь между толщиной тела позвонка и площадью параспинальных мышц. Д. Различия в площади трех параспинальных мышц в возрастных группах (критерий Краскела — Уоллиса); асимметрия мышц наблюдается у пациентов среднего и пожилого возраста (критерий Уилкоксона). Е. Положительная корреляционная связь между стадией дегенерации МПД по Pfirrmann на уровне L5-S1 и передне-задним размером туловища. Ж. Передне-задний размер туловища на уровне L3 в группах.

Figure 2. A. Positive correlation between the low back pain index (BAI) and pain intensity on a visual analog scale (VAS, mm). B. Average values of the muscle-to-vertebral index (MVI) in patient groups. C. Positive correlation between body mass index (BMI) and MVI. D. Positive correlation between vertebral body thickness and the area of the paraspinal muscles. E. Differences in the area of the three paraspinal muscles in age groups (Kruskal — Wallis test); muscle asymmetry is observed in middle-aged and elderly patients (Wilcoxon signed-rank test). F. There was a positive correlation between the Pfirrmann stage of IVD degeneration at the L5-S1 level and anterior-posterior trunk size. G. Trunk thickness at the lumbar level (L3 vertebra) in age groups.

Рисунок подготовлен авторами по собственным данным / The figure was prepared by the authors based on their own data.

Таблица 3. Значения МПИ и площадей поперечного сечения мышц и тела 3-го поясничного позвонка в исследуемых группах.**Table 3.** Muscle-to-vertebral index (MVI) and Cross-Sectional Areas of Muscles and the Body of the 3rd Lumbar Vertebra in the Study Groups.

Показатели	I группа (молодые)	II группа (средний возраст)	III группа (пожилые)	p I и II	p I и III	p II и III
МПИSm/Sv	4,12 [3,60–4,93]	3,66 [3,43–4,29]	3,37 [2,93–3,75]	0,0253	0,0001	0,0286
Sv	15,01 [13,98–16,37]	18,76 [17,52–21,97]	18,51 [15,32–20,49]	$4,750 \times 10^{-8}$	0,0003	0,3633
МПИ Quamusc	0,53 [0,44–0,68]	0,47 [0,38–0,60]	0,34 [0,27–0,48]	0,0642	$3,704 \times 10^{-5}$	0,0022
МПИ psoasmajormusc	0,97 [0,83–1,27]	0,83 [0,77–0,93]	0,80 [0,68–1,06]	0,0262	0,0054	0,5332
МПИ Erectmusc	2,52 [2,20–3,07]	2,39 [2,31–2,76]	2,19 [1,99–2,47]	0,0898	0,0042	0,1464
МПИ суммарный (слева и справа) для m. quadratumlumborum	21,30 [18,44–25,04]	24,51 [20,83–24,90]	23,70 [22,19–26,60]	0,0400	0,0078	0,5147
Передне-задний размер туловища	4,12 [3,60–4,93]	3,66 [3,43–4,29]	3,37 [2,93–3,75]	0,0253	0,0001	0,0286

Примечание: МПИ — мышечно-позвоноковый индекс; Sv — площадь поперечного сечения 3-го поясничного позвонка на уровне верхней замыкательной пластинки; Me [Q1-Q3] — медиана и межквартильный размах.

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data.

Таблица 4. Показатели площади поперечного сечения m. Quadratus lumborum, m. psoasmajor и m. erectorspinae в различных возрастных группах. Критерий Уилкоксона.**Table 4.** Indicators of the cross-sectional area of m. quadratus lumborum, m. psoas major and m. erector spinae in various age groups. Wilcoxon signed-rank test.

Группы	Мышцы слева, Me [Q1-Q3]	Мышцы справа, Me [Q1-Q3]	p
m. quadratus lumborum			
I	3,73 [2,60–5,34]	4,34 [3,47–5,71]	0,0009
II	4,22 [2,95–4,72]	5,45 [3,51–6,65]	$2,762 \times 10^{-6}$
III	2,64 [2,20–4,20]	2,95 [2,45–5,29]	0,0037
m. psoas major			
I	7,41 [5,56–10,12]	7,81 [6,03–10,12]	0,0356
II	7,90 [5,84–10,54]	9,03 [7,49–9,89]	0,0216
III	7,78 [5,08–9,31]	7,42 [5,29–10,14]	0,9636
m. erector spinae			
I	19,24 [16,31–23,22]	19,68 [16,35–23,07]	0,2726
II	22,10 [19,87–26,70]	23,23 [17,88–26,64]	0,0061
III	18,51 [16,25–24,33]	19,77 [16,35–25,25]	0,0831

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data.

отражает компенсаторную гипертрофию мышц правой стороны туловища у обследованных лиц.

Обнаружена слабая положительная корреляционная связь между стадией дегенерации межпозвоночного диска по Pfirrmann на уровне L5–S1 и передне-задним размером туловища в сагитальной плоскости ($r = 0,29$, $p = 0,054$) (рис. 1Е). Выявлены статистически значимые различия передне-заднего размера туловища в сагитальной плоскости

на поясничном уровне по данным МРТ (пациенты лежат на спине во время проведения исследования) у пожилых лиц в сравнении с лицами среднего возраста и молодыми пациентами ($p = 0,0119$) (рис. 1Ж). Это может свидетельствовать об увеличении объема висцерального жира, а также о гипотонии мышц передней брюшной стенки вследствие снижения тонуса мышц брюшного пресса с возрастом и с прибавкой массы тела.

ОБСУЖДЕНИЕ

Спинальная саркопения при БНС в настоящее время активно изучается [7]. Потенцирование боли в спине очевидно ввиду дестабилизации ПДС. Предложенные критерии первичной саркопии, к сожалению, имеют ограничения для диагностики спинальной саркопии [8, 9], так как не разработан общепринятый протокол измерения массы параспинальных мышц при визуализации поясничного отдела позвоночника, отсутствует оборудование для измерения изокинетической силы и функции мышц-разгибателей и мышц-сгибателей позвоночника в отдельности, а их стимуляция чревата возникновением боли. МРТ может быть использована для выявления потери массы параспинальных мышц с помощью простого и доступного измерительного инструмента — МПИ (многоплоскостная реконструкция) с использованием одного аксиального среза на уровне 3-го поясничного позвонка, на изображении должны быть представлены все три группы парных мышц. В отличие от предыдущих индексов МПИ не требует контакта с пациентом и отдельного расчета параметров его тела — ИМТ, роста, площади поверхности тела — и может быть проанализирована специалистом лучевой диагностики. Наши данные о корреляции МПИ с ИМТ, т.е. адаптивного прироста массы параспинальных мышц с увеличением массы пациента и осевой нагрузки на позвоночник, дополнительно свидетельствуют о возможности использования данного параметра.

Известно, что источниками болевой афферентации в спине могут служить как костно-хрящевые компоненты ПДС, сегментарная нестабильность, так и мышечно-связочный аппарат [11]. Вклад миофасциального синдрома в поддержание БС обосновывает проведение исследований в отношении тонуса, массы и адаптивных механизмов параспинальных мышц в зависимости от возраста, а также у офисных работников [12]. Ранее было показано, что мышцы туловища и живота относятся к функциональным компонентам двигательных сегментов и при остром болевом эпизоде стабилизируют его, предотвращая смещение позвонков и скольжение дисков относительно друг друга [13]. При хронической БС так же происходит ограничение локальной подвижности позвоночника и снижение активности параспинальных мышц. Исследование Laoetal с применением кинетической МРТ у 162 неоперированных пациентов с БС выявило значительное снижение межпозвонкового движения вплоть до анкилоза ПДС при 5 стадии ДБД по Pfirrmann [5].

Как было показано в нашей и ряде других работ, с возрастом наблюдается потеря массы параспинальных мышц [10, 14]. Интересно, что утрата мышц сопряжена с процессом увеличения площади тел позвонков — точнее, их опорных площадок, — несмотря на сохранение прямой корреляции МПИ с площадью L3. Спондилез (остеоартрит

позвоночника) характеризуется образованием более патологических остеофитов концевой пластинки и связан с сужением межпозвонкового пространства, дегенерацией МПД и реактивными изменениями тел прилежащих позвонков [15]. Многочисленные работы подтверждают, что процесс разрастания поверхности опорных площадок тел позвонков имеет сильную корреляцию с возрастом [16, 17]. По мнению отдельных авторов, образование остеофитов носит адаптационный характер (ремоделирования ПДС) в ответ на изменение биомеханики позвоночника [18].

В нашем исследовании была выявлена асимметрия и снижение массы квадратной мышцы поясницы с возрастом, что согласуется с данными отечественных авторов [19]. При оценке силовой выносливости мышц спины у девочек 7–8 лет с асимметричной осанкой и сколиозом I степени также была выявлена асимметрия со снижением силы мышц именно левой половины туловища [20]. Известно, что функция квадратной мышцы поясницы заключается в удержании (стабилизации) туловища в вертикальном положении при двустороннем сокращении — эта мышца относится к глобальным стабилизаторам туловища), опущении XII пар ребер при глубоком выдохе животом и наклоне туловища в одну сторону при одностороннем сокращении. С учетом принципиальной роли данной мышцы в утрате общей массы параспинальных мышц программы профилактики и реабилитации больных с БНС могут включать специальные упражнения на динамическую и изометрическую работу данной мышцы билатерально, а также дополнительные упражнения для левой квадратной мышцы поясницы.

Большие значения толщины туловища у пожилых людей по сравнению с этим показателем у лиц среднего возраста и молодых пациентов, выявленные в данной работе, могут свидетельствовать об увеличении объема живота с возрастом, учитывая, что оценка данного параметра проводилась в положении лежа на спине, когда действие силы тяжести минимизирует этот параметр. В нескольких опубликованных работах была выявлена корреляция объема живота с углом поясничного лордоза и влияние на тяжесть дегенерации МПД [21]. Для пациентов с БНС обосновано включение в программу лечебной физкультуры (наряду со снижением веса) упражнений, направленных на активизацию прямой и косых мышц передней брюшной стенки, которые также относятся к глобальным осевым стабилизаторам. Нехирургический подход, направленный на стабилизацию поясничного отдела позвоночника, основан на активизации параспинальных мышц (особенно квадратной мышцы поясницы) и мышц брюшного пресса, что оказывает разгрузочный эффект как на МПД, так и на фасеточные суставы и связки [22].

ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе не проводился анализ функции пара-спинальных мышц ввиду наличия болевого синдрома в спине. Полноценно судить о спинальной саркопении по критериям Европейского и Азиатского обществ по изучению саркопении не представлялось возможным ввиду отсутствия определения силы и функции изучаемых мышц. Кроме того, в задачи исследования не входила оценка состояния скелетной мускулатуры, имеющей отношение к функциональному состоянию позвоночника и так называемой становой силе — мышцам брюшного пресса и мышцам тазового дна. Вероятно, это является корректным подходом и перспективным направлением в оценке мышечного корсета спины в предстоящих исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Масса параспинальных мышц у пациентов с БНС снижается с возрастом, что отражается в уменьшении значений МПИ по данным МРТ. МПИ является эффективным инструментом оценки снижения мышечной массы спины. Изменение двигательного стереотипа при боли в спине формирует хронический дисбаланс и асимметрию квадратной мышцы поясницы. Выявлена положительная корреляционная связь передне-заднего размера туловища с дегенерацией МПД, что может указывать на вклад мышечно-висцерального компонента на состояние позвоночно-двигательного сегмента в поясничном отделе позвоночника. Полученные данные позволяют сформировать первоочередные задачи по сохранению спинального каркаса во всех возрастных группах. Ключевую роль в предупреждении новых эпизодов боли играет консервативный подход, включающий активацию мышц спины и брюшного пресса, а также комплексные реабилитационные программы, направленные на укрепление мышечного корсета и нормализацию осанки.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFORMATION

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Funding Sources: This study had no external funding sources.

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

Conflict of Interests. The authors declare no conflicts of interest

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией.

Н. Г. Правдюк — анализ литературы, постановка задачи, анализ и интерпретация данных;

А. В. Новикова — анализ литературы, сбор клинических данных и набор материала, анализ и интерпретация данных, подготовка графиков; Н. А. Шостак — одобрение дизайна работы и консультирование исследования, редактирование рукописи; А. А. Клименко — консультирование исследования, редактирование рукописи; Е.С. Першина — предоставление изображений магнитно-резонансной томографии в центре лучевой диагностики, экспертная оценка полученных изображений и статистических данных; А. А. Мурадянц — консультирование исследования, редактирование рукописи; А. А. Буянова — подготовка рисунков, статистический анализ.

Authors' Contributions. All authors made significant contributions to the study's preparation, reviewed, and approved the final manuscript version before publication.

N. G. Pravdiuk — literature review, study design, clinical data collection, data analysis and interpretation data analysis; A.V. Novikova — literature review and preparation of graphical materials; N. A. Shostak — approval of study design, research consultation, and manuscript editing; A. A. Klimenko — research consultation and manuscript editing; E. S. Pershina — provision of MRI images, expert assessment of imaging and statistical data; A. A. Muradyants — research consultation; A. A. Buianova — preparation of figures, statistical analysis.

Благодарности. Авторы выражают благодарность Жулиной Юлии Сергеевне, клиническому ординатору ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И. М. Сеченова, за ее вклад в анализ изображений МРТ.

Acknowledgements. The authors thank Y. S. Zhulina, clinical resident at I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, for her contributions to MRI image analysis.

ORCID АВТОРОВ:

Правдюк Н. Г. / Pravdyuk N.G. — 0000-0002-9710-699X
Новикова А. В. / Novikova A. V. — 0000-0002-8104-9791
Шостак Н. А. / Shostak N. A. — 0000-0003-4669-1006
Клименко А. А. / Klimenko A. A. — 0000-0002-7410-9784
Першина Е. С. / Pershina E. S. — 0000-0002-3952-6865
Мурадянц А. А. / Muradyants A. A. — 0000-0002-5713-2253
Буянова А. А. / Buianova A. A. — 0000-0001-7894-9222

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Stokes I. A. F., Gardner-Morse M. G., Henry S. M. Abdominal muscle activation increases lumbar spinal stability: Analysis of contributions of different muscle groups. Clin Biomech (Bristol) 2011; 26 (8): 797–803. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2011.04.006.
2. Bergmark A. Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. Acta OrthopScand Suppl 1989; 230: 1–54. DOI: 10.3109/17453678909154177.
3. Kuo Y. K., Lin Y. C., Lee C. Y., et al. Novel Insights into the Pathogenesis of Spinal Sarcopenia and Related Therapeutic

Approaches: A Narrative Review. *IJMS* 2020; 21 (8): 3010. Published 2020 Apr 24. DOI: 10.3390/ijms21083010.

4. Danneels L. A., Vanderstraeten G. G., Cambier D. C., et al. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur Spine J* 2000; 9 (4): 266–272. DOI: 10.1007/s005860000190.

5. Lao L., Daubs M. D., Scott T. P., et al. Effect of Disc Degeneration on Lumbar Segmental Mobility Analyzed by Kinetic Magnetic Resonance Imaging: *Spine* 2015; 40 (5): 316–322. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000738.

6. Pfirrmann C. W. A., Metzdorf A., Zanetti M., et al. Magnetic Resonance Classification of Lumbar Intervertebral Disc Degeneration: *Spine* 2001; 26 (17): 1873–1878. DOI: 10.1097/00007632-200109010-00011.

7. Cruz-Jentoft A. J., Bahat G., Bauer J., et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis [published correction appears in *Age Ageing*. 2019 Jul 1; 48 (4): 601. DOI: 10.1093/ageing/afz046. *Age Ageing*. 2019; 48 (1): 16–31. DOI: 10.1093/ageing/afy169.

8. Chen L. K., Liu L. K., Woo J., et al. Sarcopenia in Asia: Consensus Report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2014; 15 (2): 95–101. DOI: 10.1016/j.jamda.2013.11.025.

9. Kim J. C., Lee S. U., Jung S. H., et al. Natural aging course of paraspinal muscle and back extensor strength in community-dwelling older adults (sarcopenia of spine, SarcoSpine): a prospective cohort study protocol. *BMJ Open* 2019; 9 (9): e032443. Published 2019 Sep 5. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-032443.

10. White A. A., Gordon S. L. Synopsis: Workshop on Idiopathic Low-Back Pain: *Spine* 1982; 7 (2): 141–149. DOI: 10.1097/00007632-198203000-00009.

11. Данилов А. Б., Курганова Ю. М. Офисный синдром. // *PMЖ*. — 2011. — Т. 30. — С. 1902. [Danilov A. B., Kurganova Yu. M. Office Syndrome. *RMJ* 2011; 30: 1902 (In Russ.)].

12. Krämer J. *Intervertebral Disk Diseases: Causes, Diagnosis, Treatment and Prophylaxis*. 3rd ed. Stuttgart: Thieme, 2009.

13. Kalichman L., Hodges P., Li L., et al. Changes in paraspinal muscles and their association with low back pain and spinal degeneration: CT study. *Eur Spine J* 2010; 19 (7): 1136–1144. DOI: 10.1007/s00586-009-1257-5.

14. Buckwalter J. A., Saltzman C., Brown T. The Impact of Osteoarthritis: Implications for Research. *Clin Orthop Relat Res* 2004; (427 Suppl): S6–S15. DOI: 10.1097/01.blo.0000143938.30681.9d.

15. O'Neill T. W., McCloskey E. V., Kanis J. A., et al. The distribution, determinants, and clinical correlates of vertebral osteophytosis: a population based survey. *J Rheumatol* 1999; 26 (4): 842–848.

16. Boos N., Weissbach S., Rohrbach H., et al. Classification of Age-Related Changes in Lumbar Intervertebral Discs: 2002 Volvo Award in Basic Science. *Spine* 2002; 27 (23): 2631–2644. DOI: 10.1097/00007632-200212010-00002.

17. Van Der Kraan P. M., Van Den Berg W. B. Osteophytes: relevance and biology. *Osteoarthritis Cartilage* 2007; 15 (3): 237–244. DOI: 10.1016/j.joca.2006.11.006.

18. Middleton K., Fish D. E. Lumbar spondylosis: clinical presentation and treatment approaches. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2009; 2 (2): 94–104. DOI: 10.1007/s12178-009-9051-x.

19. Кудрявцева И. П., Сафонова Г. Д., Бердюгин К. А. Состояние паравертебральных мышц при заболеваниях позвоночника (обзор литературы) // *Современные проблемы науки и образования*. — 2015. — № 5 — С. 166. [Kudryavtseva I. P., Safonova G. D., Berdyugin K. A. State of paravertebral muscles in spinal diseases. *Modern Problems of Science and Education* 2015; 5: 166. (In Russ.)].

20. Мищенко И. А., Черных С. В. Специальные физические упражнения в коррекции мышечного дисбаланса у девочек 7–8 лет с асимметричной осанкой и сколиозом // *Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта*. — 2015. — Т. 215. — № 1. — С. 334–338. [Mishchenko I. A., Chernykh S. V. Special physical exercises for the correction of muscle imbalance in girls 7–8 years old with asymmetric posture and scoliosis. *Scientific notes of P. F. Lesgaft University*. 2023; 1 (215): 334–338. (In Russ.)].

21. Skaf G. S., Ayoub C. M., Domloj N. T., et al. Effect of Age and Lordotic Angle on the Level of Lumbar Disc Herniation. *Adv Orthop* 2011; 2011: 1–6. DOI: 10.4061/2011/950576.

22. Neidlinger-Wilke C., Galbusera F., Pratsinis H., et al. Mechanical loading of the intervertebral disc: from the macroscopic to the cellular level. *Eur Spine J* 2014; 23 Suppl 3: P. 333–343. DOI: 10.1007/s00586-013-2855-9.