

ЭФФЕКТЫ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Ю.В. Корягина, *nauka@skfmba.ru*, <http://orcid.org/0000-0001-5468-0636>
С.М. Абуталимова, *sabina190989@yandex.ru*, <http://orcid.org/0000-0003-1722-0774>
Н.В. Лунина, *natalya-franc@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0003-1782-3217>
Г.Н. Тер-Акопов, *sk@fmbamail.ru*, <http://orcid.org/0000-0002-7432-8987>
О.Н. Акимкина, *o.akimkina@skfmba.ru*, <https://orcid.org/0000-0001-5394-3166>
Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр
Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия

Аннотация. Цель: изучить и проанализировать эффекты и проблемы применения нейробиоуправления для восстановления и оптимизации состояния спортсменов по данным научных исследований за последние 5 лет. **Материалы и методы.** Проведен метаанализ научных работ российских и зарубежных ученых по данным электронных баз PubMed, Scopus, eLibrary, Google scholar. **Результаты.** Установлено, что применение нейробиоуправления способствует улучшению когнитивных способностей, ускорению сенсомоторных реакций, улучшению концентрации внимания и нормализации эмоционального состояния спортсменов. Выявлена взаимосвязь между квалификацией атлетов и качеством регуляции биоэлектрической активности различных зон коры головного мозга при проведении α -стимулирующих тренировок. Применение более концентрированного по частоте сеансов протокола (3 сеанса в неделю) тренинга способствует лучшей оптимизации процессов мозговой активности спортсменов, а также улучшению их самоконтроля в стрессовых ситуациях. **Заключение.** Таким образом, использование нейробиоуправления для регуляции ритмической активности коры головного мозга позволяет оптимизировать функциональное и эмоциональное состояние спортсменов.

Ключевые слова: нейробиоуправление, нейротренинг, биологическая обратная связь, спортсмены, биоэлектрическая активность мозга, саморегуляция

Для цитирования: Эффекты и проблемы применения нейробиоуправления для восстановления и оптимизации состояния спортсменов / Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, Н.В. Лунина и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № 2. С. 183–189. DOI: 10.14529/hsm250221

Original article
DOI: 10.14529/hsm250221

THE POTENTIAL OF NEUROFEEDBACK IN SPORTS MEDICINE AND PHYSIOLOGY

Yu.V. Koryagina, *nauka@skfmba.ru*, <http://orcid.org/0000-0001-5468-0636>
S.M. Abutalimova, *sabina190989@yandex.ru*, <http://orcid.org/0000-0003-1722-0774>
N.V. Lunina, *natalya-franc@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0003-1782-3217>
G.N. Ter-Akopov, *sk@fmbamail.ru*, <http://orcid.org/0000-0002-7432-8987>
O.N. Akimkina, *o.akimkina@skfmba.ru*, <https://orcid.org/0000-0001-5394-3166>
North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency,
Essentuki, Russia

Abstract. Aim. This study systematically evaluates the applications and challenges of neurofeedback in sports medicine and physiology based on recent scientific evidence. **Materials and methods.** A meta-analysis of domestic and international literature from the past five years was conducted using the PubMed, Scopus, eLibrary, and Google scholar databases. **Results.** Neurofeedback enhances cognitive performance

and regulates athletes' emotional states. A correlation was observed between athletes' skill levels and their ability to regulate bioelectrical activity in different cortical regions during α -stimulation training. A more intensive training protocol (three sessions per week) optimizes brain activity and enhances stress-related self-regulation. **Conclusion.** Neurofeedback-mediated regulation of rhythmic cortical activity can optimize athletes' functional and emotional states.

Keywords: neurofeedback, neurotraining, biofeedback, athletes, bioelectric brain activity, self-regulation

For citation: Koryagina Yu.V., Abutalimova S.M., Lunina N.V., Ter-Akopov G.N., Akimkina O.N. The potential of neurofeedback in sports medicine and physiology. *Human. Sport. Medicine*. 2025;25(2):183–189. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm250221

Введение. Эффективное выполнение спортивных задач с минимальным количеством ошибок и максимальной производительностью – цель, которая может быть достигнута только при оптимальном уровне психоэмоционального состояния и когнитивных функций спортсмена [1, 12, 16].

Перспективы применения нейробиоуправления (НБУ) по ритмам головного мозга (ритмам электроэнцефалограммы (ЭЭГ)) в спортивной медицине связывают с неинвазивным и нефармакологическим воздействием на организм человека, вызывающим изменения функционального состояния по управляемым параметрам и функциям организма. Изучением влияния НБУ по α -ритму головного мозга на организм человека, в том числе спортсменов, занимался целый ряд отечественных исследователей [2, 4, 8, 9]. Исследование влияния НБУ по β -ритму ЭЭГ в российской спортивной науке и практике представлено весьма ограниченно [6, 7]. Вместе с тем, несмотря на имеющиеся положительные данные применения НБУ в спорте, имеется еще много вопросов, касающихся продолжительности сеансов и тренировок, их модальности, особенностей и эффектов воздействия у спортсменов различных видов спорта.

Цель исследования – изучить и проанализировать эффекты и проблемы применения нейробиоуправления для восстановления и оптимизации состояния спортсменов по данным научных исследований за последние 5 лет.

Материалы и методы. Проведен мета-анализ научных работ российских и зарубежных ученых по данным электронных баз PubMed, Scopus, eLibrary, Google scholar по вопросам применения НБУ для восстановления и оптимизации состояния спортсменов. При анализе предпочтительно рассматривались исследования за последние ~5 лет, языковой барьер не выставляли.

Результаты. В настоящее время проведено большое количество научных работ, посвященных внедрению α -стимулирующих сеансов НБУ в процесс спортивной подготовки [4, 5, 8].

Выявлено, что психокоррекция, основанная на методике саморегуляции, способствует не только уменьшению уровня тревожности атлета и повышению его концентрации в условиях высокого эмоционального напряжения, но и стимуляции механизмов иммунной защиты [8]. Кроме того, отмечено, что отсутствие механизмов регуляции стресса может негативно сказаться на индивидуальных и командных результатах спортсменов [10]. Системы биологической обратной связи (БОС) показали многообещающие результаты в регуляции стресса в условиях соревновательной деятельности [12, 14].

Так, опубликовано исследование, показывающее, что НБУ по α -ритму ЭЭГ способствует более стабильному уровню психоэмоционального состояния в соревновательных условиях за счет снижения предстартового напряжения [8].

Проведено исследование, отражающее влияние тренировок НБУ в α -диапазоне у спортсменов разной квалификации. Результаты научного эксперимента показали, что применение технологий БОС позволяет регулировать биоэлектрическую активность различных зон коры головного мозга более успешно у высококвалифицированных спортсменов [9]. Также установлено, что применение НБУ по α -ритму у высококвалифицированных спортсменов способствовало не только росту частотной активности α -волн, но и повышению ритмической активности δ - и θ -волн в центральных, парietальных и затылочных областях регистрации ЭЭГ-сигнала [2].

Ученые Ханты-Мансийской медицинской академии исследовали влияние НБУ в α -диапазоне на параметры вариабельности сердеч-

ного ритма (ВСР), гемодинамики и максимальное потребление кислорода (МПК) при выполнении спортсменами нагрузочного тестирования. После курса из 15 получасовых сеансов НБУ авторами отмечено снижение диастолического давления, частоты сердечных сокращений (ЧСС) и повышение пульсового давления и МПК [4].

Отмечено положительное действие применения НБУ на эмоциональное состояние и психофизиологические функции киберспортсменов. Тренировки, проводимые в α - и θ -диапазонах ЭЭГ, показали свою эффективность как у здоровых испытуемых, так и у киберспортсменов с нарушениями зрения, слуха и заболеваниями опорно-двигательного аппарата [5].

Ряд исследований показал, что спортсмены с более высокой квалификацией осваивают навык произвольной регуляции биоэлектрической активности головного мозга в α -диапазоне успешнее остальных спортсменов из-за более высокой пластичности нейродинамических процессов [13, 14, 17].

Получены данные о влиянии α -стимулирующих сеансов НБУ на параметры ВСР у спортсменов разных квалификаций в период восстановления после физических нагрузок. Выявлено, что проведение 12 сеансов, которые состояли из 25 заданий по 60 секунд и 5-секундным отдыхом между испытаниями, привели к улучшению параметров ЧСС и стандартного отклонения кардиоинтервалов как у спортсменов высокой квалификации, так и у любителей [17].

При НБУ по α -ритму, сопровождаемому расслабляющей аудиовизуальной стимуляцией, у спортсменов высокой квалификации повысился уровень волн в α - и β_1 -диапазонах. Также у спортсменов улучшились показатели времени зрительно-моторной реакции и нескольких показателей рабочей кривой Крепелина, используемых для оценки скорости, эффективности и точности работы [11].

В 2021 году исследователи из Португалии выявили, что повторный курс НБУ по α -ритму способствует улучшению когнитивных способностей спортсменов. Было выявлено, что курс с тремя сеансами в неделю был более эффективным в увеличении амплитуды α -ритма, чем курс с двумя сеансами в неделю. Авторы заключили, что применение более концентрированного по частоте сеансов протокола (3 сеанса в неделю) тренинга способствует лучшей оптимизации процессов мозговой

активности спортсменов, а также улучшению их самоконтроля в стрессовых ситуациях [17].

В недавних исследованиях группы ученых из Польши и Ирана было показано, что НБУ оказывает значительное влияние на спортивные результаты высококвалифицированных атлетов. Тренировка, основанная на методе БОС, была апробирована на спортсменах специализаций дзюдо, бокс, волейбол и футбол. Авторы доказали, что НБУ способствует снижению уровня стресса, повышению самоконтроля в покое и стрессовых ситуациях, повышению умственной работоспособности, а также улучшению скорости реакции на зрительный и слуховой раздражитель, снижению уровня кортизола в крови и улучшению координации движений [22].

Итальянские ученые провели исследование, целью которого являлось улучшение концентрации внимания, управления стрессом и тревожностью, а также улучшение работоспособности у спортсменов, специализирующихся в точностных дисциплинах, таких как стрельба из лука. Проводилось НБУ α - и β -диапазонам ЭЭГ. Результаты показали, что НБУ способствовал ускорению сенсомоторных реакций, улучшению концентрации внимания и управления эмоциями, что способствовало повышению результативности спортсменов. Авторы отметили, что НБУ можно комбинировать с другими методами (например, идеомоторная тренировка), и будущие исследования должны быть основаны на комплексных подходах и индивидуальных протоколах для оптимизации использования НБУ в точностных видах спорта [15].

В рандомизированном экспериментальном исследовании по применению 24 сеансов НБУ по α -ритму у 45 начинающих баскетболистов было достоверно доказано улучшение спортивной работоспособности [18].

Применение НБУ способствует оптимизации и повышению мощности ритмической активности головного мозга в α -диапазоне, что может служить предиктором успешной спортивной подготовки у пловцов [3].

В работах по применению НБУ по протоколу θ/β_1 ритмов ЭЭГ у дзюдоистов наблюдалось статистически значимое улучшение времени реакции на зрительные стимулы как в простых, так и в сложных задачах. Наибольшее улучшение времени реакции наблюдалось в сложных задачах, что свидетельствует о высокой эффективности НБУ в повышении

этой способности [21]. Улучшение времени реакции, а также скорости принятия решений у спортсменов после курса НБУ наблюдали и другие ученые [20]. Результаты исследования группы ученых из Японии показали высокую степень корреляции между улучшением когнитивных способностей и эмоционального состояния спортсменов, что позволило им лучше выполнять спортивные задачи после сеансов НБУ по β -ритму ЭЭГ [19].

Однако имеются работы, показывающие неоднозначные результаты. Выявлено, что успешная регуляция ритмической активностью коры головного мозга достигается только у 50 % атлетов [9]. В одной из работ почти у трети спортсменов, принимавших участие в исследовании, зарегистрирована парадоксальная ЭЭГ реакция, связанная с активацией δ -ритма в условиях полного покоя, что свидетельствует об истощении функциональных

резервов головного мозга вследствие длительного психоэмоционального напряжения. Проведение α -стимулирующего НБУ не способствовало купированию активации δ -волн у спортсменов при повторном тестировании [8].

Заключение. НБУ в спортивной практике наиболее часто применяется с целью повышения функционального состояния спортсмена и коррекции его психоэмоционального статуса, однако необходимо отметить, что в настоящее время отсутствуют общепринятые протоколы НБУ для спортсменов [20], при применении методик не учитываются специализация и квалификация спортсмена, а также модальность БОС. Использование НБУ в спортивной практике особенно перспективно из-за возможности совершенствования собственного потенциала атлета без лишней медикаментозной нагрузки.

Список литературы

1. Базанова, О.М. *Нейробиоуправление – технология персонализированного образования* / О.М. Базанова // *Медицинская физика, физиология и смежные дисциплины в академической и вузовской науке: материалы конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию МГМСУ им. А.И. Евдокимова.* – 2022. – С. 14–17.
2. Индексы фоновой электроэнцефалограммы спортсменов с доминированием метаболического модулятора сердечного ритма и кумулятивный эффект нейробиоуправления / С.И. Еремеев, О.В. Еремеева, Л.Г. Харитонова, В.С. Кормилец // *Фундамент. исследования.* – 2020. – № 9. – С. 14–19.
3. Исказинова, Е.В. *ЭЭГ-предикторы успешности соревновательной деятельности у пловцов, прошедших курс нейробиоуправления* / Е.В. Исказинова, А.П. Шинкоренко, Л.П. Черапкина // *Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма.* – 2021. – С. 136.
4. Кормилец, В.С. *Влияние курса нейробиоуправления на максимальное потребление кислорода и показатели гемодинамики спортсменов высокой квалификации* / В.С. Кормилец, О.В. Еремеева, С.И. Еремеев // *Журнал мед.-биол. исследований.* – 2022. – Т. 10, № 2. – С. 122–131.
5. *Коррекционные возможности тренировочных этапов киберспорта в инклюзивной сфере. Психофизиологический и профориентационный аспекты* / М.Г. Водолажская, Г.И. Водолажский, Н.М. Борозинец и др. // *Человек. Спорт. Медицина.* – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 47–53. DOI: 10.14529/hsm230306
6. Лунина Н.В. *Воздействие БОС-тренинга на когнитивные функции спортсменов* / Н.В. Лунина, Ю.В. Корягина // *Соврем. вопросы биомедицины.* – 2022. – Т. 6, № 4 (21). – С. 226–230.
7. Лунина, Н.В. *Динамика психофизиологических показателей спортсменов при БОС-тренинге по β -ритму головного мозга* / Н.В. Лунина, С.В. Нопин // *Человек. Спорт. Медицина.* – 2023. – Т. 23, № S2. – С. 7–12.
8. *Пилотное исследование по оценке эффективности психокорректирующих методов с использованием ЭЭГ-тренинга и очков виртуальной реальности у спортсменов, участвующих в экстремальных видах спорта* / В.И. Пустовойт, С.Е. Назарян, Е.Я. Адоева и др. // *Спортивная медицина: наука и практика.* – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 67–75.
9. Черапкина, Л.П. *Особенности влияния нейробиоуправления на психофункциональное состояние спортсменов различной квалификации* / Л.П. Черапкина // *Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. «Спортивная медицина и реабилитация: традиции, опыт и инновации».* – 2023. – С. 186–192.

10. Brain bioelectrical activity and cerebral hemodynamics in athletes under combined cognitive and physical loading / L.V. Kapilevich, G.S. Yezhova, A.N. Zakharova et al. // *Human Physiology*. – 2019. – Vol. 45. – P. 164–173.
11. Brain-training for physical performance: a study of EEG-neurofeedback and alpha relaxation training in athletes / M. Mikicin, G. Orzechowski et al. // *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. – 2015. – Vol. 75, No. 4. – P. 434–445.
12. Comyns, T.M. An investigation into the recovery process of a maximum stretch-shortening cycle fatigue protocol on drop and rebound jumps / T.M. Comyns, A.J. Harrison, L.K. Hennessy // *The Journal of Strength & Conditioning Research*. – 2021. – Vol. 25, No. 8. – P. 2177–2184.
13. Dovgan, N. An interdisciplinary approach to training physical education and sports specialists: insights from neurophysiology, neurobiology, sports psychology, and pedagogy / N. Dovgan // *Neurobiology, sports psychology, and pedagogy*. – 2023. DOI: 10.2139/ssrn.4602847
14. Evaluating EEG neurofeedback in sport psychology: a systematic review of RCT studies for insights into mechanisms and performance improvement / M.Y. Cheng, C.L. Yu, X. An et al. // *Frontiers in psychology*. – 2024. – Vol. 15. – P. 1331997.
15. Improving mental skills in precision sports by using neurofeedback training: a narrative review / S. Corrado, B. Tosti, S. Mancone et al. // *Sports*. – 2024. – Vol. 12, No. 3. – P. 70–83.
16. Lorientte, C. Neurofeedback for cognitive enhancement and intervention and brain plasticity / C. Lorientte, C. Ziane, S.B. Hamed // *Revue Neurologique*. – 2021. – Vol. 177. – No. 9. – P. 1133–1144. DOI: 10.1016/j.neurol.2021.08.004
17. Session frequency matters in neurofeedback training of athletes / C. Domingos, M. Peralta, P. Prazeres et al. // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. – 2021. – Vol. 46. – P. 195–204.
18. Shokri, A. Comparison of biofeedback and combined interventions on athlete's performance / A. Shokri, M. Nosratabadi // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. – 2021. – Vol. 46, No. 3. – P. 227–234.
19. The effect of cognitive training with neurofeedback on cognitive function in healthy adults: a systematic review and meta-analysis / Y. Matsuzaki, R. Nouchi, K. Sakaki et al. // *Healthcare*. – 2023. – Vol. 11, No. 6. – P. 843. DOI: 10.3390/healthcare11060843
20. The effect of neurofeedback on the reaction time and cognitive performance of athletes: A systematic review and meta-analysis / M.A.D. Brito, J.R. Fernandes, N.S.A. Esteves et al. // *Frontiers in human neuroscience*. – 2022. – Vol. 16. – P. 868450. DOI: 10.3389/fnhum.2022.868450
21. The impact of EEG biofeedback training on the athletes' motivation and bench press performance / M. Prończuk, T. Chamera, J. Markowski et al. // *Biology of Sport*. – 2024. – Vol. 4, No. 3. – P. 97–104.
22. The use of neurofeedback in sports training: systematic review / Ł. Rydzik, W. Wąsacz, T. Ambroży et al. // *Brain Sciences*. – 2023. – Vol. 13, No. 4. – P. 660–674.

References

1. Bazanova O.M. [Neurofeedback is a Technology of Personalized Education]. *Meditinskaya fizika, fiziologiya i smezhnye distsipliny v akademicheskoy i vuzovskoy nauke. Materialy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchyonnoy 100-letiyu MGMSU im. A.I. Evdokimova* [Medical Physics, Physiology and Related Disciplines in Academic and University Science. Materials of the Conference with International Participation Dedicated to the 100th Anniversary of the Moscow State Medical University named after A.I. Evdokimov], 2022, pp. 14–17. (in Russ.)
2. Ereemeev S.I., Ereemeeva O.V., Kharitonova L.G., Kormilets V.S. [Indices of the Background Electroencephalogram of Athletes with the Dominance of the Metabolic Heart Rate Modulator and the Cumulative Effect of Neurobiological Control]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic Research], 2020, no. 9, pp. 14–19. (in Russ.)
3. Iskazina E.V., Shinkorenko A.P., Cherapkina L.P. [EEG Predictors of Competitive Performance Among Swimmers Who Completed a Course in Neurobiological Management]. *Aktual'nye Problemy Fizicheskoy Kul'tury, Sporta i Turizma* [Actual Problems of Physical Culture, Sports and Tourism], 2021, p. 136. (in Russ.)

4. Kormilets V.S., Ereemeeva O.V., Ereemeev S.I. [The Effect of the Neurobiological Management Course on the Maximum Oxygen Consumption and Hemodynamic Parameters of Highly Qualified Athletes]. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy* [Journal of Biomedical Research], 2022, vol. 10, no. 2, pp. 122–131. (in Russ.)
5. Vodolazhskaya M.G., Vodolazhsky G.I., Borozinets N.M. et al. Esports in an Inclusive Environment: Psychophysiological Prerequisites and Career Guidance. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. 3, pp. 47–53. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm230306
6. Lunina N.V., Koryagina Yu.V. [Impact of Biofeedback Training on Cognitive Functions of Athletes]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2022, vol. 6, no. 4 (21), pp. 226–230. (in Russ.) DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_30
7. Lunina N.V., Nopin S.V. Psychophysiological Changes in Athletes During Beta-wave Biofeedback Training. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23 (S2), pp. 7–12. (in Russ.)
8. Pustovoi V.I., Nazarian S.E., Adoeva E.Ya. et al. [Pilot Study to Evaluate the Effectiveness of Psychocorrective Methods Using EEG Training and Virtual Reality Glasses for Athletes Participating in Extreme Sports]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports Medicine. Science and Practice], 2021, vol. 11, no. 2, pp. 6–75. (in Russ.) DOI: 10.47529/2223-2524.2021.2.8
9. Cherapkina L.P. [Features of The Influence of Neurobiological Management on the Psycho-Functional State of Athletes of Various Qualifications]. *Sbornik materialov vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Sportivnaya meditsina i reabilitatsiya: traditsii, opyt i innovatsii"* [Collection of Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference Sports Medicine and Rehabilitation. Traditions, Experience and Innovations], 2023, pp. 186–192. (in Russ.)
10. Kapilevich L.V., Yezhova G.S., Zakharova A.N. et al. Brain Bioelectrical Activity and Cerebral Hemodynamics in Athletes Under Combined Cognitive and Physical Loading. *Human Physiology*, 2019, vol. 45, pp. 164–173. DOI: 10.1134/S0362119719010080
11. Mikicin M., Orzechowski G. et al. Brain-training for Physical Performance: a Study of EEG-neurofeedback and Alpha Relaxation Training in Athletes. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 2015, vol. 75, no. 4, pp. 434–445. DOI: 10.55782/ane-2015-2047
12. Comyns T.M., Harrison A.J., Hennessy L.K. An Investigation into the Recovery Process of a Maximum Stretch-shortening Cycle Fatigue Protocol on Drop and Rebound Jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2021, vol. 25, no. 8, pp. 2177–2184. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181e85b6a
13. Dovgan N. An Interdisciplinary Approach to Training Physical Education and Sports Specialists: Insights from Neurophysiology, Neurobiology, Sports Psychology, and Pedagogy. *Neurobiology, Sports Psychology, and Pedagogy*, 2023. DOI: 10.2139/ssrn.4602847
14. Cheng M.Y., Yu C.L., An X. et al. Evaluating EEG Neurofeedback in Sport Psychology: a Systematic Review of RCT Studies for Insights into Mechanisms and Performance Improvement. *Frontiers in Psychology*, 2024, vol. 15, 1331997. DOI: 10.3389/fpsyg.2024.1331997
15. Corrado S., Tosti B., Mancone S. et al. Improving Mental Skills in Precision Sports by Using Neurofeedback Training: a Narrative Review. *Sports*, 2024, vol. 12, no. 3, pp. 70–83. DOI: 10.3390/sports12030070
16. Lorette C., Ziane C., Hamed S.B. Neurofeedback for Cognitive Enhancement and Intervention and Brain Plasticity. *Revue Neurologique*, 2021, vol. 177, no. 9, pp. 1133–1144. DOI: 10.1016/j.neurol.2021.08.004
17. Domingos C., Peralta M., Prazeres P. et al. Session Frequency Matters in Neurofeedback Training of Athletes. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 2021, vol. 46, pp. 195–204. DOI: 10.1007/s10484-021-09505-3
18. Shokri A., Nosratabadi M. Comparison of Biofeedback and Combined Interventions on Athlete's Performance. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 2021, vol. 46, no. 3, pp. 227–234. DOI: 10.1007/s10484-020-09498-5
19. Matsuzaki Y., Nouchi R., Sakaki K. et al. The Effect of Cognitive Training with Neurofeedback on Cognitive Function in Healthy Adults: a Systematic Review and Meta-analysis. *Healthcare*, 2023, vol. 11, no. 6, p. 843. DOI: 10.3390/healthcare11060843

20. Brito M.A.D., Fernandes J.R., Esteves N.S.A. et al. The Effect of Neurofeedback on the Reaction Time and Cognitive Performance of Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2022, vol. 16, 868450. DOI: 10.3389/fnhum.2022.868450

21. Prończuk M., Chamera T., Markowski J. et al. The Impact of EEG Biofeedback Training on the Athletes' Motivation and Bench Press Performance. *Biology of Sport*, 2024, vol. 4, no. 3, pp. 97–104. DOI: 10.5114/biolsport.2024.127065

22. Rydzik Ł., Wąsacz W., Ambroży T. et al. The Use of Neurofeedback in Sports Training: Systematic Review. *Brain Sciences*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 660–674. DOI: 10.3390/brainsci13040660

Информация об авторах

Корягина Юлия Владиславовна, доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Абуталимова Сабина Маликовна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Лунина Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Тер-Акопов Гукас Николаевич, кандидат экономических наук, доцент, генеральный директор, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Акимкина Оксана Николаевна, младший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Information about the authors

Yulia V. Koryagina, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center for Biomedical Technologies, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia.

Sabina M. Abutalimova, Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Center for Biomedical Technologies, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia.

Natalia V. Lunina, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Center for Biomedical Technologies, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia.

Gukas N. Ter-Akopov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, General Director, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia.

Oksana N. Akimkina, Junior Researcher, Center for Biomedical Technologies, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 20.11.2024

The article was submitted 20.11.2024