

# Физиология Physiology

Научная статья  
УДК 612.43  
DOI: 10.14529/hsm23s201

## ДИНАМИКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПОРТСМЕНОВ ПРИ БОС-ТРЕНИНГЕ ПО БЕТА-РИТМУ ГОЛОВНОГО МОЗГА

**Н.В. Лунина**<sup>1,2</sup>, [natalya-franc@mail.ru](mailto:natalya-franc@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1782-3217>

**С.В. Нопин**<sup>2</sup>, [work800@yandex.ru](mailto:work800@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9406-4504>

<sup>1</sup> Российский университет спорта, Москва, Россия

<sup>2</sup> Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, Ессентуки, Россия

**Аннотация. Цель:** оценка влияния БОС-тренинга по бета-ритму головного мозга на психофизиологические показатели спортсменов. **Материалы и методы.** Исследование психофизиологических показателей проводили до и после курса БОС-тренинга по бета-ритму головного мозга. Многолетние исследования проводились на базах НИИ «Деятельности в экстремальных условиях» СибГУФК (г. Омск), ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (г. Омск), СибАДИ (г. Омск), РГУФКСМиТ (г. Москва), СКФНКЦ ФМБА России (г. Ессентуки), исследованы юноши-спортсмены в возрасте 18–22 года (n = 1020), специализирующиеся в циклических, ациклических и игровых видах спорта в подготовительном периоде тренировочного цикла. Определялись эндогенная хронобиологическая единица времени, реактивная и личностная тревожность, виды памяти (оперативная, на числа, на фигуры), характеристики внимания, оперативное мышление. **Результаты.** Согласно полученным данным, БОС-тренинг по бета-ритму головного мозга способствовал достоверному улучшению памяти на фигуры, оперативной памяти, оперативного мышления, характеристик внимания: эффективности работоспособности, психической устойчивости и переключаемости. Умеренное увеличение показателей тревожности (реактивной и личностной) указывает на общее напряжение, связанное с системными адаптационными перестройками, сопровождающими переход организма на новый уровень функционирования. **Заключение.** БОС-тренинг по бета-ритму головного мозга содействовал количественным и качественным изменениям психофизиологических показателей без применения средств инвазивного или фармакологического вмешательства, способствуя повышению эффективности спортсменов, что следует учитывать и использовать в комплексной подготовке и восстановлении спортсменов.

**Ключевые слова:** психофизиологические показатели, спортсмены, нейробиоуправление, БОС-тренинг, ритмы головного мозга

**Для цитирования:** Лунина Н.В., Нопин С.В. Динамика психофизиологических показателей спортсменов при бос-тренинге по бета-ритму головного мозга // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № S2. С. 7–12. DOI: 10.14529/hsm23s201

## PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHANGES IN ATHLETES DURING BETA-WAVE BIOFEEDBACK TRAINING

N.V. Lunina<sup>1,2</sup>, natalya-franc@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1782-3217>  
S.V. Nopin<sup>2</sup>, work800@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9406-4504>

<sup>1</sup> Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow, Russia

<sup>2</sup> North Caucasian Federal Scientific and Clinical Center, Federal Medical and Biological Agency of Russia, Essentuki, Russia

**Abstract. Aim.** To assess the effect of beta-wave biofeedback training on the psychophysiological parameters of athletes. **Materials and methods.** Psychophysiological measurements were performed before and after beta-wave biofeedback training. Long-term studies were carried out at the Scientific and Research Institute of Activities in Extreme Conditions (Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk), Dostoevsky Omsk State University, Siberian State Automobile and Highway University (Omsk), Russian University of Sport (Moscow), and the North Caucasian Federal Scientific and Clinical Center of FMBA of Russia (Essentuki). The study involved young athletes ages 18–22 (n = 1020) of cyclic, acyclic and game sports in the preparatory period of the training cycle. The endogenous chronobiological unit of time, reactive and personal anxiety, types of memory (operational, memory for numbers/images), as well as the characteristics of attention and operational thinking were identified. **Results.** Beta-wave biofeedback training resulted in a significant improvement in memory for images, operational memory, operational thinking, and the characteristics of attention, including efficiency of attention, stability of attention and attentional set-shifting. A moderate increase in anxiety (both reactive and personal) indicates a general stress associated with systemic adaptation to a new level of functioning. **Conclusion.** Beta-wave biofeedback training contributed to quantitative and qualitative psychophysiological changes without invasive or pharmacological interventions and resulted in increased athletic performance, which is of importance for both training and recovery in athletes.

**Keywords:** psychophysiological parameters, athletes, neurofeedback, biofeedback training, brain rhythms

**For citation:** Lunina N.V., Nopin S.V. Psychophysiological changes in athletes during beta-wave biofeedback training. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(S2):7–12. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm23s201

**Введение.** Успешность спортивной деятельности наряду с физической и психологической готовностью спортсменов зависит от множества сопутствующих факторов различного характера, оказывающих, в свою очередь, влияние на психофизиологическое состояние спортсменов [5]. Психофизиологические характеристики являются наиболее ранними предикторами изменения функционального состояния спортсменов, динамика которых отражает качество функциональных изменений. Технология нейробиоуправления позволяет без фармакологического вмешательства корректировать и моделировать психофизиологическое состояние [2], что отвечает современным запросам спортивной и восстановительной медицины [3].

**Материалы и методы.** Представленные результаты получены при многолетних исследованиях, проводимых на базах НИИ «Деятельности в экстремальных условиях» СибГУФК

(г. Омск), ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (г. Омск), СибАДИ (г. Омск), РГУФКСМиТ (г. Москва), СКФНКЦ ФМБА России (г. Essentuki). В исследование включены спортсмены циклических, ациклических и игровых видов спорта (n = 1020) на подготовительном этапе годового тренировочного цикла – юноши в возрасте 18–22 лет. Исследование проводилось с одобрения локального этического комитета ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России (протокол № 1 от 10.02.2022 г). Все участники дали информированное согласие на участие в исследовании в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013).

Курс нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга составил 10 сеансов; условия проведения сеансов – активное бодрствование при открытых глазах; регистрация биоэлектри-

ческой активности головного мозга и тренинг по бета-ритму проводились в центральном отведении Fz-Cz (Международная система «10–20») с расположением индифферентного электрода на мочке уха испытуемых; оборудование для проведения БОС-тренинга по бета-ритму головного мозга – ПАК «БОСЛАБ» (Институт молекулярной биологии и биофизики СО РАМН, г. Новосибирск, Россия). Длительность сеанса БОС-тренинга по бета-ритму головного мозга – 26 минут, в структуре каждого сеанса графическая (10 мин) и игровая (16 мин) сессии. БОС-тренинг проводился с индивидуальным подбором стратегии в управлении бета-ритмом головного мозга с соблюдением условий произвольного мышечного расслабления. Пороговые значения устанавливались с ориентиром успешного достижения не менее 30 % флюктуаций ритма, что подкреплялось аудиальной и визуальной биологической обратной связью (БОС).

Психофизиологические показатели изучались до и после проведения курса БОС-тренинга по бета-ритму. Исследовали виды памяти: кратковременная на числа и фигуры, оперативная; оперативное мышление по кубикам Кооса; характеристики внимания по таблицам Шульте; ситуативная и личностная тревожность по опросникам Спилберга – Ханина; хронологическая оценка времени по тесту «Индивидуальная минута» [1, 6, 7].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась при использовании пакета анализа Statistica v. 8.0. Нормальность распределения полученных данных проверялось по таблицам Колмогорова – Смирнова. Достоверность межгрупповых различий оценивалось по t-критерию Стьюдента (для параметрических данных) при уровне значимости ( $p \leq 0,05$ ) и T-критерию Вилкоксона (для непараметрических данных) при уровне значимости ( $p \leq 0,05$ ).

**Результаты.** Курс БОС-тренинга по бета-ритму головного мозга оказал позитивное влияние на изучаемые психофизиологические показатели спортсменов (табл. 1).

Достоверно улучшились ( $p \leq 0,05$ ) психофизиологические показатели спортсменов, динамика показателя теста памяти на фигуры составила 4 %, оперативной памяти – 7 %, оперативного мышления – 10 %, что отражает улучшение нейродинамических процессов головного мозга спортсменов после курса нейробиоуправления по бета-ритму. Подобные процессы тесно ассоциированы с эффективностью выполнения любого рода деятельности, в том числе спортивной результативности [1, 4, 6]. Результат теста «Индивидуальная минута», отражающего эндогенную организацию времени, уточняется до  $60,42 \pm 7,85$  с, но при недостоверном уровне изменения ( $p \geq 0,05$ ) совершенствование данного процесса является

Таблица 1  
Table 1

Динамика психофизиологических показателей спортсменов при БОС-тренинге по бета-ритму головного мозга ( $M \pm m$ ) ( $n = 1020$ )  
Psychophysiological changes in athletes during beta-wave biofeedback training ( $M \pm m$ ) ( $n = 1020$ )

Показатель Parameter	Периоды исследования Stage of study	Результат Result	Достоверность Level of significance
Индивидуальная минута, с Individual minute, s	Фон / Baseline	$62,16 \pm 0,88$	$P \geq 0,05$
	Динамика / Dynamics	$60,42 \pm 7,85$	
Реактивная тревожность, балл Reactive anxiety, score	Фон / Baseline	$37,30 \pm 2,53$	$P \leq 0,05$
	Динамика / Dynamics	$44,11 \pm 6,21$	
Личностная тревожность, балл Personal anxiety, score	Фон / Baseline	$35,34 \pm 3,08$	$P \leq 0,05$
	Динамика / Dynamics	$43,38 \pm 5,20$	
Память на числа, балл Memory for numbers, score	Фон / Baseline	$5,00 \pm 0,15$	$P \geq 0,05$
	Динамика / Dynamics	$5,28 \pm 1,48$	
Память на фигуры, балл Memory for images, score	Фон / Baseline	$7,75 \pm 1,01$	$P \leq 0,05$
	Динамика / Dynamics	$8,07 \pm 0,82$	
Оперативная память, балл Operational memory, score	Фон / Baseline	$34,51 \pm 1,83$	$P \leq 0,05$
	Динамика / Dynamics	$37,04 \pm 2,76$	
Оперативное мышление, балл Operational thinking, score	Фон / Baseline	$42,93 \pm 6,40$	$P \leq 0,05$
	Динамика / Dynamics	$47,63 \pm 3,29$	

Примечание:  $P \leq 0,05$  изменения достоверны относительно фона.

Note:  $P \leq 0.05$  changes are significant with respect to baseline values.

Динамика характеристик внимания спортсменов при БОС-тренинге по бета-ритму головного мозга ( $M \pm m$ ) ( $n = 1020$ )  
Changes in the characteristics of attention during beta-wave biofeedback training ( $M \pm m$ ) ( $n = 1020$ )

Показатель Parameter	Периоды исследования Stage of study	Результат Result	Достоверность Level of significance
Эффективность работоспособности внимания, с Efficiency of attention, s	Фон / Baseline	36,93 ± 2,49	P ≤ 0,05
	Динамика / Dynamics	34,68 ± 5,43	
Время вработывания внимания, балл Attention development time, score	Фон / Baseline	0,97 ± 0,05	P ≥ 0,05
	Динамика / Dynamics	0,94 ± 0,14	
Психическая устойчивость внимания, балл Stability of attention, score	Фон / Baseline	1,05 ± 0,08	P ≤ 0,05
	Динамика / Dynamics	0,94 ± 0,17	
Скорость внимания при выполнении теста, с Speed of attention, s	Фон / Baseline	203,29 ± 14,18	P ≥ 0,05
	Динамика / Dynamics	170,33 ± 27,76	
Переключаемость внимания, с Attentional set-shifting, s	Фон / Baseline	15,80 ± 2,33	P ≤ 0,05
	Динамика / Dynamics	12,55 ± 4,36	

Примечание: P ≤ 0,05 изменения достоверны относительно фона.  
Note: P ≤ 0.05 changes are significant with respect to baseline values.

ся достаточно важным, особенно в видах спорта, где время регламентирует спортивный результат. Наблюдается умеренное нарастание реактивной и личностной тревожности на 17 и 20 % ( $p \leq 0,05$ ) соответственно, что может отражать общее напряжение организма спортсменов, связанное с адаптивными перестройками и переходом организма на новый уровень функционирования. Улучшились отдельные характеристики функции внимания по тесту «Таблицы Шульте» (табл. 2). Достоверно улучшился показатель эффективности работоспособности внимания на 6 % и достиг уровня выше среднего; высокого уровня достигли показатели психической устойчивости и переключаемости внимания с динамикой в 11 и 23 % соответственно ( $p \leq 0,05$ ).

**Заключение.** Динамика психофизиологических показателей спортсменов при БОС-тренинге по бета-ритму головного мозга отразилась в количественном и качественном улучшении биоритмологических эндогенных характеристик, процессов запоминания информации различной представленности, характеристик внимания, навыков оперативного мышления, что в совокупности способствует повышению эффективности личной и профессиональной деятельности. Полученные данные могут быть учтены и использованы в комплексной подготовке и восстановлении спортсменов без применения средств инвазивного или фармакологического вмешательства, что отвечает актуальным запросам спортивной и восстановительной медицины.

#### Список литературы

1. *Возрастные и половые особенности психофизиологических показателей спортсменов разных видов спорта* / С.В. Нопин, С.М. Абуталимова, А.Н. Копанев, А.Н. Потанин // *Современные вопросы биомедицины*. – 2020. – Т. 4, № 1 (10). – С. 12–27.
2. *Интерфейс мозг-компьютер и технологии нейробиоуправления: современное состояние, проблемы и клинические перспективы (обзор)* / А.И. Федочев, С.Б. Парин, С.А. Полевая, С.Д. Великова // *Современ. технологии в медицине*. – 2017. – Т. 9 (1). – Р. 175–184. DOI: 10.17691/stm2017.9.1.22
3. *К вопросу разработки эффективных стратегий восстановления для спортсменов в период нахождения на учебно-тренировочных сборах на федеральных базах спортивной подготовки* / Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, Л.Г. Роголева и др. // *Современные вопросы биомедицины*. – 2020. – Т. 4, № 1 (10). – С. 35–39.
4. *Макарова, А.А. Роль личностной тревожности в развитии психофизиологических показателей у спортсменов-подростков* / А.А. Макарова, О.А. Харькова // *Спортивная медицина: наука и практика*. – 2020. – Т. 10 (4). – Р. 30–36. DOI: 10.47529/2223-2524.2020.4.7

5. Медико-биологические аспекты восстановления в профессиональном и любительском спорте / Е.Е. Ачкасов, Е.В. Машковский, Э.Н. Безуглов и др. // *Мед. вестник Северного Кавказа*. – 2018. – Т. 13, № 1-1. – С. 126–132. DOI: 10.14300/mnnc.2018.13035

6. Оценка психофизиологического состояния студентов-спортсменов по показателям концентрации внимания и адаптационного потенциала / Я.В. Латышин, Н.П. Петрушкина, Е.В. Звягина и др. // *Ученые записки Крым. федер. ун-та им. В.И. Вернадского. Серия Биология. Химия*. – 2019. – Т. 5 (71), № 4. – С. 50–60.

7. Свидетельство о регистрации базы данных. Динамика когнитивно-эмоциональных показателей при прохождении нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга у спортсменов / Н.В. Лунина, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов. – № 2022622134; заявл. 19.08.2022; опублик. 25.08.2022.

### References

1. Nopin S.V., Abutalimova S.M., Kopanov A.N., Potanin A.N. [Age and Gender Features of Psychophysiological Indicators of Athletes in Different Sports]. *Sovremennye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2020, vol. 4 (1), pp. 12–27. (in Russ.)

2. Fedotchev A.I., Parin S.B., Polevaya S.A., Velikova S.D. [Brain-Computer Interface and Neurofeedback Technologies. Current State, Problems and Clinical Prospects (Review)]. *Sovremennye tehnologii v medicine* [Modern Technologies in Medicine], 2017, vol. 9 (1), pp. 175–184. (in Russ.) DOI: 10.17691/stm2017.9.1.22

3. Koryagina Yu.V., Abutalimova S.M., Roguleva L.G. et al. [On the Issue of Developing Effective Recovery Strategies for Athletes During Their Stay at Training Camps at Federal Sports Training Bases]. *Sovremennye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2020, vol. 4 (1), pp. 35–39. (in Russ.)

4. Makarova A.A., Kharkova O.A. [The Role of Personal Anxiety in the Development of Psychophysiological Indicators in Adolescent Athletes]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports Medicine. Research and Practice], 2020, vol. 10 (4), pp. 30–36. (in Russ.) DOI: 10.47529/2223-2524.2020.4.7

5. Achkasov E.E., Mashkovsky E.V., Bezuglov E.N. et al. [Medical and Biological Aspects of Recovery in Professional and Amateur Sports]. *Meditsinskii vestnik Severnogo Kavkaza* [Medical Bulletin of the North Caucasus], 2018, vol. 13, no. 1–1, pp. 126–132. (in Russ.) DOI: 10.14300/mnnc.2018.13035

6. Latyushin Ya.V., Petrushkina N.P., Zvyagin E.V. et al. [Evaluation of the Psychophysiological State of Student-Athletes in Terms of Concentration of Attention and Adaptive Potential]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Ser. Biologiya. Khimiya* [Scientific Notes of the Crimean Federal University V.I. Vernadsky. Biology. Chemistry], 2019, vol. 5 (71), no. 4, pp. 50–60. (in Russ.)

7. Lunina N.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. *Dinamika kognitivno-emotsional'nykh pokazatelei pri prokhozhdanii neirobioupravleniya po beta-ritmu golovnogo mozga u sportsmenov* [Certificate of Database Registration. Dynamics of Cognitive-Emotional Indicators During the Passage of Neurofeedback on the Beta-Rhythm of the Brain in Athletes]. № 2022622134; announced on August 19, 2022; publ. August 25, 2022 (in Russ.)

### Информация об авторах

**Лунина Наталья Владимировна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский университет спорта, Москва, Россия; старший научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, Ессентуки, Россия.

**Нопин Сергей Викторович**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, Ессентуки, Россия.

***Information about the authors***

**Natalya V. Lunina**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the I. Sarkizov-Serazini Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Enhancing Physical Education, Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, Russia; Senior Researcher, North Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Essentuki, Russia.

**Sergey V. Nopin**, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher at the Center for Medical and Biological Technologies, North Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, 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 conflicts of interests.

***Статья поступила в редакцию 25.11.2022***

***The article was submitted 25.11.2022***