СКФНКЦ ФМБА России
Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр

Российский журнал спортивной науки:
медицина, физиология, тренировка

Russian Journal of Sports Science:
Medicine, Physiology, Training



Т. 5 №3 (19) 2026

РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ СПОРТИВНОЙ НАУКИ: МЕДИЦИНА, ФИЗИОЛОГИЯ, ТРЕНИРОВКА © 2026

Т. 5, № 3(19), 2026

СЕТЕВОЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ
Издается с 2022 года, ежеквартально
Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр» Федерального медико-биологического агентства России.
Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
ISSN журнала: 2782-6570
Регистрационный номер: ЭЛ № ФС 77 – 82603.
Дата регистрации: 30.12.2021.
Рубрики журнала:
Физиология;
Восстановительная медицина, курортология и физиотерапия;
Спортивная медицина;
Физическая культура и спорт.
Журнал выходит на русском и английском языках.
Все публикации рецензируются.
Доступ к журналу бесплатен.
Адрес учредителя и редакции: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр» Федерального медико-биологического агентства России. 357600, Ставропольский край, г. Ессентуки, ул. Советская, д. 24.
E-mail редакции: **int@skfmba.ru.**
Сайт журнала: **http://intsport.ru.**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

Корягина Юлия Владиславовна – д-р биол. наук, профессор (Россия, Ессентуки)

Заместитель главного редактора

Нопин Сергей Викторович –канд. техн. наук, д-р биол. наук (Россия, Ессентуки)

Члены редакционной коллегии журнала

Агранович О.В. – д-р мед. наук, профессор (Россия, Ставрополь)
Алиева Д.А. – д-р мед. наук (Узбекистан, Ташкент)
Андрущишин И.Ф. – д-р пед. наук, профессор (Казахстан, Алматы)
Артеменко Е.П. – д-р пед. наук, доцент (Россия, Казань)
Бадтиева В.А. – акад. РАН, д-р мед. наук, профессор (Россия, Москва)
Бен Саид Нуреддин – PhD, канд. пед. наук (Саудовская Аравия, Эр-Рияд)
Быков Е.В. – д-р мед. наук, профессор (Россия, Челябинск)
Голикова Е.М. – д-р пед. наук, доцент (Россия, Оренбург)
Горская И.Ю. – д-р пед. наук, профессор (Россия, Омск)
Дворкина Н.И. – д-р пед. наук, профессор (Россия, Краснодар)
Дворкин Л.С. – д-р пед. наук, профессор (Россия, Краснодар)
Евсеев С.П. – чл.-корр. РАО, д-р пед. наук, профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Ефименко Н.В. – д-р мед. наук, профессор (Россия, Ессентуки)
Замощина Т.А. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Томск)
Кайсинова А.С. – д-р мед. наук (Россия, Ессентуки)
Калинина И.Н. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Краснодар)
Кобринский М.Е. – д-р пед. наук, профессор (Беларусь, Минск)
Козин В.В. – д-р пед. наук, доцент (Россия, Санкт-Петербург)
Кузьмин Л.Н. – PhD, канд. пед. наук (Швеция, Карлстад)
Махов А.С. – д-р пед. наук, доцент (Россия, Москва)
Мельников А.А. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Москва)
Мирошников А.Б. – д-р биол. наук, доцент (Россия, Москва)
Петрович А. – PhD, канд. пед. наук (Сербия, Белград)
Репс В.Ф. – д-р. биол. наук (Россия, Пятигорск)
Рылова Н.В. – д-р. мед. наук, профессор (Россия, Москва)
Светличная Н.К. – канд. пед. наук (Узбекистан, Чирчик)
Сентябрев Н.Н. – д-р. биол. наук, профессор (Россия, Волгоград)
Сивохин И.П. – д-р. пед. наук (Казахстан, Костанай)
Смоленцева В.Н. – д-р. психол. наук, профессор (Россия, Омск)
Тамбовцева Р.В. – д-р. биол. наук, профессор (Россия, Москва)
Ходасевич Л.С. – д-р. мед. наук, профессор (Россия, Сочи)

RUSSIAN JOURNAL OF SPORTS SCIENCE: MEDICINE, PHYSIOLOGY, TRAINING © 2026

Vol. 5, No. 3(19), 2026

NETWORK ELECTRONIC SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL JOURNAL

Published since 2022, quarterly

Establisher: FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia".

Registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media.

ISSN: 2782-6570

Registration number: EL № FS 77 – 82603.

Registration date: 30.12.2021.

Headings of the journal: 'Physiology'; 'Restorative medicine, balneology and physical therapy'; 'Sports medicine'; 'Physical culture and sports'.

The journal is published in Russian and in English.

All publications are peer-reviewed.

Access to the journal is free.

Establisher and publisher address:

North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia.

24 Sovetskaya street, Essentuki, Stavropol Region, 357600, Russia

E-mail: **int@skfmba.ru.**

Journal's website: **http://intsport.ru.**

EDITORIAL BOARD

Chief editor of the journal

Koryagina Yulia Vladislavovna – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Essentuki)

Deputy chief editor

Nopin Sergey Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Doctor of Biological Sciences (Russia, Essentuki)

Members of the Editorial Board:

Agranovich O.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Stavropol)

Alieva D.A. – Doctor of Medical Sciences (Uzbekistan, Tashkent)

Andrushchishin I.F. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Kazakhstan, Almaty)

Artemenko E.P. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Kazan)

Badtieva V.A. – Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Moscow)

Ben Said Noureddine – Candidate of Pedagogical Sciences, PhD (Saudi Arabia, Riyadh)

Bykov E.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Chelyabinsk)

Golikova E.M. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Orenburg)

Gorskaya I.Yu. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)

Dvorkina N.I. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Krasnodar)

Dvorkin L.S. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Krasnodar)

Evseev S.P. – Corresponding Member of the Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Saint Petersburg)

Efimenko N.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Essentuki)

Zamoshchina T.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Tomsk)

Kaisinova A.S. – Doctor of Medical Sciences (Russia, Essentuki)

Kalinina I.N. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Krasnodar)

Kobrinsky M.E. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Belarus, Minsk)

Kozin V.V. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Saint Petersburg)

Kuzmin L.N. – Candidate of Pedagogical Sciences, PhD (Sweden, Karlstad)

Makhov A.S. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Moscow)

Melnikov A.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Moscow)

Miroshnikov A.B. – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor (Russia, Moscow)

Petrovic A. – Candidate of Pedagogical Sciences, PhD (Serbia, Belgrade)

Reps V.F. – Doctor of Biological Sciences (Russia, Pyatigorsk)

Rylova N.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Moscow)

Svetlichnaya N.K. – Candidate of Pedagogical Scinences (Uzbekistan, Chirchiq)

Sentyabrev N.N. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Volgograd)

Sivokhin I.P. – Doctor of Pedagogical Sciences (Kazakhstan, Kostanay)

Smolentseva V.N. – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia, Omsk)

Tambovtseva R.V. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Moscow)

Khodasevich L.S. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Sochi)

СОДЕРЖАНИЕ

Физиология

ВЛИЯНИЕ КИБЕРСПОРТИВНОЙ НАГРУЗКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФЕНОТИПА, ПОДОБНОГО СИНДРОМУ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ 6
Д.О. Аржаков, С.В. Нопин

ВЛИЯНИЕ ТЕЛЕСНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРАКТИК НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ С УЧЕТОМ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА 14
Т.А. Жмурова, С.М. Рябцев, Т.С. Морозова

ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА МАРКЕРОВ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ КОНФЛИКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В ОЦЕНКЕ ХРОНИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ 20
А.Б. Мирошников, А.Д. Дорошин, А.В. Шевцов

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА И ГЕМОДИНАМИКИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У СПОРТСМЕНОК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПАУЭРЛИФТИНГОМ И ЛЫЖНЫМИ ГОНКАМИ 27
А.Е. Стародубцева, Ю.В. Корягина, Ю.В. Кушнарева, С.М. Абуталимова

Восстановительная медицина, курортология и физиотерапия

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЗАМЕДЛЕННО-КОНСОЛИДИРУЮЩИХСЯ ПЕРЕЛОМАХ У ДЕТЕЙ: АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ 34
О.С. Збицкая, И.Р. Цечоев, О.Н. Акимкина, И.Г. Пасхалов

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЛЕЧЕБНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО И ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО САНАТОРИЯ «ВАСИЛЬЕВСКОЕ» МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ 41
Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, В.В. Корнева, В.С. Нопина, И.О. Рогулев

Спортивная медицина

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ ГЕЙМИФИЦИРОВАННЫХ СИСТЕМ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ 49
О.С. Збицкая, С.В. Нопин

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОК СИТУАЦИОННЫХ ВИДОВ СПОРТА ПОД ВЛИЯНИЕМ БЕТА-СТИМУЛИРУЮЩЕГО ТРЕНИНГА, ПЕЛОИДО- И БАЛЬНЕОТЕРАПИИ 55
Ю.В. Кушнарева, Ю.В. Корягина, А.Е. Стародубцева

CONTENTS

Physiology

THE INFLUENCE OF ESPORTS ACTIVITY ON THE FORMATION OF A PHENOTYPE SIMILAR TO ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER: PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS 6
D.O. Arzhakov, S.V. Nopin

THE INFLUENCE OF BODY-ORIENTED PRACTICES ON THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE OF STUDENTS, TAKING INTO ACCOUNT HEART RATE VARIABILITY TYPOLOGICAL FEATURES 14
T.A. Zhmurova, S.M. Ryabtsev, T.S. Morozova

TRANSFORMATION OF THE METROLOGICAL STATUS OF OPERATIONAL CONTROL MARKERS: A METHODOLOGICAL CONFLICT IN USING HEART RATE TO ASSESS CHRONIC ADAPTATION 20
A.B Miroshnikov, A.D. Doroshin, A.V. Shevtsov

FUNCTIONAL STATUS OF THE NEUROMUSCULAR SYSTEM AND HEMODYNAMICS OF THE UPPER LIMBS OF FEMALE POWERLIFTERS AND CROSS-COUNTRY SKIERS 27
A.E. Starodubtseva, Yu.V. Koryagina, Yu.V. Kushnareva, S.M. Abutalimova

Restorative medicine, balneology and physical therapy

EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE THERAPY FOR DELAYED-HEALING FRACTURES IN CHILDREN: A LITERATURE ANALYSIS 34
O.S. Zbitskaya, I.R. Tsechoev, O.N. Akimkina, I.G. Paskhalov

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE THERAPEUTIC, CLIMATIC, LANDSCAPE AND RECREATIONAL POTENTIAL OF THE TERRITORY OF THE VASILYEVSKOYE CHILDREN'S SANATORIUM IN THE MOSCOW REGION 41
Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin, V.V. Korneva, V.S. Nopina, I.O. Rogulev

Sports medicine

PROSPECTS OF INTEGRATING GAMIFIED SYSTEMS IN BIOMEDICAL SUPPORT OF ELITE ATHLETES 49
O.S. Zbitskaya, S.V. Nopin

RECOVERING THE FUNCTIONAL STATE OF THE CENTRAL NERVOUS OF FEMALE SITUATIONAL SPORTS ATHLETES AFTER BETA-STIMULATING TRAINING, PELO- AND BALNEOTHERAPY 55
Yu.V. Kushnareva, Yu.V. Koryagina, A.E. Starodubtseva

Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_1
УДК 612.017.2

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_1
UDC 612.017.2

ВЛИЯНИЕ КИБЕРСПОРТИВНОЙ НАГРУЗКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФЕНОТИПА, ПОДОБНОГО СИНДРОМУ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Д.О. Аржаков, С.В. Нопин
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Фенотип, подобный синдрому дефицита внимания и гиперактивности – комплекс симптомов, схожих с вышеуказанным синдромом, но формирующихся под влиянием цифровой среды. В киберспорте экстремальные когнитивные нагрузки и стресс создают особые условия для его развития: высокая концентрация в игре сочетается со снижением саморегуляции вне ее. Недостаточная изученность механизмов этого феномена применительно к киберспорту обосновывает актуальность данной работы. ***Методы.*** Систематический анализ научных источников с междисциплинарным подходом (спортивная медицина, физиология, нейробиология, психология); систематизация механизмов формирования фенотипа, их причин, симптомов и способов коррекции. ***Результаты.*** Выделено 5 механизмов: дофаминовый дизрегуляционный синдром, депривация сна, фрагментация внимания, эмоциональная дисрегуляция, вегетативный дисбаланс. Для каждого определены симптомы и стратегии коррекции (цифровая гигиена, гигиена сна, тренинг с биологической обратной связью, дыхательные практики, физические нагрузки). ***Заключение.*** Фенотип, подобный синдрому дефицита внимания и гиперактивности, у киберспортсменов – результат совокупного действия взаимосвязанных механизмов. Полученные данные полезны для построения тренировочного процесса и программ восстановления.

Ключевые слова: фенотип, подобный синдрому дефицита внимания и гиперактивности, киберспорт, виртуальная среда, психофизиологические механизмы, нейробиология, спортивная медицина, дофаминовая система, фрагментация внимания, эмоциональная регуляция, вегетативная нервная система, цифровая гигиена, коррекция функционального состояния.

THE INFLUENCE OF ESPORTS ACTIVITY ON THE FORMATION OF A PHENOTYPE SIMILAR TO ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER: PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS

D.O. Arzhakov, S.V. Nopin
North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** A phenotype similar to attention deficit hyperactivity disorder is a complex of symptoms resembling the aforementioned disorder but forming under the influence of the digital environment. In esports, extreme cognitive activity and stress create special conditions for its development: high concentration during gameplay is combined with reduced self-regulation outside it. The insufficient study of this phenomenon's mechanisms in relation to esports justifies the relevance of this work. ***Methods.*** Systematic analysis of scientific sources with an interdisciplinary approach (sports medicine, physiology, neurobiology, psychology); systematization of the phenotype formation mechanisms, their causes, symptoms, and correction methods. ***Results.*** Five mechanisms have been identified: dopamine dysregulation syndrome, sleep deprivation, attention fragmentation, emotional dysregulation, and autonomic imbalance. For each mechanism, symptoms and correction strategies have been determined (digital hygiene, sleep hygiene, biofeedback training, breathing practices, and physical exercise). ***Conclusion.*** The phenotype similar to attention deficit hyperactivity disorder in esports athletes is the result of the combined action of interrelated mechanisms. The data obtained are useful for structuring the training process and recovery programs.

Keywords: phenotype similar to attention deficit hyperactivity disorder, esports, virtual environment, psychophysiological mechanisms, neurobiology, sports medicine, dopamine system, attention fragmentation, emotional regulation, autonomic nervous system, digital hygiene, functional state correction.

Введение. Синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) – это нейробиологическое расстройство, имеющее четкие диагностические критерии. Наследуемость СДВГ, по данным международных исследований, составляет около 74%, что подтверждает значительный генетический вклад в его развитие. Однако в последние годы в научной литературе все чаще обсуждается феномен, который можно обозначить как «СДВГ-подобный фенотип» (ADHD-like symptoms, ADHD-like syndrome) [1]. Под ним понимается комплекс симптомов (снижение концентрации, импульсивность, трудности с удержанием внимания), который внешне напоминает истинный СДВГ, но не имеет под собой изначальной генетической или медицинской причины. Формирование таких признаков является результатом адаптации мозга к специфическим условиям внешней среды.

Актуальность данного исследования обусловлена существующим противоречием между признанной ролью виртуальной среды как мощного катализатора формирования СДВГ-подобного фенотипа и недостаточной изученностью механизмов данного процесса. Несмотря на растущее число работ, посвященных влиянию цифровых технологий на когнитивную сферу, специфика формирования признаков СДВГ-подобного фенотипа в контексте киберспорта остается малоизученной. Архитектура современных цифровых платформ и видеоигр построена таким образом, что постоянно стимулирует систему вознаграждения мозга [2, 3]. Непрерывный поток информации и многозадачность провоцируют структурные и функциональные изменения в отделах мозга, отвечающих за контроль внимания и торможение импульсов [4]. В условиях цифровой трансформации общества в виртуальную среду вовлечены широкие слои населения, в особенности дети и молодежь, для которых взаимодействие с экранными устройствами стало неотъемлемой частью повседневной жизни. Как следствие, у лиц, интенсивно интегрированных в цифровую среду, наблюдается снижение функциональных резервов, способности к глубокой концентрации, рост импульсивности и формирование интернет-зависимости, что тесно связано с СДВГ-подобными симптомами [5-7].

Особый интерес представляет изучение этого феномена в контексте киберспорта. В отличие от обычного потребления цифрового контента киберспортивная деятельность предъявляет экстремальные требования к скорости реакции, памяти и принятию решений в условиях постоянного стресса. У киберспортсменов структура формирования СДВГ-подобного фенотипа имеет свою специфику: сверхконцентрация внутри игры сочетается с истощением регуляторных ресурсов, нарушениями сна и снижением способности к психологической саморегуляции в реальной жизни [8-11]. Понимание этих механизмов важно не только для разработки норм цифровой гигиены и программ коррекции функционального состояния, но и для научно обоснованного построения тренировочного процесса и оптимизации методик спортивной подготовки киберспортсменов.

Цель исследования – систематизировать основные механизмы влияния интенсивной деятельности в виртуальной среде на формирование признаков СДВГ-подобного фенотипа.

Методы и организация исследования. Исследование – теоретико-аналитическое: выполнен систематический обзор научной литературы по формированию СДВГ-подобного фенотипа у киберспортсменов. Поиск научных работ о механизмах формирования фенотипа (дофаминовая дизрегуляция, депривация сна, фрагментация внимания, эмоциональная и вегетативная дисрегуляция) проводился в базах данных PubMed, Google Scholar, Elsevier, РИНЦ. Всего было найдено и проанализировано 20 источников.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ научных работ позволяет выделить психофизиологические и нейробиологические механизмы, лежащие в основе формирования СДВГ-подобного фенотипа при длительном взаимодействии с цифровой средой. Формирование данного симптомокомплекса происходит по следующим основным направлениям.

Дофаминовый дизрегуляционный синдром. Цифровые платформы и киберспорт работают по принципу переменного подкрепления. Игрок выигрывает один матч, проигрывает два, потом снова выигрывает. Такие победы в играх, где результат неизвестен до конца матча, постоянно активируют вентральный стриатум и дофаминергическую систему мозга [2, 4]. При

регулярном перенапряжении эти структуры адаптируются. Мозг привыкает к частым наградам и низкой цене их получения. Чувствительность дофаминовых рецепторов снижается, и формируется синдром дефицита вознаграждения (Reward Deficiency Syndrome) [3]. Параллельно истощается префронтальная кора. Эта зона отвечает за самоконтроль, принятие решений и подавление импульсов [4, 12]. Ее регулирующее влияние на лимбические структуры слабеет. Теряется волевой контроль, и игрок больше не может просто закрыть игру, он продолжает запускать матч за матчем, чтобы компенсировать нехватку дофамина.

Особую проблему представляет переход от виртуальной среды к реальным задачам (учеба, профессиональная деятельность), где награда за усилия отсрочена во времени на часы или дни. В условиях сниженной чувствительности рецепторов отложенное вознаграждение обесценивается [2], а отсутствие мгновенной дофаминовой подпитки вызывает состояние относительного дефицита. На физиологическом уровне эта неспособность мотивировать себя подкрепляется тем, что у детей и подростков с высоким индексом информатизации условий жизнедеятельности отмечается объективное снижение общей выносливости и адаптационного потенциала организма [5, 6]. Субъективно нехватка ресурсов и дофамина переживается как скука, раздражительность и невозможность сосредоточиться, что провоцирует импульсивное переключение на более стимулирующую деятельность. Формируются устойчивые поведенческие паттерны, клинически неотличимые от истинного СДВГ: импульсивность, компульсивный поиск немедленной награды и неспособность заниматься монотонной деятельностью [1, 7].

Эмпирическим подтверждением служат данные школьной Лиги «КиберБит» [13]. Исследователи зафиксировали массовый отказ школьных команд от участия в киберспортивных турнирах после первых же поражений. Отсутствие мгновенной награды приводит к резкой потере мотивации.

Депривация сна. Долгая работа за монитором вечером сбивает циркадные ритмы и нарушает архитектуру сна [7, 8]. Синий свет экранов блокирует выработку мелатонина, это сокращает фазу глубокого медленного сна (non-rapid eye movement). В этот период организм восстанавливает ткани и когнитивные функции, выбрасывая максимум соматотропного гормона [8]. Если человек постоянно не высыпается, центральная нервная система накапливает усталость, а уровень кортизола остается высоким. Мозг начинает работать с перебоями, теряется концентрация, мышление становится медленнее, а объем рабочей памяти сокращается. Нехватка сна напрямую снижает активность нейронов в префронтальной коре. Это нарушает связи между разными частями мозга и снижает общую нейронную активность. Все это приводит к тому, что мозг хуже контролирует ситуацию [14]. Нехватка фазы быстрого сна (rapid eye movement) мешает нейропластичности и закреплению двигательных стереотипов. Без этого человек не может нормально развивать сенсомоторные навыки в игре [8].

Для киберспортсмена, чей мозг постоянно функционирует в режиме предельного когнитивного напряжения, полноценный сон выступает безальтернативным механизмом «очистки» нейронных связей и суперкомпенсации. Внешне это истощение регуляторных ресурсов проявляется как невнимательность, импульсивность и быстрая утомляемость [4, 8].

Фрагментация внимания. Постоянное переключение между цифровыми стимулами и многозадачность формируют «поверхностный» тип обработки информации, характеризующийся быстрым смещением фокуса внимания и снижением способности к глубокому анализу. Нейровизуализационные исследования показывают, что хроническая медиамногозадачность связана со структурными изменениями мозга, в частности со снижением плотности серого вещества в передней поясной коре, которая отвечает за когнитивный контроль и торможение импульсов. Это приводит к неспособности удерживать внимание на монотонных задачах и повышенной отвлекаемости [4]. Такие постоянные отвлечения нарушают способность к активному поддержанию текущих целей в быстрой памяти, а также затрудняют контролируемый поиск в долгой памяти, где релевантная информация теряется на фоне высокой интерференции от конкурирующих цифровых стимулов [15].

Дополнительным фактором, усугубляющим фрагментацию внимания, является сама архитектура современной интернет-среды. Обилие гиперссылок и мультимедийных элементов требует от мозга постоянного

принятия микро-решений (перейти по ссылке или продолжить чтение/просмотр), что создает избыточную когнитивную нагрузку и истощает ресурсы, необходимые для глубокого осмысления информации и консолидации памяти [4].

С этим связан эффект «Google-памяти» или внешняя транзактивная память (external transactive memory). При постоянном доступе к поисковым системам мозг перестает кодировать информацию в долговременной памяти. Он запоминает только то, где и как ее найти [4]. Такая разгрузка (off-loading) когнитивных ресурсов освобождает долгую память для других задач. Но систематический отказ от глубокой обработки (effortful processing) меняет архитектуру нейронных связей. Теряются навыки глубокого чтения и критического анализа, перестают формироваться устойчивые долговременные воспоминания. Так формируется клиповое мышление [4]. Подобная трансформация когнитивной сферы, характеризующаяся доминированием визуального восприятия, фрагментарностью и «сетевым» принципом обработки данных, не только снижает аналитические способности, но и выступает серьезным фактором риска подверженности индоктринации (навязыванию чуждых идей и манипуляции сознанием). Сложный контент упаковывается в простые визуальные образы и усваивается в обход критического восприятия, что формирует у детей и подростков «контентную слепоту» и повышает их уязвимость к манипулятивному информационно-психологическому воздействию в цифровой среде [16].

Передняя поясная кора участвует в модуляции бета-ритма головного мозга. Ее истощение требует направленной физиологической коррекции. Исследование Корягиной Ю.В. и соавт. 2026 года показывает возможность компенсации этих нарушений. Курс нейробиоуправления с биологической обратной связью (БОС) по бета-ритму повышает амплитуду этого ритма. У спортсменов повышается способность концентрироваться и дышать ровно, а стресс уменьшается [17], что свидетельствует о его потенциале для улучшения функционального состояния при высоких когнитивных и эмоциональных нагрузках.

Вместе с тем, на фоне описанных негативных эффектов наблюдается специфическая адаптация нервной системы. Интенсивное взаимодействие с динамичными видеоиграми, лежащее в основе киберспортивных дисциплин, способно тренировать отдельные когнитивные функции [4]. У опытных киберспортсменов фиксируется увеличение объема серого вещества в задней теменной коре, отвечающей за зрительно-пространственную обработку и визуальную рабочую память. Кроме того, у них повышается скорость распределения внимания и периферического восприятия, а также формируется «нейронная эффективность» (increased neural efficiency) – способность мозга затрачивать меньше ресурсов на обработку визуальных помех без потери качества выполнения задач [4].

Эмоциональная дисрегуляция. СДВГ-подобный фенотип тесно связан с выраженными трудностями в управлении эмоциональными реакциями [1]. У лиц, склонных к интернет-зависимости, часто наблюдается алекситимия (неспособность распознавать и вербализовать эмоции) и преобладание неадаптивных стратегий когнитивной регуляции, что опосредует развитие соматических симптомов и психологического дискомфорта [7, 18]. Как отмечается в современных исследованиях, высокий уровень алекситимии и сопутствующая ей эмоциональная дисфункция, в частности, дефицит регуляции эмоций, непринятие собственных чувств и их соматизация нередко формирует устойчивый паттерн неспособности адекватно справляться со стрессом [19]. Дефицит психологической саморегуляции препятствует успешному управлению поведением при достижении целей в реальной жизни. Исследования Рассказовой Е.И. показывают, что умение контролировать мысли, самостоятельно ставить цели и вовремя отказываться от недостижимых задач помогает человеку адаптироваться к новым условиям [10]. Когда управление эмоциями прекращается, тревожность растет, а принимать решения становится сложнее. Скрытые переживания и внутренние конфликты создают постоянное напряжение. Это выступает триггером для развития психосоматических реакций и поведенческих срывов [11, 18].

В киберспорте поражения приносят регулярный стресс и приводят к фрустрации. Без навыков саморегуляции человек начинает закреплять вредные привычки: бесконечно листать ленту соцсетей, писать агрессивные сообщения в чат и постоянно пытаться «отыграться».

Таблица

Психофизиологические механизмы формирования СДВГ-подобных симптомов при интенсивной деятельности в виртуальной среде

Механизм	Причины формирования	Симптомы (клинические и адаптивные)	Стратегии коррекции
Дофаминовый дизрегуляционный синдром	Переменное подкрепление и частые награды в цифровой среде [2, 4] → формирование синдрома дефицита вознаграждения [3] → снижение чувствительности D2-рецепторов [3], истощение префронтальной коры, ослабление тормозного контроля над лимбической системой [4, 12].	Импульсивность, компульсивный поиск немедленной награды [1, 7], неспособность к монотонной деятельности [1], скука, раздражительность [7], резкая потеря мотивации при неудачах [13].	Нормы цифровой гигиены [7, 9], лимитирование сессий после поражений [13], формирование альтернативных источников дофамина вне цифровой среды [10].
Депривация сна	Вечерняя работа за монитором → воздействие синего света → блокада выработки мелатонина [8] → сокращение фаз медленного и быстрого сна [8] → кумулятивное утомление ЦНС и рост кортизола, нарушение работы памяти [8, 14].	Невнимательность, замедление скорости обработки информации [4, 8], ухудшение рабочей и моторной памяти, быстрая утомляемость [8], импульсивность [1], невозможность закрепления двигательного стереотипа [8].	Строгая гигиена сна [8], отказ от использования гаджетов, интернета и цифровых технологий с целью восстановления баланса между виртуальной и реальной жизнью за 1-2 ч до сна [8, 9], фильтры синего света, дневной отдых (20-30 мин) [8].
Фрагментация внимания	Хроническая медиа-многозадачность, постоянная когнитивная нагрузка [4] → снижение плотности серого вещества в передней поясной коре, увеличение объема серого вещества в задней теменной коре [4].	Клиповое мышление, эффект «Google-памяти», поверхностная обработка, истощение ресурсов рабочей памяти [4, 15], отвлекаемость [4, 7], «контентная слепота» [16], повышение скорости распределения внимания и периферического восприятия, формирование «нейронной эффективности» [4].	БОС-тренинг по бета-ритму для компенсации истощения передней поясной коры [17], тренировка навыков глубокого чтения [4].
Эмоциональная дисрегуляция	Регулярный соревновательный стресс от поражений [9, 13], дефицит психологической саморегуляции [10].	Трудности с вербализацией эмоций [18, 19], рост тревожности [9, 11], психосоматические реакции [11, 18].	Обучение дыхательным практикам («квадратное дыхание»), позитивное самопрограммирование, например, в виде повторений коротких позитивных утверждений (аффирмации) [9].
Вегетативный дисбаланс	Хроническое психоэмоциональное напряжение, долгие игровые сессии [5, 6], соревновательный стресс [13] → преобладание симпатического тонуса [5, 6].	Ускоренное сердцебиение, изменение вариабельности сердечного ритма [20], рост вегетативного индекса Кердо и двойного произведения, симпатикотония [5, 6], психосоматические расстройства [9, 11].	Обязательные физические нагрузки [5, 6], закаливание, активные паузы во время интенсивной деятельности в цифровой среде [9].

Примечание: СДВГ – синдром дефицита внимания и гиперактивности; ЦНС – центральная нервная система; БОС – биологическая обратная связь.

Для профилактики подобных состояний и купирования острого стресса киберспортсменов необходимо целенаправленно обучать доступным методам самокоррекции психофизического состояния. Как показывают исследования, применение структурированных дыхательных практик (например, техники «квадратного дыхания») и методов позитивного самопрограммирования позволяют эффективно снижать физиологическое возбуждение, нивелировать последствия психоэмоционального стресса и предотвращать развитие психосоматических расстройств у лиц, функционирующих в условиях экстремальных когнитивных и эмоциональных нагрузок [9]. Внедрение подобных инструментов в систему спортивной подготовки позволит киберспортсменам сохранять эмоциональный баланс и избегать формирования СДВГ-подобных поведенческих реакций в ответ на игровые неудачи.

Вегетативный дисбаланс. Долгое времяпровождение в виртуальной среде вызывает хроническое психоэмоциональное напряжение. Это нарушает работу вегетативной нервной системы. При высоком экранном времени появляются негативные сдвиги в показателях сердечно-сосудистой системы. Растут вегетативный индекс Кердо, двойное произведение и индекс функциональных изменений. Это значит, что симпатический тонус преобладает, а механизмы адаптации работают на пределе [5, 6].

Соревнования в киберспорте вызывают заметный стресс: сердцебиение ускоряется, а дыхание становится менее ровным. Система кровообращения выступает чувствительным индикатором адаптационных реакций целостного организма. Анализ вариабельности сердечного ритма объективно оценивает напряжение регуляторных систем в ответ на стресс [20].

Исследования Криволапчука И.А. показывают, что хорошая физическая подготовка киберспортсменов поддерживает функциональные резервы, снижает симпатикотонию и защищает префронтальную кору от истощения [5, 6]. У тренированных детей и подростков сохраняются оптимальные показатели вегетативного баланса даже при экранном времени от 3,5 до 5,5 часов в сутки.

Собранные данные показывают, что СДВГ-подобный фенотип формируется у активных пользователей цифровой среды под влиянием множества факторов (табл.). Профилактика и восстановление требуют подбора отдельных методов для решения каждой конкретной проблемы.

Заключение. Таким образом, СДВГ-подобный фенотип у киберспортсменов формируется под влиянием взаимосвязанных механизмов – дофаминовой дизрегуляции, депривации сна, фрагментации внимания, эмоциональной дисрегуляции и вегетативного дисбаланса. Важнейший влияющий фактор – дофаминовый дизрегуляционный синдром: он снижает чувствительность D2-рецепторов, истощает префронтальную кору и усиливает импульсивность; остальные механизмы усугубляют когнитивные и эмоциональные нарушения, в то же время вызывают компенсаторную адаптацию мозга в виде роста зрительно-пространственных способностей и более оптимального решения задач («нейронной эффективности»). Для коррекции СДВГ-подобного фенотипа требуется комплексная стратегия. В нее следует включить цифровую гигиену, соблюдение гигиены сна, БОС-тренинг, дыхательные практики и регулярные физические нагрузки. Все эти методы целесообразно интегрировать в тренировочный процесс киберспортсменов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The World Federation of ADHD International Consensus Statement: 208 Evidence-based Conclusions about the Disorder / S.V. Faraone, T. Banaschewski, D. Coghill [et al.] // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. – 2021. – Vol. 128. – P. 789-818. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.01.022.

2. The Behavioral Economics of Reinforcement Pathologies: Novel Approaches to Addictive Disorders / W.K. Bickel, D.P. Jarmolowicz, J. MacKillop [et al.] // APA Addiction Syndrome Handbook: Vol. 2. Recovery, Prevention, and Other Issues / ed. by H.J. Shaffer. – Washington, DC: American Psychological Association, 2012. – P. 333-363. DOI: 10.1037/13750-014.

3. The D2 dopamine receptor gene as a determinant of reward deficiency syndrome / K. Blum, P.J. Sheridan, R.C. Wood [et al.] // Journal of the Royal Society of Medicine. – 1996. – Vol. 89. – No. 7. – P. 396-400.

4. Loh, K.K. How has the Internet reshaped human cognition? / K.K. Loh, R. Kanai // The Neuroscientist. –

2016. – Vol. 22. – No. 5. – P. 506-520. DOI: 10.1177/1073858415595005.
5. Криволапчук, И.А. Функциональное развитие детей 6-7 лет с разным уровнем информатизации условий жизнедеятельности / И.А. Криволапчук, А.А. Герасимова, М.Б. Чернова // Сибирский педагогический журнал. – 2020. – № 5. – С. 121-135. DOI: 10.15293/1813-4718.2005.12.
6. Криволапчук, И.А. Функциональное, физическое и моторное развитие мальчиков 6-7 и 11-12 лет с разной двигательной подготовленностью в условиях интенсивного использования цифровых технологий / И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, А.А. Герасимова // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – № 1. – С. 28-36. DOI: 10.14529/hsm230104.
7. Weinstein, A. Internet Addiction or Excessive Internet Use / A. Weinstein, M. Lejoyeux // The American Journal of Drug and Alcohol Abuse. – 2010. – Vol. 36. – P. 1-7. DOI: 10.3109/00952990.2010.491880.
8. Попова, М.А. Влияние характеристик сна на функциональное состояние и результативность спортсменов в циклических видах спорта: обзор литературы / М.А. Попова, Т.В. Засыпкин // Современные вопросы биомедицины. – 2026. – Т. 10. – № 1(36). – С. 111-119. DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_01_13.
9. Методы самокоррекции психофизического состояния для профилактики психосоматических расстройств у специалистов экстремальных профессий / С.М. Разинкин, Г.Г. Ерофеев, А.А. Косенков [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2026. – Т. 10. – № 2(37). – С. 158-163. DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_19.
10. Рассказова, Е.И. Психологическая саморегуляция как фактор успешности управления поведением в различных сферах функционирования личности / Е.И. Рассказова // Экспериментальная психология. – 2019. – Т. 12. – № 3. – С. 148-163. DOI: 10.17759/exppsy.2019120312.
11. Факторы развития психосоматических заболеваний / С.М. Разинкин, А.А. Киш, Н.З. Орлова [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2026. – Т. 10. – № 2(37). – С. 164-169. DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_20.
12. Kuss, D.J. Neurobiological Correlates in Internet Gaming Disorder: A Systematic Literature Review / D.J. Kuss, H.M. Pontes, M.D. Griffiths // Frontiers in Psychiatry. – 2018. – Vol. 9. – Art. 166. DOI: 10.3389/fpsyt.2018.00166.
13. Аржаков, Д.О. Молодежные тренды в цифровом спорте: опыт Лиги КиберБит / Д.О. Аржаков, Н.С. Скаржинский // Цифровая трансформация спорта (традиционный спорт, компьютерный спорт, фиджитал спорт): материалы Всероссийской научно-практической конференции, 7-8 дек. 2023 года / под ред. М.А. Новоселова. – М.: РУС «ГЦОЛИФК», 2023. – С. 6-10.
14. Полуэктов, М.Г. Нарушения сна и когнитивных функций, подходы к терапии / М.Г. Полуэктов, И.С. Преображенская // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2014. – № 1. – С. 68-73. DOI: 10.14412/2074-2711-2014-1-68-73.
15. Unsworth, N. The Nature of Individual Differences in Working Memory Capacity: Active Maintenance in Primary Memory and Controlled Search From Secondary Memory / N. Unsworth, R.W. Engle // Psychological Review. – 2007. – Vol. 114. – No. 1. – P. 104-132. DOI: 10.1037/0033-295X.114.1.104.
16. Двойнина, В.К. Тенденции изменений в когнитивной сфере современных детей и подростков как потенциальные факторы подверженности индоктринации в цифровой среде / В.К. Двойнина // Мир науки. Педагогика и психология. – 2025. – Т. 13. – № 1. – URL: https://mir-nauki.com/PDF/118PSMN125.pdf (дата обращения: 07.09.2026).
17. Оценка эффективности коррекционно-восстановительных воздействий нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга на организм спортсменов ситуационных видов спорта / Ю.В. Корягина, Ю.В. Кушнарева, С.В. Нопин [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2026. – Т. 10. – № 2(37). – С. 49-55. DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_6.
18. The Mediating Role of Cognitive Emotion Regulation Strategies in the Relationship Between Early Maladaptive Schemas, Alexithymia, and Emotional Intelligence With Somatic Symptoms in People With Somatic Symptoms Disorder / S. Farahi, G. Naziri, A. Davodi, N. Fath // Journal of Practice in Clinical Psychology. – 2023. – Vol. 11. – No. 3. – P. 187-200. DOI: 10.32598/jpcp.11.3.887.1.
19. The Role of Early Emotional Neglect in Alexithymia / S. Aust, E. Alkan Härtwig, I. Heuser, M. Bajbouj // Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy. – 2013. – Vol. 5. – No. 3. – P. 225-232. DOI: 10.1037/a0027314.
20. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108-127.

REFERENCES

1. Faraone S.V., Banaschewski T., Coghill D. et al. The World Federation of ADHD International Consensus Statement: 208 Evidence-based Conclusions about the Disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2021, vol. 128, pp. 789-818. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.01.022.
2. Bickel W.K., Jarmolowicz D.P., MacKillop J. et al. The Behavioral Economics of Reinforcement Pathologies: Novel Approaches to Addictive Disorders. In: Shaffer H.J., ed. APA Addiction Syndrome Handbook: Vol. 2. Recovery, Prevention, and Other Issues. Washington, DC: American Psychological Association, 2012. pp. 333-363. DOI: 10.1037/13750-014.
3. Blum K., Sheridan P.J., Wood R.C. et al. The D2 dopamine receptor gene as a determinant of reward deficiency syndrome. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 1996, vol. 89, no. 7, pp. 396-400.
4. Loh K.K., Kanai R. How has the Internet reshaped human cognition? *The Neuroscientist*, 2016, vol. 22, no. 5, pp. 506-520. DOI: 10.1177/1073858415595005.
5. Krivolapchuk I.A., Gerasimova A.A., Chernova M.B. Functional development of children 6-7 years old with different levels of informatization of living conditions. *Siberian Pedagogical Journal*, 2020, no. 5, pp. 121-135. DOI: 10.15293/1813-4718.2005.12. (in Russ.)

6. Krivolapchuk I.A., Chernova M.B., Gerasimova A.A. Functional, physical, and motor development of 6-7- and 11-12-year-old boys with different motor fitness under intensive use of digital technologies. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. 1, pp. 28-36. DOI: 10.14529/hsm230104. (in Russ.)
7. Weinstein A., Lejoyeux M. Internet Addiction or Excessive Internet Use. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 2010, vol. 36, pp. 1-7. DOI: 10.3109/00952990.2010.491880.
8. Popova M.A., Zasypkin T.V. The impact of sleep characteristics on functional status and performance of cyclic sports athletes: a literature review. *Modern Issues of Biomedicine*, 2026, vol. 10, no. 1(36), pp. 111-119. DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_01_13. (in Russ.)
9. Razinkin S.M., Erofeev G.G., Kosenkov A.A., Andreev D.A., Balandin M.Yu. Methods of self-correction of psychophysical condition for the prevention of psychosomatic disorders in specialists of extreme professions. *Modern Issues of Biomedicine*, 2026, vol. 10, no. 2(37), pp. 158-163. DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_19. (in Russ.)
10. Rasskazova E.I. Psychological self-regulation as factor of success in the management of own behavior in different life domains. *Experimental Psychology*, 2019, vol. 12, no. 3, pp. 148-163. DOI: 10.17759/exppsy. 2019120312. (in Russ.)
11. Razinkin S.M., Kish A.A., Orlova N.Z., Bragin M.A., Goloborodko E.V. Factors in the development of psychosomatic diseases. *Modern Issues of Biomedicine*, 2026, vol. 10, no. 2(37), pp. 164-169. DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_20. (in Russ.)
12. Kuss D.J., Pontes H.M., Griffiths M.D. Neurobiological Correlates in Internet Gaming Disorder: A Systematic Literature Review. *Frontiers in Psychiatry*, 2018, vol. 9, art. 166. DOI: 10.3389/fpsyt.2018.00166.
13. Arzhakov D.O., Skarzhinsky N.S. Youth trends in digital sports: experience of the CyberBit League. In: Novoselov M.A., ed. Digital Transformation of sports (Traditional Sports, Computer Sports, Phygital Sports): materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (December 7-8, 2023). Moscow: RUS "GTSOLIFK", 2023. pp. 6-10. (in Russ.)
14. Poluektov M.G., Preobrazhenskaya I.S. Sleep and cognitive dysfunctions. Therapeutic approach. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*, 2014, no. 1, pp. 68-73. DOI: 10.14412/2074-2711-2014-1-68-73. (in Russ.)
15. Unsworth N., Engle R.W. The Nature of Individual Differences in Working Memory Capacity: Active Maintenance in Primary Memory and Controlled Search From Secondary Memory. *Psychological Review*, 2007, vol. 114, no. 1, pp. 104-132. DOI: 10.1037/0033-295X.114.1.104.
16. Dvoinina V.K. Tendencies of cognitive changes in modern children and adolescents as potential factors of their susceptibility to indoctrination within digital environment. *World of Science. Pedagogy and psychology*, 2025, vol. 13, no. 1. Available at: https://mir-nauki.com/PDF/118PSMN125.pdf. (accessed: 07.09.2026). (in Russ.)
17. Koryagina Yu.V. et al. Assessment of the efficiency of corrective and restorative effects of beta-wave neurofeedback on situational sports athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2026, vol. 10, no. 2(37), pp. 49-55. DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_6. (in Russ.)
18. Farahi S., Naziri G., Davodi A., Fath N. The Mediating Role of Cognitive Emotion Regulation Strategies in the Relationship Between Early Maladaptive Schemas, Alexithymia, and Emotional Intelligence With Somatic Symptoms in People With Somatic Symptoms Disorder. *Journal of Practice in Clinical Psychology*, 2023, vol. 11, no. 3, pp. 187-200. DOI: 10.32598/jpcp.11.3.887.1.
19. Aust S., Alkan Härtwig E., Heuser I., Bajbouj M. The Role of Early Emotional Neglect in Alexithymia. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 2013, vol. 5, no. 3, pp. 225-232. DOI: 10.1037/a0027314.
20. Bayevsky R.M., Ivanov G.G. Cardiac Rhythm Variability: the Theoretical Aspects and the Opportunities of Clinical Application. *Ultrasound and Functional Diagnostics*, 2001, no. 3, pp. 108-127. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Даниил Олегович Аржаков – аспирант, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: arzhakoved@yandex.ru.
Сергей Викторович Нопин – доктор биологических наук, кандидат технических наук, главный научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Daniil O. Arzhakov – Postgraduate Student, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: arzhakoved@yandex.ru.
Sergey V. Nopin – Doctor of Biological Sciences, Candidate of Technical Sciences, Lead Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.

Для цитирования: Аржаков, Д.О. Влияние киберспортивной нагрузки на формирование фенотипа, подобного синдрому дефицита внимания и гиперактивности: психофизиологические аспекты / Д.О. Аржаков, С.В. Нопин // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_1

For citation: Arzhakov D.O., Nopin S.V. The influence of esports activity on the formation of a phenotype similar to attention deficit hyperactivity disorder: psychophysiological aspects. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_1

Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_2
УДК [612.8 – 159.91] – 055.25; 615.851.85

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_2
UDC [612.8 – 159.91] – 055.25; 615.851.85

ВЛИЯНИЕ ТЕЛЕСНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРАКТИК НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ С УЧЕТОМ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Т.А. Жмурова, С.М. Рябцев, Т.С. Морозова
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В статье представлены данные психофизиологического состояния студентов, занимающихся телесно-ориентированными технологиями. ***Методы.*** В исследовании приняли участие 15 девушек в возрасте 18-19 лет. Для достижения поставленной цели на этапах исследования применяли анализ данных вариабельности сердечного ритма и психодиагностическое тестирование. ***Результаты.*** Анализ данных вариабельности сердечного ритма определил преобладание автономного контура вегетативной регуляции обследуемых на констатирующем этапе исследования. При этом оценка психофизиологического состояния с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции выявила однородность свойств нервной деятельности у обследуемых. ***Заключение.*** На контрольном этапе исследований обнаружено изменение соотношения количества обследуемых с преобладающим типом вегетативной регуляции. При этом выявлены особенности психофизиологических характеристик у студентов.
Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, психофизиологическое состояние, студенты, телесно-ориентированные практики.

THE INFLUENCE OF BODY-ORIENTED PRACTICES ON THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE OF STUDENTS, TAKING INTO ACCOUNT HEART RATE VARIABILITY TYPOLOGICAL FEATURES

T.A. Zhmurova, S.M. Ryabtsev, T.S. Morozova
Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The article discusses the characteristics of the psychophysiological state of students who practice body-oriented techniques. ***Methods.*** The study involved 15 girls aged 18-19. To complete the objective, the methods included heart rate variability measurement and psychodiagnostic testing. ***Results.*** The heart rate variability analysis has revealed the predominance of the autonomous regulation at the ascertaining stage of the study. Additionally, the psychophysiological state assessment, taking into account the predominant type of autonomic regulation, has shown the uniformity of the subjects' nervous system characteristics. ***Conclusion.*** At the control stage of the research, a change in the ratio of subjects with the predominant type of autonomic regulation has been identified. At the same time, the features of psychophysiological characteristics of students have been demonstrated.
Keywords: heart rate variability, psychophysiological state, students, body-oriented practices.

Введение. На сегодняшний день, по данным исследования Всемирной организации здравоохранения, большая половина взрослого (60%) и молодого населения (75%) подвержены гиподинамии [1]. По данным литературных источников в наибольшей зоне риска находится студенческая молодежь. Так, совокупность продолжительных умственных нагрузок и недостаток физической активности обуславливают возрастание психоэмоционального напряжения и хронического утомления, что приводит к снижению адаптационных возможностей функциональных систем организма [2-5]. Таким образом, тесная взаимосвязь между психоэмоциональными процессами и психическим состоянием предопределяет изменения в функционировании организма. В научно-методической литературе телесно-ориентированные технологии рассматриваются как комплексная методика, одновременно воздействующая на физиологическое и психологическое состояния человека [6]. Вместе с тем, внедрение здоровьесберегающих двигательных технологий в учебный процесс студентов обуславливает повышение

психофизического состояния организма обучающихся [7].

Таким образом, целью работы является определение эффективности влияния занятий телесно-ориентированными практиками на психофизиологическое состояние студентов с учетом типологических особенностей вариабельности сердечного ритма.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 15 девушек в возрасте 18-19 лет, занимающихся по дисциплине «Элективные курсы по физической культуре». Основанием включения в эксперимент являлись добровольное письменное информированное согласие, синусовый источник модуляции ритма сердца, фолликулярная фаза менструального цикла, основная группа здоровья согласно медицинским заключениям. Исследование проводилось в условиях научной лаборатории психофизиологических и функциональных исследований в соответствии с действующим СанПиН, Хельсинкской декларацией (2000 г.) и Директивой Европейского сообщества 86/609.

Эксперимент продолжительностью 18 недель включал применение технологии телесно-ориентированных практик, где подготовительная часть составляла 20% (дыхательные практики), основная – 60% (статодинамические упражнения, направленные на укрепление дыхательных мышц), заключительная – 20% (нервно-мышечная релаксация) всего занятия.

Тренировочные занятия продолжительностью 90 минут проводились 2 раза в неделю. Настоящее исследование включало в себя 2 этапа – констатирующий (фоновые значения) и контрольный (контрольные значения).

Для достижения поставленной цели на этапах исследования проводили анализ психофизиологического состояния организма студентов с применением методик аппаратно-программных комплексов «НС-Психотест» и «Поли-Спектр.NET», а также электрокардиографа «Поли-Спектр-8/ЕХ» (ООО «Нейрософт», Россия) (табл. 1).

С помощью пакета Statistica 6.0. осуществлялись обработка данных и расчет показателей среднего арифметического (M) и стандартной ошибки (m). Верификация достоверности значений между зависимыми выборками выполнена с применением U-критерия Манна-Уитни.

Таблица 1

Методики оценки психоэмоционального и функционального состояния

Методика	Характеристика методик
Опросник Г.Ю. Айзенка	Диагностика особенностей темперамента
Опросник Ч.Д. Спилбергера – Ю.Л. Ханина	Оценка уровня тревожности человека
Оценка внимания	Диагностика концентрации и устойчивости внимания
Помехоустойчивость	Диагностика концентрации и устойчивости внимания при наличии помех
Реакция на движущийся объект (РДО)	Изменение уравновешенности нервных процессов
Теппинг-тест	Диагностика силы нервных процессов
Вариабельность сердечного ритма (ВСР)	Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ значений показателей вариабельности сердечного ритма на констатирующем этапе выявил в 53,3% всех случаев умеренное преобладание автономного контура регуляции (III тип) согласно классификации преобладающих типов вегетативной регуляции, что соответствует оптимальному типу (рис. 1) [8].

При этом выраженное преобладание автономного контура регуляции было выявлено в 46,6% всех случаев, что характерно для начальной фазы развития процесса утомления [8].

Анализ данных психодиагностического тестирования на констатирующем этапе исследования выявил у всех обследуемых (III и IV типы) нисходящий тип максимального движения руки согласно интерпретации показателей методики «Теппинг-тест», что определяет соответствие критерию «значительное снижение общей работоспособности» студентов [9] (табл. 2).

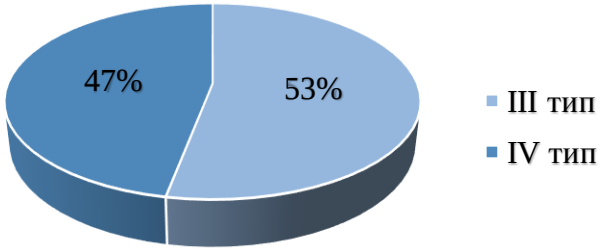


Рис. 1. Соотношение преобладающих типов вегетативной регуляции у обследуемых студентов на констатирующем этапе

Примечание: III тип – умеренное преобладание автономного контура регуляции; IV тип – выраженное преобладание автономного контура регуляции.

Таблица 2

Характеристика психофизиологического состояния обследуемых на констатирующем и контрольном этапах исследования с учетом типологических особенностей ВСР, баллы

Методики	Шкала	Этап	Типы ВСР			
			I	II	III	IV
Опросник Г.Ю. Айзенка	Экстраверсия-интроверсия	I	Не выявлен	Не выявлено	12,1±3,1	12,6±1,5
		II	10,0±4,2		12,2±2,9	11,5±0,7
	Нейротизм	I	Не выявлен		11,6±4,9	9,8±2,3
		II	12,0±8,5		11,2±3,1	13,0±1,4
Опросник Ч.Д. Спилбергера – Ю.Л. Ханина	Ситуативная тревожность	I	Не выявлен		35,1±4,0	34,4±4,2
		II	38,5±12,1		35,9±5,6	39,5±0,7
	Личностная тревожность	I	Не выявлен		42,5±8,4	40,8±4,4
		II	41,0±20,5		41,6±6,5	41,0±1,4
Помехоустойчивость	ФУС	I	Не выявлен		3,2±0,3	3,4±0,3
		II	3,8±0,2		3,4±0,3	3,1±0,07
	УР	I	Не выявлен		0,9±0,4	1,2±0,5
		II	1,2±0,1		1,1±0,4	0,45±0,07*
	УФВ	I	Не выявлен		1,9±0,4	2,1±0,5
		II	2,4±0,1		2,3±0,4	1,75±0,07
Оценка внимания	Устойчивость внимания	I	Не выявлен		1,0±0,1	1,0±0,1
		II	1,01±0,1		1,0±0,1	1,1±0,02
	Концентрация внимания	I	Не выявлен		1,0±0,1	0,9±0,08
		II	1,01±0,1		1,0±0,1	0,9±0,1
Реакция на движущийся объект	Процент точных реакций	I	Не выявлен		49,6±8,9	41,6±15,3
		II	59,0±15,6		51,3±9,8	31±1,4*
	Процент опережений	I	Не выявлен		28,0±10,1	24,2±2,6
		II	26,0±8,5		26,0±13,6	39,5±2,1*
	Процент запаздываний	I	Не выявлен		22,3±8,4	25,6±2,07
		II	15,0±7,1		22,8±11,7	29,5±0,7

Примечания: ВСР – вариабельность сердечного ритма; ФУС – функциональный уровень системы; УР – устойчивость реакции; УФВ – уровень функциональных возможностей; I – умеренное преобладание центрального контура вегетативной регуляции; II – выраженное преобладание центрального контура регуляции; III – умеренное преобладание автономного контура регуляции; IV – выраженное преобладание автономного контура регуляции; * – достоверность различий, $p \leq 0,05$; I – констатирующий этап; II – контрольный этап.

Анализ значений показателей методики «Реакция на движущийся объект» (РДО) выявил характерное для всех обследуемых преобладание процессов возбуждения центральной нервной системы. Также у обследуемых с III и IV типами регуляции обнаружены «амбивертность» и «средний уровень» психоэмоциональной устойчивости в соответствии с критериями шкал опросника Г.Ю. Айзенка. Анализ данных методики Ч.Д. Спилбергера – Ю.Л. Ханина определил соответствие критерию «средний уровень» выраженности

ситуативной и личностной тревожности для всех обследуемых. Для обследуемых с III и IV типами регуляции выявлено «умеренное отклонение от нормы» в оценке функционального уровня и возможностей систем организма (методика «Помехоустойчивость») [9]. Вместе с тем, значения показателя устойчивости реакции указывают на «легкое отклонение от нормы» у студентов с III типом регуляции, при этом «низкий уровень нормы» выявлен для студентов с IV типом. Анализ результатов методики «Оценка внимания» продемонстрировал соответствие критерию «среднего уровня» устойчивости и концентрации внимания у студентов с умеренным и выраженным преобладанием автономного контура регуляции [9].

По данным авторов, дыхательные упражнения посредством повышения функциональных резервов кардио-респираторной системы обуславливают оптимизацию психофизиологического состояния организма, что отражается в стабильности моторных функций, точности пространственно-временной координации, мышечных сокращений и сенсорно-моторных реакций [8, 10, 11]. Кроме того, систематические дыхательные практики приводят к изменениям вариабельности сердечного ритма посредством снижения активности центрального контура регуляции, уровня степени напряжения регуляторных механизмов, что вызвано повышением тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы [12]. Также, по мнению Н.Г. Георгиевой (2021) [13], включение телесно-ориентированных технологий с дыхательными практиками формирует комплексную систему регуляции психофизиологических процессов.

Анализ значений показателей вариабельности сердечного ритма на контрольном этапе выявил в 80% всех случаев умеренное преобладание автономного контура регуляции, что на 50% ($p \leq 0,05$) выше количества выявленных на констатирующем этапе. Вместе с тем, обнаружено уменьшение количества студентов с IV типом (85,7%, $p \leq 0,01$) относительно таковых на констатирующем этапе. При этом на контрольном этапе в 13,3% случаев выявлены студенты с умеренным преобладанием центрального контура автономной регуляции (I тип) (рис. 2).

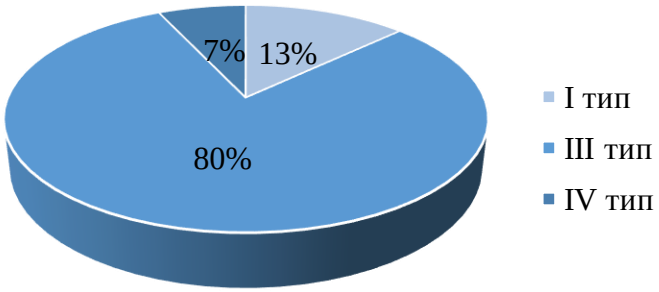


Рис. 2. Соотношение преобладающих типов вегетативной регуляции у обследуемых на контрольном этапе

Примечание: I тип – умеренное преобладание центрального контура регуляции; III тип – умеренное преобладание автономного контура регуляции; IV тип – выраженное преобладание автономного контура регуляции.

Согласно результатам контрольного этапа настоящего исследования, определено «умеренное» снижение уровня работоспособности у всех исследуемых в соответствии со шкалами методик «Теппинг-тест» и «Оценка внимания». При этом результаты анализа методики «РДО» свидетельствовали о преобладании возбудительных процессов студентов с I, III и IV типами вегетативной регуляции, при этом статистически значимые изменения выявлены для обследуемых с IV типом. В соответствии с критериями оценки методик Г.Ю. Айзенка и Ч.Д. Спилбергера – Ю.Л. Ханина, у обследуемых с преобладанием и центрального и автономного контуров регуляции выявлены «амбиверсия» и «средний уровень» психоэмоциональной устойчивости и «средний уровень» ситуативной и личностной тревожности. Анализ данных методики «Помехоустойчивость» показал «умеренное отклонение от нормы» функционального уровня систем организма у

обследуемых с III и IV типами вегетативной регуляции, при этом «легкое отклонение от нормы» характерно для студентов с I типом [9]. «Легкое отклонение от нормы» функциональных возможностей выявлено у обследуемых с I и III типами регуляции, «умеренное отклонение от нормы» – у обследуемых с IV типом. Вместе с тем, «низкий уровень нормы» устойчивости реакции обнаружен у обследуемых с I и III типами вегетативной регуляции, «умеренное отклонение от нормы» – у обследуемых с IV типом ($p \leq 0,05$). Результаты значений показателей методики «Оценка внимания» демонстрируют «средний уровень» концентрации и устойчивости внимания у студентов с I, III и IV типами вегетативной регуляции.

Заключение. Анализ данных вариабельности сердечного ритма на констатирующем этапе исследования определяет преобладание автономного контура вегетативной регуляции обследуемых. Вместе с тем, оценка психофизиологического состояния с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции определяет однородность свойств нервной деятельности у студентов с преобладанием автономного контура вегетативной регуляции. Телесно-ориентированные технологии в сочетании с дыхательными практиками определяют активность парасимпатического тонуса, что отразилось в повышении функциональной деятельности центральной нервной системы. Таким образом, выявлены изменение соотношения количества обследуемых с преобладанием автономного контура вегетативной регуляции, а также особенности психофизиологического состояния в зависимости от преобладающего типа регуляции. Так, умеренная и оптимальная степень напряжения регуляторных систем, обусловленная снижением силы процесса возбуждения, отразилась в «умеренном» снижении работоспособности студентов с I и III типами регуляции. Однако значения показателей психофизиологического состояния с учетом индивидуально-типологических особенностей вариабельности сердечного ритма обследуемых на констатирующем и контрольном этапах не имели статистически достоверных изменений, что, вероятно, обусловлено недостаточной продолжительностью эксперимента.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устав Всемирной организации здравоохранения (принят 22 июля 1946 г.) – Всемирная организация здравоохранения : официальный сайт. – URL: https://www.who.int/ru/about/governance/constitution (дата обращения: 28.08.2026).
2. Жданова, Д.Р. Гиподинамия – болезнь 21 века / Д.Р. Жданова, А.А. Рубизова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2019. – Т. 9. – № 12. – С. 550-552.
3. Оценка психофизиологического потенциала в процессе адаптации к учебной деятельности / Н.А. Литвинова, В.И. Иванов, М.Г. Березина, В.В. Глебов // Психология. Психофизиология. – 2021. – № 2. – С. 108-119.
4. Николаева, Т.М. Влияние физической нагрузки на вариабельность сердечного ритма при умственной деятельности в зависимости от реактивности симпатических центров у студентов / Т.М. Николаева, Е.К. Голубева, Л.Л. Ярченкова // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т 8. – № 2. – С. 148-155. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_17.
5. Спицин, А.П. Особенности структуры сердечного ритма у лиц молодого возраста в зависимости от доминирующего типа вегетативной нервной системы / А.П. Спицин // Человек и его здоровье. – 2017. – № 3. – С. 113-116.
6. Фадеева, Е.В. К вопросу о возможностях телесно-ориентированной психотерапии в профилактике и лечении психосоматических заболеваний / Е.В. Фадеева, Е.А. Петренко // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2022. – № 2. – С. 130-135.
7. Беляева, В.А. Адаптационный потенциал системы кровообращения и вариабельность сердечного ритма у студентов-медиков / В.А. Беляева, Е.А. Такоева // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 6. – С. 124.
8. Шлык, Н.И. Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе: методическое пособие / Н.И. Шлык. – Ижевск. Удмуртский университет, 2022. – 80 с.
9. Мантрова, И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / Н.И. Мантрова. – Иваново: Нейрософт, 2007. – 216 с.
10. Анисимов, Е.А. Оздоровительное дыхание / Е.А. Анисимов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Инновации в образовании. – 2003. – № 1(4). – С. 268-277.
11. Буков, Ю.А. Здоровьесберегающие технологии и методы телесно-ориентированной терапии на уроках физического воспитания учащихся специальной медицинской группы / Ю.А. Буков, Н.Г.

Георгиева // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 6(124). – С. 31-35.
12. Кушкова, Н.Е. Влияние дыхания с заданной частотой на вариабельность сердечного ритма у лиц с различным исходным вегетативным статусом / Н.Е. Кушкова, А.П. Спицин, И.Л. Негодяева // Пермский медицинский журнал. – 2007. – № 4. – С. 80-85.
13. Георгиева, Н.Г. Адаптивное физическое воспитание школьников специальной медицинской группы с использованием телесно-ориентированных методов: автореф. дис. … к.б.н. : 13.00.04 / Надежда Георгиевна Георгиева. – Санкт-Петербург, 2019. – 25 с.

REFERENCES

1. The Constitution of the World Health Organization (adopted on July 22nd, 1946). The World Health Organization: official website. Available at: https://www.who.int/ru/about/governance/constitution (accessed: 28.08.2026).
2. Zhdanova D.R., Rubizova A.A. Physical inactivity – a disease of the 21st century. *Bulletin of Medical Internet Conferences*, 2019, vol. 9, no. 12, pp. 550-552. (in Russ.)
3. Litvinova N.A., Ivanov V.I., Berezina M.G., Glebov V.V. Assessment of psychophysiological potential under adaptation to educational activity. *Psychology. Psychophysiology*, 2021, no. 2, pp. 108-119. (in Russ.)
4. Nikolaeva T.M., Golubeva E.K., Yarchenkova L.L. Effect of physical activity on heart rate variability during mental activity depending on the sensitivity of sympathetic centers in students. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 2, pp. 148-155. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_17. (in Russ.)
5. Spitsin A.P. Peculiarities of heart rate structure in young persons depending on the dominant type of the vegetative nervous system. *Humans and their health*, 2017, no. 3, pp. 113-116. (in Russ.)
6. Fadeeva E.V., Petrenko E.A. On the question of the possibilities of body-oriented psychotherapy in the prevention and treatment of psychosomatic diseases. *Intellectual resources for regional development*, 2022, no. 2, pp. 130-135. (in Russ.)
7. Belyaeva V.A., Takoeva E.A. Adaptation potential of the circulatory system and variability of the heart rhythm in medical students. *Modern problems of science and education*, 2019, no. 6, p. 124. (in Russ.)
8. Shlyk N.I. Heart rate variability and methods of its determination in athletes in the training process: a methodological guide. Izhevsk. Udmurt University, 2022. 80 p. (in Russ.)
9. Mantrova I.N. Methodological guide to psycho-physiological and psychological diagnostics. Ivanovo: Neurosoft, 2007. 216 p. (in Russ.)
10. Anisimov E.A. Health-improving breathing. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhny Novgorod. Innovations in Education*, 2003, no. 1(4), pp. 268-277. (in Russ.)
11. Bukov Yu.A., Georgieva N.G. School health-improving technologies and techniques of body-oriented therapy at lessons of physical education of the special medical group students. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2015, no. 6(124), pp. 31-35. (in Russ.)
12. Kushkova N.E., Spitsin A.P., Negodyaeva I.L. Effect of intended frequency respiration on heart rate variability in subjects with different initial vegetative status. *Perm Medical Journal*, 2007, no. 4, pp. 80-85. (in Russ.)
13. Georgieva N.G. Adaptive physical education of schoolchildren of a special medical group using body-oriented methods: an author's abstract. Saint Petersburg, 2019. 211 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Анатольевна Жмурова – кандидат биологических наук, доцент, Севастопольский государственный университет, Севастополь, e-mail: tazhmurova@mail.sevsu.ru.
Сергей Михайлович Рябцев – доктор биологических наук, профессор, Севастопольский государственный университет, Севастополь, e-mail: smryabtsev@mail.sevsu.ru.
Татьяна Сергеевна Морозова – аспирант, преподаватель, Севастопольский государственный университет, Севастополь, e-mail: tsmorozova@mail.sevsu.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana A. Zhmurova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: tazhmurova@mail.sevsu.ru.
Sergey M. Ryabtsev – Doctor of Biological Sciences, Professor, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: smryabtsev@mail.sevsu.ru.
Tatyana S. Morozova – Postgraduate Student, Lecturer, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: tsmorozova@mail.sevsu.ru.

Для цитирования: Жмурова, Т.А. Влияние телесно-ориентированных практик на психофизиологическое состояние студентов с учетом типологических особенностей вариабельности сердечного ритма / Т.А. Жмурова, С.М. Рябцев, Т.С. Морозова // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_2

For citation: Zhmurova T.A., Ryabtsev S.M., Morozova T.S. The influence of body-oriented practices on the psychophysiological state of students, taking into account heart rate typological features. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_2

Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_3
УДК 796.015; 612

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_3
UDC 796.015; 612

ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА МАРКЕРОВ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ КОНФЛИКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В ОЦЕНКЕ ХРОНИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ

А.Б. Мирошников, А.Д. Дорошин, А.В. Шевцов
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Частота сердечных сокращений широко используется как маркер оперативного контроля, однако ее применение для оценки хронических адаптаций остается методологически спорным. Цель: теоретически обосновать возможность трансформации частоты сердечных сокращений из оперативного маркера в квази-этапный показатель. ***Методы.*** Исследование выполнено как методологический анализ на основе данных мета-анализов и рандомизированных контролируемых исследований. ***Результаты.*** Сформулированы четыре условия перехода. Разработан пошаговый алгоритм этапной оценки. Предложенный алгоритм позволяет трансформировать частоту сердечных сокращений из маркера оперативного контроля в квази-этапный показатель. Алгоритм доступен, не требует сложного оборудования и может быть адаптирован для других физиологических сигналов. ***Заключение.*** При соблюдении сформулированных условий граница между оперативным и этапным контролем становится подвижной. Это открывает новые возможности для использования доступных маркеров в долговременном мониторинге без пропорционального увеличения затрат.
Ключевые слова: частота сердечных сокращений, спортивная метрология, оперативный контроль, этапный контроль, долговременный мониторинг, спортивное тестирование, диагностика.

TRANSFORMATION OF THE METROLOGICAL STATUS OF OPERATIONAL CONTROL MARKERS: A METHODOLOGICAL CONFLICT IN USING HEART RATE TO ASSESS CHRONIC ADAPTATION

A.B Miroshnikov, A.D. Doroshin, A.V. Shevtsov
Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Heart rate is widely used as an operational control marker; however, its application for assessing chronic adaptations remains methodologically controversial. Aim: to theoretically substantiate the possibility of transforming heart rate from an operational marker into a quasi-staged indicator. ***Methods.*** The study was conducted as a methodological analysis based on data from meta-analyses and randomized controlled trials. ***Results.*** Four conditions for the transition were formulated. A step-by-step algorithm for staged assessment was developed. The proposed algorithm enables the transformation of heart rate from an operational control marker into a quasi-staged indicator. The algorithm is accessible, requires no complex equipment, and can be adapted for other physiological signals. ***Conclusion.*** Provided the formulated conditions are met, the boundary between operational and staged control becomes flexible. This opens up new opportunities for using available markers in long-term monitoring without a proportional increase in costs.
Keywords: heart rate, sports metrology, operational control, staged control, long-term monitoring, sports testing, diagnostics.

Введение. Частота сердечных сокращений (ЧСС) является одним из наиболее доступных и широко используемых показателей в спортивной физиологии и клинической практике. Ее измерение не требует сложного оборудования, а интерпретация результатов кажется интуитивно понятной. Тренеры, спортсмены и врачи, а также ученые используют ЧСС для оценки текущего состояния организма, контроля интенсивности нагрузки и, что особенно важно, для диагностики долговременных адаптационных изменений. Однако правомерность такого подхода вызывает серьезные сомнения. В спортивной метрологии существует фундаментальный принцип, согласно которому

маркеры, регистрирующие срочные реакции на нагрузку (маркеры оперативного контроля), не могут использоваться для оценки долговременных адаптационных сдвигов (в этапном контроле) без изменения способа регистрации и обработки данных. Этот постулат, развитый в работах Мякинченко и соавт. [1], подчеркивает, что информативность показателя для этапного контроля определяется не его биологической природой, а временным масштабом собственной вариабельности. Единичное фиксирование маркеров оперативного контроля отражают состояние «здесь и сейчас» и не несут информации о структурных перестройках, формирующихся в течение недель и месяцев тренировок. Тем не менее, в реальной практике это правило часто игнорируется. Показательным примером служит мета-анализ Chidambaram и соавт. [2], в котором было выявлено статистически значимое снижение ЧСС при длительных занятиях пранаямой. Однако все включенные в обзор исследования оценивали эффект по единичным измерениям до и после вмешательства. Такой дизайн не позволяет отличить истинный хронический сдвиг от случайных флуктуаций, связанных с оперативными факторами. Более того, систематический обзор и мета-анализ Chen и соавт. [3], охватывающий 29 рандомизированных контролируемых исследований у пациентов с гипертонией, не обнаружил клинически значимого снижения ЧСС даже при тренировочных программах, строго соответствующих рекомендациям Американского Колледжа Спортивной Медицины (American College of Sports Medicine, ACSM). Авторы приходят к выводу, что физические нагрузки не оказывают существенного влияния на ЧСС. Однако мы полагаем, что этот негативный результат может быть методологическим артефактом.

ЧСС является высоколабильным маркером. Масштабное исследование Ausland и соавт. [4] с участием более 4 тысяч спортсменов показало, что индивидуальная вариабельность ЧСС настолько велика, что пределы согласования возрастных формул составляют ±10-15 уд/мин. Эти данные согласуются с работой Chávez-Guevara и соавт. [5], которые описали сложную рефлекторную регуляцию ЧСС. Авторы показали, что даже в рамках одного теста характер кривой ЧСС может быть сигмоидальным, линейным или криволинейным, что свидетельствует о зависимости показателя от множества физиологических факторов. Дополнительные доказательства лабильности ЧСС получены в исследованиях, изучающих влияние оперативных факторов. Porto и соавт. в мета-анализе 36 исследований показали, что прием воды снижает ЧСС во время физической нагрузки в среднем на 6 ударов в минуту [6]. При выраженном обезвоживании этот эффект становится еще более значительным. Convit и соавт. систематически показали, что даже применение охлаждающих стратегий в условиях жары не позволяет достоверно снизить ЧСС у женщин, что подчеркивает ее устойчивость к внешним вмешательствам [7]. Наконец, Mostafa и соавт. в мета-анализе 21 исследования продемонстрировали, что увеличение продолжительности сна в среднем на 49 минут приводит к снижению ЧСС на 1,24 уд/мин [8], и это сравнимо с ожидаемым хроническим тренировочным эффектом, хотя меняется всего один поведенческий фактор. Складывается странная картина: ЧСС давно применяют для оценки долговременных адаптаций, но измерять им саму адаптацию трудно – показатель сильно колеблется и зависит от множества оперативных факторов. Хронический сдвиг ожидается в районе 2-3 уд/мин, а разброс у одного и того же человека доходит до 10-15 уд/мин. По единичным замерам такой сдвиг теряется в шуме артефактов. Получается, мы пытаемся поймать этапный эффект «оперативным сачком».

Готового способа перевести ЧСС из оперативного маркера в этапный показатель в литературе пока нет. Чтобы он появился, придется уйти от единичных замеров к агрегированным характеристикам временного ряда. Если снимать показатель много дней подряд, а затем считать медиану, убирать выбросы и проверять стационарность, краткосрочные колебания сглаживаются, и оценка приближается к «базальному» уровню ЧСС.

Цели исследования: теоретически обосновать возможность трансформации частоты сердечных сокращений из оперативного маркера в квази-этапный показатель.

Методы и организация исследования. Исследование выполнено на базе Российского университета спорта «ГЦОЛИФК» (Москва, Россия).

Дизайн исследования и источники данных. Это методологическая работа. Новых данных мы не собирали, а работали с уже

опубликованными, рецензируемыми, публикациями за 2009-2026 годы. Опорой послужили мета-анализы и отдельные рандомизированные исследования, где есть и динамика ЧСС под длительными тренировочными программами, и цифры внутрииндивидуальной вариабельности. Такой подход позволил оперировать реальными величинами стандартного отклонения, постнагрузочных эффектов и клинически значимых порогов, что придает теоретическим выкладкам эмпирическую обоснованность. Центральный замысел нашей работы состоял в том, чтобы формализовать переход от единичного замера ЧСС к агрегированной характеристике временного ряда как метрологической операции. Для этого были выделены четыре критических условия. Каждое из них рассмотрено с позиций теории измерений и математической статистики.

Условие I: подавление случайной вариабельности. Расчеты опирались на фундаментальную формулу стандартной ошибки среднего (Standard Error of Mean, SEM). Она имеет вид $SEM = \sigma / \sqrt{n}$, где σ – стандартное отклонение единичного измерения. За типичную для ЧСС величину внутрииндивидуальной вариабельности было принято $\sigma \approx 10$ уд/мин. Это значение основано на данных работ Ausland и соавт. [4], а также Chávez-Guevara и соавт. [5]. В этих исследованиях показано, что пределы согласования при повторных измерениях достигают ±10-15 уд/мин. Был проведен расчет минимального количества измерений n, необходимого для достижения ошибки менее 2 уд/мин. Такая погрешность клинически признается незначимым артефактом. Расчеты показали, что при двукратных ежедневных замерах в течение 28 дней (n=56) SEM снижается до 1,3 уд/мин. Длительность 28 дней выбрана как минимальный интервал, обеспечивающий ошибку усреднения ниже клинически значимого порога в 2 уд/мин. Это в 4-7 раз меньше того эффекта, который мы ищем, – тех самых 2-3 уд/мин. С этого расчета и начался весь алгоритм.

Условие II: устранение постнагрузочных эффектов. После нагрузки артериальное давление (АД) снижается: у АД есть постнагрузочная гипотензия. У ЧСС такого феномена не описано [9, 10], поэтому специально учитывать его не требуется. Краткосрочные реакции на нагрузку все же необходимо убрать: на тренировке ЧСС растет, в восстановлении снижается. При замерах утром и вечером таких точек в ряд попадает немного. Медиана к редким выбросам устойчива, и на итог они почти не влияют. Мы и остановились на медиане: ее не сбивают ни асимметрия распределения, ни одиночные артефакты. Для дневников, которые ведут дома, это существенно.

Условие III: проверка стационарности временного ряда. Стационарность проверяем сразу двумя способами. Первый – визуальный: смотрим скользящее среднее с окном в 7 дней. Второй – формальный: смотрим линейную регрессию по последним 14 дням и принимаем нулевую гипотезу о нулевом наклоне при $p>0,05$. Связка визуального и статистического контроля для физиологических рядов привычна, и проводить ее стоит регулярно. Заодно сам протокол с множеством измерений в одинаковых условиях и последующей агрегацией укладывается в современные клинические рекомендации по длительному мониторингу.

Условие IV: воспроизводимость условий регистрации. Замеры делаем после 5-минутного отдыха сидя, утром и вечером, до еды и кофеина. Стоит учитывать, что кофе (107 мг кофеина на 250 мл) влияет на сон (а значит, и маркеры оперативного контроля) спустя 8,8 часов, а стандартная порция предтренировочной добавки (217,5 мг кофеина) влияет на сон спустя 13,2 часов [11]. Любые отклонения (артефакты) должны фиксироваться. Если доля дней с нарушениями протокола превышает 20% за месяц, весь массив данных объявляется неинформативным. Эта норма заимствована из клинических руководств и адаптирована к реалиям длительного мониторинга. Для ЧСС этот критерий является особенно важным, поскольку данный показатель чувствителен к эмоциональному состоянию [12, 13], времени суток [14, 15], приему алкоголя [16] и стимуляторов [17] и качеству предшествующего сна [8].

Алгоритм этапной оценки. На основе сформулированных условий был разработан пошаговый алгоритм. Он может быть использован как в исследовательских протоколах, так и в индивидуальном клиническом мониторинге. Наша центральная идея алгоритма состоит в том, чтобы превратить разрозненные ежедневные измерения в устойчивую статистическую характеристику, пригодную

для оценки долговременных адаптационных сдвигов. Процедура начинается с организации измерительного протокола. Испытуемый снимает ЧСС дважды в день, утром и вечером, минимум 28 дней, и так для каждого из сравниваемых периодов: сначала фон без вмешательства, потом само вмешательство, например, тренировочная программа. Дальше идет очистка выбросов по правилу межквартильного размаха (Interquartile Range, IQR): все, что ниже Q1 – 1,5 × IQR или выше Q3 + 1,5 × IQR, отсекаем; сам IQR – это расстояние между третьим и первым квартилями. Обычно за такими точками стоит стресс, ошибка замера или сбой протокола, и без них расчет получается надежнее. Удалить, впрочем, можно не больше 5% данных. Потом на каждый период отдельно считаем медиану утренних и вечерних значений. Для амбулаторных дневников с их артефактами и случайными всплесками это принципиально. Если понадобится, необходимо посчитать медиану вечерних замеров, чтобы увидеть суточную динамику. И только когда ряд стационарен, без ползущего тренда, медиану принимают за характеристику этапа. Ползущий тренд – это, например, ЧСС, которая все снижается по мере адаптации или, наоборот, растет, когда у человека низкая приверженность к вмешательству. Для этого предлагается комбинированный подход. Сначала строится скользящее среднее с окном в 7 дней. Кривая визуально оценивается на предмет монотонного наклона на последних двух неделях. Затем проводится формальная проверка с помощью линейной регрессии значений ЧСС на номер дня для тех же последних 14 дней. Нулевая гипотеза об отсутствии тренда принимается при $p>0,05$. Если тренд обнаруживается, следует либо продлить период наблюдения до выхода на плато, либо использовать более сложные модели адаптации, например, экспоненциальное сглаживание с оценкой асимптоты. После того, как медиана признана устойчивой характеристикой, проводится сравнение фонового и интервенционного периодов. Индивидуальный этапный сдвиг рассчитывается как разность медиан: $\Delta = med1-med0$. Для проверки статистической значимости этого сдвига рекомендуется использовать непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Сравниваются все утренние измерения фонового периода с измерениями периода вмешательства. При групповых сравнениях вычисляется среднее арифметическое индивидуальных Δ и его 95% доверительный интервал. Значимость различий проверяется ранговым критерием Вилкоксона. Заключительный этап, это клиническая интерпретация полученной величины Δ. Для этого предлагается шкала порогов. Снижение ЧСС на 2-3 уд/мин и более может рассматриваться как клинически значимый эффект, сопоставимый с ожидаемой хронотропной адаптацией. Меньшие изменения могут быть связаны с оперативной вариабельностью и требуют осторожной интерпретации. Важно подчеркнуть, что предложенные пороги носят рекомендательный характер и могут уточняться в зависимости от клинической ситуации, исходного уровня ЧСС и общего состояния пациента.

Результаты исследования и их обсуждение. Чтобы продемонстрировать работу предложенного алгоритма, рассмотрим гипотетический случай спортсмена-любителя с исходной ЧСС в покое 72 уд/мин. Спортсмен измерял ЧСС дважды в день (утром и вечером) в течение 28 дней фонового периода, когда он сохранял обычный тренировочный режим. Затем он выполнял программу аэробных тренировок средней интенсивности три раза в неделю в течение следующих 28 дней. Всего за каждый период было запланировано 56 измерений. После первичной проверки валидными оказались 49 измерений в фоновом периоде и 50 в интервенционном. Уровень пропусков не превысил 20%. На первом этапе мы применили правило IQR для удаления выбросов. Для утренних значений ЧСС в фоновом периоде квартили составили: Q1=67 уд/мин, Q3=76 уд/мин, IQR=9 уд/мин. Нижняя граница составила 67 – 1,5 × 9 = 53,5 уд/мин, верхняя граница 76 + 1,5 × 9 = 89,5 уд/мин. В массиве обнаружилось одно утреннее значение – 92 уд/мин. Спортсмен отметил, что измерение проводилось сразу после пробежки. Это значение было удалено. Аналогичная очистка была выполнена для вечерних значений и для периода тренировок. Всего удалено 4 точки из 112, что составляет 3,6% и не превышает допустимых 5%. Затем для каждого периода мы рассчитали медиану утренних значений ЧСС. В фоновом периоде медиана составила 72 уд/мин, в интервенционном – 68 уд/мин. Разница составила минус 4 уд/мин. Для проверки стационарности мы

построили скользящее среднее с окном 7 дней для интервенционного периода. На последних 14 днях линейный тренд оказался незначимым (p=0,27). Это подтверждает отсутствие систематического дрейфа. ЧСС не продолжала снижаться к концу месяца, а вышла на плато. Следовательно, медиана 68 уд/мин отражает устойчивое состояние, достигнутое в результате вмешательства. Статистическая значимость снижения была проверена с помощью U-критерия Манна-Уитни. Сравнивались все утренние измерения фонового периода с утренними измерениями интервенционного периода. Значение U составило 812, p=0,018. Различия статистически значимы. Снижение медианы на 4 уд/мин превышает ожидаемый хронический тренировочный эффект в 2-3 удара. Похоже на настоящую хронотропную адаптацию. Для спортсмена со стартовыми 72 уд/мин это значит, что вегетативная регуляция стала лучше, и врач, тренер или исследователь вправе советовать продолжать. Постнагрузочный эффект здесь исключен: тренировки шли вечером, медиану мы считали по утрам, и между нагрузкой и замером проходило не меньше 12 часов. В этом и суть. Один и тот же параметр говорит о разном в зависимости от того, как его фиксировали и обрабатывали. Ограничься мы одним замером в конце, получили бы, скажем, 66 уд/мин наутро после тренировки и решили бы, что эффект большой, а назавтра – 71 уд/мин и обратный вывод. Медиана за 28 дней дала устойчивые 68 уд/мин, почти совпав со средним за последнюю неделю. Вот это и есть реально достигнутый уровень. По нашим расчетам, чтобы ошибка усреднения упала ниже 2 уд/мин, хватает 25 замеров. Четырехнедельный протокол с двукратными замерами, даже с учетом 20% пропусков, дает запас прочности. Особенно важна проверка стационарности. В нашем примере тренд отсутствовал. Если бы он был, например, при продолжении адаптации, медиана за весь месяц могла бы занизить или завысить истинный эффект. Поэтому двухэтапный контроль является обязательным условием корректной интерпретации. Дополнительным подтверждением нашего подхода служат данные мета-анализа Chen и соавторов [3]. В этом исследовании не было обнаружено значимого снижения ЧСС после тренировок, хотя физиологически хронотропная адаптация ожидаема. Мы полагаем, что это методологический артефакт. Авторы объединяли исследования с однократными измерениями ЧСС. Внутрииндивидуальная вариабельность, составляющая 5-8 уд/мин, маскирует возможный кумулятивный сдвиг в 2-3 удара. Если бы применялся наш алгоритм, такой сдвиг, вероятно, был бы обнаружен.

Ограничения, выявленные в ходе апробации. В ходе работы мы столкнулись с практическими трудностями. Одна из них связана с субъективным фактором. Спортсмен пропустил 6 измерений из 56, в основном вечерних. Это снизило точность оценки суточной динамики, но не повлияло на утреннюю медиану. Однако при сменном графике работы или частых командировках пропуски могут достигать 30%, и тогда данные становятся неинформативными. Следующая трудность касалась сезонных колебаний. Мы не контролировали этот фактор. Теоретически зимой фоновые значения могут быть на 2-3 удара выше [18]. Это потребует введения поправок или проведения повторного фонового замера в тот же сезон. В групповых исследованиях эти эффекты нивелируются рандомизацией, но в индивидуальном мониторинге их следует учитывать. Эффект регрессии к среднему может искажать результаты у спортсменов с исходно высокими значениями, например, 80 уд/мин в первый день из-за стресса. Наша очистка по IQR частично решает эту проблему, но не полностью. Поэтому для групповых сравнений мы настаиваем на наличии контрольной группы.

Практические рекомендации для исследователей и клиницистов. На основе полученных результатов мы можем дать следующие практические советы. Всегда планируйте минимум 28 дней мониторинга с двукратными измерениями. Будьте готовы продлить срок до 5-6 недель, если у спортсмена выявляется значимый тренд на последних двух неделях. Используйте медиану, а не среднее. Обязательно удаляйте выбросы по правилу IQR. Операция простая и ее можно выполнять в любом табличном редакторе. Не доверяйте одному финальному замеру: это оперативный маркер, его легко случайно завысить или занизить. Оценивая сдвиг, помните про ожидаемые 2-3 уд/мин, стартовую ЧСС и общее состояние спортсмена. Записывайте все, что выбилось из протокола: время замера, еду, кофеин, алкоголь, стресс. При чистке данных это выручит и добавит доверия к

цифрам. Сложный софт не нужен: алгоритм собирается в обычных статистических пакетах, поэтому он по силам и спортивному врачу, и реабилитологу, и исследователю.

Заключение. Наш разбор снимает давнее противоречие вокруг ЧСС в этапном контроле. Классика спортивной метрологии жестко привязывает масштаб адаптаций к типу теста: оперативный маркер не годится в индикаторы долговременных изменений, пока не поменян способ снимать и обрабатывать данные. Но принцип не абсолютен: это предостережение, которое можно обойти при нескольких условиях. Соответственно, один и тот же физиологический параметр способен работать на разных уровнях контроля – оперативном, текущем, этапном. Для этого меняют и трактовку, и способ регистрации с обработкой. Как только вместо единичного замера появляется многодневный ряд, у показателя меняется метрологический статус: анализируем уже устойчивую статистику вместо случайной флуктуации. По поведению она близка к классическим этапным маркерам вроде силы, состава тела или гибкости. Слабо реагирует на оперативные факторы, хорошо воспроизводится и держит длинный тренд. Сам алгоритм несложный: четыре недели по два замера в день, чистка по IQR, расчет медианы, проверка стационарности и сравнение периодов. На выходе ЧСС из оперативного маркера становится квазиэтапным показателем, причем без дорогого оборудования и с запасом под другие физиологические сигналы. Метод пригодится для оценки долговременных эффектов самых разных вмешательств, включая немедикаментозные программы и клинические исследования. Главный его плюс – доступность: хватает обычного пульсометра и таблицы в Microsoft Excel.

Отсюда более широкая трактовка постулата метрологии: информативность показателя для этапного контроля определяется частотой и стандартизацией замеров вместе с последующей математической обработкой, а биология показателя сама по себе тут вторична. При таких условиях граница между оперативным и этапным контролем становится подвижной, и удобные для замеров маркеры начинают работать в долгом мониторинге без роста затрат. Дальше логично автоматизировать сбор через носимые устройства, чтобы данных стало больше. Робастная статистика и машинное обучение открывают дорогу к отдельному софту. Интересна и адаптация алгоритма под другие оперативные маркеры. Данный подход расширит арсенал этапного контроля и даст единый подход и в спорте, и в клинической практике. Пока хронический эффект пытаются поймать «оперативным сачком», улов будет случайным. Мы предлагаем сменить инструмент: вместо разового замера идет многодневная агрегация, которая отделяет сигнал адаптации от шума повседневных флуктуаций.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диагностика состояния клиентов в фитнес/ велнес-клубе: управление, экономика, продажи, технология проведения / Е.Б. Мякинченко, В.И. Нечаев, М.Д. Дидур [и др.]. – Москва: ТВТ Дивизион, 2009. – 248 с. [In English] Myakinchenko E.B., Nechaev V.I., Didur M.D. et al. Diagnosis of clients' state in fitness /wellness clubs: management, economics, testing technology. Moscow: TVT Divizion, 2009. 248 p. (in Russ.)

2. The effect of yogic breathing (Pranayama) on heart rate and blood pressure in patients with hypertension: a systematic review and meta-analysis / Y. Chidambaram, P. Saravana Kumar, S. Gunasekar [et al.] // Indian Heart Journal. – 2026. – Vol. 78. – No. 3. – P. 135-143. DOI: 10.1016/j.ihj.2026.01.004.

3. Chen, J. Effect of exercise based on ACSM recommendations on blood pressure and heart rate in hypertensive patients : a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / J. Chen, W. Cui, J. Xie // PLOS Global Public Health. – 2024. – Vol. 4. – No. 12. – Art. e0003743. DOI: 10.1371/journal.pgph.0003743.

4. Ausland, Å. An exploratory study of maximal heart rate determination in endurance athletes: laboratory testing vs. field based / Å. Ausland, B. Kelemen, S. Seiler // Frontiers in Sports and Active Living. – 2026. – Vol. 8. – P. 1806303. DOI: 10.3389/fspor.2026.1806303.

5. Heart rate thresholds as integrative biomarkers: a systems approach to exercise physiology and cardiovascular regulation / I.A. Chavez-Guevara, C. Ferri-Marini, S. Carrilho-Candeias [et al.] // European Journal of Applied Physiology. – 2025. – Vol. 125. – No. 12. – P. 3463-3473. DOI: 10.1007/s00421-025-05905-z.

6. Influence of fluid ingestion on heart rate, cardiac autonomic modulation and blood pressure in response to physical exercise : a systematic review with meta-analysis and meta-regression / A.A. Porto, C.J.R. Benjamim, A.C. da Silva Sobrinho [et al.] // Nutrients. –

2023. – Vol. 15. – No. 21. – P. 4534. DOI: 10.3390/nu15214534.
7. Influence of acute heat mitigation strategies on core temperature, heart rate and aerobic performance in females : a systematic literature review / L. Convit, M.K. Kelly, W.T. Jardine [et al.] // Journal of Sports Sciences. – 2024. – Vol. 42. – No. 16. – P. 1491-1511. DOI: 10.1080/02640414.2024.2396225.
8. Effect of behavioural sleep interventions on blood pressure, heart rate, and heart rate variability in adults with poor sleep health : a systematic review, meta-analysis, and meta-regression analysis / S.A. Mostafa, W. Hanif, G. Balanos [et al.] // European Heart Journal Open. – 2026. – Vol. 6. – No. 1. – P. oeag006. DOI: 10.1093/ehjopen/oeag006.
9. Central and peripheral mechanisms underlying postexercise hypotension : a scoping review / I.A. Brasil, J.C.P.L. Silva, L.S. Pescatello [et al.] // Journal of Hypertension. – 2024. – Vol. 42. – No. 5. – P. 751-763. DOI: 10.1097/HJH.0000000000003702.
10. Postexercise hypotension as a clinical tool: a “single brick” in the wall / L.C. Brito, R.Y. Fecchio, T. Peçanha [et al.] // Journal of the American Society of Hypertension. – 2018. – Vol. 12. – No. 12. – P. e45-e53. DOI: 10.1016/j.jash.2018.10.006.
11. The effect of caffeine on subsequent sleep: a systematic review and meta-analysis / C. Gardiner, J. Weakley, L.M. Burke [et al.] // Sleep Medicine Reviews. – 2023. – Vol. 69. – P. 101764. DOI: 10.1016/j.smrv.2023.101764.
12. Nomura, R. Reliability for music-induced heart rate synchronization / R. Nomura // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – No. 1. – P. 12200. DOI: 10.1038/s41598-024-62994-0.
13. Kreibig, S.D. Autonomic nervous system activity in emotion: a review / S.D. Kreibig // Biological Psychology. – 2010. – Vol. 84. – No. 3. – P. 394-421. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2010.03.010.
14. Measure by measure: resting heart rate across the 24-hour cycle / C. Speed, T. Arneil, R. Harle [et al.] // PLOS Digital Health. – 2023. – Vol. 2. – No. 4. – P. e0000236. DOI: 10.1371/journal.pdig.0000236.
15. Analysis of diurnal variations in heart rate: potential applications for chronobiology and cardiovascular medicine / T. Zhang, X. Du, Y. Gu [et al.] // Frontiers in Physiology. – 2022. – Vol. 13. – P. 835198. DOI: 10.3389/fphys.2022.835198.
16. Effects of alcohol on sleep and nocturnal heart rate : relationships to intoxication and morning-after effects / E. Pabon, I.M. Greenlund, J.R. Carter [et al.] // Alcoholism: Clinical and Experimental Research. – 2022. – Vol. 46. – No. 10. – P. 1875-1887. DOI: 10.1111/acer.14921.
17. Effects of ephedrine-containing products on weight loss and lipid profiles: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / H.J. Yoo, H.Y. Yoon, J. Yee [et al.] // Pharmaceuticals. – 2021. – Vol. 14. – No. 11. – P. 1198. DOI: 10.3390/ph14111198.
18. Inter- and intraindividual variability in daily resting heart rate and its associations with age, sex, sleep, BMI, and time of year : retrospective, longitudinal cohort study of 92,457 adults / G. Quer, P. Gouda, M. Galarnyk [et al.] // PLOS One. – 2020. – Vol. 15. – No. 2. – P. e0227709. DOI: 10.1371/journal.pone.0227709.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Александр Борисович Мирошников – доктор биологических наук, доцент, декан факультета адаптивной физической культуры, рекреации и туризма, профессор кафедры спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: benedikt116@mail.ru.
Антон Дмитриевич Дорошин – магистрант кафедры спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: i@tonydoroshin.ru.
Алексей Викторович Шевцов – кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики единоборств, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: wrestler9999@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Aleksandr B. Miroshnikov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Adaptive Physical Culture, Recreation and Tourism, Professor of the Department of Sports Medicine, Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: benedikt116@mail.ru.
Anton D. Doroshin – Master's student of the Department of Sports Medicine, Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow; e-mail: i@tonydoroshin.ru.
Aleksey V. Shevtsov – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Theory and Methodology of Martial Arts, Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: wrestler9999@gmail.com.

Для цитирования: Мирошников, А.Б. Трансформация метрологического статуса маркеров оперативного контроля: методологический конфликт использования частоты сердечных сокращений в оценке хронической адаптации / А.Б. Мирошников, А.Д. Дорошин, А.В. Шевцов // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_3

For citation: Miroshnikov A.B., Doroshin A.D., Shevtsov A.V. Transformation of the metrological status of operational control markers: a methodological conflict in using heart rate to assess chronic adaptation. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_3

Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_4
УДК 612; 796.8; 796.92

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_4
UDC 612; 796.8; 796.92

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА И ГЕМОДИНАМИКИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У СПОРТСМЕНОК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПАУЭРЛИФТИНГОМ И ЛЫЖНЫМИ ГОНКАМИ

А.Е. Стародубцева, Ю.В. Корягина, Ю.В. Кушнарева, С.М. Абуталимова
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Разная направленность физической нагрузки у женщин-пауэрлифтеров и лыжных гонщиц может влиять на особенности нервно-мышечного аппарата и гемодинамики верхних конечностей. Цель – исследование особенностей функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики верхних конечностей у спортсменок, занимающихся пауэрлифтингом и лыжными гонками. ***Методы.*** В исследовании приняло участие 18 спортсменок, специализирующихся в лыжных гонках и пауэрлифтинге, регистрировались показатели электронейромиографии и реовазографии. ***Результаты.*** Данные электронейромиографии показали, что параметры моторного ответа (латентность, резидуальная латентность, длительность моторного ответа) статистически значимо лучше у гонщиц в сравнении с пауэрлифтерами. Параметры реовазографии свидетельствуют о нарушении периферического кровотока у спортсменок обеих групп (реовазографический, диастолический индексы, Альфа2 не укладываются в референсный интервал). При этом параметры артериального кровотока и микроциркуляции у пауэрлифтеров ниже, чем у гонщиц. ***Заключение.*** На основании проведенного исследования выявлено, что параметры функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики верхних конечностей связаны с направленностью тренировочного процесса спортсменок. Анализируя полученные данные гемодинамики, можно сделать вывод о необходимости применения дополнительных средств восстановления функционального состояния верхних конечностей женщин-пауэрлифтеров и лыжных гонщиц.
Ключевые слова: нервно-мышечный аппарат, гемодинамика, верхние конечности, пауэрлифтинг, лыжные гонки.

FUNCTIONAL STATUS OF THE NEUROMUSCULAR SYSTEM AND HEMODYNAMICS OF THE UPPER LIMBS OF FEMALE POWERLIFTERS AND CROSS-COUNTRY SKIERS

A.E. Starodubtseva, Yu.V. Koryagina, Yu.V. Kushnareva, S.M. Abutalimova
North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The different focus of physical activity for female powerlifters and cross-country skiers may affect the characteristics of the neuromuscular system and the hemodynamics of the upper limbs. Aim – to study parameters of the functional status of the neuromuscular system and hemodynamics of the upper limbs of female powerlifters and cross-country skiers. ***Methods.*** The study involved 18 female cross-country skiers and powerlifters. Indicators of electroneuromyography and rheovasography were registered. ***Results.*** The electroneuromyography data have shown that the motor response parameters (latency, residual latency, motor response duration) were statistically better among the skiers compared to the powerlifters. The rheovasography parameters have demonstrated a disturbance in peripheral blood flow among athletes of both groups (values of the rheovasographic and diastolic index as well as Alpha2 were not within the reference interval). At the same time, the arterial blood flow and microcirculation parameters in powerlifters are lower than those in female cross-country skiers. ***Conclusion.*** Based on the conducted research, it has been revealed that the parameters of the functional state of the neuromuscular system and hemodynamics of the upper limbs are related to the focus of the training process of female athletes. Analyzing the obtained hemodynamic data, we can conclude that additional means of restoring the functional state of the upper limbs of female powerlifters are required.
Keywords: neuromuscular system, hemodynamics, upper limbs, powerlifting, cross-country skiing.

Введение. Оптимальное состояние всех систем организма спортсменов, особенно нервно-мышечной системы, обуславливает высокий уровень физической работоспособности [1-2]. В качестве диагностического инструмента функционального состояния нервно-мышечного аппарата специалисты в области спортивной медицины используют стимуляционную электронейромиографию (ЭНМГ). Полученные данные отражают особенности нервно-мышечной передачи и проводимости двигательных нервов [3-4]. Наряду с этим нельзя не отметить, что изменения периферического кровотока, которые происходят под влиянием тренировочных нагрузок, оказывают прямое влияние на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата [5].

Актуальность исследования обусловлена отсутствием работ, посвященных изучению и оценке функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики верхних конечностей спортсменов, в то время как за последние годы опубликованы научные статьи, в которых достаточно подробно описано функциональное состояние опорно-двигательного аппарата и гемодинамики нижних конечностей атлетов разных видов спорта [3, 4, 6-8]. Учитывая биомеханические особенности выполняемых упражнений и разную направленность физической нагрузки у пауэрлифтеров (максимальная статическая сила) и лыжных гонщиков (силовая выносливость), целесообразным является выявление различий показателей нервно-мышечной передачи и кровотока верхних конечностей спортсменов [3, 9].

Цель – исследование особенностей функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики верхних конечностей у спортсменок, занимающихся пауэрлифтингом и лыжными гонками.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в Центре медико-биологических технологий Северо-Кавказского федерального научно-клинического центра Федерального медико-биологического агентства в среднегорье на высоте 1 240 м (гора Малое седло, г. Кисловодск) в условиях учебно-тренировочных сборов на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Юг спорт», при участии 18 спортсменок циклических (лыжные гонки (n=9)) и ациклических (пауэрлифтинг (n=9)) видов спорта в возрасте от 17 до 35 лет, квалификация: кандидат в мастера спорта, мастер спорта, мастер спорта международного класса. Проведено исследование нейромышечного аппарата и гемодинамики сосудов верхних конечностей. ЭНМГ проводили на 4-канальном аппаратно-программном комплексе Нейро-МВП («Нейрософт», Россия). Регистрацию моторных ответов (М-ответов) осуществляли с короткой мышцы, отводящей большой палец кисти (Musculus abductor pollicis brevis), иннервируемой n. Medianus. Исследование гемодинамики проводилось на реографе (Реограф Валента ООО «Компания Нео», Россия) по методике РВГ (реовазография).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни программы Statistica 13.0. Разницу значений считали значимой при $p<0,05$. Данные представлены в виде медианы и квартилей (Me [Q1; Q3]).

Результаты исследования и их обсуждение. Проведение стимуляционной ЭНМГ позволило выявить ряд существенных отличий у спортсменок обеих групп. Сравнительные данные нервно-мышечной передачи и скорости распространения возбуждения по двигательным волокнам исследуемого нерва представлены в таблице 1.

По данным ЭНМГ высококвалифицированных спортсменок во всех точках стимуляции как справа, так и слева исследованные показатели не выходили за пределы нормативных значений.

Как у пауэрлифтеров, так и у лыжных гонщиц исследование параметров нервно-мышечной передачи показало высокое значение амплитуды М-ответа в точках стимуляции срединного нерва «запястье», «локтевой сгиб», «нижняя треть плеча», «подмышечная впадина». Значения скорости проведения электрического импульса по нервному волокну как на участке «локтевой сгиб – нижняя треть плеча», так и на участке «нижняя треть плеча – подмышечная впадина» достаточно высокие.

Тем не менее, сравнительный анализ двух групп выявил, что показатель латентности моторного ответа, регистрируемого при стимуляции срединного нерва, в точке стимуляции «запястье» справа у пауэрлифтеров (2,7 [2,55; 2,85]) статистически значимо ниже в сравнении с гонщицами (3,1

[2,75; 3,4], p<0,05). Аналогичные данные были получены в показателях резидуальной латентности справа (у пауэрлифтеров – 1,37 [1,15; 1,59], у гонщиц – 1,95 [1,74; 2,51], p<0,005).

В точке стимуляции «подмышечная впадина» правой руки длительность моторного ответа статистически значимо ниже у пауэрлифтеров (5,03 [4,8; 5,95]), в отличие от гонщиц (6,8 [6,27; 7,08], p<0,005).

Таблица 1

Параметры ЭНМГ верхних конечностей у спортсменов циклических и ациклических видов спорта, Me [Q1; Q3]

Показатели	Правая рука		P<	Левая рука		P<	Норма
	Пауэрлифтинг, n=9	Лыжные гонки, n=9		Пауэрлифтинг, n=9	Лыжные гонки, n=9		
Точка стимуляции «запястье»							
Латентность, мс	2,7 [2,55; 2,85]	3,1 [2,75; 3,4]	0,02	2,7 [2,35; 3,0]	3,14 [2,6; 3,6]	–	–
Амплитуда, мВ	8,9 [5,5; 12,35]	9 [9,25; 12,55]	–	10,6 [8,7; 12,5]	10,9 [9,5; 12,9]	–	>3,5
Длительность, мс	5,9 [5,18; 6,78]	6,2 [5,8; 6,7]	–	5,54 [5,18; 5,85]	5,9 [5,42; 5,46]	–	–
Площадь мВ*мс	28,4 [20,8; 35,5]	35,3 [29,95; 39,95]	–	31,9 [26,4; 37,1]	35,4 [28,7; 43,0]	–	–
Рез.латентность, мс	1,37 [1,15; 1,59]	1,95 [1,74; 2,51]	0,004	1,5 [1,17; 1,76]	1,9 [1,47; 2,43]	–	<2,7
Точка стимуляции «локтевой сгиб»							
Латентность, мс	6,6 [6,3; 6,8]	6,5 [6; 6,7]	–	6,4 [6,1; 6,7]	6,55 [6,2; 6,7]	–	–
Амплитуда, мВ	8,1 [4,1; 8,6]	6,1 [4,3; 6,4]	–	9,3 [7,8; 11,3]	7,1 [5,4; 8,5]	–	>3,5
Длительность, мс	5,5 [5,4; 5,9]	6,4 [5,87; 6,66]	–	5,35 [5,25; 6,05]	6,25 [5,83; 6,69]	–	–
Площадь мВ*мс	22,6 [16,2; 25,2]	22 [15; 21,2]	–	29,3 [24,0; 33,8]	24,4 [16,8; 31,1]	–	–
СРВ, м/с	56 [54,1; 58,8]	62,1 [55,8; 10,1]	–	56,1 [55,3; 58,8]	59,5 [54,1; 67,7]	–	>50
Точка стимуляции «нижняя треть плеча»							
Латентность, мс	8,0 [7,8; 8,3]	7,5 [7,2; 7,8]	–	8,0 [7,5; 8,1]	7,5 [7; 8]	–	–
Амплитуда, мВ	8,9 [7,1; 10,8]	7,5 [5; 9,7]	–	10,1 [8,6; 11,3]	8,2 [5,3; 11,1]	–	>3,5
Длительность, мс	5,72 [5,41; 6,31]	6,26 [5,46; 6,85]	–	5,9 [4,84 ;6,05]	5,9 [5,75; 6,13]	–	–
Площадь мВ*мс	29,5 [18,6; 31,9]	25,5 [16; 34,1]	–	30,7 [21,8; 33,5]	27,9 [17; 35,9]	–	–
СРВ, м/с	70 [68,3; 71,1]	75,3 [66,7; 81,5]	–	68,4 [62,7; 75,0]	74,8 [71,1; 84]	–	>50
Точка стимуляции «подмышечная впадина»							
Латентность, мс	9,8 [9,6; 9,9]	9,8 [9,7; 10,1]	–	10,0 [9,6; 10,3]	9,7 [9,3; 10,2]	–	–
Амплитуда, мВ	7,6 [6,7; 9,4]	9,5 [8,9; 10,5]	–	11,0 [10,4; 11,5]	10,9 [10,4; 12,3]	–	>3,5
Длительность, мс	5,03 [4,8; 5,95]	6,8 [6,27; 7,08]	0,004	5,81 [5,12; 6,15]	6,17 [5,95; 6,38]	–	–
Площадь мВ*мс	23,4 [18,2; 28,3]	32,4 [29; 31,1]	–	30,7 [28,7; 33,9]	36,3 [37; 41,4]	–	–
СРВ, м/с	73,3 [68,4; 73,9]	72,2 [66,1; 82,3]	–	70,6 [65,2; 71,3]	68,5 [65,5; 73,7]	–	>50

Примечание: ЭНМГ – электронейромиография; СРВ – скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам.

Таким образом, спортсменки, занимающиеся пауэрлифтингом, отличались от спортсменок, занимающихся лыжными гонками, лучшими показателями нервно-мышечной передачи. У пауэрлифтеров промежуток времени между стимуляцией нерва и сокращением мышечных волокон был ниже. Кроме того, у них выявлен более короткий промежуток времени, необходимый для проведения электрического сигнала по терминалям аксона, не имеющего миелиновой оболочки. Анализ параметров мышечного сокращения свидетельствует о более низких значениях длительности моторного ответа, что указывает на лучшую внутримышечную координацию у пауэрлифтеров.

Данные параметров РВГ верхних конечностей у спортсменок циклических и ациклических видов спорта представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры РВГ верхних конечностей у спортсменов циклических и ациклических видов спорта, Me [Q1; Q3]

Показатели	Правая рука		P<	Левая рука		P<	Норма
	Пауэрлифтинг, n=9	Лыжные гонки, n=9		Пауэрлифтинг, n=9	Лыжные гонки, n=9		
Кисть							
РИ, усл.ед.	0,48 [0,43; 0,70]	0,79 [0,58; 1,13]	0,02	0,54 [0,39; 0,66]	0,88 [0,63; 1,22]	0,03	0,8-1,2
Qa, с	0,20 [0,18; 0,22]	0,19 [0,18; 0,21]	–	0,19 [0,16; 0,22]	0,20 [0,19; 0,23]	–	0,25-0,27
Альфа, с	0,129 [0,118; 0,151]	0,143 [0,130; 0,155]	–	0,139 [0,112; 0,167]	0,141 [0,119; 00,160]	–	0,08-0,12
Альфа2, с	0,089 [0,074; 0,128]	0,113 [0,101; 0,136]	0,04	0,105 [0,069; 0,14]	0,112 [0,089; 0,131]	–	0,05-0,07
МУ, %	19 [18; 20]	21 [16; 23]	–	19 [17; 22]	19 [15; 23]	–	10-16
ВО, %	40 [12; 57]	36 [31; 39]	–	42 [39; 44]	40 [28; 44]	–	0-20
ДКИ, усл.ед.	0,3 [0,24; 0,56]	0,61 [0,44; 0,73]	0,03	0,41 [0,17; 0,7]	0,5 [0,32; 0,65]	–	0,4-0,6
ДСИ, усл.ед.	0,62 [0,48; 0,82]	0,66 [0,61; 0,72]	–	0,63 [0,43; 0,68]	0,71 [0,60; 0,75]	–	0,30-0,55
КА, %	30 [15; 39]	19 [12; 35]	–	30 [15; 39]	19 [12; 35]	–	0-20
Предплечье							
РИ, усл.ед.	0,42 [0,29; 0,52]	0,47 [0,37; 0,53]	–	0,57 [0,37; 0,6]	0,6 [0,44; 0,70]	–	0,90-1,25
Qa, с	0,17 [0,16; 0,22]	0,18 [0,17; 0,19]	–	0,16 [0,14; 0,18]	0,19 [0,18; 0,21]	–	0,23-0,26
Альфа, с	0,154 [0,128; 0,191]	0,133 [0,125; 0,149]	–	0,141 [0,134; 0,208]	0,149 [0,114; 0,165]	–	0,08-0,12
Альфа2, с	0,122 [0,082; 0,132]	0,102 [0,086; 0,105]	–	0,098 [0,095; 0,181]	0,131 [0,083; 0,150]	–	0,05-0,06
МУ, %	22 [18; 25]	17 [15; 20]	–	21 [20; 27]	20 [15; 22]	–	8-16
ВО, %	40 [34; 46]	40 [31; 51]	–	43 [32; 49]	43 [40; 65]	–	0-20
ДКИ, усл.ед.	0,34 [0,27; 0,49]	0,39 [0,20; 0,54]	–	0,36 [0,25; 0,65]	0,39 [0,36; 0,58]	–	0,4-0,6
ДСИ, усл.ед.	0,48 [0,39; 0,68]	0,62 [0,36; 0,82]	–	0,61 [0,47; 0,88]	0,76 [0,54; 0,81]	–	0,55-0,80
КА, %	32 [21; 38]	45 [29; 49]	–	32 [21; 38]	45 [29; 49]	–	0-20

Примечание: РВГ – реовазография; РИ – реографический индекс; Qa – время распространения реографической волны; Альфа – время максимального систолического наполнения сосудов; МУ – модуль упругости; ВО – венозный отток; ДКИ – дикротический индекс; ДСИ – диастолический индекс; КА – коэффициент асимметрии.

Описательный анализ показателей периферической гемодинамики правой руки у пауэрлифтеров показал, что как в сегменте «кисть», так и в сегменте «предплечье» исследованные показатели выходили за пределы нормативных значений. Так, реографический индекс, отражающий величину пульсового кровенаполнения (притока артериальной крови), и время распространения реографической волны были ниже нормы. Вместе с тем, диастолический индекс и показатель венозного оттока были значительно выше нормы. Необходимо отметить, что как в сегменте «кисть», так и в сегменте «предплечье» был повышен коэффициент асимметрии, что указывает на асимметричное кровенаполнение в исследуемых конечностях. Аналогичные данные получены и для показателей периферической гемодинамики левой руки спортсменок.

Из таблицы 2 видно, что у гонщиц большинство показателей периферической гемодинамики правой руки в сегменте «кисть» также выходили за пределы референсных значений. В сегменте «кисть» как справа, так и слева реографический и дикротический индексы были в пределах нормативных значений, ниже нормы был показатель времени распространения реографической волны. Остальные показатели были выше нормативных значений. В сегменте «предплечье» у гонщиц, как справа, так и слева показатели дикротического и диастолического индексов были в пределах нормативных значений, остальные исследуемые показатели выходили за пределы референсных значений.

Сравнительный анализ периферической гемодинамики у двух групп в левой руке указал на различия показателей реографического индекса в сегменте «кисть» у пауэрлифтеров (0,54 [0,39; 0,66]) и у гонщиц (0,88 [0,63; 1,22], $p<0,05$). Подобные данные выявлены и справа (у пауэрлифтеров – 0,48 [0,43; 0,70], у лыжных гонщиц – 0,79 [0,58; 1,13], $p<0,05$). Кроме того, в сегменте «кисть» правой руки показатели времени медленного наполнения сосудов статистически ниже у пауэрлифтеров (0,089 [0,074; 0,128]), чем у спортсменок, занимающихся лыжными гонками (0,113 [0,101; 0,136], $p<0,05$). Анализ показателей дикротического индекса позволил выявить более низкие значения у пауэрлифтеров (0,3 [0,24; 0,56]) в сравнении с гонщицами (0,61 [0,44; 0,73], $p<0,05$).

Таким образом, реографический индекс, отражающий величину пульсового кровенаполнения (притока артериальной крови), значительно ниже нормы у спортсменок обеих специализаций. Время медленного наполнения сосудов выше физиологической нормы. Дикротический индекс, свидетельствующий о состоянии тонуса сосудов, у пауэрлифтеров ниже нормы, а у спортсменок, специализирующихся в лыжных гонках, незначительно выше референсных значений. Полученные данные, вероятнее всего, свидетельствуют об адаптации к высоким физическим нагрузкам и переутомлении.

Заключение. Таким образом, было выявлено, что параметры функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики верхних конечностей спортсменок явно связаны с направленностью тренировочного процесса.

Установлено, что спортсменки, тренирующие преимущественно силовые качества (пауэрлифтинг), имеют лучшие показатели нервно-мышечной передачи в сравнении со спортсменками, тренирующими выносливость (лыжные гонки).

Исходя из того, что преобладающая часть показателей РВГ верхних конечностей выходит за рамки нормативных интервалов, полученные данные свидетельствуют о напряжении периферической гемодинамики спортсменов.

Таким образом, совокупность представленных данных показала существенную роль локомоторной активности верхних конечностей в структуре общей кинематической цепи у спортсменок, что, в свою очередь, обуславливает необходимость акцентирования внимания на проблеме недостаточного восстановления функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики в условиях тренировочной деятельности, в особенности в отношении лыжниц.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колосова, Е.В. Показатели стимуляционной миографии и их взаимосвязь с биохимическими параметрами у квалифицированных спортсменов циклических видов спорта в подготовительном периоде / Е.В. Колосова, Г.Д. Гатилова, Т.А. Халявка // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 6. – № 1. – С. 24-28.
2. Специальные функциональные системы организма в циклических видах спорта / Ю.Б. Кораблева, А.С. Ушаков, Е.А. Черепов [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2025. – Т. 25. – № 2. – С. 24-33. DOI: 10.14529/hsm250203.
3. Абуталимова, С.М. Применение электромиографии для исследования функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / С.М. Абуталимова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_10.
4. Ланская, Е.В. Электрофизиологические характеристики нервно-мышечного аппарата спортсменов разных специализаций / Е.В. Ланская, Е.Ю. Андриянова, Р.М. Городничев // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. – 2025. – № 2(58). DOI: 10.24412/2076-9091-2025-258-41-53.
5. Попова, И.Е. Ключевые параметры гемодинамики и тканевого состава работающих конечностей, определяющие функциональное состояние нервно-мышечного аппарата баскетболисток различного возраста / И.Е. Попова, А.В. Сысоев // Теория и практика физической культуры. – 2015.– № 7. – С. 18-22.
6. Абуталимов, А.Ш. Функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и гемодинамика нижних конечностей спортсменов-легкоатлетов / А.Ш. Абуталимов // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 4. DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_7.
7. Функциональное состояние нижних конечностей при применении периферической магнитной стимуляции пояснично-крестцовой области у спортсменок различных специализаций / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, Ю.В. Кушнарева [и др.] // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2024. – Т. 3. – № 3(11). DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_03_6.
8. Абуталимова, С.М. Особенности функционального состояния нервно-мышечного аппарата у женщин высококвалифицированных спортсменок различных видов спорта / С.М. Абуталимова, С.В. Нопин, Ю.В. Корягина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 1. DOI: 10.51871/2782-6570_2022_01_01_5.
9. Кушнарева, Ю.В. Оценка эффективности применения программы восстановления верхних конечностей спортсменов в межсезонный период подготовки / Ю.В. Кушнарева, С.В. Нопин, Н.В. Ефименко // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 1(17). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_01_6.

REFERENCES

1. Kolosova E.V., Gatilova G.D., Khalyavka T.A. The relationship of biochemical and stimulation electromyography parameters of qualified cyclic sports athletes within preparatory period. *Science and sport: current trends*, 2015, vol. 6, no. 1, pp. 24-28. (in Russ.)
2. Korableva Yu.B., Ushakov A.S., Cherepov E.A., Matyukhov D.M., Eliseeva E.R. Special functional systems of the body in cyclic sports. *Human. Sport. Medicine*, 2025, vol. 25, no. 2, pp. 24-33. DOI: 10.14529/hsm250203. (in Russ.)
3. Abutalimova S.M. Application of electromyography to study the functional state of the neuromuscular apparatus of athletes with different directions of the training process. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_10. (in Russ.)
4. Lanskaya E.V., Andriyanova E.Yu., Gorodnichev R.M. Electrophysiological characteristics of the neuromuscular apparatus of athletes of different specializations. *MCU Journal of Natural Sciences*, 2025, no. 2(58). DOI: 10.24412/2076-9091-2025-258-41-53. (in Russ.)
5. Popova I.E., Sysoev A.V. Key parameters of hemodynamics and tissue composition of working limbs defining functional state of neuromuscular system of basketball players of different ages. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2015, no. 7, pp. 18-22. (in Russ.)
6. Abutalimov A.Sh. Functional state of the neuromuscular apparatus and hemodynamics of the lower limbs of track-and-field athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no. 4. DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_7. (in Russ.)
7. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Kushnareva Yu.V., Abutalimova S.M., Mitin I.N. Functional status of the lower limbs after peripheral magnetic stimulation of the lumbar and sacral spine of athletes of different sports. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2024, vol. 3, no. 3(11). DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_03_6. (in Russ.)
8. Abutalimova S.M., Nopin S.V., Koryagina Yu.V. Features of functional state of the neuromuscular system in elite female athletes of different sports. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 1. DOI: 10.51871/2782-6570_2022_01_01_5. (in Russ.)
9. Kushnareva Yu.V., Nopin S.V., Efimenko N.V. Effectiveness of the upper limb recovery program for athletes during the off-season. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 1(17). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_01_6. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Алла Евгеньевна Стародубцева – младший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: alla.skaer@mail.ru.
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Юлия Валериевна Кушнарева – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: u.v.kushnareva@skfmba.ru.
Сабина Маликовна Абуталимова – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: sabina190989@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Alla E. Starodubtseva – Junior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: alla.skaer@mail.ru.
Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Yulia V. Kushnareva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: u.v.kushnareva@skfmba.ru.
Sabina M. Abutalmova – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: sabina190989@yandex.ru.

Для цитирования: Особенности функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики верхних конечностей у спортсменок, занимающихся пауэрлифтингом и лыжными гонками / А.Е. Стародубцева, Ю.В. Корягина, Ю.В. Кушнарева, С.М. Абуталимова // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_4

For citation: Starodubtseva A.E., Koryagina Yu.V., Kushnareva Yu.V., Abutalimova S.M. Functional status of the neuromuscular system and hemodynamics of the upper limbs of female powerlifters and cross-country skiers. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_4

Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_5
УДК 615.017

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_5
UDC 615.017

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЗАМЕДЛЕННО-КОНСОЛИДИРУЮЩИХСЯ ПЕРЕЛОМАХ У ДЕТЕЙ: АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

О.С. Збицкая[1], И.Р. Цечоев[2], О.Н. Акимкина[1], И.Г. Пасхалов[1]
[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия
[2]Автономная некоммерческая медицинская организация «Ставропольский краевой клинический консультативно-диагностический центр», г. Ставрополь, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Цель исследования: провести аналитический обзор по определению возможностей применения экстракорпоральной ударно-волновой терапии при замедленно-консолидирующихся переломах у детей. ***Методы.*** Был проведен теоретический обзор отечественных и зарубежных исследований. Поиск источников осуществляется в базах данных E-Library, Google scholar и PubMed. ***Результаты.*** Экстракорпоральная ударно-волновая терапия демонстрирует высокую эффективность при замедленно консолидирующихся переломах, особенно в случаях неэффективности консервативного лечения или при противопоказаниях к операции. Метод сочетает неинвазивность и стимуляцию репаративных процессов, что делает его ценным дополнением к традиционным подходам. Выбор метода лечения должен основываться на комплексной оценке состояния пациента, типа перелома, возраста и сопутствующих заболеваний. В сложных случаях может потребоваться комбинация методов. ***Заключение.*** Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на разработку стандартизированных протоколов экстракорпоральной ударно-волновой терапии и мониторинга заживления с учетом возрастных и патологических особенностей пациентов. Хотя данные о применении экстракорпоральной ударно-волновой терапии при замедленно консолидирующихся переломах у детей пока ограничены, имеющиеся исследования демонстрируют потенциал метода.
Ключевые слова: экстракорпоральная ударно-волновая терапия, замедленная консолидация, детские переломы, остеогенез, функциональная реабилитация.

EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE THERAPY FOR DELAYED-HEALING FRACTURES IN CHILDREN: A LITERATURE ANALYSIS

O.S. Zbitskaya[1], I.R. Tsechoev[2], O.N. Akimkina[1], I.G. Paskhalov[1]
[1]North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia
[2]Stavropol Regional Clinical Consultative and Diagnostic Center, Stavropol, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Objective: to conduct an analytical review to determine the potential for using extracorporeal shock wave therapy for delayed-healing fractures in children. ***Methods.*** A theoretical review of Russian and international studies was conducted. The search for sources was carried out in the E-Library, Google Scholar, and PubMed databases. ***Results.*** Extracorporeal shock wave therapy demonstrates high efficacy in the treatment of delayed-healing fractures, particularly in cases where conservative treatment is ineffective or surgery is contraindicated. Its noninvasive nature and stimulation of reparative processes make it a valuable addition to traditional approaches. The choice of treatment method should be based on a comprehensive assessment of the patient's condition, fracture type, age, and comorbidities. Complex cases may require a combination of methods. ***Conclusion.*** Further research in this area can be aimed at developing standardized extracorporeal shock wave therapy protocols and healing monitoring tailored to the age and pathological characteristics of patients. Although data on the use of extracorporeal shock wave therapy for delayed-healing fractures in children are still limited, existing studies demonstrate the potential of this method.
Keywords: extracorporeal shock wave therapy, delayed healing, pediatric fractures, osteogenesis, functional rehabilitation.

Введение. Проблема замедленно-консолидирующихся переломов у детей чрезвычайно актуальна в травматологии и ортопедии [1-4]. Такие осложнения, как замедленная консолидация перелома, ложные суставы и дефекты костей, составляют около 30% среди неудовлетворительных исходов консервативного и оперативного лечения переломов [5]. Актуальность проблемы замедленно-консолидирующихся переломов у детей обусловлена сочетанием относительно высокой частоты детского травматизма, потенциально тяжелых последствий для растущего организма, диагностических трудностей, недостаточной изученности специфики травм у детей, сложности выбора оптимальной лечебной тактики и значительного социально-экономического бремени. Постоянный поиск новых методов ранней диагностики, эффективных и безопасных способов стимуляции сращения переломов и разработка достоверных клинических рекомендаций являются приоритетными задачами ортопедии и травматологии детского населения. Раннее выявление и адекватное лечение данных последствий критически важны для профилактики инвалидизации и обеспечения полноценного развития ребенка.

Цель исследования: провести аналитический обзор по определению возможностей применения экстракорпоральной ударно-волновой терапии (ЭУВТ) при замедленно-консолидирующихся переломах у детей.

Методы и организация исследования. Был проведен теоретический обзор отечественных и зарубежных исследований, посвященных применению ЭУВТ при замедленно-консолидирующихся переломах у детей. Релевантными считались публикации, посвященные клиническому применению ЭУВТ у пациентов детского возраста (до 18 лет) с замедленной консолидацией переломов любой локализации, а также у взрослых. Поиск источников осуществлялся в базах данных E-Library, Google Scholar и PubMed.

Результаты исследования и их обсуждение. ЭУВТ представляет собой неинвазивный метод лечения, применяемый в клинической практике при замедленно консолидирующихся переломах, в том числе у пациентов детского возраста [6].

Анализ отечественной научной литературы демонстрирует наличие отдельных исследований и клинических наблюдений, посвященных применению ЭУВТ в случаях нарушений консолидации переломов. Вместе с тем в доступных публикациях отсутствуют специализированные работы, сфокусированные исключительно на педиатрическом контингенте пациентов [7-9]. Существенная часть имеющихся данных относится к лечению взрослых больных, однако фундаментальные механизмы и принципы действия метода, подтвержденные в этих исследованиях, могут быть экстраполированы на область детской травматологии с учетом возрастных физиологических особенностей.

Физико-биологическое действие ЭУВТ базируется на эффекте кавитации, возникающем на границе сред при распространении ударных волн. Воздействие генерируемых импульсов приводит к формированию микротрещин в костной ткани, что инициирует каскад репаративных процессов и стимулирует остеогенез – физиологический механизм образования костной ткани [10].

Указанные изменения обусловливают активацию клеточных элементов костной репарации, усиление локального кровотока и стимуляцию ангиогенеза, то есть формирования новых сосудистых структур. Кроме того, под влиянием ударно-волнового воздействия происходит высвобождение ряда биоактивных факторов роста, среди которых выделяют костный морфогенетический белок-2 (BMP-2), трансформирующий фактор роста-β (TGF-β) и фактор роста эндотелия сосудов (VEGF). Совокупность данных процессов способствует ускорению репарации костной ткани и консолидации перелома. Помимо регенеративного эффекта, ЭУВТ оказывает анальгезирующее действие и способствует регрессу фиброзно-склеротических изменений в окружающих тканях, что улучшает функциональные исходы лечения [11].

Сравнительная оценка эффективности ЭУВТ относительно консервативных и оперативных методов терапии, проведенная по ряду критериев, включая сроки заживления перелома, степень инвазивности вмешательства и клинические исходы, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение методов лечения

Параметр	ЭУВТ	Консервативные методы	Оперативные методы
Механизм действия	Создает микротрещины в костной ткани, активирует остеобласты, стимулирует ангиогенез и высвобождение биоактивных факторов (BMP-2, TGF-β, VEGF) [12]	Продлевает иммобилизацию, использует медикаментозную поддержку (препараты кальция, анаболические гормоны), физиотерапию (ионофорез, УВЧ) [12]	Обеспечивает механическую стабильность перелома, может включать репозицию костных отломков, фиксацию металлоконструкциями, костную пластику [12]
Инвазивность	Неинвазивный метод, не требует разрезов [12]	Неинвазивные или минимально инвазивные (например, инъекции) [14]	Инвазивные, требуют хирургического вмешательства [13]
Сроки начала лечения	Может применяться при неэффективности консервативных методов, в том числе при замедленной консолидации [13]	Применяются с момента диагностики перелома [13]	Используются при отсутствии эффекта от консервативного лечения, при сложных переломах (внутрисуставные, открытые, с интерпозицией мягких тканей) [13]
Сроки заживления	Ускоряет консолидацию на 2-4 недели по сравнению с традиционными методами [12]	Зависит от типа перелома, возраста пациента, сопутствующих заболеваний; при замедленной консолидации сроки значительно увеличиваются [13]	Зависит от метода операции, сложности перелома, состояния пациента; обычно обеспечивают более быструю стабилизацию, но требует реабилитации [12]
Риск осложнений	Низкий (возможное временное усиление боли после сеанса) [14]	Длительная иммобилизация может привести к мышечной атрофии, контрактурам суставов [12]	Риск инфицирования, повреждения сосудов и нервов, необходимость повторного вмешательства для удаления металлоконструкций [12]
Показания при замедленной консолидации	Применяется при неэффективности консервативного лечения, при наличии противопоказаний к операции, при нежелании пациента подвергаться хирургическому вмешательству [13]	Используются на ранних этапах, при отсутствии признаков замедленной консолидации [14]	Показаны при отсутствии эффекта от консервативного лечения, при сложных переломах, требующих механической стабилизации [12]
Примеры применения	Клинический случай лечения диафизарного перелома плечевой кости с повреждением нервов [13]	Продление гипсовой иммобилизации, введение стимулирующих костеобразование препаратов в щель между отломками [12]	Остеосинтез (накостный, внутрикостный, чрескостный), костная пластика, туннелизация, декортикация [14]

Примечание: ЭУВТ – экстракорпоральная ударно-волновая терапия; BMP-2 – костный морфогенетический белок-2; TGF-β – трансформирующий фактор роста-β; VEGF – фактор роста эндотелия сосудов; УВЧ – ультравысокочастотная терапия.

ЭУВТ демонстрирует высокую терапевтическую эффективность при замедленной консолидации переломов, особенно в клинических ситуациях, где консервативные методы оказались неэффективными или существуют противопоказания к оперативному вмешательству [15]. Метод характеризуется сочетанием неинвазивности и стимуляции репаративных процессов, что позиционирует его как ценное адъювантное средство в арсенале традиционных подходов. Тем не менее, решение о применении ЭУВТ должно базироваться на комплексной оценке клинического статуса пациента, морфологии перелома, возрастных особенностей и наличия коморбидной патологии. В сложных клинических сценариях может быть показана комбинированная терапия, включающая ЭУВТ в сочетании с консервативными методами лечения [16].

Оптимизация параметров ЭУВТ является зависимой от таких факторов, как возраст пациента, тип перелома и характеристики используемого оборудования. На сегодняшний день в доступной научной литературе представлены разрозненные данные [15-18], что обусловлено отсутствием стандартизированных протоколов, охватывающих все возрастные группы и нозологические формы переломов. Исследовательская работа в данной области часто носит клинический характер, предполагая индивидуальный подбор терапевтических параметров с учетом специфики каждого конкретного случая. Подбор параметров для применения ЭУВТ представлен в таблице 2.

Таблица 2

Параметры экстракорпоральной ударно-волновой терапии (ЭУВТ) [19]

Параметр	Дети (клинический случай)	Взрослые (клиническое исследование)
Тип волны	Радиальная (РЭУВТ)	Сфокусированная и расфокусированная (планарная)
Плотность энергии	2,0-3,0 бар	0,03-0,65 мДж/мм² (давление –11-80 МПа)
Количество импульсов за сеанс	1000-1500	2000-3000 (сфокусированный источник) + 1500 (планарный источник)
Количество сеансов	3-4 недели еженедельных процедур	3-5 процедур с периодичностью 1 раз в 6-7 дней
Особенности применения	Лечение начиналось с низкой интенсивности, которая корректировалась в зависимости от переносимости ребенком	Постепенное повышение уровня воздействия от сеанса к сеансу

Выбор параметров ЭУВТ является сложным процессом, ключевым фактором выступает возраст пациента. В педиатрии целесообразно использовать терапию низкой интенсивности с последующей индивидуальной коррекцией в зависимости от переносимости. У гериатрических пациентов требуется повышенная осторожность при выборе параметров ЭУВТ, что обусловлено высокой коморбидностью и сниженным репаративным потенциалом костной ткани, характерным для данной возрастной группы [20]. Тип перелома также оказывает существенное влияние на оптимизацию терапевтических параметров. При наличии сложных переломов с диастазом или диагностированной замедленной консолидацией следует рассмотреть возможность повышения интенсивности воздействия. Альтернативно или в дополнение может быть применен комбинированный режим, использующий как сфокусированные, так и расфокусированные волны [21].

При составлении плана лечения также следует учитывать общее состояние здоровья пациента и наличие противопоказаний к процедуре. Абсолютными противопоказаниями являются: злокачественные новообразования (в зоне воздействия), туберкулез в активной (открытой) форме, беременность, установленный кардиостимулятор, нарушения свертываемости крови, острые инфекционные заболевания (с температурой, общим недомоганием), нефиксированные острые переломы (когда костные отломки не стабилизированы), разрывы мышц, сухожилий,

серьезные повреждения капсульно-связочного аппарата суставов, дефекты кожи в зоне воздействия: свежие раны (в том числе гнойные), ссадины, дерматиты, псориаз, зоны с незакрытыми зонами роста (эпифизарные пластинки) – это касается детей и подростков. Относительные противопоказания (временные или требующие особой осторожности): прием антикоагулянтов или антиагрегантов, неконтролируемая артериальная гипертензия, нестабильная стенокардия, эпилепсия с частыми приступами, наличие искусственных суставов, пластин, винтов в зоне воздействия, некоторые хронические заболевания в стадии декомпенсации (тяжелая сердечная, почечная, печеночная недостаточность), коллагенозы, деформации опорно-двигательного аппарата, которые физически не позволяют точно навести аппарат на нужную зону.

Заключение. Следовательно, ЭУВТ в различных исследованиях показывает высокую терапевтическую эффективность при замедленной консолидации переломов, особенно в сложных ситуациях, где консервативные методы оказались неэффективными или существуют противопоказания к оперативному вмешательству. Метод отличается неинвазивностью и способствует стимуляции репаративных процессов, что позиционирует его как привлекательное средство в арсенале известных и широко используемых подходов в лечении переломов. Решение о применении ЭУВТ должно базироваться на комплексной оценке клинического статуса пациента, морфологии перелома, возрастных особенностей, наличия коморбидной патологии. В сложных клинических сценариях может быть показана комбинированная терапия, включающая ЭУВТ в сочетании с другими консервативными методами лечения [16].

В целом применение экстракорпоральной ударно-волновой терапии для заживления замедленно-консолидирующихся переломов у детей перспективно, требует дальнейшего изучения и разработки унифицируемой методики.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мансурова, Г.Ш. Причины низкоэнергетических переломов у детей / Г.Ш. Мансурова, С.В. Мальцев // Практическая медицина. – 2020. – Т. 18. – № 3. – С. 65-69.
2. Выборнов, Д.Ю. Оценка факторов риска и прогнозирование нарушений консолидации переломов у детей / Д.Ю. Выборнов, Н.И. Тарасов, М.А. Петров // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. – № 1. – С. 120.
3. Морфометрия костей при остеопорозе у детей: значение для диагностики и лечения переломов / В.И. Струков, Ю.Г. Щербакова, Д.Г. Елистратов, И.А. Прокофьев // Российский педиатрический журнал. – 2021. – Т. 24. – № 4. – С. 279.
4. Fracture risk assessment by dual-energy absorptiometry in osteogenesis imperfecta: A systematic review of measurement sites and its predictive value / K. Scheepens, S. den Haan, K. Warmink [et al.] // Bone Reports. – 2026. – Vol. 30. – P. 101929. DOI: 10.1016/j.bonr.2026.101929.
5. Елдзаров, П.Е. Тактика лечения последствий переломов диафиза бедра и голени / П.Е. Елдзаров, А.С. Зелянин, С.Е. Никитин // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2010. – № 3. – С. 55-59.
6. Низкоинтенсивная экстракорпоральная ударно-волновая терапия болезни Пейрони / Е.С. Губанов, Е.А. Боряев, С.А. Столяров, А.А. Зимичев // Аспирантский вестник Поволжья. – 2021. – № 1-2. – С. 146-153.
7. PRP-терапия и экстракорпоральная ударно-волновая терапия при плантарном фасциите / А.Э. Апагуни, В.В. Посух, В.В. Апагуни [и др.] // V конгресс «Ортобиология 2024» : «Консенсусы в клинической практике» : тезисы. – Воронеж, 2024. – С. 7-8.
8. Ударно-волновая терапия: состояние проблемы и возможности применения в клинической практике / Б.А. Гарилевич, А.А. Семенов, К.Г. Гуревич [и др.] // Человек и его здоровье. – 2017. – № 3. – С. 11-18. DOI: 10.21626/vestnik/2017-3/02.
9. Пропедевтика внутренних болезней : учебник и практикум для вузов / под ред. Вебера. – Москва : Юрайт, 2026. – 937 с.
10. Рентгенометрия в комплексной оценке эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии кальцифицирующей тендинобурсопатии плеча / В.Н. Дружинин, В.Г. Суворов, А.А. Славинский, Е.В. Есин // Медицина труда и промышленная экология. – 2024. – Т. 64. – № 3. – С. 164-171.
11. Посух, В.В. Анализ применения экстракорпоральной ударно-волновой терапии в послеоперационном периоде у пациентов с переломом костей голени / В.В. Посух, А.Э. Апагуни, В.В. Апагуни // XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов: сб. тезисов. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 767-768.
12. Шарабчиев, Ю.Т. Использование экстракорпоральной ударноволновой терапии в травмато-

логии и ортопедии / Ю.Т. Шарабчиев, Т.В. Дудина, О.Ю. Полянская // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2013. – № 3(3). – С. 16-34.
13. Шевелева, Н.И. Ударно-волновая терапия в программах реабилитации / Н.И. Шевелева, Л.С. Минбаева // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 12(ч. 4). – С. 352-356.
14. Юрку, К.А. Применение экстракорпоральной ударно-волновой терапии в комплексном лечении пациентов с хронической неспецифической болью в нижней части спины : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 3.1.33. «Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация» / Ксения Алексеевна Юрку. – Москва, 2023. – 24 с.
15. Non-surgical management of knee osteoarthritis: Comparison of ESCEO and OARSI 2019 guidelines / N.K. Arden, T.A. Perry, R.R. Bannuru [et al.] // Nature Reviews Rheumatology. – 2021. – Vol. 17. – No. 1. – P. 59-66. DOI: 10.1038/s41584-020-00523-9.
16. Maier, M. Extracorporal shock wave application in the treatment of pseudarthrosis: A critical clinical update / M. Maier, C. Schmitz, H.-J. Refior // European Journal of Trauma. – 2003. – No. 29. – P. 262-267. DOI: 10.1007/s00068-003-1317-1.
17. PRP-терапия и экстракорпоральная ударно-волновая терапия при асептическом некрозе головки бедренной кости / А.А. Эсеналиев, А.Э. Апагуни, В.В. Апагуни [и др.] // III Конгресс «Ортобиология 2022» : «От исследования к клинической практике» : тезисы. – Воронеж, 2022. – С. 13-14.
18. Effect of extracorporeal shock wave therapy on pain and function in patients with knee osteoarthritis: A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations / A.C. Silva, V.S. Almeida, P.M. Veras [et al.] // Clinical Rehabilitation. – 2022. – Vol. 37. – No. 6. – P. 760-773. DOI: 10.1177/02692155221146086.
19. Radial extracorporeal shock wave promotes the treatment of non-union of femoral shaft fractures in children: A case report / H. Shang, T. Ma, X. Liu [et al.] // Frontiers in Surgery. – 2025. – Vol. 12. – P. 1667385. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1667385.
20. Assessing the burden of osteoarthritis in Africa and the Middle East: A rapid evidence assessment / J. Al Saleh, H. Almoallim, B. Elzorkany [et al.] // Open Access Rheumatol. – 2023. – No. 15. – P. 23-32. DOI: 10.2147/OARRR.S390778.
21. Гусева, Т.С. Роль мануальных методов коррекции и экстракорпоральной ударно волновой терапии в профилактике хронической головной боли напряжения / Т.С. Гусева, М.В. Наприенко, Л.В. Смекалкина // Российский остеопатический журнал. – 2024. – № 1. – С. 8-19. DOI: 10.32885/2220-0975-2024-1-8-19.
22. Atukorala, I. A review of quality-of-life in elderly osteoarthritis / I. Atukorala, D.J. Hunter // Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research. – 2023. – Vol. 23. – No. 4. – P. 365-381. DOI: 10.1080/14737167.2023.2181791.
23. Extracellular vesicles from mesenchymal stem cells as potential treatments for osteoarthritis / N.A. Noor, A.A. Nurul, M.R. Zain [et al.] // Cells. – 2021. – Vol. 10. – No. 6. – P. 1287. DOI: 10.3390/cells10061287.

REFERENCES

1. Mansurova G.Sh., Maltsev S.V. Causes of low-energy bone fractures in children. *Practical Medicine*, 2020, vol. 18, no. 3, pp. 65-69. (in Russ.)
2. Vybornov D.Yu., Tarasov N.I., Petrov M.A. Assessment of risk factors and prediction of fracture consolidation disorders in children. *Current Pediatrics*, 2006, vol. 5, no. 1, p. 120. (in Russ.)
3. Strukov V.I., Shcherbakova Yu.G., Elistratov D.G., Prokofiev I.A. Morphometry of bones in osteoporosis in children: significance for the diagnosis and treatment of fractures. *Russian Pediatric Journal*, 2021, vol. 24, no. 4, p. 279. (in Russ.)
4. Scheepens K., den Haan S., Warmink K. et al. Fracture risk assessment by dual-energy absorptiometry in osteogenesis imperfecta: A systematic review of measurement sites and its predictive value. *Bone Reports*, 2026, vol. 30, p. 101929. DOI: 10.1016/j.bonr.2026.101929.
5. Eldzarov P.E., Zelyanin A.S., Nikitin S.E. Treatment tactics for sequelae of lower extremity bones fractures. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*, 2010, no. 3, pp. 55-59. (in Russ.)
6. Gubanov E.S., Boryaev E.A., Stolyarov S.A., Zimichev A.A. Low-intensity extracorporal shockwave therapy for peyronie's disease. *Aspirantskiy Vestnik Povolzhiya*, 2021, no. 1-2, pp. 146-153. (in Russ.)
7. Apaguni A.E., Posukh V.V., Apaguni V.V. et al. PRP therapy and extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. Fifth Congress "Orthobiology 2024": "Consensus in clinical practice": abstracts. Voronezh, 2024. pp. 7-8. (in Russ.)
8. Garilevich B.A., Semenov A.A., Gurevich K.G. et al. Shock-wave therapy: status update on the problem and possibilities of application in clinical practice. *Humans and their health*, 2017, no. 3, pp. 11-18. DOI: 10.21626/vestnik/2017-3/02. (in Russ.)
9. Propaedeutics of internal diseases: textbook and workshop for universities. Veber, ed. Moscow: Yurait, 2026. 937 p. (in Russ.)
10. Druzhinin V.N., Suvorov V.G., Slavinsky A.A., Esin E.V. Radiometry in a comprehensive assessment of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy of calcifying tendinobursopathy of the shoulder. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*, 2024, vol. 64, no. 3, pp. 164-171. (in Russ.)
11. Posukh V.V., Apaguni A.E., Apaguni V.V. Analysis of the use of extracorporeal shock wave therapy in the postoperative period in patients with fractured shin bones. XII All-Russian Congress of Orthopedic Traumatologists: collection of abstracts. Saint Petersburg, 2022. pp. 767-768. (in Russ.)
12. Sharabichev Yu.T., Dudina T.V., Polyanskaya O.Yu. The use of extracorporeal shockwave therapy in traumatology and orthopedics. *Mezhdunarodnye obzory: klinicheskaya praktika i zdorovye*, 2013, no. 3(3), pp. 16-34. (in Russ.)

13. Sheveleva N.I., Minbaeva L.S. Shock-wave therapy in rehabilitation programs. *Advances in current natural sciences*, 2014, no. 12(part 4), pp. 352-356. (in Russ.)
14. Yurku K.A. The use of extracorporeal shock wave therapy in the complex treatment of patients with chronic nonspecific pain in the lower back. Moscow, 2023. 24 p. (in Russ.)
15. Arden N.K., Perry T.A., Bannuru R.R. et al. Non-surgical management of knee osteoarthritis: Comparison of ESCEO and OARSI 2019 guidelines. *Nature Reviews Rheumatology*, 2021, vol. 17, no. 1, pp. 59-66. DOI: 10.1038/s41584-020-00523-9.
16. Maier M., Schmitz C., Refior H.-J. Extracorporal shock wave application in the treatment of pseudarthrosis: A critical clinical update. *European Journal of Trauma*, 2003, no. 29, pp. 262-267. DOI: 10.1007/s00068-003-1317-1.
17. Esenaliev A.A., Apaguni A.E., Apaguni V.V. et al. PRP therapy and extracorporeal shock wave therapy for aseptic necrosis of the femoral head. Third Congress "Orthobiology 2022": "From Research to Clinical Practice": abstracts. Voronezh, 2022. pp. 13-14. (in Russ.)
18. Silva A.C. et al. Effect of extracorporeal shock wave therapy on pain and function in patients with knee osteoarthritis: A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *Clinical Rehabilitation*, 2022, vol. 37, no. 6, pp. 760-773. DOI: 10.1177/02692155221146086.
19. Shang H., Ma T., Liu X. et al. Radial extracorporeal shock wave promotes the treatment of non-union of femoral shaft fractures in children: A case report. *Frontiers in Surgery*, 2025, vol. 12, p. 1667385. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1667385.
20. Al Saleh J., Almoallim H., Elzorkany B. et al. Assessing the burden of osteoarthritis in Africa and the Middle East: A rapid evidence assessment. *Open Access Rheumatol*, 2023, no. 15, pp. 23-32. DOI: 10.2147/OARRR.S390778.
21. Guseva T.S., Naprienko M.N., Smekalkina L.V. The role of manual correction methods and extracorporeal shock wave therapy in the prevention of chronic tension headaches. *Russian Osteopathic Journal*, 2024, no. 1, pp. 8-19. DOI: 10.32885/2220-0975-2024-1-8-19. (in Russ.)
22. Atukorala I., Hunter D.J. A review of quality-of-life in elderly osteoarthritis. *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 2023, vol. 23, no. 4, pp. 365-381. DOI: 10.1080/14737167.2023.2181791.
23. Noor N.A., Nurul A.A., Zain M.R. et al. Extracellular vesicles from mesenchymal stem cells as potential treatments for osteoarthritis. *Cells*, 2021, vol. 10, no. 6, p. 1287. DOI: 10.3390/cells10061287.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Ольга Сергеевна Збицкая – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки.
Ильяс Русланович Цечоев – врач травматолог-ортопед, Ставропольский краевой клинический консультативно-диагностический центр, Ставрополь, e-mail: Cechoev1993@mail.ru.
Оксана Николаевна Акимкина – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: o.akimkina@skfmba.ru.
Ираклий Георгиевич Пасхалов – главный врач, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства России, Ессентуки, e-mail: gv@skfmba.ru, ORCID: 0000-0002-8258-0795.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Olga S. Zbitskaya – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.
Ilyas R. Tsechoev – Trauma Orthopedist, Stavropol Regional Clinical Consultation and Diagnostics Center, Stavropol, e-mail: Cechoev1993@mail.ru.
Oksana N. Akimkina – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: o.akimkina@skfmba.ru.
Irakly G. Paskhalov – Chief Physician, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: gv@skfmba.ru, ORCID: 0000-0002-8258-0795.

Для цитирования: Применение экстракорпоральной ударно-волновой терапии при замедленно-консолидирующихся переломах у детей: анализ литературы / О.С. Збицкая, И.Р. Цечоев, О.Н. Акимкина, И.Г. Пасхалов // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_5

For citation: Zbitskaya O.S., Tsechoev I.R., Akimkina O.N., Paskhalov I.G. Extracorporeal shock wave therapy for delayed-healing fractures in children: a literature analysis. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_5

Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_6
УДК 615.838

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_6
UDC 615.838

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЛЕЧЕБНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО И ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО САНАТОРИЯ «ВАСИЛЬЕВСКОЕ» МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Корягина[1], С.В. Нопин[1], В.В. Корнева[1], В.С. Нопина[2], И.О. Рогулев[1]
[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Климатические и ландшафтные факторы – ключевые элементы санаторно-курортного лечения; требуется комплексная оценка условий территории для применения климатотерапии. **Цель:** оценить лечебно-климатический и ландшафтно-рекреационный потенциал детского санатория «Васильевское» (Московская область) и обосновать использование природных факторов в реабилитации. ***Методы.*** Исследование выполнено на территории 421 600 м² (высота – 184-195 м, умеренно континентальный климат). Проведен анализ климатических данных, определен биоклиматический потенциал с учетом измерений показателей микроклимата, аэроионов, PM2.5/PM10, гамма-излучения. ***Результаты.*** Биоклиматический потенциал – 1,7 из 3 (благоприятные условия). Средние показатели: температура – 30,0 °C, влажность – 45,8%, давление – 746,1 мм рт. ст., O_2 – 20,2%, CO_2 – 471 ppm, PM2.5 – 10,2 мкг/м³, PM10 – 16,4 мкг/м³, мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения – 0,04-0,05 мкЗв/ч, озелененность – 70%. ***Заключение.*** Территория пригодна для аэротерапии, воздушных ванн, гелио- и ландшафтотерапии, двигательной активности; требуется сезонный мониторинг для оценки устойчивости показателей.
Ключевые слова: климатотерапия, лечебный климат, биоклиматический потенциал; аэротерапия, гелиотерапия, ландшафтотерапия, аэроионизация, PM2.5, PM10, Московская область.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE THERAPEUTIC, CLIMATIC, LANDSCAPE AND RECREATIONAL POTENTIAL OF THE TERRITORY OF THE VASILYEVSKOYE CHILDREN'S SANATORIUM IN THE MOSCOW REGION

Yu.V. Koryagina[1], S.V. Nopin[1], V.V. Korneva[2], V.S. Nopina[2], I.O. Rogulev[1]
[1]North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia
[2]I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Climatic and landscape factors are the key elements of sanatorium resort treatment. Therefore, a comprehensive assessment of a territory's conditions for the application of climate therapy is necessary. **Aim:** to assess the therapeutic, climatic, landscape and recreational potential of the territory of the Vasilyevskoye Children's Sanatorium (Moscow Region), to justify the use of natural factors in rehabilitation. ***Methods.*** The study was carried out on an area of 421 600 m² (altitude – 184-195 m, moderate continental climate). Climate data was analyzed, and the bioclimatic potential was identified, taking into account measurements of microclimate indicators, air ions, PM2.5/PM10, and gamma radiation. ***Results.*** Bioclimatic potential – 1.7 points out of 3 (favorable conditions). Average indicators: temperature – 30.0 °C, humidity – 45.8%, pressure – 746,1 mm of Hg, O_2 – 20.2%, CO_2 – 471 ppm, PM2.5 – 10.2 μg/m³, PM10 – 16,4 μg/m³, gamma radiation ambient dose equivalent rate – 0,04-0,05 μSv/h, ratio of greenery – 70%. ***Conclusion.*** The area is suitable for open-air treatment, air baths, light and landscape therapy, as well as physical activity. Seasonal monitoring is required to assess the indicators' stability.
Keywords: climate therapy, therapeutic climate, bioclimatic potential, open-air treatment, light therapy, landscape therapy, air ionization, PM2.5, PM10, Moscow Region.

Введение. Климатотерапия представляет собой направление санаторно-курортного лечения, основанное на дозированном использовании природных климатических факторов. Ее действие связано с комплексным влиянием температуры и влажности воздуха,

солнечной радиации, атмосферного и барометрического давления, газового и ионного состава воздуха, а также ландшафтной среды. В санаторно-курортной практике климатотерапия применяется как в форме пребывания пациента в благоприятных климатических условиях, так и в форме специальных дозированных процедур. Основными направлениями климатолечения являются аэротерапия, гелиотерапия и ландшафтотерапия [1-7].

Московская область относится к зоне умеренно континентального климата с влажным теплым летом и снежной умеренно холодной зимой. В западной части региона существенную роль играют западный перенос воздушных масс, рельеф Смоленско-Московской возвышенности, лесные массивы и водные объекты. Эти факторы формируют выраженную сезонность, значительные колебания метеорологических условий и локальные особенности микроклимата [8-15].

Современный подход к оценке лечебного климата предполагает переход от общей характеристики климатической зоны к количественной оценке конкретной территории. Важное значение имеют сочетанная оценка термического режима, солнечной радиации, циркуляции атмосферы, влажности, экологических параметров воздуха и состояния ландшафта, а также определение возможностей безопасного дозирования климатических воздействий. Такой комплексный анализ особенно актуален для санаторно-курортных организаций детского профиля, где необходима индивидуализация климатических процедур с учетом возраста, функционального состояния и нозологической формы заболевания [1, 6, 7].

Цель исследования: провести комплексную оценку лечебно-климатического, биоклиматического, микроклиматического, экологического и ландшафтно-рекреационного потенциала территории Федерального государственного бюджетного учреждения Детского санатория «Васильевское» (ФГБУ ДС «Васильевское») Минздрава России и научно обосновать возможности ее использования для климатотерапии и санаторно-курортного лечения.

Методы и организация исследования. Объектом исследования являлась территория ФГБУ ДС «Васильевское» Минздрава России, расположенная в Одинцовском городском округе Московской области. Общая площадь земельного участка составляет 421 600 м²; абсолютная высота варьирует от 184 до 195 м над уровнем моря. Климат территории классифицирован как умеренно континентальный, равнинный лесной [9-12].

Исследование включало:

1) анализ многолетних климатических характеристик западной части Московской области;

2) модульную оценку биоклиматического потенциала;

3) ландшафтно-рекреационную оценку территории;

4) маршрутные микроклиматические и экологические наблюдения;

5) оценку аэроионного режима;

6) определение содержания кислорода и углекислого газа в приземном слое атмосферы;

7) измерение концентрации аэрозольных частиц PM2.5 и PM10;

8) радиационно-экологическую оценку [16, 17].

22 июня 2026 года проведены маршрутные ландшафтно-климатические наблюдения на восьми пробных площадках, различавшихся по местоположению, озелененности, затененности, рекреационному использованию и наиболее полно характеризующие территорию ФГБУ ДС «Васильевское». Измерения выполнены на высоте уровня дыхания человека, также описывались орография, растительность и природные панорамы территории.

Результаты исследования и их обсуждение. *Климатическая и биоклиматическая характеристика исследованной территории.* Климат западной части Московской области имеет значительную сезонную изменчивость. В соответствии с данными многолетних наблюдений, среднемесячная температура воздуха в июле составляет 17,2-17,4 °С, в январе снижается до -10,4…-10,6 °С. Годовая сумма осадков составляет 600-650 мм. В холодный период года относительная влажность воздуха держится на уровне 80-85%. Продолжительность солнечного сияния в регионе – обычно в диапазоне 1700-1750 ч в год, с увеличением в отдельные годы до 1900 ч [9-12, 16, 17].

Биоклиматическая оценка территории ФГБУ ДС «Васильевское», выполненная по модульной методике, показала значение

интегрального биоклиматического потенциала в 1,7 балла из 3 возможных (табл. 1). Наиболее благоприятными компонентами биоклимата являются циркуляционный режим и параметры влажности воздуха. Полученный результат соответствует благоприятной категории медико-климатических характеристик и позволяет использовать исследованную территорию для применения дозированных климатотерапевтических воздействий [17].

Таблица 1

Основные многолетние биоклиматические показатели западной части Московской области

Показатель	Значение	Категория условий
Число дней с комфортными условиями (эквивалетно-эффективная температура – 12-24°С)	58 дней	тренирующие
Безморозный период	149 дней	щадяще-тренирующие
Летний период (>15 °С)	120 дней	щадяще-тренирующие
Температура июля	20 °С	щадящие
Температура января	-10 °С	тренирующие
Число часов солнечного сияния	1700 ч/год	тренирующие
Скорость ветра летом	3,8 м/с	щадящие
Скорость ветра зимой	3,9 м/с	щадящие
Средняя годовая относительная влажность	69%	щадящие
Интегральный биоклиматический потенциал	1,7 из 3 баллов	высокая категория

Микроклимат территории ФГБУ ДС «Васильевское». Результаты однократного обследования восьми пробных площадок показали, что пространственная изменчивость основных гигротермических параметров на территории незначительна (табл. 2). Стабильность атмосферного давления (746-747 мм рт. ст.) и умеренная вариабельность температуры и влажности свидетельствуют о формировании однородного микроклиматического фона. Различия в освещенности в зависимости от степени затененности (7,2 кЛк под кроной деревьев и 19,0 кЛк на открытых участках) позволяют дифференцировать участки по уровню инсоляции, что может быть использовано при планировании режимов пребывания и тренировочных нагрузок.

Таблица 2

Микроклиматические показатели территории детского санатория «Васильевское»

Показатель	Среднее	Минимум	Максимум
Температура воздуха, °С	30,0	26,3	33,9
Относительная влажность воздуха, %	45,8	37,4	58,7
Атмосферное давление, мм рт. ст.	746,1	746,0	747,0
Освещенность под кроной, кЛк	7,2	3,0	12,3
Освещенность на открытом месте, кЛк	19,0	7,4	24,8

Примечание: данные получены однократно 22 июня 2026 года на восьми пробных площадках.

Аэроионный режим и газовый состав воздуха. На обследованных участках территории ФГБУ ДС «Васильевское» концентрация положительных подвижных аэроионов составила 300-527 ион/см^3, отрицательных – 100-650 ион/см^3. Коэффициент униполярности находился в диапазоне 0,46-3,93; минимальное значение зафиксировано на площадке для военно-тактической игры лазертаг, среднее по восьми площадкам – 1,51. Согласно примененной методике оценки качество воздуха по совокупности аэроионных показателей является удовлетворительным.

Содержание кислорода на высоте 1,5 м находилось в пределах от 19,9 до 20,4% (в среднем 20,2%) (табл. 3). Концентрация CO_2 составляла от 453 до 505 ppm, среднее значение – 471 ppm. Полученные данные отражают состояние воздушной среды непосредственно в зонах предполагаемого проведения климатотерапевтических и рекреационных мероприятий.

Таблица 3

Результаты мониторинга качества воздуха и радиационного фона на территории детского санатория «Васильевское»

Показатель	Среднее / минимум-максимум	Оценка
Концентрация кислорода (O_2) в воздухе, %	20,2 (19,9-20,4)	удовлетворительная воздушная среда
Концентрация углекислого газа (CO_2) в воздухе, ppm	471 (453-505)	среднее качество воздуха
Концентрация мелкодисперсных частиц с аэродинамическим диаметром PM2.5 в воздухе, мкг/м³	10,2 (8,3-11,2)	особо благоприятные условия
Концентрация мелкодисперсных частиц с аэродинамическим диаметром PM10 в воздухе, мкг/м³	16,4 (13,6-18,0)	особо благоприятные условия
Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, мкзв/ч	0,04-0,05	низкая степень патогенности

Аэрозольное загрязнение и радиационно-экологические условия. Средняя концентрация мелкодисперсных частиц PM2.5 составила 10,2 мкг/м^3, PM10 – 16,4 мкг/м^3; максимальные значения – 11,2 и 18,0 мкг/м^3 соответственно. Согласно критериям, использованным в специальном медицинском заключении, данные показатели отнесены к особо благоприятным.

Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на открытой местности составила 0,04-0,05 мкЗв/ч, что ниже средних фоновых уровней для Московской области (0,09-0,14 мкЗв/ч) и значительно ниже границы санитарной нормы 0,30 мкЗв/ч.

Ландшафтно-рекреационный потенциал. Территория санатория характеризуется высокой степенью озелененности, достигающей 70%. В составе древесной растительности представлены сосна обыкновенная, ель обыкновенная, береза, дуб, рябина, липа, осина, вяз и другие породы. Благоустроенная парковая зона, пешеходные дорожки, участки различной освещенности и рекреационные площадки формируют условия для лечебной ходьбы, гимнастики на свежем воздухе, отдыха, ландшафтной релаксации и других форм двигательной активности [12-14, 15, 18, 19, 20].

В специальном медицинском заключении отмечается, что растительность территории может способствовать формированию благоприятной воздушной среды за счет аэроионизации и выделения летучих фитоорганических веществ. Данный компонент следует рассматривать как часть комплексной ландшафтно-климатической среды, требующей дальнейшего количественного и сезонного изучения [17].

Возможности климатотерапии. С учетом выявленного биоклиматического потенциала на территории могут применяться круглогодичная аэротерапия, местные и общие воздушные ванны, общая и местная гелиотерапия по лечебно-оздоровительным методикам, лечебная гимнастика и ландшафтотерапия. Аэротерапия в документе дозируется в зависимости от сезона и температуры воздуха: в весенне-летний период при температуре выше 10 °С выделяются слабый режим до 2-3 ч, умеренный – 6-9 ч и интенсивный круглосуточный; в осенне-зимний сезон – соответственно до 1-2 ч, 3-6 ч и 9-12 ч [1-7, 17].

Гелиотерапия должна проводиться с учетом радиационно-эквивалентно-эффективной температуры окружающей среды и индивидуальной переносимости. Для детского контингента особое значение имеет последовательное увеличение экспозиции, учет метеотропных реакций и сочетание климатопроцедур с другими методами лечения только при соблюдении санаторно-климатического режима [1, 6, 7].

Полученные результаты показывают, что лечебно-климатический потенциал территории формируется не одним фактором, а сочетанием климатического режима, локального микроклимата, степени озелененности, качества атмосферного воздуха и рекреационной инфраструктуры. Умеренно континентальный климат обеспечивает выраженную сезонную тренирующую нагрузку, а лесопарковая среда и возможность выбора открытых и затененных площадок позволяют варьировать интенсивность климатического воздействия.

Особенностью исследования является объединение многолетних климатических данных с результатами непосредственного обследования конкретной санаторной территории. Биоклиматические параметры западной части Московской области за период

2022-2026 гг. систематизированы в зарегистрированной базе данных [16], что формирует методологическую основу для сопоставления полевых наблюдений с многолетней климатической динамикой. Вместе с тем полученные результаты маршрутных измерений отражают состояние воздушной среды в конкретный период и не охватывают все возможные сезонные и погодные изменения. В связи с этим для подтверждения характеристик микроклимата ФГБУ ДС «Васильевское» целесообразно проведение повторных исследований в различные сезоны и при разных типах погоды. Это имеет важное значение при разработке индивидуализированных курсов аэротерапии и гелиотерапии. Также заслуживает внимания вопрос интерпретации лечебной эффективности климатических особенностей. В разработанном нами специальном медицинском заключении на лечебный климат ФГБУ ДС «Васильевское» приводятся данные клинических исследований, проведенных в санаторно-курортных учреждениях Московской области, в которых зафиксирована положительная динамика функционального состояния центральной и вегетативной нервной систем, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также улучшение показателей по тесту «Самочувствие, активность, настроение». Однако для журнальной публикации клиническая часть должна быть представлена отдельным протоколом с указанием дизайна, размера выборки, критериев включения, контрольной группы, статистических методов и величины эффекта. Поэтому в настоящей статье основные выводы ограничены объективной оценкой природной среды и возможностей ее применения для климатотерапии.

Практическое значение. Результаты могут быть использованы для выбора площадок и режимов проведения климатотерапевтических процедур, планирования маршрутов лечебной ходьбы, организации пребывания детей на открытом воздухе, а также для дальнейшего мониторинга лечебного климата. Выявленные характеристики позволяют дифференцировать участки территории по степени инсоляции, микроклимату и рекреационной функции и формировать более персонализированные схемы климатолечения.

Медицинские показания и противопоказания к применению лечебного климата должны определяться в соответствии с действующими нормативными документами и индивидуальным состоянием пациента. В исходном заключении лечебный климат указан, в частности, для ряда заболеваний органов дыхания в стадии реконвалесценции или ремиссии, отдельных офтальмологических заболеваний и юношеских артритов при ограниченной активности процесса. Климатотерапевтические процедуры не применяются при острых инфекционных заболеваниях, обострении хронических заболеваний и других общих противопоказаниях к санаторно-курортному лечению.

Заключение:

1. Территория ФГБУ ДС «Васильевское» Минздрава России относится к умеренно континентальному равнинному лесному климату и обладает комплексом природных факторов, потенциально пригодных для санаторно-курортного использования.

2. Интегральный биоклиматический потенциал территории составляет 1,7 балла из 3 и в использованной модульной системе соответствует высокой категории медико-климатических условий.

3. Натурные исследования восьми пробных площадок показали благоприятные микроклиматические и экологические характеристики: средняя температура – 30,0 °C, относительная влажность – 45,8%, атмосферное давление – 746,1 мм рт. ст.; концентрация кислорода (O_2) – 20,2%, концентрация углекислого газа (CO_2) – 471 ppm; концентрация мелкодисперсных частиц с аэродинамическим диаметром PM2.5 в воздухе – 10,2 мкг/м³, концентрация мелкодисперсных частиц с аэродинамическим диаметром PM10 в воздухе – 16,4 мкг/м³; мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения – 0,04-0,05 мкЗв/ч.

4. Высокая степень озелененности территории, разнообразие древесной растительности и благоустроенная парковая инфраструктура создают условия для аэротерапии, воздушных ванн, ландшафтотерапии, лечебной ходьбы и дозированной гелиотерапии.

5. Для дальнейшего научного обоснования климатотерапии целесообразны сезонный мониторинг микроклимата и отдельные контролируемые клинические исследования с четко описанным дизайном и клиническими конечными точками.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья подготовлена на основе специального медицинского заключения на лечебный климат №144-Е для ФГБУ ДС «Васильевское» Минздрава России, материалов НИР и приведенных в заключении результатов натурных исследований 2026 г.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Financing. The article is based on the special medical report for the therapeutic climate No. 144-E for the Vasilyevskoe Children's Sanatorium, the research materials, and the results of field studies conducted in 2026, as presented in the report.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Детская курортология : руководство для врачей / М.А. Хан, А.Н. Разумов, И.В. Погонченкова [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. – 488 с.
2. Лечебные эффекты климатотерапии : наукометрический анализ доказательных исследований / А.Н. Разумов, В.В. Ежов, И.А. Довгань, Г.Н. Пономаренко // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2020. – Т. 97. – № 6. – С. 59-67.
3. Чибирева, Е.М. Физиологические основы климатолечения / Е.М. Чибирева // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2015. – Т. 21. – № 1. – С. 69-70.
4. Сидорина, Н.Г. Климатотерапия и ландшафтотерапия как важнейшие методы реабилитации пациентов / Н.Г. Сидорина, А.Б. Гаджиева, А.В. Воробьев // Реабилитология. – 2025. – Т. 3. – № 1. – С. 65-75.
5. Голубчиков, Ю.Н. К теории ландшафтотерапии / Ю.Н. Голубчиков // Географическая среда и живые системы. – 2023. – № 1. – С. 101-115.
6. Любчик, В.Н. Возможные перспективы развития гелиотерапии / В.Н. Любчик // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2022. – Т. 28. – № 2. – С. 88.
7. Тлиш, М.М. Инновации в назначении воздушных, солнечных ванн и процедур ландшафтотерапии в комплексной санаторной реабилитации больных зудящими дерматозами / М.М. Тлиш // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19. – № 1. – С. 145-147.
8. Овечкин, С.В. Опыт использования кластерного анализа при климатическом районировании Московской области / С.В. Овечкин, Г.М. Майнашева // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. – 2010. – № 2(6). – С. 65-74.
9. Локощенко, М.А. Климат Москвы и его современные изменения / М.А. Локощенко // Материалы международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в гидрометеорологии». – Минск, 2023. – С. 73-79.
10. Локощенко, М.А. Климат Москвы и его многолетние изменения / М.А. Локощенко // Proceedings of the YSU C: Geological and Geographical Sciences. – 2025. – Т. 59. – № 2. – С. 360-370.
11. Яковлев, М.Ю. Анализ метеорологических характеристик Московского региона / М.Ю. Яковлев // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. – 2019. – № 4. – С. 87-97.
12. Ландшафты Московской области и их современное состояние / Г.Н. Анненская, В.К. Жучкова, В.Р. Калинина [и др.] ; под ред. И.И. Мамай. – Смоленск : Изд-во Смол. гуманитар. ун-та, 1997. – 296 с.
13. Суслова, Е.Г. Леса Московской области / Е.Г. Суслова // Экосистемы: экология и динамика. – 2019. – Т. 3. – № 1. – С. 119-190.
14. Биоразнообразие лесов Московского региона / Т.В. Черненькова, Е.Г. Суслова, О.В. Морозова [и др.] // Экосистемы: экология и динамика. – 2020. – Т. 4. – № 3. – С. 60-144.
15. Слепых, В.В. Фитонцидные и ионизирующие свойства древесной растительности / В.В. Слепых. – Кисловодск : МИЛ, 2009. – 180 с.
16. Биоклиматические показатели индекса комфортности погоды запада Московской области за 2022-2026 гг. : свидетельство о регистрации базы данных RU 2026623506 / Ю.В. Корягина, А.А. Никифоров, С.В. Нопин [и др.]. – Дата регистрации: 17.07.2026.
17. Научно-исследовательская работа «Лечебно-климатический потенциал территории Москвы и Московской области (в рамках выполнения специальных медицинских заключений на лечебный климат)»: отчет о НИР / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, В.В. Корнева [и др.]; ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России. – Регистрационный № 12606192 2351-2 от 19.06.2026.
18. The Effects of a Campus Forest-Walking Program on Undergraduate and Graduate Students' Physical and Psychological Health / K.S. Bang, I. Lee, S. Kim [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2017. – Vol. 14. – No. 7. – P. 728.
19. Outdoor Walking Training Compared to Cycle Ergometer Training in Severe COPD: A Randomized Controlled Feasibility Trial / E. Gamper, U. Schmidt, J. Bansi, J. Kool // COPD. – 2019. – Vol. 16. – No. 1. – P. 37-44.
20. Effects of Walking in a Forest on Young Women / C. Song, H. Ikei, T. Kagawa, Y. Miyazaki // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2019. – Vol. 16. – No. 2. – P. 229.

REFERENCES

1. Khan M.A., Razumov A.N., Pogonchenkova I.V. et al. Children health resort therapy: guidelines for doctors. Moscow: GEOTAR-Media, 2024. 488 p. (in Russ.)
2. Razumov A.N., Ezhov V.V., Dovgan I.A., Ponomarenko G.N. Therapeutic effects of climototherapy: scientomatrical analysis of evidence-based studies. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*, 2020, vol. 97, no. 6, pp. 59-67. (in Russ.)
3. Chibireva E.M. Physiological basics of climate therapy. *Herald of physiotherapy and health resort therapy*, 2015, vol. 21, no. 1, pp. 69-70. (in Russ.)
4. Sidorina N.G., Hajiyeva A.B., Vorobev A.V. Climatotherapy and landscape therapy as the most important rehabilitation methods for patients. *Journal of Medical Rehabilitation*, 2025, vol. 3, no. 1, pp. 65-75. (in Russ.)
5. Golybchikov Yu.N. Towards a landscape therapy theory. *Geographical environment and living systems*, 2023, no. 1, pp. 101-115. (in Russ.)
6. Lyubchik V.N. Possible prospects of the development of heliotherapy. *Herald of physiotherapy and health resort therapy*, 2022, vol. 28, no. 2, pp. 88. (in Russ.)
7. Tlish M.M. Innovation in prescribing air, sun and integrated spa procedures of landscape therapy in the rehabilitation treatment of patients with itching dermatosis. *Journal of New Medical Technologies*, 2012, vol. 19, no. 1, pp. 145-147. (in Russ.)
8. Ovechkin S.V., Mainasheva G.M. On the use of cluster analysis for climatic region mapping of Moscow Region. MCU Journal of Natural Sciences, 2010, no. 2(6), pp. 65-74. (in Russ.)
9. Lokoshchenko M.A. Moscow's climate and its modern changes. Materials of the International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Reaearch and Hydrometeorology". Minsk, 2023.pp. 73-79. (in Russ.)
10. Lokoshchenko M.A. Moscow's climate and its longterm changes. Proceedings of the YSU C: Geological and Geographical Sciences, 2025, vol. 59, no. 2, pp. 360-370. (in Russ.)
11. Yakovlev M.Yu. Analysis of meteorological characteristics of the Moscow Region. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2019, no. 4, pp. 87-97. (in Russ.)
12. Annenskaya G.N., Zhuchkova V.K., Kalinina V.R. Landscapes of the Moscow Region and their modern state. I.I. Mamay, ed. Smolensk: Publishing house of the Smolensk Humanitarian University, 1997. 296 p. (in Russ.)
13. Suslova E.G. Forests of Moscow Region. *Ecosystems: ecology and dynamics*, 2019, vol. 3, no. 1, pp. 119-190. (in Russ.)
14. Chernenkova T.V., Suslova E.G., Morozova O.V. et al. Forest biodiversity of Moscow Region. *Ecosystems: ecology and dynamics*, 2020, vol. 4, no. 3, pp. 60-144. (in Russ.)
15. Slepykh V.V. Phytoncidal and ionizing properties of forest vegetation. Kislovodsk: MIL, 2009. 180 p. (in Russ.)
16. Koryagina Yu.V., Nikiforov A.A., Nopin S.V. et al. Bioclimatic indicators of the thermal comfort index for the western part of the Moscow Region for 2022-2026: database registration certificate RU 2026623506. Registration date: 17.07.2026. (in Russ.)
17. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Korneva V.V. et al. Research work "The therapeutic and climatic potential of the territory of Moscow and the Moscow Region (as part of special medical reports for therapeutic climate)": research project report. Registration Number 126061922351-2 dated 19.06.2026. (in Russ.)
18. Bang K.S., Lee I., Kim S. et al. The Effects of a Campus Forest-Walking Program on Undergraduate and Graduate Students' Physical and Psychological Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017, vol. 14, no. 7, p. 728.
19. Gamper E., Schmidt U., Bansi J., Kool J. Outdoor Walking Training Compared to Cycle Ergometer Training in Severe COPD: A Randomized Controlled Feasibility Trial. COPD, 2019, vol. 16, no. 1, pp. 37-44.
20. Song C., Ikei H., Kagawa T., Miyazaki Y. Effects of Walking in a Forest on Young Wome. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, vol. 16, no. 2, p. 229.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Сергей Викторович Нопин – доктор биологических наук, главный научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.

Виктория Витальевна Корнева – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: korneva-tori@mail.ru.

Вероника Сергеевна Нопина – студент, Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, e-mail: vernopina@yandex.ru.

Игорь Олегович Рогулев – младший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Sergey V. Nopin – Doctor of Biological Sciences, Lead Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.
Viktoria V. Korneva – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: korneva-tori@mail.ru.
Veronika S. Nopina – Student, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, e-mail: vernopina@yandex.ru.
Igor O. Rogulev – Junior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.

Для цитирования: Комплексная оценка лечебно-климатического и ландшафтно-рекреационного потенциала территории детского санатория «Васильевское» Московской области / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, В.В. Корнева [и др.] // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_6

For citation: Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Korneva V.V., Nopina V.S., Rogulev I.O. Comprehensive assessment of the therapeutic, climatic, landscape and recreational potential of the territory of the Vasilyevskoye Children's Sanatorium in the Moscow Region. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_6

Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_7
УДК 615.8; 796

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_7
UDC 615.8; 796

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ ГЕЙМИФИЦИРОВАННЫХ СИСТЕМ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

О.С. Збицкая, С.В. Нопин
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Цель работы – провести анализ научной литературы о возможности и перспективах применения геймифицированных систем с целью восстановления и реабилитации опорно-двигательного аппарата. ***Методы.*** Проведен анализ научной литературы российских и зарубежных авторов. Для сбора информации были использованы электронные базы данных eLibrary, PubMed, Академия Google. ***Результаты.*** Анализ литературы показал, что применение технологий виртуальной реальности и геймификации в восстановительной и спортивной медицине дает положительный эффект, имеет преимущества в сравнении с традиционной терапией, такие как снижение болевого синдрома и повышение вовлеченности пациента. ***Заключение.*** Широкий спектр применения и вариабельность оборудования позволяют адаптировать процесс под проблемы и задачи спорта высших достижений, в частности – восстановление функционального состояния верхних конечностей.
Ключевые слова: виртуальная реальность, геймификация, восстановление, реабилитация, восстановительная медицина, спортивная медицина, биологическая обратная связь.

PROSPECTS OF INTEGRATING GAMIFIED SYSTEMS IN BIOMEDICAL SUPPORT OF ELITE ATHLETES

O.S. Zbitskaya, S.V. Nopin
North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The aim of this study is to analyze the scientific literature on the possibilities and prospects of using gamified systems for musculoskeletal system recovery and rehabilitation. ***Methods.*** We conducted an analysis of Russian and foreign scientific literature using the eLibrary, PubMed, and Google Scholar databases. ***Results.*** The analysis has revealed that the use of virtual reality technology and gamification in restorative and sports medicine has a positive impact, as well as several advantages compared to traditional therapy, such as reduced pain syndrome and improved patient engagement. ***Conclusion.*** A wide range of applications and equipment variability allow adapting the process to specific issues and tasks in elite sports, including the recovery of the functional upper limb state.
Keywords: virtual reality, gamification, recovery, rehabilitation, restorative medicine, sports medicine, biofeedback.

Введение. В спорте высших достижений повреждения и травмы опорно-двигательного аппарата вызывают вынужденные пропуски тренировок, соревнований, снижают результативность и часто являются основной причиной ухода перспективного спортсмена из спорта [1]. Риск травматизации повышает специфика спортивных движений и нагрузок в большинстве видов спорта. Плечо метателя, кисть гимнаста, предплечье теннисиста – зоны, где микротравматизация накапливается годами и рано или поздно требует консервативного или даже оперативного лечения [2].

Тренажеры с биологической обратной связью в спортивной подготовке и медико-биологическом обеспечении получили новый импульс развития благодаря цифровизации [3]. Геймификация в медицине определяется как использование игровых элементов в неигровых контекстах с целью повышения вовлеченности пользователей. При этом

технологии дополненной и виртуальной реальности позволяют применять элементы геймификации для вовлечения пациентов в игры, стимулирующие физическую нагрузку и снижающие тревожность. Геймификация реализуется через такие механизмы, как системы начисления баллов, отслеживание прогресса, адаптивные уровни сложности, обратная связь в реальном времени, а также соревновательные элементы, которые преобразуют монотонные реабилитационные упражнения в эмоционально привлекательную деятельность [4]. Традиционные методы реабилитации часто имеют ограничения, связанные с недостаточной вовлеченностью пациентов и отсутствием объективной обратной связи, тогда как технологии виртуальной и дополненной реальности все чаще используются в реабилитации, обеспечивая обратную связь и поддержку в режиме реального времени в процессе выполнения упражнений [5].

Цель работы – провести анализ научной литературы о возможности и перспективах применения геймифицированных систем с целью восстановления и реабилитации опорно-двигательного аппарата.

Методы и организация исследования. Проведен анализ научной литературы российских и зарубежных авторов. Для сбора информации были использованы электронные базы данных eLibrary, PubMed, Академия Google. Ключевые поисковые слова: виртуальная реальность, геймификация, реабилитация верхних конечностей, высококвалифицированные спортсмены, биологическая обратная связь.

Результаты исследования и их обсуждение. Виртуальная реальность (Virtual Reality, VR) определяется в профильной литературе как быстро развивающаяся область медицины, ее преимущества – гибкая интеграция с другими технологиями и игровая форма занятий [6]. В технико-технологическом контексте виртуальная реальность представляет собой технологию, формирующую новый искусственный мир, передаваемый человеку через его ощущения – зрение, слух, осязание – и позволяющую пользователю взаимодействовать с трехмерной компьютеризированной средой, манипулировать объектами и выполнять конкретные задачи. Для более точного определения виртуальную реальность подразделяют на дополненную реальность (AR), смешанную реальность (MR) и собственно VR, объединяемые более широким понятием расширенной реальности (extended reality, XR). По типу взаимодействия пользователя с виртуальной средой выделяют пассивную (автономное графическое изображение и звуковое сопровождение, не управляемые человеком), обследуемую (ограниченный выбор сценариев) и интерактивную (полное управление и манипулирование объектами) VR [7]. Классификация VR-систем по степени погружения включает неиммерсивные (традиционный экран), полуиммерсивные (большие 3D-экраны) и полностью иммерсивные (шлемы виртуальной реальности – Head-Mounted Display, системы CAVE) системы, при этом степень иммерсивности определяется уровнем изоляции пользователя от физического мира и количеством задействованных сенсорных и моторных каналов [8, 9].

Хотя существует множество исследований по этой теме, большинство из них сосредоточены на целесообразности и эффективности технологии VR с целью реабилитационного тренинга для определенных типов пациентов. Систематических исследований по областям исследований и тенденциям применения виртуальной реальности в реабилитации высококвалифицированных спортсменов обнаружено не было [10].

Комплексные обзоры и систематизация направлений. Анализ научных источников выделяет пять ключевых областей применения VR в реабилитационной медицине: неврологическую реабилитацию, психологическое лечение, обезболивание, кардиопульмональную реабилитацию и коррекцию зрительно-пространственных нарушений [10]. Нарративные обзоры описывают передовые VR-технологии в неврологической и нейропсихологической реабилитации в целом [11], а обзоры предметного поля обобщают клинические исходы и параметры проектирования эффективных игр для реабилитации верхней конечности [12].

Неврологическая реабилитация при инсульте. Является широко представленной областью применения VR-технологий: систематические обзоры и метаанализы подтверждают эффективность иммерсивной VR-терапии для восстановления функций верхних и нижних конечностей, баланса и

повседневной активности у пациентов в остром, подостром и хроническом постинсультном периоде [13, 14]. Тренировки с биологической обратной связью через VR способствуют кортикальной реорганизации пораженного полушария и модуляции нейропластичности. Применяются протоколы VR-зеркальной терапии для восстановления моторики верхних конечностей [15], гибридные подходы, сочетающие VR с интервенциями AR и физиотерапией [16, 17], а также программы телеабилитации после инсульта. Разрабатываются отечественные VR-тренажеры для реабилитации мобильности руки и коррекции нарушений мелкой моторики. Обзоры клинической эффективности иммерсивной VR в медицинской реабилитации подтверждают ее потенциал при ограничениях методологии [11, 12].

Реабилитация при рассеянном склерозе. VR-системы интегрируются в программы восстановления двигательных и когнитивных функций при рассеянном склерозе, включая домашние иммерсивные тренировки ловкости с использованием VR-гарнитур [18]. Систематические обзоры и метаанализы подтверждают положительное влияние VR-реабилитации на когнитивные функции и настроение пациентов [19], а роботизированные системы для верхних конечностей демонстрируют синергетический эффект при сочетании с VR/AR-средами [20]. Цифровые технологии в клинических испытаниях при рассеянном склерозе охватывают широкий спектр электронных медицинских вмешательств, включая VR, а методы машинного обучения применяются для персонализированного прогнозирования исходов реабилитации [21]. Общие подходы к медикаментозной и восстановительной терапии рассеянного склероза рассматриваются в контексте комплексного ведения пациентов [22].

Реабилитация при болезни Паркинсона. VR-терапия применяется для тренировки баланса, подвижности и сомато-когнитивной координации у пациентов с болезнью Паркинсона, включая продвинутые стадии заболевания [23]. Систематические обзоры и метаанализы подтверждают эффективность VR-тренировок баланса для улучшения постуральной устойчивости и мобильности [7], а рандомизированные контролируемые исследования демонстрируют результаты сочетания VR с техниками моторного воображения [24]. Инновационные технологии, включая VR, AR и экзергейминг, рассматриваются в рамках комплексного анализа немедикаментозных вмешательств при болезни Паркинсона [25].

Реабилитация при черепно-мозговой травме. Геймифицированные VR-системы с интеллектуальной перчаткой и дополненной обратной связью (augmented feedback) применяются для тренировки функционального захвата у пациентов с черепно-мозговой травмой [26]. Систематические обзоры подтверждают эффективность инновационных геймифицированных вмешательств для когнитивного тренинга в педиатрической популяции с приобретенной черепно-мозговой травмой. Общие обзоры VR- и AR-систем для физической реабилитации при неврологических нарушениях, включая черепно-мозговую травму, демонстрируют возможность реконфигурации цифровых сред под индивидуальный уровень двигательного дефицита [27].

Положительные эффекты VR-терапии наблюдаются в реабилитации при повреждении спинного мозга в процессе восстановления двигательных функций, тренировки баланса и мобильности у пациентов с различными уровнями поражения [28], в гериатрической реабилитации, при этом применение полностью иммерсивной VR у пожилых лиц требует учета риска укачивания, что отмечено в отдельном систематическом обзоре [29], а также в кардиопульмональной [3], ортопедической [1] и онкологической реабилитации [30].

Медико-биологическое обеспечение спортсменов. Технологии двойного назначения, включая VR-тренажерные комплексы, применяются для подготовки и восстановления спортсменов высокого класса. Разрабатываются инновационные спортивные тренажеры, сочетающие задачи спорта высших достижений и физической реабилитации [31], а также методы восстановления спортсменов с миофасциальными нарушениями с использованием подвесных систем и игровых сред. Обзор применения искусственного интеллекта в физической реабилитации дополняет перспективы интеграции VR с интеллектуальными алгоритмами [32].

Данные исследований подтверждают, что реабилитация с VR-системами также обеспечивает эффект дистракции – отвлечение

внимания пациента от болевых ощущений, что приводит к измеримому повышению толерантности пациентов и снижению интенсивности болевых ощущений и связанной с ними тревоги [33]. Механистически VR-технологии способны активировать дофаминергические системы вознаграждения, усиливать моторно-сенсорную интеграцию, модулировать кортикоспинальные связи и стимулировать процессы синаптического ремоделирования, что в совокупности обеспечивает нейропластическую перестройку, лежащую в основе функционального восстановления [34]. Активация зеркальных нейронов при наблюдении за действиями виртуального аватара способствует формированию правильных паттернов движения до их физического выполнения пациентом, а повторение виртуальных заданий укрепляет способность к моторному научению и исполнительную функцию [35].

Заключение. Анализ литературы показал, что применение VR и геймификации в спортивной медицине дает положительный эффект, имеет преимущества в сравнении с традиционной терапией, такие как снижение болевого синдрома и повышение вовлеченности пациента. Интеграция вышеуказанных технологий в медико-биологическое обеспечение спортсменов представляет собой перспективное направление, требующее дальнейшего комплексного изучения в рамках фундаментальных, клинических и трансляционных исследований. Широкий спектр применения и вариабельность оборудования позволяют адаптировать процесс под конкретные проблемы и задачи подготовки и восстановления в различных видах спорта.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комлев, И.О. Разработка инновационных спортивных тренажеров для спорта высших достижений и физической реабилитации / И.О. Комлев, Д.М. Самарский // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. – 2014. – № 1(132). – С. 93-100. [In English] Komlev I.O., Samarsky D.M. Development of innovative sports exercise machines for the elite sport and physical rehabilitation. *The Bulletin of the Adyghe State University. Series «Pedagogy and Psychology»,* 2014, no. 1(132), pp. 93-100. (in Russ.)

2. Аглямов, Ф.Р. Тренажер для реабилитации пациентов с проблемами мобильности руки, построенный с использованием технологий виртуальной реальности / Ф.Р. Аглямов, В.С. Кугураков // Программные продукты и системы. – 2022. – Т. 35. – № 3. – С. 285-292. [In English] Aglyamov F.R., Kugurakov V.S. A rehabilitation simulator for patients with hand mobility problems using virtual reality technologies. *Software & Systems*, 2022, vol. 35, no. 3, pp. 285-292. (in Russ.)

3. Аналитический взгляд на технологии двойного назначения в подготовке и восстановлении спортсменов: фокус на тренажерные комплексы и системы / Н.Г. Кручинский, С.Ф. Невар, А.В. Скриплев [и др.] // Здоровье для всех. – 2024. – № 2. – С. 3-16. [In English] Kruchinsky N.G., Nevar S.F., Skriplev A.V., Gavrilovich O.V., Bulyga A.V. Analytical look at dual-purpose technologies in the training and recovery of athletes: focus on training complexes and systems. *Health for all*, 2024, no. 2, pp. 3-16. (in Russ.)

4. Тарасенко, Е.А. Виртуальная медицина: основные тенденции применения технологий дополненной и виртуальной реальности в здравоохранении / Е.А. Тарасенко, М.Я. Эйгель // Врач и информационные технологии. – 2021. – № 2. – С. 46-59. [In English] Tarasenko E.A., Eigel M.Ya. Virtual medicine: main trends of augmented and virtual reality technologies usage in healthcare. *Medical doctor and information technology*, 2021, no. 2, pp. 46-59. (in Russ.)

5. Virtual and augmented reality for chronic musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and exploratory meta-analysis / T. Plavoukou, P. Staktopoulos, G. Papagiannis [et al.] // Bioengineering. – 2025. – Vol. 12. – No. 7. – P. 745.

6. Virtual reality-induced motor function of the upper extremity and brain activation in stroke: study protocol for a randomized controlled trial / J. Shen, X. Gu, J. Fu [et al.] // Frontiers in neurology. – 2023. – Vol. 14. – P. 1094617.

7. Integration of virtual reality and augmented reality in physical rehabilitation: a state-of-the-art review / V. Patil, J. Narayan, K. Sandhu, S.K. Dwivedy // Revolutions in product design for healthcare: advances in product design and design methods for healthcare. – 2022. – P. 177-205.

8. Wang, C. Areas of research focus and trends in the research on the application of VR in rehabilitation medicine / C. Wang, J. Kong, H. Qi // Healthcare. – MDPI, 2023. – Vol. 11. – No. 14. – P. 2056.

9. A narrative review of the use of a cutting-edge virtual reality rehabilitation technology in neurological and neuropsychological rehabilitation / L. Macchitella, S. Amendola, G. Barraco [et al.] //

NeuroRehabilitation. – 2023. – Vol. 53. – No. 4. – P. 439-457.
10. An analysis of clinical outcomes and essential parameters for designing effective games for upper limb rehabilitation: a scoping review / K. Moulaei, K. Bahaadinbeigy, A. Haghdoostd [et al.] // Health science reports. – 2023. – Vol. 6. – No. 5. – P. e1255.
11. Намиот, Е.Д. Искусственный интеллект в физической реабилитации / Е.Д. Намиот // International Journal of Open Information Technologies. – 2026. – Vol. 14. – No. 2. – P. 147-153. [In English] Namiot E. Artificial intelligence in physical rehabilitation. *International Journal of Open Information Technologies*, 2026, vol. 14, no. 2, pp. 147-153. (in Russ.)
12. Effects of virtual reality-based motor control training on inflammation, oxidative stress, neuroplasticity and upper limb motor function in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial / C.Y. Huang, W.C. Chiang, Y.C. Yeh [et al.] // BMC neurology. – 2022. – Vol. 22. – No. 1. – P. 21.
13. Feasibility and psychophysical effects of immersive virtual reality-based mirror therapy / C. Heinrich, N. Morkisch, T. Langlotz [et al.] // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2022. – Vol. 19. – No. 1. – P. 107.
14. Virtual reality and physiotherapy in post-stroke functional re-education of the lower extremity: A controlled clinical trial on a new approach / C. Luque-Moreno, P. Kiper, I. Solís-Marcos [et al.] // Journal of personalized medicine. – 2021. – Vol. 11. – No. 11. – P. 1210.
15. Takei, K. Acceptability of physical therapy combined with nintendo ring fit adventure exergame for geriatric hospitalized patients / K. Takei, S. Morita, Y. Watanabe // Games for health journal. – 2024. – Vol. 13. – No. 1. – P. 33-39.
16. Краснова-Гольева, В.В. Виртуальная реальность в реабилитации после инсульта / В.В. Краснова-Гольева, М.А. Гольев // Современная зарубежная психология. – 2015. – Т. 4. – № 4. – С. 39-44. [In English] Krasnova-Goleva V.V., Golev M.A. Virtual reality in rehabilitation after stroke. *Journal of Modern Foreign Psychology*, 2015, vol. 4, no. 4, pp. 39-44. (in Russ.)
17. Зеленский, М.М. Виртуальная реальность (VR) в клинической медицине: международный и российский опыт / М.М. Зеленский, С.А. Рева, А.И. Шадеркина // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2021. – Т. 7. – № 3. – С. 7-20. [In English] Zelensky M.M., Reva S.A., Shaderkina A.I. Virtual reality (VR) in clinical medicine: international and Russian experience. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 7-20. (in Russ.)
18. Feasibility and usability of a new home-based immersive virtual reality headset-based dexterity training in multiple sclerosis / C.P. Kamm, R. Blättler, R. Kueng, T. Vanbellingen, // Multiple sclerosis and related disorders. – 2023. – Vol. 71. – P. 104525.
19. Effects of virtual reality-based rehabilitation on cognitive function and mood in multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / J. Zhang, M. Wu, J. Li [et al.] // Multiple sclerosis and related disorders. – 2024. – Vol. 87. – P. 105643.
20. Robotic systems for upper-limb rehabilitation in multiple sclerosis: a SWOT analysis and the synergies with virtual and augmented environments / G.A. Albanese, A. Bucchieri, J. Podda [et al.] // Frontiers in Robotics and AI. – 2024. – Vol. 11. – P. 1335147.
21. A randomized controlled trial of motor imagery combined with virtual reality techniques in patients with Parkinson's disease / M. Kashif, A. Ahmad, M.A.M. Bandpei [et al.] // Journal of personalized medicine. – 2022. – Vol. 12. – No. 3. – P. 450.
22. Augmented feedback modes during functional grasp training with an intelligent glove and virtual reality for persons with traumatic brain injury / M. Liu, S. Wilder, S. Sanford [et al.] // Frontiers in Robotics and AI. – 2023. – Vol. 10. – P. 1230086.
23. Systematic review of the effectiveness of innovative, gamified interventions for cognitive training in paediatric acquired brain injury / C.L. Van De Wouw, M. Visser, J.W. Gorter [et al.] // Neuropsychological Rehabilitation. – 2024. – Vol. 34. – No. 2. – P. 268-299.
24. Effects of virtual reality rehabilitation after spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis / L. Wang, H. Zhang, H. Ai, Y. Liu // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2024. – Vol. 21. – No. 1. – P. 191.
25. Коновалова, Н.Г. Виртуальная реальность в реабилитации пациентов с повреждением спинного мозга. Обзор литературы / Н.Г. Коновалова, Е.М. Васильченко, О.И. Хохлова // Политравма. – 2025. – № 3. – С. 75-82. [In English] Konovalova N.G., Vasilchenko E.M., Khokhlova O.I. Virtual reality in the rehabilitation of patients with spinal cord injury: a literature review. *Polytrauma*, 2025, no. 3, pp. 75-82. (in Russ.)
26. Effectiveness of virtual reality-based therapy in pulmonary rehabilitation of chronic obstructive pulmonary disease. A systematic review with meta-analysis / E. Obrero-Gaitán, C.Y. Chau-Cubero, R. Lomas-Vega [et al.] // Heart & Lung. – 2024. – Vol. 65. – P. 1-10.
27. In too deep? A systematic literature review of fully-immersive virtual reality and cybersickness among older adults / B.F. Drazich, R. McPherson, E.F. Gorman [et al.] // Journal of the American Geriatrics Society. – 2023. – Vol. 71. – No. 12. – P. 3906-3915.
28. Li, L. Effect of remote control augmented reality multimedia technology for postoperative rehabilitation of knee joint injury / L. Li // Computational and Mathematical Methods in Medicine. – 2022. – Vol. 2022. – No. 1. – P. 9320063.

29. Virtual reality-based exercise rehabilitation in cancer-related dysfunctions: Scoping review / Z. Su, L. Zhang, X. Lian, M. Guan // Journal of medical Internet research. – 2024. – Vol. 26. – P. e49312.
30. Витенко, Ю.Э. Использование физических упражнений в подвесных системах для восстановления высококвалифицированных спортсменов с миофасциальными нарушениями / Ю.Э. Витенко, Е.Н. Медведева, А.Е. Левенков // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 7(197). – С. 45-49. [In English] Vitenko Yu.E., Medvedeva E.N., Levenkov A.E. Use of physical exercises in suspension systems for the recovery of highly qualified athletes with myofascial disorders. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 7(197), pp. 45-49. (in Russ.)
31. Effect of immersive virtual reality on pain and anxiety at a veterans affairs health care facility / C.R. Rawlins, Z. Veigulis, C. Hebert [et al.] // Frontiers in Virtual Reality. – 2021. – Vol. 2. – P. 719681.
32. Virtual reality facilitated exercise increases sympathetic activity and reduces pain perception: a randomized crossover study / S.T. Rodriguez, N. Makarewicz, E.Y. Wang [et al.] // American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. – 2025. – Vol. 104. – No. 1. – P. 51-57.
33. Quantifying virtual reality pain modulation in healthy volunteers: A randomized, crossover study / N.R. Neiman, S.R. Falkson, S.T. Rodriguez [et al.] // Journal of Clinical Anesthesia. – 2022. – Vol. 80. – P. 110876.
34. Comparative analysis of psychophysiological responses in fibromyalgia patients: evaluating neuromodulation alone, neuromodulation combined with virtual reality, and exercise interventions / A. Rubio-Zarapuz, M.D. Apolo-Arenas, P. Tomas-Carus [et al.] // Medicina. – 2024. – Vol. 60. – No. 3. – P. 404.
35. Virtual reality-augmented physiotherapy for chronic pain in youth: Protocol for a randomized controlled trial enhanced with a single-case experimental design / L.E. Simons, C.W. Hess, E.S. Choate [et al.] // JMIR research protocols. – 2022. – Vol. 11. – No. 12. – P. e40705.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Ольга Сергеевна Збицкая – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки.
Сергей Викторович Нопин – доктор биологических наук, главный научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Olga S. Zbitskaya – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.
Sergey V. Nopin – Doctor of Biological Sciences, Lead Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.

Для цитирования: Збицкая, О.С. Перспективы интеграции геймифицированных систем в медико-биологическое обеспечение высококвалифицированных спортсменов / О.С. Збицкая, С.В. Нопин // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_7

For citation: Zbitskaya O.S., Nopin S.V. Prospects of integrating gamified systems in biomedical support of elite athletes. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_7

Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_8
УДК 615.8

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_8
UDC 615.8

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОК СИТУАЦИОННЫХ ВИДОВ СПОРТА ПОД ВЛИЯНИЕМ БЕТА-СТИМУЛИРУЮЩЕГО ТРЕНИНГА, ПЕЛОИДО- И БАЛЬНЕОТЕРАПИИ

Ю.В. Кушнарева, Ю.В. Корягина, А.Е. Стародубцева
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Исследованиями показано, что технология нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга позволяет эффективно влиять на функциональные системы организма и психоэмоциональный статус спортсменов. Цель – изучить влияние курса, включающего бета-стимулирующий тренинг, процедуры пелоидо- и бальнеотерапии на функциональное состояние центральной нервной системы спортсменок ситуационных видов спорта. ***Методы.*** В исследовании приняли участие 18 спортсменок высокой квалификации. Курс восстановительных мероприятий включал бета-стимулирующий тренинг, пелоидотерапию на шейно-воротниковую зону и сухую углекислую ванну. До и после применения курса регистрировались показатели электроэнцефалограммы и проводилось психофизиологическое тестирование. ***Результаты.*** Применение курса восстановления способствовало повышению функционального состояния центральной нервной системы спортсменок, что проявилось в оптимизации биоэлектрической активности головного мозга, снижении тревожности, повышении скорости простых и сложных сенсомоторных реакций, а также психической работоспособности. ***Заключение.*** Курсовое применение бета-стимулирующего тренинга, пелоидо- и бальнеотерапии повышает функциональное состояние центральной нервной системы спортсменок ситуационных видов спорта в период интенсивных физических нагрузок в условиях среднегорья.
Ключевые слова: спортсмены, среднегорье, интенсивные тренировочные нагрузки, функциональное состояние, работоспособность, тревожность.

RECOVERING THE FUNCTIONAL STATE OF THE CENTRAL NERVOUS OF FEMALE SITUATIONAL SPORTS ATHLETES AFTER BETA-STIMULATING TRAINING, PELO- AND BALNEOTHERAPY

Yu.V. Kushnareva, Yu.V. Koryagina, A.E. Starodubtseva
North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The studies show that beta wave neurofeedback technology allows influencing functional systems of the body and mental state of athletes. Objective – to study the influence of a course including beta-stimulating training, pelo- and balneotherapy treatment on the functional state of the central nervous system of female situational sports athletes. **Methods.** Eighteen elite female athletes participated in the study. The recovery course included beta-stimulating training, pelotherapy for the cervical-collar area and a dry carbonic acid gas bath. Before and after the course, we recorded electroencephalogram parameters and performed psychophysiological testing. ***Results.*** The application of the recovery course has contributed to an improvement in the functional state of the central nervous system of the athletes, which manifested itself in the optimized brain's bioelectric activity, reduced levels of anxiety, increased speed of simple and complex sensorimotor reactions, and improved mental performance. ***Conclusion.*** The course application of beta-stimulating training, pelo-and balneotherapy improves the functional state of the central nervous system in female situational sports athletes in during periods of intense physical activity in middle mountains.
Keywords: athletes, middle mountains, intense training activity, functional state, performance, anxiety.

Введение. Предельные физические и психоэмоциональные нагрузки, которым ежедневно подвергаются спортсмены при недостаточном восстановлении, могут

вызывать недовосстановление, переутомление, снижение физической работоспособности и повышать риск возникновения травм [1-3]. Нейробиоуправление по ритмам головного мозга, в частности по бета-ритму, уже зарекомендовало себя как достаточно эффективная немедикаментозная технология, позволяющая благоприятно влиять на функциональные системы организма спортсменов, их психоэмоциональный статус [4, 5]. Тем не менее, вызывает интерес возможность применения нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга в сочетании с природными лечебными физическими факторами с учетом их синергетического действия, что позволит улучшить протекание восстановительных процессов, а также оптимизировать функционирование основных систем организма, лимитирующих работоспособность спортсменов.

Цель – изучить влияние курса, включающего бета-стимулирующий тренинг, процедуры пелоидо- и бальнеотерапии, на функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) спортсменок ситуационных видов спорта.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в Центре медико-биологических технологий Северо-Кавказского федерального научно-клинического центра Федерального медико-биологического агентства России в среднегорье на высоте 1 240 м (гора Малое седло, г. Кисловодск) в период учебно-тренировочных сборов на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Юг спорт» при участии 18 высококвалифицированных спортсменок, разделенных на две группы (основная группа (ОГ) – 9 чел., специализации: бокс (1), вольная борьба (1), самбо (7) и контрольная группа (КГ) – 9 чел., специализации: сумо (3), хоккей на траве (6)). Средний возраст спортсменок – 25,4±7,6 лет. Во время проведения исследования спортсменки не освобождались от интенсивных тренировочных нагрузок. У всех спортсменок отсутствовали противопоказания к проведению процедур.

Курс восстановительных мероприятий реализовывался у спортсменок ОГ и включал:

- бета-стимулирующий тренинг на аппаратно-программном комплексе (АПК) «БОС-ЛАБ» с модулем БИ-012-2 (ООО «Комсиб», Россия). Подробное описание методики приведено в ранее опубликованных статьях [6, 7]. Тренинги проводились ежедневно, курс составил 7-8 процедур;

- процедуры пелоидотерапии. Грязевой аппликатор иловой сульфидной грязи озера Тамбукан располагали в области шейно-воротниковой зоны (ШВЗ), накрывали термокомпрессом, предварительно нагретым в термошкафу при температуре +51,5 °С. Площадь воздействия аппликатора – 300 см^2, время процедуры – 15 минут. Процедуры проводились ежедневно, курс – 7 процедур;

- бальнеопроцедуры – сухие углекислые ванны (СУВ) с использованием герметичной ванны «Гейзер» (Physiotechnica, Россия) в положении сидя. Концентрация углекислого газа в ванне – 55%, температурный режим 25-33 °С, время удаления газо-воздушной смеси – 90 с, длительность процедуры – 15 мин. Процедуры проводились ежедневно, курс – 7 процедур.

Спортсменки КГ курс восстановления не проходили.

Эффективность курсового применения бета-стимулирующего тренинга, пелоидо- и бальнеотерапии оценивалась по показателям электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и психофизиологического тестирования. ЭЭГ с функциональными пробами регистрировалась с помощью АПК «Нейрон-Спектр 5» («Нейрософт», Россия) в состоянии покоя. Психофизиологическое тестирование проводилось на АПК «Спортивный психофизиолог» [8].

Статистический анализ проводился в компьютерной программе Statistica 13.0 с использованием непараметрических критериев Вилкоксона и Манна-Уитни. Разницу значений считали значимой при $p<0,05$. Данные представлены в виде медианы и квартилей (Me [Q1; Q3]).

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ спектральной мощности ритмов ЭЭГ спортсменок ОГ и КГ до курса восстановительных мероприятий показал, что у спортсменок доминировала медленно-волновая активность на фоне слабо выраженной альфа-активности (табл. 1), что нередко выявляется у спортсменов высокой квалификации [9, 10].

Вместе с тем, как показал результат проведенного анализа ЭЭГ, показатели средних амплитуд медленных волн у спортсменок ОГ до курса восстановительных мероприятий были значимо выше, чем у спортсменок КГ (табл. 2).

Таблица 1

Показатели спектральной мощности ритмов ЭЭГ по всем отведениям у спортсменок ситуационных видов спорта до курса восстановительных мероприятий, Me [Q1; Q3]

Показатели	ОГ, n=9	КГ, n=9
Индекс дельта-ритма, %	54 [46; 62]	53 [44; 54]
Индекс тета-ритма, %	13 [11; 15]	14 [12; 18]
Индекс альфа-ритма, %	25 [21; 27]	25 [15; 28]
Индекс низкочастотного бета-ритма, %	5 [3; 6]	6 [3; 9]
Индекс высокочастотного бета-ритма, %	5 [4; 6]	6 [5; 6]

Примечание: ЭЭГ – электроэнцефалограмма; ОГ – основная группа; КГ – контрольная группа.

Таблица 2

Показатели средней амплитуды дельта- и тета-ритмов у спортсменок ситуационных видов спорта до курса восстановительных мероприятий, Me [Q1; Q3]

Отведение ЭЭГ	Дельта-ритм, мкВ		P<	Тета-ритм, мкВ		P<
	ОГ, n=9	КГ, n=9		ОГ, n=9	КГ, n=9	
Fp1-A1	24,6 [9,3; 41,4]	10,8 [6,9; 25,6]	–	8,2 [5,2; 12,8]	8,4 [7,5; 18,2]	–
Fp2-A2	24,0 [7,1; 32,5]	15,9 [8,8; 27,8]	–	9,4 [6,4; 13,8]	15,8 [3,8; 23,9]	–
F3-A1	14,0 [9,3; 18,3]	7,3 [3,3; 9,9]	0,02	5,7 [4,8; 16,9]	5,1 [4,0; 20,4]	–
F4-A2	13,4 [5,0; 15,5]	10,3 [3,9; 11,4]	–	8,8 [6,3; 16,4]	7,4 [4,4; 11,2]	–
C3-A1	6,4 [3,1; 11,2]	1,1 [0,0; 5,6]	0,04	8,1 [3,4; 15,8]	3,8 [1,2; 18,9]	–
C4-A2	6,3 [3,1; 7,5]	3,7 [1,7; 4,3]	0,03	7,4 [3,7; 14]	6,3 [1,6; 23,5]	–
P3-A1	3,4 [2,7; 5,8]	0,8 [0,0; 1,8]	0,03	4,4 [3,5; 13,3]	0,6 [0,4; 18,6]	–
P4-A2	2,4 [0,8; 11,5]	2,8 [0,0; 4,2]	–	8,5 [5,2; 16,6]	7,7 [1,2; 21,4]	–
O1-A1	4,3 [1,7; 11,0]	0,0 [0,0; 1,4]	0,01	5,8 [0,5; 11,1]	3,1 [0,6; 15,4]	–
O2-A2	2,5 [0,0; 4,0]	2,1 [1,1; 5,1]	–	4,9 [1,5; 8,6]	6,6 [2,7; 7,5]	–
F7-A1	10,9 [8,1; 33,8]	11,2 [2,6; 15,1]	–	4,9 [4,4; 7,0]	6,5 [4,3; 9,2]	–
F8-A2	25,0 [6,5; 32,7]	6,3 [3,6; 15,0]	0,04	5,9 [4,9; 12,6]	4,6 [1,9; 14,8]	–
T3-A1	7,3 [4,2; 10,4]	2,8 [0,8; 4,4]	0,02	4,3 [3,8; 5,2]	1,4 [1,2; 14,4]	–
T4-A2	6,7 [4,6; 8,6]	3,6 [1,7; 4,5]	0,04	4,7 [3,9; 7,3]	2,4 [1,8; 5,2]	–
T5-A1	4,3 [1,8; 5,6]	0,9 [0,0; 1,8]	0,04	3,1 [2,7; 13,0]	1,9 [0,6; 10,6]	–
T6-A2	4,3 [2,7; 7,1]	4,2 [2,2; 5,5]	–	5,2 [2,9; 8,0]	3,6 [1,3; 13,6]	–

Примечание: ЭЭГ – электроэнцефалограмма; ОГ – основная группа; КГ – контрольная группа; Fp1-A1 – левое переднелобное; Fp2-A2 – правое переднелобное; F3-A1 – левое лобное; F4-A2 – правое лобное; C3-A1 – левое центральное; C4-A2 – правое центральное; P3-A1 – левое теменное; P4-A2 – правое теменное; O1-A1 – левое затылочное; O2-A2 – правое затылочное; F7-A1 – левое передневисочное; F8-A2 – правое передневисочное; T3-A1 – левое средневисочное; T4-A2 – правое средневисочное; T5-A1 – левое задневисочное; T6-A2 – правое задневисочное.

У всех спортсменок до курса восстановительных мероприятий средняя амплитуда альфа-ритма в зонах физиологической максимальной выраженности находилась в пределах нормы и уменьшалась по направлению к переднелобным отведениям. В правом затылочном и теменном отведениях средняя амплитуда альфа-ритма у спортсменок ОГ составила 28,8 [23,9; 42,1] мкВ и 22,4 [21,4; 23,9] мкВ, у спортсменок КГ – 21,6 [20,4; 27,7] мкВ и 20,7 [17,0; 23,2] мкВ соответственно. В левом затылочном и теменном отведениях: 26,4 [24,9; 32,1] мкВ и 22,1 [20,6; 23,3] мкВ у спортсменок ОГ, 23,2 [19,3; 26,9] мкВ и 21,9 [18,0; 24,1] мкВ у спортсменок КГ. Средняя амплитуда бета-ритма у спортсменок ОГ и КГ находилась в пределах нормы и диффузно регистрировалась во всех отведениях.

Курс восстановительных мероприятий оказал значимое влияние на ряд спектральных и амплитудных показателей спортсменок ОГ. Снизился вклад медленноволновой активности в мощность спектра, что проявилось в снижении индекса дельта-ритма (до – 54 [46; 62]%, после – 46 [34; 52]%, $p<0,01$) и повышении индекса альфа-ритма (до – 25 [21; 27]%, после – 28 [25; 33]%, $p<0,01$ (рис. 1)).

Ослабление медленноволновой активности выявлено и при анализе средних амплитуд ритмов ЭЭГ: в левом переднелобном отведении имело место значимое снижение дельта-ритма (до – 24,6 [9,3; 41,4] мкВ, после – 12,2 [6,8; 18,0] мкВ, p<0,04 (рис. 2)) на фоне тенденции снижения амплитуды дельта-ритма практически во всех отведениях.

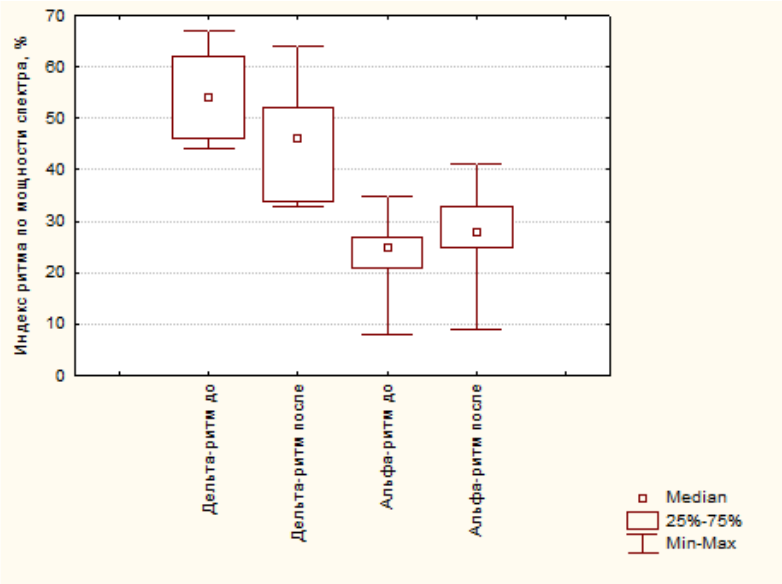


Рис. 1. Динамика показателей спектральной мощности ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ) по всем отведениям спортсменок основной группы (ОГ) до и после применения курса восстановительных мероприятий

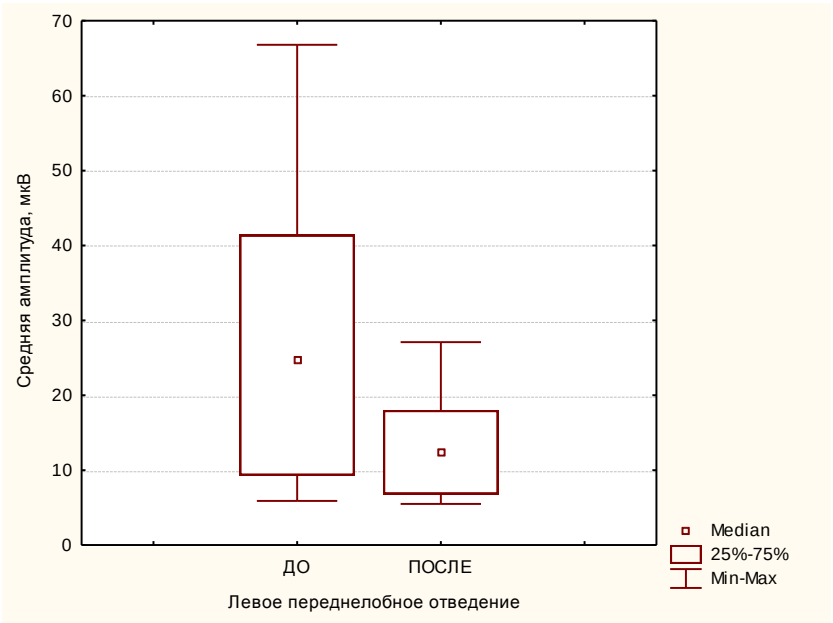


Рис. 2. Динамика показателей средней амплитуды дельта-ритма электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в левом переднелобном отведении спортсменок основной группы (ОГ) до и после применения курса восстановительных мероприятий

Также у спортсменок ОГ отмечено значимое снижение средней амплитуды высокочастотного бета-ритма в правом полушарии в переднелобном (до – 9,6 [7,7; 10,4] мкВ, после – 8,2 [7,6; 8,7] мкВ, p<0,03), центральном (до – 8,7 [8,1; 9,0] мкВ, после – 8,1 [7,9; 8,4] мкВ, p<0,04), теменном (до – 8,4 [8,4; 9,1] мкВ, после – 8,2 [8,0; 8,6] мкВ, p<0,04) и средневисочном (до – 8,4 [7,8; 9,0] мкВ, после – 7,3 [7,1; 7,8] мкВ, p<0,02) отведениях. Вместе с тем отмечалась тенденция к снижению показателей индекса внимания (соотношение «тета-ритм/бета-ритм») в переднелобных (левое до – 1,12 [0,54; 1,31] усл.ед., после – 0,66 [0,57; 0,73] усл.ед., правое до – 1,13 [0,61; 1,44] усл.ед.,

после – 0,98 [0,75; 2,42] усл.ед.), в правом лобном (до – 1,04 [0,84; 1,93] усл.ед, после – 0,95 [0,27; 2,17] усл.ед.) и левом центральном (до – 0,94 [0,38; 1,96] усл.ед., после – 0,89 [0,32; 2,04] усл.ед.) отведениях.

Сравнительный анализ динамики спектральных показателей у спортсменок КГ указывал на усиление медленноволновой активности, проявившейся в тенденции роста индекса дельта-ритма (до – 53 [44; 54]%, после – 56 [38; 65]%). Вместе с тем отмечена тенденция снижения индекса альфа-ритма (до – 25 [15; 28]%, после – 17 [12; 29]%). По результатам анализа амплитудных показателей выявлен значимый рост средней амплитуды дельта-ритма в правом центральном отведении (до – 3,7 [1,7; 4,3] мкВ, после – 4,6 [4,1; 7,0] мкВ, $p<0,04$), а также в левом теменном (до – 0,8 [0,0; 1,8] мкВ, после – 5,7 [3,0; 7,1] мкВ, $p<0,03$), затылочном (до – 0,0 [0,0; 1,4] мкВ, после – 1,7 [0,8; 8,5] мкВ, $p<0,03$), передневисочном (до – 11,2 [2,6; 15,1] мкВ, после – 17,4 [15,3; 21,0] мкВ, $p<0,03$) и средневисочном (до – 2,8 [0,8; 4,4] мкВ, после – 8,1 [3,6; 11,0] мкВ, $p<0,02$) отведениях.

Вместе с тем у спортсменок КГ отмечен значимый рост средней амплитуды высокочастотного бета-ритма в левом затылочном отведении (до – 8,1 [8,0; 9,5] мкВ, после – 8,9 [8,4; 12,8] мкВ, $p<0,02$) и тенденция роста его средней амплитуды практически во всех отведениях. Показатели индекса внимания (тета-ритм/бета-ритм) у спортсменок КГ имели тенденцию к повышению в лобных (левое до – 0,67 [0,55; 2,2] усл.ед., после – 1,13 [0,81; 1,87] усл.ед., правое до – 0,83 [0,53; 1,43] усл.ед., после – 1,45 [0,81; 2,55] усл.ед.) и центральных отведениях (левое до – 0,46 [0,16; 2,14] усл.ед., после – 1,31 [0,73; 1,61] усл.ед., правое до – 0,7 [0,19; 2,29] усл.ед., после – 1,17 [0,55; 2,60] усл.ед.).

Таким образом, применение курса восстановительных мероприятий с бета-стимулирующим тренингом способствовало оптимизации функционального состояния головного мозга спортсменок ситуационных видов спорта.

Анализ показателей психофизиологического тестирования спортсменок до курса не выявил статистически значимых отличий между группами, однако спортсменки ОГ характеризовались средними ситуативной и личностной тревожностью и психической работоспособностью (табл. 3).

После курса восстановительных мероприятий у спортсменок ОГ отмечалась положительная динамика по всем психофизиологическим показателям – статистически значимо улучшились ситуативная и личностная тревожность, время сложной сенсомоторной реакции и психическая устойчивость. У спортсменок КГ отмечена тенденция повышения уровня как личностной, так и ситуативной тревожности, снижение психической работоспособности и устойчивости.

Таблица 3

Динамика психофизиологических показателей спортсменок ситуационных видов спорта до и после курса восстановительных мероприятий, Me [Q1; Q3]

Показатели	ОГ, n=9		P<	КГ, n=9		P<
	До	После		До	После	
Личностная тревожность, баллы	33 [29; 36]	31 [28; 33]	0,03	28 [27; 50]	38 [35; 47]	–
Ситуативная тревожность, баллы	33 [31; 35]	32 [30; 33]	0,04	25 [25; 49]	36 [31; 49]	–
Время реакции на свет, мс	278,5 [255,3; 294,6]	263,8 [257,8; 286,0]	–	280,0 [266,8; 290,8]	268,8 [247,2; 305,5]	–
Время реакции на звук, мс	365,8 [359,0; 398,0]	347,8 [334,0; 390,0]	–	344,8 [339,8; 351,0]	338,8 [329,3; 340,2]	–
Время реакции выбора, мс	354,5 [351,8; 372,0]	345,3 [343,8; 352,8]	0,04	347,3 [340,5; 354,0]	327,0 [319,7; 330,0]	0,04
Эффективность работы, с	36,01 [33,59; 38,27]	35,82 [28,07; 37,34]	–	23,60 [22,87; 41,68]	25,19 [24,90; 38,53]	–
Степень врабатываемости, усл.ед.	0,97 [0,93; 1,17]	0,92 [0,85; 0,96]	–	0,95 [0,92; 1,19]	0,86 [0,83; 1,12]	0,01
Психическая устойчивость (выносливость), усл.ед.	1,08 [0,96; 1,12]	0,94 [0,84; 0,95]	0,04	0,85 [0,81; 1,15]	0,87 [0,83; 1,17]	0,01

Примечание: ОГ – основная группа; КГ – контрольная группа.

Заключение. Курсовое применение бета-стимулирующего тренинга, пелоидотерапии на ШВЗ и сухих углекислых ванн позволило оптимизировать биоэлектрическую активность головного мозга, снизить уровень тревожности, уменьшить скорость простых и сложных сенсомоторных реакций, повысить психическую работоспособность у спортсменок ситуационных видов спорта. Курс процедур может применяться в период интенсивных физических нагрузок, в том числе в условиях среднегорья для повышения функционального состояния ЦНС спортсменов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоконь, В.О. Психическая устойчивость к соревновательному стрессу у спортсменов разного пола, занимающихся командными и индивидуальными видами спорта / В.О. Белоконь // Актуальные вопросы физической культуры и спорта. – 2020. – Т. 22. – С. 75-91.
2. Relationships between sleep, athletic and match performance, training load, and injuries: a systematic review of soccer players / F.M. Clemente, J. Afonso, J. Costa [et al.] // Healthcare. – 2021. – Vol. 9. – No. 7. – P. 808.
3. Küttel, A. Risk and protective factors for mental health in elite athletes: A scoping review / A. Küttel, C.H. Larsen // International Review of Sport and Exercise Psychology. – 2020. – Vol. 13. – No. 1. – P. 231-265.
4. Влияние нейробиоуправления по β-ритму головного мозга на характеристики внимания у спортсменов с разной тренировочной направленностью / Н.В. Лунина, Ю.В. Корягина, В.С. Нопина [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2024. – Т. 101. – №. 6-II. – С. 20-25.
5. 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.
6. Кушнарева, Ю.В. Влияние бета-стимулирующего тренинга на психофункциональное состояние борцов сумо, тренирующихся в условиях среднегорья / Ю.В. Кушнарева, Ю.В. Корягина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 4. – С. 41-47.
7. Оценка эффективности нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга на организм спортсменов-мужчин с разным уровнем психической работоспособности / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, Ю.В. Кушнарева [и др.] // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 2. – С. 18-22.
8. Корягина, Ю.В. Аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог» / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. – 2011. – № 1. – С. 308.
9. Сазонова, Е.А. Особенности биоэлектрической активности головного мозга спортсменов некоторых видов спорта / Е.А. Сазонова // Актуальные проблемы подготовки и сохранения здоровья спортсменов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 40-летию кафедры спортивной медицины и физической реабилитации (г. Челябинск, 20 декабря 2013 г.). Под ред. Е.В. Быкова. – Челябинск: УралГУФК, 2013. – С. 454-456.
10. Еремеева, О.В. Частота типов электроэнцефалограммы у спортсменов высокой квалификации в возрасте 18-25 лет / О.В. Еремеева, С.И. Еремеев // Научный медицинский вестник Югры. – 2014. – № 1-2(5-6). – С. 48-50.

REFERENCES

1. Belokon V.O. Psychological resistance to competitive stress in male and female athletes in both individual and team sports. *Relevant Issues of Physical Culture and Sport*, 2020, vol. 22, pp. 75-91. (in Russ.)
2. Clemente F.M., Afonso J., Costa J. et al. Relationships between sleep, athletic and match performance, training load, and injuries: a systematic review of soccer players. *Healthcare*, 2021, vol. 9, no. 7, p. 808.
3. Küttel A., Larsen C.H. Risk and protective factors for mental health in elite athletes: A scoping review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2020, vol. 13, no. 1, pp. 231-265.
4. Lunina N.V., Koryagina Yu.V., Nopina V.S. et al. The influence of neurofeedback on the β-rhythm of the brain on the characteristics of attention in athletes with different training orientations. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*, 2024, vol. 101, no. 6-II, pp. 20-25. (in Russ.)
5. 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, vol. 25, no. 2, pp. 183-189. (in Russ.)
6. Kushnareva Yu.V., Koryagina Yu.V. Effect of beta-stimulating training on the psychofunctional

state of sumo wrestlers training in mid-mountain conditions. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 4(16), pp. 41-47. (in Russ.)
7. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Kushnareva Yu.V., Akimkina O.N., Dzyubinskaya E.V. Effectiveness of beta-wave neurofeedback for male athletes with different levels of mental capacity. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 2(18), pp. 18-22. (in Russ.)
8. Koryagina Yu.V., Nopin S.V. Hardware and software complex "Sports Psychophysiologist. *Computer programs. Databases. Topologies of integrated circuits*, 2011, no. 1, p. 308. (in Russ.)
9. Sazonova E.A. Features of the bioelectric activity of the brain in athletes of certain sports. Current Problems in the Training and Health Maintenance of Athletes: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, dedicated to the 40th Anniversary of the Sports Medicine and Physical Rehabilitation Department (Chelyabinsk, December 20th, 2013). Bykov E.V., ed. Chelyabinsk: Ural State University of Physical Culture, 2013. pp. 454-456. (in Russ.)
10. Eremeeva O.V., Ereemeev S.I. Types of electroencephalogram frequency in elite athletes aged 18-25 years. *Yugra Scientific Medical Bulletin*, 2014, no. 1-2(5-6), pp. 48-50. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Юлия Валериевна Кушнарева – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: u.v.kushnareva@skfmba.ru.
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Алла Евгеньевна Стародубцева – младший научный сотрудник медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: alla.skaer@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Yulia V. Kushnareva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: u.v.kushnareva@skfmba.ru.
Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru
Alla E. Starodubtseva – Junior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: alla.skaer@mail.ru.

Для цитирования: Кушнарева, Ю.В. Восстановление функционального состояния центральной нервной системы спортсменок ситуационных видов спорта под влиянием бета-стимулирующего тренинга, пелоидо- и бальнеотерапии / Ю.В. Кушнарева, Ю.В. Корягина, А.Е. Стародубцева // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_8

For citation: Kushnareva Yu.V., Koryagina Yu.V., Starodubtseva A.E. Recovering the functional state of the central nervous of female situational sports athletes after beta-stimulating training, pelo- and balneotherapy. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_8



СКФНКЦ ФМБА России
Северо-Кавказский федеральный
научно-клинический центр

Контакты:

Тел./факс: 8 (87974) 63-150
e-mail: int@skfmba.ru

Адрес: Россия, Ставропольский край,
г. Ессентуки, ул. Советская, д. 24
Почтовый индекс: 357600