

ДИНАМИКА ТРАНСКАПИЛЛЯРНОГО ОБМЕНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ВИБРОТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ С ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОЙ ДОРСОПАТИЕЙ

А.Е. Смирнов¹, И.И. Иванова^{1*}, Н.Н. Лазаренко², О.А. Доготарь²

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва

DYNAMICS OF TRANSCAPILLARY METABOLISM UNDER THE VIBRATION THERAPY IN PATIENTS WITH LUMBOSACRAL DORSOPATHY

A.E. Smirnov¹, I.I. Ivanova^{1*}, N.N. Lazarenko², O.A. Dogotar²

¹ Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

² Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

*E-mail: i.ivanova@mail.ru

Аннотация

Пояснично-крестцовая дорсопатия с болевым синдромом – одно из наиболее частых проявлений остеохондроза позвоночника, приводящее к значительным экономическим потерям из-за высокой распространенности заболевания, длительной утраты трудоспособности и инвалидизации. Нарушения в организме больных с данной патологией касаются не только локальных изменений, но и нарушений метаболизма надсегментарных и центральных структур. **Цель исследования** – изучение эффективности влияния комплексного лечения, включающего вибрационную терапию, на транскапиллярный обмен головного мозга у больных с пояснично-крестцовой дорсопатией с болевым синдромом в подострой стадии заболевания. **Материалы и методы.** В открытое рандомизированное контролируемое исследование были включены 60 пациентов (возраст – 31.41 ± 4.27 года) с пояснично-крестцовой дорсопатией с болевым синдромом в подострой стадии заболевания. Все пациенты были разделены на две выборочные группы: первая (контрольная, $n = 30$) с терапией флупиртином на протяжении двух недель в дозе по 100 мг три раза в сутки; вторая (основная, $n = 30$) с дополнением 10–12 ежедневных процедур вибрационной терапии к основному лечению. Оценивали динамику признака транскапиллярного обмена по данным реоэнцефалографии. Сроки наблюдения – до лечения, после курса и через шесть месяцев после окончания терапии. Полученные данные анализировали с помощью показателей описательной, параметрической и непараметрической статистики, в том числе использовали тесты Шапиро – Уилка и Краскела – Уоллиса. **Результаты.** До начала лечения признаки транскапиллярного обмена у больных в обеих группах были снижены и сравнимы, а распределение их соответствовало нормальности. У пациентов второй группы после комплексного лечения, включавшего вибрационную терапию, метаболизм головного мозга улучшился, а болевой синдром уменьшился, с сохранением эффекта через шесть месяцев. У пациентов первой группы улучшение наблюдалось только после курса лекарственной терапии. **Заключение.** Комплексное лечение, включающее вибрационную терапию, способствует улучшению транскапиллярного обмена головного мозга и может эффективно применяться для восстановления пациентов с пояснично-крестцовой дорсопатией и болевым синдромом в подострой стадии заболевания.

Ключевые слова: пояснично-крестцовая дорсопатия, транскапиллярный обмен головного мозга, вибрационная терапия.

Abstract

Lumbosacral dorsopathy with pain syndrome is the most often sign of spinal osteochondrosis. This pathology causes disability and high economic losses because it is widely spread. Disorders in the body of patients with this pathology cause not only local changes, but also disrupt the coordination of metabolism in suprasegmental and central structures. **Purpose.** To assess the effectiveness of comprehensive therapy, including the vibration therapy, at transcapillary metabolism of the brain in patients with lumbosacral dorsopathy and pain syndrome in the subacute stage of the disease. **Materials and methods.** 60 patients (aged 31.41 ± 4.27) with lumbosacral dorsopathy and pain syndrome in the subacute stage of the disease were included in an open randomized controlled trial. All patients were divided into two sample groups: patients in Group 1 (control, $n = 30$) had Flupirtin therapy for two weeks at dosage 100 mg three times twice a day; patients in Group 2 (studied, $n = 30$) were added vibration therapy with 10–12 daily sessions. Follow-up periods were before the treatment, after it, and in six months after the end of therapy. The data obtained were analyzed using descriptive, parametric, and nonparametric statistics, including Shapiro-Wilk and Kraskel-Wallis tests. Dynamics of transcapillary metabolism was evaluated by REG findings. Observation periods were before treatment, after it, and in six months after the end of therapy. The data obtained were analyzed using descriptive, parametric, and nonparametric statistics, including Shapiro-Wilk and Kraskel-Wallis tests. **Results.** Before the treatment, signs of transcapillary metabolism in patients of both groups were reduced and comparable, and their distribution corresponded to the normal state. In patients from Group 2, after the complex treatment with vibration therapy, brain metabolism improved, pain decreased with this effect persisting for months. In patients from Group 1, improvement was registered only after the course of medicamentous therapy. **Conclusion.** The comprehensive treatment with vibration therapy improves transcapillary metabolism of the brain and can be effectively used to restore patients with lumbosacral dorsopathy and pain syndrome in the subacute stage of the disease.

Keywords: lumbosacral dorsopathy, brain transcapillary exchange, vibration therapy.

Ссылка для цитирования: Смирнов А.Е., Иванова И.И., Лазаренко Н.Н., Доготарь О.А. Динамика транскапиллярного обмена под влиянием вибротерапии у больных с пояснично-крестцовой дорсопатией. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2025; 3: 44–48.

Патология костно-мышечной системы (КМС) является ведущим фактором инвалидизации во всем мире и поражает около 1.7 млрд людей [1, 2]. Около 30% населения планеты испытывают хроническую боль в пояснице [3, 4]. Анализ обзоров литературы выявил важную тенденцию в необходимости реабилитации людей с этой патологией [5, 6].

Реабилитационные возможности патологии КМС, помимо лекарственных средств, включают и комплексы физических упражнений [7, 8]. Широко применяются разновидности лечебной физкультуры: аэробные и силовые тренировки, гидрокинезотерапия, пилатес, йога, цигун гимнастика, ходьба и др. [9]. При этом в некоторых обзорах отмечается отсутствие существенной разницы в эффекте от этих упражнений на характер болевого синдрома при патологических состояниях КМС [10]. Среди физических факторов при лечении заболеваний КМС используют электрические поля, магнитные, световые воздействия, массаж, гирудотерапию и др. Однако на сегодняшний день не удается решить проблему создания высокоэффективного и неинвазивного метода лечения нарушений в функционировании КМС [11–14].

Цель исследования – изучение эффективности влияния комплексного лечения, включающего вибрационную терапию, на транскапиллярный обмен головного мозга у больных с пояснично-крестцовой дорсопатией с болевым синдромом в подострой стадии заболевания.

Материалы и методы

Открытое рандомизированное контролируемое исследование проводили в генеральной совокупности больных с пояснично-крестцовой дорсопатией ($n = 60$, средний возраст – 31.41 ± 4.27 года) в подострой стадии заболевания с болевым синдромом (МКБ 10, M40–M54). Пациенты первой группы (контрольная, $n = 30$) получали флупиртин на протяжении двух недель, в дозе по 100 мг три раза в сутки. Препарат подавляет передачу болевых сигналов и предотвращает усиление болевых ощущений или переход их в хроническую форму, а также снимает мышечные спазмы, блокируя передачу нервных импульсов к мышечным клеткам. Пациенты второй группы (основная, $n = 30$) получали дополнительно вибрационную терапию (ВБТ) с использованием аппарата «вибромассажер медицинский» (рег. удостоверение № ФСР 2011/09740 от 20.06.2011 г.) со скоростью вибрации от 90 до 100 ударов в минуту. В методике воздействия выполнялись по два-три раза следующие движения: прямолинейное, спиралевидное, кругообразное, штрихообразное и потирающее. Область воздействия – пояснично-крестцовая область. Курс 10–12 ежедневных процедур. При этом с помощью аппаратно-программного комплекса «Валента» изучали реоэнцефалографию во фронто-мастоидальном отведении (рег. удостоверение № ФСР 2007/00259 от 26.03.2009 г.) с анализом интегрального показателя церебрального транскапиллярного обмена ($F(\bar{X})$; 0.13 ± 0.01 Ом/с).

Критерии включения в исследование:

- подострая стадия заболевания с болевым синдромом, подтвержденная клиническими, инструментальными и лабораторными методами;
- подписание информированного согласия;
- трудоспособный возраст.

Критерии не включения в исследование:

- аллергические реакции в анамнезе или индивидуальная непереносимость используемых лекарственных средств;
- острая стадия любого заболевания;
- острый тромбоз вен, венозные тромбоэмболии в настоящее время;
- общие противопоказания к физиотерапии и вибротерапии.

Критерии исключения из исследования:

- отказ от участия в исследовании;
- несоблюдение правил участия в исследовании (пропуск процедур, самостоятельное применение препаратов, запрещенных в исследовании);
- появление в ходе исследования причин, угрожающих безопасности пациента.

Проведение исследования по теме «Биполярно-импульсные токи и вибрационный массаж в комплексном лечении больных с пояснично-крестцовой дорсопатией» одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ ДПО «ЦГМА» (протокол № 1/2023 от 7 февраля 2023 г.).

Статистика

Подготовку и обработку статистических данных проводили с использованием текстового редактора Microsoft Office Word 2010, табличного редактора Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft, США), статистических пакетов прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Вычисляли среднее значение признака транскапиллярного обмена (F) и его стандартное отклонение (δ), медиану (Me), количество больных в генеральной и двух выборочных совокупностях и другие показатели. Результаты оценивали до начала лечения, после его окончания и через шесть месяцев после завершения курса процедур. С помощью теста Шапиро – Уилка в генеральной и выборочных совокупностях проводили анализ нормальности. Вычисляли парный t -критерий Стьюдента, сравнивая значение t -критерия экспериментального ($t_{\text{эксп}}$) и t -критерия критического ($t_{\text{крит}}$); учитывали тестовую статистику (W). Доверительный интервал рассчитывали с 95%-ной достоверностью. Значимость изменений показателей считали при $p \leq 0.05$. Отсутствие асимметричности распределения и избыточного эксцесса считали при значениях < 3 . При проведении теста Краскела – Уоллиса использовали метод Бонферрони для коррекции значения α ($\alpha \leq 0.01667$).

Результаты и обсуждение

Заболевания скелетно-мышечной системы широко распространены, и за последние 20 лет, по данным ВОЗ, прослеживается негативная тенденция [15].

Результаты проверки нормальности распределения признаков показателя трансапиллярного обмена F по группам с помощью критериев теста Шапиро – Уилка

Статистические показатели	Значения и сроки наблюдения		
	До терапии	После курса терапии	Через шесть месяцев после терапии
<i>Первая группа</i>			
W	0.897	0.911	0.842
P-значение	0.2066	0.2953	0.05011
Среднее значение ($\bar{X}$)	0.08	0.09	0.08
Медиана (Me)	0.08	0.09	0.079
δ	0.001814	0.0009487	0.001776
Асимметричность (As)	0.19	0.2342	-0.2795
Форма асимметрии (симметрична)	p = 0.782	p = 0.733	p = 0.684
Избыточный эксцесс	-1.5881	-0.3469	1.4211
Форма эксцесса	Нормальная (p = 0.234)	Нормальная (p = 0.795)	Нормальная (p = 0.07)
<i>Вторая группа</i>			
W	0.899	0.882	0.881
P-значение	0.2218	0.1399	0.1389
Среднее значение ($\bar{X}$)	0.08	0.11	0.1
Медиана (Me)	0.08	0.11	0.1
δ	0.002	0.01	0.01
Асимметричность (As)	-1.19	-0.44	-0.43
Форма асимметрии (симметрична)	p = 0.083	p = 0.532	p = 0.531
Избыточный эксцесс	1.8009	-0.8714	-0.8713
Форма эксцесса	Нормальная (p = 0.177)	Нормальная (p = 0.515)	Нормальная (p = 0.514)

Примечание. W – мощность признака, $\bar{X}$ – среднее значение, Me – медиана, δ – стандартное отклонение, As – асимметричность.

В настоящее время отмечается определенный ренессанс в отношении ВБТ, отдельные приемы которой еще с древних времен использовали в лечебных целях. На внешние механические воздействия эволюционно возникает необходимость в возникновении рецепции этих вибраций [16, 17]. Известно, что ВБТ воздействует на различные ткани – кожу, подкожную клетчатку, мышцы, крупные артерии. Импульсы от виброрецепторов передаются в центральную нервную систему через задние столбы спинного мозга и распознаются в соматосенсорной коре головного мозга [18].

ВБТ низкой частоты вызывает положительные изменения на молекулярном и клеточном уровнях, оказывает нейропротекторное действие и увеличивает синтез серотонина и дофамина, которые улучшают психоэмоциональное состояние пациентов, уменьшают депрессию. ВБТ способствует повышению скорости кровотока, что ведет к активации эндотелиальной NO-синтазы, расширению сосудов и ускорению нейрональной передачи сигналов, улучшает иммунитет и двигательную активность, снижает болевую чувствительность [19].

Еще до начала лечения мы убедились, с использованием методов статистической обработки, в том числе теста Шапиро – Уилка, в нормальности распределения признаков показателя F у больных в двух выборочных совокупностях (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что в первой группе мощность теста составляла – 0.897 (p = 0.2066); после курса лечения – 0.911 (p = 0.2953); через шесть месяцев – 0.842 (p = 0.05011). При этом во второй группе до лечения мощность теста составляла – 0.899 (p = 0.2218); после курса – 0.822 (0.1399); через шесть месяцев – 0.881 (0.1389).

Таким образом, такая большая мощность тестов позволила обнаружить статистически значимые различия между признаками. Расчеты показали, что статистика W находилась в 95%-ной области принятия гипотезы о нормальности распределения (0.417–1).

Сравнение признаков F в первой группе показало, что средние арифметические $\bar{X}$ до лечения и через шесть месяцев были сравнимы: $\bar{X}_1 = 0.08 \pm 0.001814$ и $\bar{X}_3 = 0.079 \pm 0.001776$ соответственно. После курса лечения значение среднего повысилось до значений $\bar{X}_2 = 0.09 \pm 0.0009487$. Во второй группе до лечения $\bar{X}_1 = 0.08 \pm 0.002$, а после курса лечения значения признака повысились до $\bar{X}_2 = 0.11 \pm 0.01$ и в течение шести месяцев оставались в пределах $\bar{X} = 0.1 \pm 0.01$.

При сравнении средних и медианных признаков F можно было заметить их равенство. Так, в первой группе до лечения и через шесть месяцев после – $\bar{X}$ и Me = 0.08; после курса лечения – $\bar{X}$ и Me = 0.09. Во второй группе до лечения – $\bar{X}$ и Me соответствовали значениям 0.08; после курса и через шесть месяцев – были равны 0.01. Такое равенство средних и медианных признаков сви-

Таблица 2

Анализ различия признаков показателя F у больных по группам

Пара сравнения	Разница в среднем ранге	Z	SE	Критическое значение	p
<i>Первая группа</i>					
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	-16.9	4.3481	3.8868	9.3045	0.00001373*
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	-4.1	1.0549	3.8868	9.3045	0.2915
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	12.8	3.2932	3.8868	9.3045	0.0009904*
<i>Вторая группа</i>					
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	-13.1	3.3654	3.8925	9.3183	0.0007643*
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	-13.45	3.4553	3.8925	9.3183	0.0005496*
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	-0.35	0.08992	3.8925	9.3183	0.9284

Примечание. Парное сравнение признака F (Ом/с) по группам: $\bar{X}_1$ – значение признаков F до лечения; $\bar{X}_2$ – значение признаков F после курса лечения; $\bar{X}_3$ – значение признаков F через шесть месяцев; значение Z показывает, на сколько стандартных отклонений найденное значение удалено от среднего; SE – стандартная ошибка; p – статистическая значимость различий в признаках при $\alpha \leq 0.01667$.

* Достоверно значимые различия.

детельствовало о нормальности их распределения во все периоды наблюдения. Форма распределения была симметричная во все сроки наблюдения, так как значения $p > \alpha = 0.05$ ($p = 0.083$; $p = 0.532$; $p = 0.531$). Избыточный эксцесс можно было не учитывать, поскольку его значение во все сроки наблюдения было < 3 , что подтверждало нормальность распределения.

Для выявления различий и значимости между средними значениями в наблюдаемых группах мы провели тест Краскела – Уоллиса с учетом скорректированного значения α по методу Бонферрони, где $\alpha = 0.01667$ (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что значимые различия наблюдались при сравнении признаков в первой группе между признаками до лечения и курсом ($\bar{X}_1 - \bar{X}_2$) – $p = 0.00001373 < \alpha$ (0.01667), а также между признаками после курса лечения и через 6 месяцев ($\bar{X}_2 - \bar{X}_3$) – $p = 0.0009904 < \alpha$. При этом улучшение клинического состояния больных наблюдалось только после курса лечения, а к шестому месяцу вновь возник болевой синдром.

Во второй группе значимые различия касались периодов между признаками до лечения и курсом ($\bar{X}_1 - \bar{X}_2$) – $p = 0.0007643$ и между признаками до лечения и шесть месяцев после лечения ($\bar{X}_1 - \bar{X}_3$) – $p = 0.0005496$. Это различие в признаках F подтверждало улучшение метаболизма головного мозга в течение шести месяцев.

Заключение

В процессе изучения влияния комплексного лечения у больных с пояснично-крестцовой дорсопатией с болевым синдромом в подострой стадии, включающего лекарственную и вибрационную терапию, на динамику транскапиллярного обмена головного мозга отмечена нормальность распределения признаков F в генеральной и выборочных совокупностях и на всех сроках наблюдения по группам, о чем свидетельствовал статистический анализ. Включение вибрационной терапии в комплекс лечения у пациентов второй группы оказалось эффективным, сопровождалось более длительным снижением болевого синдрома и улучшением транскапиллярного обмена головного мозга: уменьшение болевого синдрома и улучшение признака F сохранялось и через шесть месяцев. При этом у больных первой группы, получавших только стандартную лекарственную терапию, улуч-

шение признака F и уменьшение болевого синдрома, достигнутые к концу курса лечения, не сохранились через шесть месяцев после его завершения.

Таким образом, результаты исследования показали, что комплексное лечение, включающее вибрационную терапию, улучшает транскапиллярный обмен головного мозга и может эффективно применяться в восстановлении больных с пояснично-крестцовой дорсопатией с болевым синдромом в подострой стадии заболевания.

Литература

1. Макаров В.Ю. и др. Анализ заболеваемости болезнями опорно-двигательного аппарата (болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани) как основа планирования медицинской реабилитации в субъекте РФ // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья им. Н.А. Семашко. – 2019. – № 3–4. – С. 48 – 56. [Makarov V. Yu. et al. Analysis of morbidity of musculoskeletal system diseases (diseases of the bone-muscular system and connective tissue) as the basis of medical rehabilitation planning in a subject of the Russian Federation // N.A. Semashko National Research Institute of Public Health. – 2019. – No 3–4. – P. 48–56. In Russian]. DOI: 10.25742/NRIPH.2019.03.006.
2. Cieza A. et al. Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // The Lancet. – 2020. – V. 396. – No 10267. – P. 2006–2017. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32340-0.
3. Joern L. et al. Pain cognitions and impact of low back pain after participation in a self-management program: a qualitative study // Chiropractic & Manual Therapies. – 2022. – V. 30. – № 1. – P. 8. DOI: 10.1186/s12998-022-00416-6.
4. Ropponen A. et al. Predicting the duration of sickness absence spells due to back pain: a population-based study from Sweden // Occupational and Environmental Medicine. – 2020. – V. 77. – No 2. – P. 115–121. DOI: 10.1136/oemed-2019-106129.
5. Chen N. et al. Secular trends in musculoskeletal rehabilitation needs in 191 countries and territories from 1990 to 2019 // JAMA Network Open. – 2022. –

- V. 5. – No 1. – P. e2144198–e2144198. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.44198.
6. Guan S.Y. et al. Global burden and risk factors of musculoskeletal disorders among adolescents and young adults in 204 countries and territories, 1990–2019 // *Autoimmunity Reviews*. – 2023. – V. 22. – No 8. – P. 103361. DOI: 10.1016/j.autrev.2023.103361.
7. Karlsson M. et al. Effects of exercise therapy in patients with acute low back pain: a systematic review of systematic reviews // *Systematic Reviews*. – 2020. – V. 9. – No 1. – P. 182. DOI: 10.1186/s13643-020-01412-8.
8. Есина Е.Ю. и др. Роль немедикаментозных методов лечения в терапии дегенеративных заболеваний позвоночника на амбулаторном этапе медицинской реабилитации // *Вестник физиотерапии и курортологии*. – 2020. – Т. 26. – № 4. – С. 117–118. [Esina E.Yu. et al. The role of non-drug treatment methods in the therapy of degenerative diseases of the spine at the outpatient stage of medical rehabilitation // *Herald of Physiotherapy and Balneology*. – 2020 – V. 26. – No 4. – P. 117–118. In Russian].
9. Wieland L.S. et al. Yoga for chronic non-specific low back pain // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2022. – No 11. DOI: 10.1002/14651858.CD010671.pub3. Peng M.S. et al. Efficacy of therapeutic aquatic exercise vs physical therapy modalities for patients with chronic low back pain: a randomized clinical trial // *JAMA Network Open*. – 2022. – V. 5. – No 1. – P. e2142069–e2142069. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.42069.
10. Адамбаев З.И. и др. Комплексное лечение дорсалгий, обусловленных спондилоартрозом у лиц пожилого возраста в санаторных условиях // *Медицинские новости*. – 2021. – Т. 326. – № 11. – С. 78–81. [Adambaev Z.I. et al. Complex treatment of dorsalgia in the elderly caused by spondylarthrosis in sanatorial conditions // *Medical News*. – 2021. – V. 326. – No.11. – P. 78–81. In Russian].
11. Зубовский Д.К. Магнитотерапия для спортсменов: акцент на комплексные методики // *Прикладная спортивная наука*. – 2022. – Т. 16. – № 2. – С. 85–92. [Zubovsky D.K. Magnetic therapy for athletes: focus on integrated methods // *Applied Sports Science*. – 2022. – V. 16. – No. 2. – P. 85–92. In Russian].
12. Тальковский Е.М. и др. Комплексное применение высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии и лечебной гимнастики в медицинской реабилитации: проспективное рандомизированное исследование детей со сколиозом II степени // *Вестник восстановительной медицины*. – 2022. – Т. 21. – № 4. – С.88–96. [Talkovsky E.M. et al. High intensity pulsed magnetic therapy and therapeutic exercises complex application in medical rehabilitation: prospective randomized comparative study of children with grade II scoliosis // *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. – 2022 – V. 4. – No 21. – P. 88–96. In Russian]. DOI: 10.38025/2078-1962-2022-21-4-88-96.
13. Кашаева Е.А. Оценка эффективности применения ударно-волновой терапии у спортсменов с дорсопатиями позвоночника // *Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье*. – 2022. – Т. 56. – № 2. – С. 47–48. [Kashaeva E.A. Assessment of the effectiveness of shock wave therapy in athletes with spinal dorsopathy // *Bulletin of the Medical Institute “Reaviz”: rehabilitation, doctor and health*. – 2022 – V. 56. – No 2. – P. 47–48. In Russian].
14. Коротаевский Е.А. и др. Сравнительный анализ заболеваемости дорсопатиями взрослого населения в Российской Федерации и в отдельных субъектах Северо-Западного федерального округа за 2013–2022 гг. // *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. – 2024. – Т. 32. – № 6. – С. 1254–1258. [Korotaevsky E.A. et al. Comparative analysis of the incidence of dorsopathy among the adults in the Russian Federation and in the North-West federal district for 2013–2022 // *Problems of Social Hygiene, Healthcare and History of Medicine*. – 2024. – V. 32. – No 6. – P. 1254–1258. In Russian]. DOI: 10.32687/0869-866X-2024-32-6-1254-1258.
15. Шабанов Г.А. и др. Изучение взаимосвязи микровибраций головы человека с ритмической активностью центральной нервной системы, вызванной фотостимуляцией // *Современные проблемы науки и образования*. – 2020. – № 5. [Shabanov G.A. et al. Studying the relationship of human head microvibrations with rhythmic activity of the central nervous system induced by photostimulation // *Modern Problems of Science and Education*. – 2020. – No 5. In Russian]. DOI: 10.17513/spno.30145.
16. Семушина Е.А. и др. Компьютерная паллестезиометрия с использованием анализатора вибрационной чувствительности в диагностике вибрационной болезни // *Медицина труда и экология человека*. – 2020. – Т. 21. – № 1. – С. 116–120. [Semushina E.A. et al. Using of computer pallesthesiometry in analysis of vibration sensitivity in the diagnosis of vibration disease // *Occupational Health and Human Ecology*. – 2020. – V. 21. – No 1. – P. 116–120. In Russian]. DOI: 10.24411/2411-3794-2020-10113703.
17. Ahuja G. et al. The effects of whole-body vibration therapy on immune and brain functioning: current insights in the underlying cellular and molecular mechanisms // *Frontiers in Neurology*. – 2024. – V. 15. – P. 1422152. DOI: 10.3389/fneur.2024.1422152.
18. Куркин Д.В. и др. Модуляция активности различных синтаз оксида азота в качестве подхода к терапии эндотелиальной дисфункции. Фармация и фармакология. – 2022. – Т. 2. – № 10. – С. 130–153. [Kurkin D.V. et al. Activity modulation of various nitric oxide synthases as an approach to endothelial dysfunction therapy // *Pharmacy & Pharmacology*. – 2022. – V. 2. – No 10. – P. 130–153. In Russian]. DOI: 10.19163/2307-9266-2022-10-2-130-153.