



СКФНКЦ ФМБА России

Северо-Кавказский федеральный
научно-клинический центр

Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка

Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training



T. 4 №3 (15) 2025

Т. 4, № 3(15), 2025

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

Тер-Акопов Гукас Николаевич – канд. экон. наук,
доцент (Россия, Ессентуки)

Заместитель главного редактора

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

Члены редакционной коллегии журнала

Алиева Д.А. – канд. мед. наук
(Узбекистан, Ташкент)
Андрущишин И.Ф. – д-р пед. наук,
профессор (Казахстан, Алматы)
Артеменко Е.П. – д-р пед. наук,
доцент (Россия, Казань)
Ахкубекова Н.К. – д-р мед. наук
(Россия, Пятигорск)
Бен Саид Нуреддин – канд. пед.
наук, PhD (Тунис, 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)
Драндров Г.Л. – д-р пед. наук,
профессор (Россия, Чебоксары)
Ефименко Н.В. – д-р мед. наук,
профессор (Россия, Ессентуки)
Замошина 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. – канд. пед. наук, PhD
(Швеция, Карлстад)
Литвинова Н.А. – д-р биол. наук,
профессор, (Россия, Кемерово)
Литош Н.Л. – канд. пед. наук, доцент
(Россия, Шадринск)
Мавлянов И.Р. – д-р мед. наук,
профессор (Узбекистан, Ташкент)
Махов А.С. – д-р пед. наук, доцент
(Россия, Москва)
Мельников А.А. – д-р биол. наук,
профессор (Россия, Москва)
Нопин С.В. – канд. техн. наук
(Россия, Ессентуки)
Петрович А. – канд. пед. наук, PhD
(Сербия, Белград)

Репс В.Ф. – д-р биол. наук
(Россия, Пятигорск)
Садиков А.А. – д-р мед. наук,
профессор (Узбекистан, Ташкент)
Сентябров Н.Н. – д-р биол. наук,
профессор (Россия, Волгоград)
Светличная Н.К. – канд. пед. наук
(Узбекистан, Чирчик)
Сивохин И.П. – д-р пед. наук
(Казахстан, Костанай)
Смоленцева В.Н. – д-р псих. наук,
профессор (Россия, Омск)
Тамбовцева Р.В. – д-р биол. наук,
профессор (Россия, Москва)
Трещева О.Л. – д-р пед. наук,
профессор (Россия, Омск)
Уханова О.П. – д-р мед. наук,
профессор (Россия, Пятигорск)
Ходасевич Л.С. – д-р мед. наук,
профессор (Россия, Сочи)
Шлык Н.И. – д-р биол. наук,
профессор (Россия, Ижевск)
Янева А. – д-р пед. наук,
профессор (Болгария, София)

RUSSIAN JOURNAL OF SPORTS SCIENCE: MEDICINE, PHYSIOLOGY, TRAINING © 2025

Vol. 4, No. 3(15), 2025

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

Ter-Akopov Gukas Nikolaevich – PhD in Economic Sciences, Associate Professor (Russia, Essentuki)

Deputy chief editor

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

Members of the Editorial Board:

Alieva D.A. – Candidate 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)

Akhkubekova N.K. – Doctor of Medical Sciences (Russia, Pyatigorsk)

Ben Said Nouredine – Candidate of Pedagogical Sciences, PhD (Tunisia, 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)

Drandrov G.L. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Cheboksary)

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

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

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

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

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

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

Kuz'min L.N. – Candidate of Pedagogical Sciences, PhD (Sweden, Karlstad)

Litvinova N.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Kemerovo)

Litosh N.L. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Shadrinsk)

Mavlyanov I.R. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Uzbekistan, Tashkent)

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

Mel'nikov A.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Moscow)

Nopin S.V. – Candidate of Technical Sciences (Russia, Essentuki)

Petrovic A. – Candidate of Pedagogical Sciences, PhD

(Serbia, Belgrade)

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

Sadikov A.A. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Uzbekistan, Tashkent)

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

Svetlichnaya N.K. – Doctor of Pedagogical Sciences (Uzbekistan, Chirchiq)

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

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

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

Treshcheva O.L. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)

Ukhanova O.P. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Pyatigorsk)

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

Shlyk N.I. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Izhevsk)

Yaneva A. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Bulgaria, Sofia)

Физиология

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИЛЫ РАЗЛИЧНЫХ МЫШЕЧНЫХ ГРУПП У
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БОДИБИЛДЕРОВ 6

Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, О.Н. Акимкина, А.С. Нопин

ЛАКТАТНО-ПИРАМИДАЛЬНАЯ ТРЕНИРОВКА ДЛЯ РОСТА СИЛОВЫХ
СПОСОБНОСТЕЙ И МЫШЕЧНОЙ МАССЫ 11

В.Н. Цыбиков, А.Б. Мирошников

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ РАБОТЫ И ОТДЫХА ПРИ ПОСТРОЕНИИ
КЛАСТЕРНЫХ СЕТОВ НА СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БОРЦОВ
ГРЕКО-РИМСКОГО СТИЛЯ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ 19

А.В. Шевцов, А.Б. Мирошников, А.И. Лаптев, С.Н. Манидичев, А.В. Ермаков

Восстановительная медицина, курортология и физиотерапия

УЛУЧШЕНИЕ ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ
КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ
ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ, СОЧЕТАННОЙ СО СПАСТИЧЕСКИМ 27
ГЕМИПАРЕЗОМ

Е.В. Богомолова, Н.В. Лунина

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РЕАДАПТАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЫШЦ
ТОРСА КОСМОНАВТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНОТЕРАПИИ НА
РОБОТИЗИРОВАННОМ БИОМЕХАНИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ CENTAUR 32

Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, Е.В. Костюк, А.Ш. Абуталимов, С.В. Нопин

Спортивная медицина

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ПЕРИОД
2005-2025 ГГ., ПО ВОПРОСАМ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ РОССИЙСКИХ
КОМБИНИРОВАННЫХ ФИТОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПО- 40
СОБНОСТИ

Я.И. Биляч, В.Н. Оробинская

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ,
ПНЕВМО- И ГИДРОТЕРАПИИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ БОКСЕРОВ И
КИКБОКСЕРОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ 49

Ю.В. Кушнарева, Ю.В. Корягина, О.С. Збицкая, А.Е. Стародубцева

Физическая культура и спорт

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ
ОБУЧАЮЩИХСЯ 8-17 ЛЕТ С НАРУШЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТА 57

Н.Л. Литош

Physiology

- GENDER CHARACTERISTICS OF DIFFERENT MUSCLE GROUPS OF ELITE BODYBUILDERS 6
Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin, O.N. Akimkina, A.S. Nopin
- LACTATE-PYRAMIDAL TRAINING FOR ENHANCING STRENGTH CAPABILITIES AND MUSCLE MASS 11
V.N. Tsybikov, A.B. Miroshnikov
- EFFECT OF WORK-TO-REST RATIO IN CLUSTER SET DESIGN ON SPEED-STRENGTH INDICATORS OF GRECO-ROMAN WRESTLERS: A PILOT STUDY 19
A.V. Shevtsov, A.B. Miroshnikov, A.I. Laptev, S.N. Manidichev, A.V. Ermakov

Restorative medicine, balneology and physical therapy

- IMPROVING PSYCHOFUNCTIONAL STATE AND QUALITY OF LIFE WITH PHYSICAL REHABILITATION AFTER TRAUMATIC BRAIN INJURY COMBINED WITH SPASTIC HEMIPARESIS 27
E.V. Bogomolova, N.V. Lunina
- DEVELOPING THE METHOD OF READAPTATION AND RECOVERY OF THE TORSO MUSCLES OF ASTRONAUTS USING MECHANOTHERAPY ON THE CENTAUR COMPLEX 32
Yu.V. Koryagina, S.M. Abutalimova, E.V. Kostyuk, A.Sh. Abutalimov, S.V. Nopin

Sports medicine

- SYSTEMATIC REVIEW OF STUDIES PUBLISHED IN 2005-2025 ON THE ISSUES OF RUSSIAN COMBINED HERBAL PRODUCTS FOR IMPROVING PERFORMANCE 40
Ya.I. Bilyach, V.N. Orobinskaya
- EFFECT OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION, PNEUMO- AND HYDROTHERAPY ON RECOVERY OF BOXERS AND KICKBOXERS IN MIDDLE ALTITUDE CONDITIONS 49
Yu.V. Kushnareva, Yu.V. Koryagina, O.S. Zbitskaya, A.E. Starodubtseva

Physical culture and sports

- AGE-RELATED FEATURES OF THE MOTOR ABILITIES DEVELOPMENT OF 8-17-YEAR-OLD SCHOOLCHILDREN WITH INTELLECTUAL DISABILITY 57
N.L. Litosh

Дата публикации: 15.09.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_1
УДК 612; 796.894

Publication date: 15.09.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_1
UDC 612; 796.894

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИЛЫ РАЗЛИЧНЫХ МЫШЕЧНЫХ ГРУПП У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БОДИБИЛДЕРОВ

Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, О.Н. Акимкина, А.С. Нопин

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

Аннотация. Введение. Бодибилдинг является относительно новым видом физической активности, имеющим сегодня большую популярность. Однако практически полностью отсутствуют научные работы, касающиеся теории и методики подготовки, морфологии и физиологии бодибилдинга. В связи с чем целью данной работы явился сравнительный анализ силы различных мышечных групп у высококвалифицированных спортсменов-бодибилдеров мужского и женского полов. **Методы.** В исследовании приняли участие 22 спортсмена-бодибилдера. Сила разных групп мышц определялась методом динамометрии на системе «Dr. Wolff «Back-Check». **Результаты.** Сравнительный анализ показал значимые различия по всем показателям силы мышц у мужчин и женщин бодибилдеров. Более всего у женщин от мужчин отстает сила мышц верхнего плечевого пояса, а более сильными являются мышцы разгибатели спины и ног. **Заключение.** Полученные данные дополняют знания по морфологии и физиологии бодибилдинга и могут использоваться для оценки силовых возможностей на разных этапах подготовки и в системе спортивного отбора.

Ключевые слова: бодибилдинг, силовые способности, гендерные особенности, половой диморфизм, мышцы, динамометрия.

GENDER CHARACTERISTICS OF DIFFERENT MUSCLE GROUPS OF ELITE BODYBUILDERS

Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin, O.N. Akimkina, A.S. Nopin

North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. Introduction. Bodybuilding is a relatively new type of physical activity that is very popular today. However, there are almost no scientific data on the theory and methods of preparation, morphology and physiology of bodybuilding. In this regard, the aim of this work was a comparative analysis of the strength of various muscle groups in elite male and female bodybuilders. **Methods.** The study involved 22 bodybuilders. The strength of different muscle groups was determined by dynamometry on the Dr. Wolff Back-Check system. **Results.** The comparative analysis showed significant differences in all muscle strength indicators in male and female bodybuilders. In women, the strength of the upper shoulder girdle muscles lags behind men the most, while the back and leg extensors are stronger. **Conclusion.** The data obtained supplement the knowledge of the morphology and physiology of bodybuilding and can be used to assess strength capabilities at different stages of preparation and in the sports selection system.

Keywords: bodybuilding, strength abilities, gender characteristics, sexual dimorphism, muscles, dynamometry.

Введение. Бодибилдинг (от англ. *body* – тело и *building* – строительство) – процесс наращивания и развития мускулатуры, включающий в себя занятия физическими упражнениями с отягощениями и прием достаточного для гипертрофии скелетных мышц высокоэнергетического питания с большим содержанием белков. Бодибилдинг является относительно новым видом физической активности, имеющим сегодня большую

популярность. Все больше молодежи увлекается этим видом физической деятельности не только для поддержания здоровья и увеличения физической силы, но и для усовершенствования своего тела [1-3].

Специалисты в качестве основных положительных эффектов влияния бодибилдинга на организм отмечают: увеличение мышечной массы и физической силы, уменьшение жирового компонента массы тела, увеличение

общей выносливости вследствие регулярных физических упражнений [3-5]. Однако практически полностью отсутствуют научные работы, касающиеся теории и методики подготовки и физиологии бодибилдинга, изучения морфофункциональных особенностей спортсменов этого силового вида спорта [6]. Полностью отсутствуют данные о силовых характеристиках различных мышечных групп спортсменов-бодибилдеров и особенностях занятий бодибилдингом спортсменов, в то время как в других силовых видах спорта данные вопросы достаточно хорошо изучены [6-8]. Изучение уровня физического развития, силы различных мышечных групп и физиологии бодибилдинга, изучение гендерных особенностей данного вида спорта позволит совершенствовать процесс подготовки и медико-биологического обеспечения данного вида спорта.

В связи с этим, целью данной работы явился сравнительный анализ силы различных мышечных групп у высококвалифицированных спортсменов-бодибилдеров мужского и женского полов.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в реабилитационно-восстановительном центре спортивных сборных команд России Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства» России. В исследовании приняли участие 22 спортсмена-

бодибилдера, из них 12 мужчин и 10 женщин, спортсмены являлись членами сборной команды Российской Федерации. Сила разных групп мышц определялась методом динамометрии с помощью диагностической рамы системы «Dr. Wolff «Back-Check» в упражнениях сгибание и разгибание спины, горизонтальный жим, горизонтальная тяга, наклоны туловища влево и вправо, отведение и приведение левого и правого плеча, отведение и приведение левой и правой ноги, разгибание левого и правого бедра. Статистический анализ данных проводился с использованием программы Statistica 13.0 с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни, данные представлены в виде среднего значения и ошибки репрезентативности – $M \pm \sigma$.

Результаты исследования и их обсуждение. Силовые характеристики спортсменов силовых видов спорта превышают показатели спортсменов других видов спорта. Также известно, что сила как физическое качество значительно отличается в гендерном аспекте – она выше у мужчин по сравнению с женщинами. Однако эти различия не совсем одинаковы для различных мышечных групп. Сравнительный анализ силовых характеристик мышечных групп бодибилдеров мужского и женского полов показал (табл.) статистически значимые различия по силе всех исследуемых мышечных групп, однако имеется разница в процентном отношении для разных мышечных групп.

Таблица

Показатели силы различных мышечных групп у мужчин и женщин бодибилдеров, $M \pm \sigma$, кг

Показатели	Мужчины	Женщины	Соотношение силы женщин от мужчин, %	P<
Разгибание спины	85,1 $\pm$ 6,8	57,7 $\pm$ 3,8	66	0,004
Верхняя часть тела, горизонтальный жим	165,6 $\pm$ 9,3	91,1 $\pm$ 5,3	52	0,0003
Наклоны туловища влево	62,4 $\pm$ 4,1	37,0 $\pm$ 5,1	56	0,006
Отведение левого плеча	55,8 $\pm$ 5,2	26,8 $\pm$ 3,5	41	0,0004
Отведение левой ноги	49,5 $\pm$ 4,4	35,5 $\pm$ 3,1	71	0,05
Приведение левой ноги	52,7 $\pm$ 4,6	35,0 $\pm$ 1,6	63	0,003
Разгибание левого бедра	60,0 $\pm$ 4,7	43,5 $\pm$ 3,1	67	0,009
Сгибание спины	65,0 $\pm$ 6,5	32,4 $\pm$ 3,3	50	0,001
Верхняя часть тела, горизонтальная тяга	116,9 $\pm$ 4,6	64,1 $\pm$ 4,2	51	0,0002
Наклоны туловища вправо	62,3 $\pm$ 4,6	40,0 $\pm$ 4,6	32	0,005
Отведение правого плеча	55,3 $\pm$ 5,6	28,2 $\pm$ 2,8	44	0,0008
Отведение правой ноги	48,6 $\pm$ 5,8	29,6 $\pm$ 3,0	48	0,003
Приведение правой ноги	55,7 $\pm$ 4,7	35,3 $\pm$ 2,7	71	0,003
Разгибание правого бедра	58,6 $\pm$ 4,5	41,9 $\pm$ 3,6	75	0,006

Анализ процентного соотношения силы мышц женщин бодибилдеров к силе мужчин бодибилдеров для разных групп мышц выявил, что более всего отстают по силе мышцы верхнего плечевого пояса (мышцы обеспечивающие движения: отведение плеч, горизонтальные жим и тягу, наклоны туловища вправо и влево). Более сильными являются мышцы-разгибатели спины, их сила у женщин достигает 66% от силы мужчин. Самыми сильными, достигающими 70% и более от силы мужчин, являются мышцы, осуществляющие приведение ног (большая приводящая мышца, длинная приводящая мышца, короткая приводящая мышца, гребенчатая мышца, тонкая мышца бедра) и разгибание бедра (большая ягодичная мышца, средняя ягодичная мышца, малая ягодичная мышца).

Полученные данные отражают общую тенденцию соотношения силы у мужчин и женщин, и ее распределения по отдельным мышцам тела [6, 10]. Учитывая, что мужчины как правило обладают большим весом тела и большей мышечной массой, соотношение силовых показателей с весом тела, т.е. сопоставление относительной силы мужчин и женщин будет еще больше нивелировать силовой дефицит силы и возможно сила нижних конечностей женщин будет сопоставима с мужской.

По результатам исследования составлены модельные характеристики силовых показателей различных мышечных групп для высококвалифицированных спортсменов-бодибилдеров мужского и женского полов. Также составлены профили силовых показателей, представленные на рисунках 1-2.

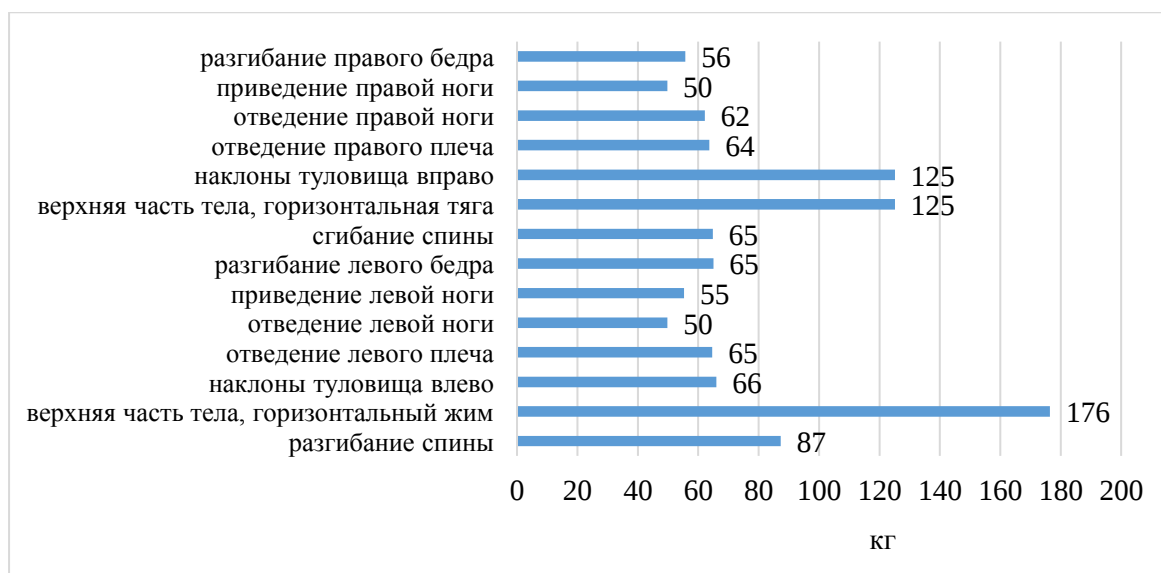


Рис. 1. Профиль силовых показателей мужчин бодибилдеров



Рис. 2. Профиль силовых показателей женщин бодибилдеров

Заключение. Сравнительный анализ силы различных мышечных групп у высококвалифицированных спортсменов-бодибилдеров мужского и женского полов показал статистически значимые различия по всем показателям. Сравнение процентного соотношения силы мышц женщин к мужчинам выявило, что более всего отстают по силе мышцы верхнего плечевого пояса, а более сильными являются мышцы разгибатели спины и ног. Самыми сильными относительно силы мужчин у женщин бодибилдеров являются мышцы-разгибатели бедра (сила составляет 70% от

силы мужчин). Полученные данные отражают общую тенденцию соотношения силы у мужчин и женщин, и ее распределения по отдельным мышцам тела. Полученные данные несут важную информацию для морфологии и физиологии бодибилдинга.

Разработанные модельные характеристики и силовые профили спортсменов-бодибилдеров мужского и женского полов рекомендуется использовать для оценки силовых возможностей на разных тренировочных этапах и в системе спортивного отбора.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, В.Д. Бодибилдинг и здоровье / В.Д. Иванов, С.Е. Суходоев // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2017. – Т. 2(4). – С. 96-100.
2. Белинская, Д.В. Социологический анализ отношения к бодибилдингу (культуризму) как канону мужественности / Д.В. Белинская // Социально-экономические явления и процессы. – 2015. – Т. 10. – № 3. – С. 99-107.
3. Дворкин, Л.С. Теоретические и антропометрические аспекты занятий бодибилдингом / Л.С. Дворкин, О.Ю. Давыдов, И.Л. Дворкин // Материалы юбилейной научной и научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 40-летию Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. – 2009. – С. 269-279.
4. Вейдер, Д. Система строительства тела / Д. Вейдер. – М., 1991. – 112 с.
5. Кочегаров, Н.В. Бодибилдинг как одно из направлений здорового образа жизни / Н.В. Кочегаров, В.П. Трусова // Научные исследования современных ученых: сб. материалов XV Международной научно-практической конференции. – М., 2016. – С. 426-427.
6. Замчий, Т.П. Морфофункциональные аспекты адаптации к силовым видам спорта / Т.П. Замчий, Ю.В. Корягина. – Омск: СибГУФК, 2012. – 156 с.
7. Нопин, С.В. Физиологические и биомеханические характеристики мышц нижних конечностей у женщин боксеров при выполнении максимального нагрузочного теста повторных прыжков Bosco / С.В. Нопин // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 3(16). – С. 119-129.
8. Нопин, С.В. Тестирование функционального состояния опорно-двигательного аппарата спортсменов циклических и ситуационных видов спорта / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов //

Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 4. – С. 25-27.

9. Корягина, Ю.В. Физиология силовых видов спорта / Ю.В. Корягина. – Омск: СибГУФК, 2003. – 60 с.

10. Иорданская, Ф.А. Мужчина и женщина в спорте высших достижений. Проблемы полового диморфизма. Монография / Ф.А. Иорданская. – Советский спорт, 2012. – 256 с.

REFERENCES

1. Ivanov V.D., Sukhodoev S.E. Bodybuilding and Health. *Physical Culture. Sport. Tourism. Motor Recreation*, 2017, vol. 2(4), pp. 96-100. (in Russ.)
2. Belinskaya D.V. Sociological analysis of attitudes towards bodybuilding as a canon of masculinity. *Socio-economic phenomena and processes*, 2015, vol. 10, no. 3, pp. 99-107. (in Russ.)
3. Dvorkin L.S., Davydov O.Yu., Dvorkin I.L. Theoretical and anthropometric aspects of bodybuilding. *Proceedings of the Jubilee Scientific and Scientific-Methodological Conference of the Faculty dedicated to the 40th Anniversary of the Kuban State University of Physical Education, Sports and Tourism*. 2009. pp. 269-279. (in Russ.)
4. Vader D. Body building system. Moscow, 1991. 112 p. (in Russ.)
5. Kochegarov N.V., Trusova V.P. Bodybuilding as one of the areas of a healthy lifestyle. *Scientific Research of Modern Scientists: collection of materials of the XV International Scientific and Practical Conference*. Moscow, 2016. pp. 426-427.
6. Zamchij T.P., Koryagina Yu.V. Morphofunctional aspects of adaptation to strength sports. *Omsk: SibSUPC*, 2012. 156 p. (in Russ.)
7. Nopin S.V. Physiological and biomechanical characteristics of lower extremities' muscles in female boxers during the maximum load test of Bosco repeated jumps. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no. 3(16), pp. 119-129. (in Russ.)

8. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Functional status of locomotor system of athletes engaged in cyclic and situational sports. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no. 4, pp. 25-27. (in Russ.)

9. Koryagina Yu.V. Physiology of strength sports. Omsk: SibSUPC, 2003. 60 p. (in Russ.)

10. Iordanskaya F.A. Man and woman in elite sports. Problems of sexual dimorphism. Monograph. Sovetskij Sport, 2012. 256 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Сергей Викторович Нопин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.

Оксана Николаевна Акимкина – научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: randomrecords@yandex.ru.

Александр Сергеевич Нопин – ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, 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.

Sergej V. Nopin – 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.

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: randomrecords@yandex.ru.

Aleksandr S. Nopin – North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.

Для цитирования: Гендерные особенности силы различных мышечных групп у высококвалифицированных бодибилдеров / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, О.Н. Акимкина, А.С. Нопин // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_1

For citation: Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Akimkina O.N., Nopin A.S. Gender characteristics of different muscle groups of elite bodybuilders. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_1

ЛАКТАТНО-ПИРАМИДАЛЬНАЯ ТРЕНИРОВКА ДЛЯ РОСТА СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И МЫШЕЧНОЙ МАССЫ

В.Н. Цыбиков¹, А.Б. Мирошников²

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. Введение. Данный расширенный нарративный обзор детально исследует лактатно-пирамидальную тренировку как стратегию гипертрофии, синтезирующую механическое напряжение и метаболический стресс. Цель: провести литературный анализ лактатно-пирамидального тренинга с акцентом на биохимические и нейрофизиологические реакции, практические методы реализации, стратегии интеграции и восстановления. **Методы.** Исследование проводилось согласно руководству для написания нарративных обзоров CINAR и шкалы для оценки качества нарративных обзоров SANRA. Поиск литературы осуществлялся в соответствии с контрольными списками для поиска литературы PRISMA-S и PRESS. Поиск литературы производили в научных базах PubMed, Scopus, РИНЦ, Cochrane Library. При проведении поиска не было установлено ограничений по времени и языку запроса. **Результаты.** Критериям включения соответствовали 36 исследований (рандомизированное контролируемое исследование (n=24), мета-анализы (n=5), систематические обзоры (n=7)). Найденная литература была разделена на три направления: физиологические механизмы лактатно-пирамидального метода; классические примеры пирамидальных тренировочных схем; методики лактатно-пирамидального метода. **Заключение.** В настоящее время данная методика представляет собой эффективный, однако требующий осознанного и аккуратного применения инструмент для преодоления стагнации тренировочного процесса и достижения новых уровней мышечной детализации и гипертрофии в видах спорта, характеризующихся максимальными силовыми нагрузками.

Ключевые слова: лактатно-пирамидальная тренировка, гипертрофия мышц, метаболический стресс, механическое напряжение, лактат, ионы водорода, ацидоз, пирамидальные схемы, дроп-сеты, отдых-пауза, гипоксия, периодизация, силовая тренировка, восстановление.

LACTATE-PYRAMIDAL TRAINING FOR ENHANCING STRENGTH CAPABILITIES AND MUSCLE MASS

V.N. Tsybikov¹, A.B. Miroshnikov²

¹Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

²Russian University of Sports “GTSOLIFK”, Moscow, Russia

Abstract. Introduction. This comprehensive narrative review provides a detailed investigation of lactate-pyramidal training as a hypertrophy strategy, synthesizing mechanical tension and metabolic stress. Objective: to conduct a literature analysis of lactate-pyramidal training, focusing on biochemical and neurophysiological responses, practical implementation methods, integration strategies, and recovery. **Methods.** The study was conducted according to the CINAR guideline for narrative reviews and the SANRA scale for narrative review quality assessment. Literature searches were performed following the PRISMA-S and PRESS literature search checklists. Literature searches were conducted in the PubMed, Scopus, RSCI, and Cochrane Library databases. No time or language restrictions were applied during the search. **Results.** Thirty-six studies met the inclusion criteria (randomized controlled trials (n=24), meta-analyses (n=5), systematic reviews (n=7)). The identified literature was categorized into three areas: physiological mechanisms of the lactate-pyramidal method; classic examples of pyramidal training schemes; methodological approaches of the lactate-pyramidal method. **Conclusion.** Currently, this methodology represents an effective, yet consciously and carefully applied tool for overcoming training stagnation and achieving new levels of muscular definition and hypertrophy in sports characterized by maximal strength demands.

Keywords: lactate-pyramidal training, muscle hypertrophy, metabolic stress, mechanical tension, lactate, hydrogen ions, acidosis, pyramidal schemes, drop-sets, rest-pause, hypoxia, periodization, strength training, recovery.

Введение. *История становления лактатно-пирамидального метода.* Традиционные подходы к воспитанию силовых способностей и росту мышечной массы исторически отражены в двух направлениях подготовки спортсменов. Первое направление характеризуется исключительно педагогическим подходом, тогда как второе учитывает ряд физиологических и биохимических процессов, происходящих в организме. Хотя пик исследований в данном направлении пришелся на 1960-1980 гг., еще в 1948 году Thomas L. DeLorme и Arthur L. Watkins [1] опубликовали работу «Progressive resistance exercise; technic and medical application» (Archives of Physical Medicine, 1948), в которой они разработали протокол «DeLorme», являющийся по сути восходящей пирамидой: 3 подхода с прогрессией массы отягощений (10 повторов с 50% от 10ПМ (повторного максимума), 10 повторов с 75% от 10ПМ, 10 повторов с 100% от 10ПМ (максимальная масса отягощений на 10 повторов). Фокус был на реабилитации и силе, принцип прогрессии массы отягощений и важность тяжелых подходов лег в основу силового тренинга и бодибилдинга 60-90-х. Их метод цитировался и применялся десятилетиями.

Педагогические исследования в области прогрессирующих нагрузок проводились и в рамках советской школы тяжелой атлетики в 1960-х годах, фундаментом которой послужили многочисленные работы Л.П. Матвеева [2, 3]. К примеру, Юрий Власов [4] и Рудольф Плюкфельдер [5] систематически применяли восходящие пирамиды для управления тренировочным объемом и интенсивностью. С другой стороны, как упоминалось выше, стоит отметить направление тренинга, учитывающее физиологические и биохимические сдвиги в организме. Тут выделим концепцию метаболического тренинга, которая сфокусировалась на использовании лактата как анаболического стимула, что стало возможным после революционных работ Brooks [6], описавших «лактатный шаттл», и последующих исследований сигнальной роли лактата в исследованиях Gladden [7]. В целом, современное понимание лактатно-пирамидального тренинга оформилось как методологический ответ на проблему тренировочных плато у элитных бодибилдеров и других представителей силовых видов спорта. Некоторые клинические наблюдения показали, что комбинирование

пирамидальной прогрессии с целенаправленным накоплением лактата позволяет преодолеть стагнацию мышечного роста у 78% атлетов со стажем >5 лет. В данный момент поиск синергетических тренировочных стратегий, максимизирующих гипертрофию через воздействие на множественные механизмы [8], остается центральной задачей силовых тренировок, направленных на гипертрофию мышечной ткани. На основании анализа проблемной ситуации, данных современной научной литературы и запросов спортивных биологов, физиологов, тренеров и спортсменов была сформулирована цель исследования.

Цель исследования: провести литературный анализ лактатно-пирамидального тренинга (ЛПТ) с акцентом на биохимические и нейрофизиологические реакции, практические методы реализации, стратегии интеграции и восстановления.

Методы и организация исследования. Исследование проходило на базе Учебно-методической лаборатории доказательного развития естественно-научного образования Физтех-школы прикладной математики и информатики (ФПМИ) Московского физико-технического института (МФТИ), г. Москва. Исследование проводилось согласно руководству для написания нарративных обзоров CINAR (Consolidation Items for NArrative Review) [9] и шкалы для оценки качества нарративных обзоров SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles) [10]. Протокол исследования был составлен до начала поиска и не менялся ни во время, ни после его окончания. Поиск литературы осуществлялся в соответствии с контрольными списками для поиска литературы PRISMA-S [11] и PRESS (Peer Review of Electronic Search Strategies) [12]. Поиск литературы производили в научных базах PubMed, Scopus, РИНЦ, Cochrane Library по следующим ключевым словам: lactate AND (“pyramid training” OR “metabolic stress”) AND hypertrophy, “motor unit recruitment” AND fatigue. При проведении поиска не было установлено ограничений по времени и языку запроса. Также при поиске литературы не применялись никакие ограничения на дизайн исследования.

Результаты исследования и их обсуждение. Всего в базах данных PubMed, Scopus, РИНЦ и Cochrane Library по комбинированным поисковым запросам (lactate AND

(“pyramid training” OR “metabolic stress”) AND hypertrophy и “motor unit recruitment” AND fatigue) было выявлено приблизительно 1 750 упоминаний (с учетом возможного дублирования статей между базами данных). Критериям включения соответствовали 36 исследований (РКИ (n=24), мета-анализы (n=5), систематические обзоры (n=7)). Найденная литература была разделена на три направления:

- 1) физиологические механизмы лактатно-пирамидального метода;
- 2) классические примеры пирамидальных тренировочных схем;
- 3) методики лактатно-пирамидального метода.

Анализ физиологических механизмов лактатно-пирамидального метода. Классическая динамическая нейромышечная адаптация заключается в последовательном увеличении массы отягощений в восходящей пирамиде (напр., 12 повторений от 60% 1ПМ → 8 повторений от 80% 1ПМ) и выполняет роль «нейронной разминки» [13]. Каждый подход повышает возбудимость мотонейронов, улучшает синхронизацию двигательных единиц (ДЕ) и облегчает рекрутирование высокопороговых (тип II) [14] волокон в ключевом тяжелом подходе («вершине пирамиды»). Это позволяет достичь большего эффективного механического напряжения в последнем подходе [15]. Рекрутированием и активацией охватывается широкий спектр ДЕ: высокоповторные начальные подходы рекрутируют преимущественно окислительные волокна типа I и промежуточные типа IIa, создавая метаболическую базу. Вершина пирамиды максимально рекрутирует гликолитические волокна типа IIx/IIb [16]. Это обеспечивает более полную стимуляцию мышечного пула по сравнению с монотонными схемами. Данное направление в тренинге создает уникальную последовательность – начальные подходы пирамиды вызывают сдвиг pH в мышце в сторону ацидоза и создают предпосылки для гидропической дистрофии. Тяжелый подход на вершине обеспечивает пиковое механическое напряжение и рекрутирование высокопороговых ДЕ в условиях уже повышенной метаболической среды. Клеточное набухание (отечность): накопление метаболитов увеличивает осмолярность саркоплазмы. Это вызывает приток воды из интерстиция и кровотока в мышечные

волокна, растягивая сарколемму и перимизий. Механосенсоры (интегрины, PI3K) воспринимают это растяжение как анаболический сигнал, активируя mTOR-путь (mechanistic target of rapamycin, мишень рапамицина у млекопитающих) и подавляя протеолиз через FOXO (Forkhead box O) – это семейство транскрипционных факторов, регулирующих деградацию белков и аутофагию [17, 18]. ЛПТ доводит метаболический стресс до максимума, вызывая экстремальную гидратацию клеток и гипоксию, а также дополнительное рекрутирование через рефлекторные механизмы. Эта последовательность обеспечивает мощный синергетический стимул [19]. Осмотическое давление от лактата/ионов → растяжение сарколеммы → активация mTOR независимо от механической нагрузки. Стоит отметить, что ЛПТ – не замена базовой нагрузки, но инструмент для преодоления плато. Ключ – точное дозирование: при превышении порога 15 ммоль/л запускается апоптоз миоцитов [20]. Рефлекторная активация ДЕ способствует накоплению метаболитов (H^+ , лактат, АТФ), параллельно стимулируя группу III/IV афферентных нервов (ноцицепторы) и мышечные веретена. Это рефлекторно (через спинномозговые пути) увеличивает эфферентную импульсацию к альфа-мотонейронам, способствуя рекрутированию дополнительных ДЕ, особенно при развивающемся утомлении – феномен «рекуррентного торможения» или «метаболической фасилитации» [21]. Это критически важно для продолжения работы в условиях тяжелого метаболического стресса ЛПТ. Цитоплазматический отек ввиду интенсивной мышечной работы, особенно в условиях ограниченного кровотока (окклюзии), приводит к ускоренному гликолизу. Пируват, не успевая окисляться в митохондриях, восстанавливается до лактата, сопряженно генерируя H^+ [22]. Низкий pH (ацидоз) и накопление неорганического фосфата (P_i), АДФ, креатина создают мощный метаболический стресс. Помимо этого, при интенсивной динамической мышечной работе создается выраженная гипоксия (принудительное накопление лактата до 12-15 ммоль/л;), активирующая mTOR-пути, лактирование гистонов, секрецию IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1, инсулиноподобный фактор роста-1 (ИФР-1) локально (+45%) [23]. Кроме того, в многочисленных исследованиях Pedersen

показано как метаболический стресс стимулирует высвобождение миокинов из работающей мышцы [24]. Хотя их системная роль спорна, локальное паракринное/аутокринное действие (особенно IL-6 (интерлейкин-6) и FGF21 (Fibroblast Growth Factor 21/Фактор роста фибробластов 21)) может способствовать пролиферации сателлитных клеток и регенерации, косвенно поддерживая гипертрофию [25]. Немаловажен и психологический аспект: постепенное наращивание массы отягощений снижает психологический барьер перед тяжелыми подходами, повышая готовность к максимальному усилию. Как отмечают Halperin и соавт. [26], прогрессивная нагрузка снижает когнитивную оценку угрозы, что облегчает мобилизацию усилий в тяжелых подходах.

Классические примеры пирамидальных тренировочных схем. Классическая восходящая пирамида подразумевает акцент на прогрессию массы отягощений. Например, 4 подхода по 15-12-10-8 повторений [27]. Пирамида с фиксированной массой отягощений и сокращающимися интервалами отдыха. К примеру, 70-75% от 1ПМ с варьирующимися в сторону сокращения интервалами отдыха уменьшается (120 с → 90 с → 60 с → 30 с). Число повторений обычно падает. В данном случае акцент направлен на накопление метаболитов.

«Обратная» пирамида (нисходящая): начинается с тяжелого подхода (малое количество повторов), затем масса отягощения снижается, а повторы растут (напр., 6-8-10-12). Менее распространенная тренировочная методическая схема, но может использоваться, если цель – приоритет тяжелой нагрузки на исходное предстартовое состояние центральной нервной системы (ЦНС). «Ступенчатая» Пирамида/«Пирамида Плато» выполняется несколько подходов с одинаковой массой отягощений/повторами в середине пирамиды (напр., 15 → 12 → 10 → 10 → 10 → ЛПТ). Увеличивает метаболический компонент в среднем диапазоне. «Усеченная» Пирамида: пропуск самых легких подходов (начинается с 10 или 8 повторений), для опытных атлетов или при ограниченном времени. Также могут быть использованы комбинированные методы. К примеру, дроп-сет + отдых-пауза на последней массе отягощений; форсированные

повторы + частичные повторы [28], либо использование изолирующего упражнения на целевую мышцу перед базовым упражнением (напр., разгибания ног перед базовым многосуставным упражнением в сагиттальной плоскости (приседание со штангой (barbell squat) и т.д.). Это не только повышает метаболический стресс и фокус на целевой мышце в базовом движении, но также может и снизить массу отягощений на вершине пирамиды. Помимо этого, если после концентрического отказа выполняются медленные (4-6 с) эксцентрические движения с помощью партнера или на тренажере с рычагом, то это вызывает сильное повреждение и дополнительный метаболический стресс [29]. Если говорить о периодизации при построении тренировочного процесса, то необходимо выделить следующие периоды [30]: Микроцикл будет строиться за счет чередования мышечной работы для разных групп мышц с тренировками, фокусированными на чисто силовую работу (малое количество повторов, длинный отдых) или на клеточное набухание (большое количество повторов, короткий отдых). Мезоциклы могут являться идеальным инструментом для 4-8-недельных периодов, сфокусированных на гипертрофии отстающих групп.

Частота: 1 раз в 5-7 дней на группу мышц. Макроциклы, соответственно, будут выстраиваться на целевых основаниях микроциклов и мезоциклов.

Лактатно-пирамидальный метод. Метод ЛПТ – это стратегический инструмент, заключающийся в грамотном построении комплекса подходов, сочетающих в себе оптимальное для гипертрофии механическое напряжение мышечной системы и метаболический стресс. В совокупности это обеспечивает мощный стимул для мышечного роста через оба вышеописанных основных механизма гипертрофии [20, 31]. Нами предложена следующая методика воспитания силовых способностей с преимущественным влиянием на гипертрофию мышечных волокон. Методика лактатно-пирамидального характера заключается в 1 серии из 4 подходов с разным количеством повторений и периодами отдыха. В зависимости от подготовленности спортсмена мы можем варьировать количество таких серий. Однако важно учесть, что отдых между такими сериями должен быть весьма

продолжительным (~5 мин – активный, ~10 мин – пассивный), т.к. необходимо полное восстановление после подходов, содержащих в себе разнонаправленный метаболический стресс для систем организма. Тем не менее, важно отметить, что, в отличие от общепринятых схем силового тренинга, направленных на гипертрофию, ЛПТ сочетает в себе оптимальный уровень стресса механического и метаболического характера, позволяющие достичь максимальных результатов за более короткий период и при меньшей травматизации миофибриллярного аппарата. В свою очередь, при большей эффективности, это позволяет сократить сроки восстановления целевой мышечной группы до 7 дней, тогда как после классической пирамиды динамического характера для полного разрешения воспалительной инфильтрации требуется около 14 дней [32-

34]. Основные принципы структуры ЛПТ:

1. Прогрессия нагрузки: подразумевает вариативность внешнего отягощения в зависимости от направленности подхода;

2. Лактатный/метаболический компонент: цель – накопление метаболитов (лактат, ионы водорода и др.) для стимуляции гипертрофии через метаболический стресс, особенно в последнем «легком» подходе;

3. Управление утомлением: отдых регулирует уровень утомления ЦНС и мышечной системы, позволяя выполнить тяжелые подходы с большей массой отягощения и добиться нужного осмотического стресса в мышцах в «легких» подходах.

В таблице кратко представлена схема серии, направленной на гипертрофию мышечных волокон и состоящей из 4 подходов с разным целеполаганием.

Таблица

Лактатно-пирамидальный метод

Подход (повторения)	Цель	Отдых после подхода	Обоснование отдыха
1. Легкая масса отягощения, высокое количество повторений (12-15)	Разминка, накопление метаболитов, начало стресса	60-90 с	Поддержка пульса/метаболизма, легкое утомление
2. Средняя масса отягощения, усредненное количество повторений (~10)	Увеличение нагрузки	90-120 с	Частичное восстановление для тяжелого подхода
3. Тяжелая масса отягощения, околосреднее количество повторений (6-8)	Максимальное механическое напряжение	150-210 с	Восстановление креатинфосфатного механизма и центральной нервной системы для тяжелого подхода, подразумевающего сильный метаболический стресс
4. Легкая масса отягощения, максимальное количество повторений (~20)	Максимальное закисление, сдвиг pH	до полного восстановления	Поддержка высокой концентрации метаболитов, экстремальный метаболический стресс в утомленной мышце; в случае предстоящей серии необходимо полное восстановление

Заключение. Прогрессивная мышечная нагрузка является неоспоримым краеугольным камнем гипертрофии [35]. ЛПТ – один из способов ее реализации. Схема, при которой комбинируются диапазоны повторений, объединяющая малое, среднее и большое количество повторений, показывает преимущества для всесторонней гипертрофии по сравнению с классическим динамическим

подходом [36, 37]. Более того, некоторые исследования Marques и соавт. [38] показывают, что долгосрочная гипертрофия тесно связана с приростом силы. ЛПТ представляет собой специализированный инструмент в арсенале представителей силовых видов спорта, направленный на максимизацию метаболического стресса – важного, хотя и не единственного, механизма мышечной гипертрофии.

Ее эффективность основана на сознательном использовании сигнальных свойств лактата в рамках структурированной прогрессии нагрузки пирамидального типа. ЛПТ способна обеспечить мышечную гипертрофию, стимулировать различные типы мышечных волокон и потенциально усилить анаболический отклик. В разрезе спортивной физиологии биологическая цель ЛПТ сводится к протоколу силовых упражнений, биологическая цель которых – стимуляция гипертрофии мышц через синергию двух механизмов:

1) Прогрессирующего механического напряжения, которое достигается разноплановыми пирамидами с внешними отягощениями, что рекрутирует высокопороговые двигательные единицы (тип II) и активирует синтез миофибриллярных белков (mTOR-путь);

2) Индуцированного лактатом метаболического стресса, создаваемого в финальных подходах (часто с интенсификаторами), где массивное накопление лактата и H^+ (ацидоз) вызывает осмотический стресс, приводящий через клеточное набухание к активации анаболических сигналов (механотрансдукция).

Данный процесс происходит при рекрутировании дополнительных ДЕ (через афференты III/IV групп) в состоянии гипоксии, вызывающей экспрессию факторов роста (HIF-1 α). Новые исследования [20, 37] подтверждают, что такой тип тренинга эффективно рекрутирует и удерживает под нагрузкой высокопороговые двигательные единицы, создавая идеальные условия для их роста. Однако его экстремальная природа требует осторожного, дозированного применения и приоритета восстановления. Будущие исследования должны более точно определить долгосрочную эффективность ЛПТ по сравнению с другими методами, оптимизировать протоколы для разных типов телосложения и уровней подготовки, а также глубже изучить индивидуальные различия в реакции на лактатную нагрузку. На данный момент данная методика остается прогрессивным, но требующим осторожного и осмысленного применения инструментом для преодоления

плато и достижения новых уровней мышечной детализации и гипертрофии в видах спорта, подразумевающих проявление предельных силовых способностей организма. Необходимо добавить, что с точки зрения теории и методики физического воспитания и спорта ЛПТ является самостоятельной педагогической методикой, основанной на принципе прогрессивного механического напряжения, которую можно применять как соло, так и в синергии с другими методиками. Наибольшая эффективность ЛПТ будет проявляться в тренировочном процессе с четко выраженной периодизацией. Таким образом, учитывая специфику тренинга, мы можем говорить о ЛПТ как перспективном для дальнейших исследований, физиологически обоснованном инструменте для стимуляции мышечной гипертрофии, умело комбинирующим базовые механизмы роста – прогрессирующее механическое напряжение и экстремальный метаболический стресс. Ее эффективность подтверждается пониманием биохимии (лактат/ H^+ -индуцированное набухание, гипоксия), физиологии (рекрутирование ДЕ, фасилитация) и эмпирическим успехом в силовых видах спорта.

Ограничения исследования. 78% исследований проведены на мужчинах 25-35 лет; недостаток данных по атлетам старше 50 и женщинам. Данные по эффективности ЛПТ базируются преимущественно на краткосрочных исследованиях молодых тренированных мужчин в контролируемых условиях. Существует критический дефицит знаний о применении ЛПТ у ключевых групп населения (женщины, пожилые), о ее долгосрочных эффектах и безопасности, а также о влиянии глубоких индивидуальных различий (генетика, тип волокон, буферная емкость). Это существенно ограничивает внешнюю валидность (обобщаемость) результатов и требует крайне осторожной интерпретации и применения метода на практике, особенно для непредставленных в исследованиях групп. Необходимы долгосрочные РКИ с разнообразными когортами и тщательным контролем отдаленных последствий.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Delorme, T.L. Progressive resistance exercise; technic and medical application / T.L. Delorme, A.L.

Watkins // Archives of Physical Medicine. – 1948. – Vol. 29. – No. 5. – P. 263-273.

2. Матвеев, Л.П. Проблема периодизации спортив-

- ной тренировки / Л.П. Матвеев. – Физкультура и спорт, 1964. – 312 с. [In English] Matveyev L.P. The Problem of Periodization in Sports Training. *Fizkultura i Sport*, 1964. 312 p. (in Russ.)
3. Matveyev, L.P. Fundamentals of Sports Training / L.P. Matveyev / Transl. by F.S. Wiest. – Progress Publishers, 1981. – 331 p.
4. Власов, Ю.П. Себя преодолеть / Ю.П. Власов. – Молодая гвардия, 1964. – 198 с. [In English] Vlasov Yu.P. Overcoming Oneself. *Molodaya Gvardiya*, 1964. 198 p. (in Russ.)
5. Плюкфельдер, Р.В. Тяжелая атлетика, методика тренировки / Р.В. Плюкфельдер. – Физкультура и спорт, 1968. – 215 с. [In English] Plyukfelder R.V. Weightlifting: Training Methodology. *Fizkultura i Sport*, 1968. 215 p. (in Russ.)
6. Brooks, G.A. Lactate: Glycolytic End Product and Oxidative Substrate During Sustained Exercise in Mammals – The “Lactate Shuttle” Concept / G.A. Brooks // *Journal of Comparative Physiology B*. – 1984. – Vol. 154. – No. 4. – P. 441-448.
7. Gladden, L.B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium / L.B. Gladden // *The Journal of Physiology*. – 2004. – Vol. 558. – No. 1. – P. 5-30. DOI: 10.1113/jphysiol.2003.058701.
8. Schoenfeld, B.J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training / B.J. Schoenfeld // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2010. – Vol. 24. – No. 10. – P. 2857-2872. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181e840f3.
9. Разработка и обоснование руководства для нарративных обзоров литературы: контрольный список CINAR / А.Б. Мирошников, А.А. Хадарцев, Е.А. Павлов [и др.] // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2024 – № 6. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-6-4-2. [in English] Miroshnikov A.B., Khadartsev A.A., Pavlov E.A., Shevtsov A.V., Rybakova P.D., Meshtel A.V., Antonov A.G., Smolensky A.V. Development and justification of a guide for narrative literature reviews: the CINAR checklist. *Journal of New Medical Technologies*, 2024, no. 6. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-6-4-2. (in Russ.)
10. Baethge, C. SANRA – a scale for the quality assessment of narrative review articles / C. Baethge, S. Goldbeck-Wood, S. Mertens // *Res Integr Peer Rev*. – 2019. – No. 4. – P. 5. DOI: 10.1186/s41073-019-0064-8.
11. PRISMA-S: an extension to the PRISMA statement for reporting literature searches in systematic reviews / M.L. Rethlefsen, S. Kirtley, S. Waffenschmidt [et al.] // *Journal of the Medical Library Association*. – 2021. – Vol. 109. – No. 2. – P. 174-200. DOI: 10.5195/jmla.2021.962.
12. PRESS Peer Review of Electronic Search Strategies: 2015 Guideline Statement / J. McGowan, M. Sampson, D.M. Salzwedel [et al.] // *Journal of Clinical Epidemiology*. – 2016. – Vol. 75. – P. 40-46. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2016.01.021.
13. Zatsiorsky, V.M. Science and Practice of Strength Training / V.M. Zatsiorsky, W.J. Kraemer. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2006. – 2nd ed. – 251 p.
14. Vigotsky, A.D. Motor unit recruitment cannot be inferred from surface EMG amplitude in voluntary isometric contractions / A.D. Vigotsky, D. Ogborn, S.M. Phillips // *Journal of Applied Physiology*. – 2016. – Vol. 121. – No. 1. – P. 367. DOI: 10.1007/s00421-015-3314-6.
15. Tillin, N.A. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities / N.A. Tillin, D. Bishop // *Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 39. – No. 2. – P. 147-166. DOI: 10.2165/00007256-200939020-00004.
16. Pre-training Skeletal Muscle Fiber Size and Predominant Fiber Type Best Predict Hypertrophic Responses to 6 Weeks of Resistance Training in Previously Trained Young Men / C.T. Haun, C.G. Vann, C.B. Mobley [et al.] // *Frontiers in Physiology*. – 2019. – Vol. 10. – P. 297. DOI: 10.3389/fphys.2019.00297.
17. mTOR signaling response to resistance exercise is altered by chronic resistance training and detraining in skeletal muscle / R. Ogasawara, K. Kobayashi, A. Tsutaki [et al.] // *Journal of Applied Physiology*. – 2013. – Vol. 114. – No. 7. – P. 934-940. DOI: 10.1152/jappphysiol.01161.2012.
18. Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications / M.S. de Freitas, J. Gerosa-Neto, N.E. Zanchi [et al.] // *World Journal of Methodology*. – 2022. – Vol. 12. – No. 2. – P. 54-72. DOI: 10.5662/wjm.v7.i2.46.
19. A Systematic Review of The Effects of Different Resistance Training Volumes on Muscle Hypertrophy / E. Baz-Valle, C. Balsalobre-Fernández, C. Alix-Fages, J. Santos-Concejero // *Journal of Human Kinetics*. – 2018. – Vol. 65. – No. 1. – P. 155-169. DOI: 10.2478/hukin-2022-0017.
20. Physiological factors that affect maximal oxygen uptake and lactate threshold during endurance training / G. Mallett, B. Schoenfeld, T. Purdom, A. Galpin // *Science & Sports*. – 2025. – Vol. 40. – No. 3. – P. 201-213. DOI: 10.1016/j.scispo.2023.09.007.
21. Blood ammonia and lactate as markers of muscle metabolites during leg press exercise / E.M. Gorostiaga, I. Navarro-Amézqueta, J.A. Calbet [et al.] // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2012. – Vol. 26. – No. 10. – P. 2776-2785. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000496.
22. Robergs, R.A. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis / R.A. Robergs, F. Ghiasvand, D. Parker // *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. – 2004. – Vol. 287. – No. 3. – P. R502-R516. DOI: 10.1152/ajpregu.00114.2004.
23. West, D.W. Associations of exercise-induced hormone profiles and gains in strength and hypertrophy in a large cohort after weight training / D.W. West, S.M. Phillips // *European Journal of Applied Physiology*. – 2012. – Vol. 112. – No. 7. – P. 2693-2702. DOI: 10.1007/s00421-011-2246-z.
24. Pedersen, B.K. From the discovery of myokines to exercise as medicine / B.K. Pedersen // *Danish Medical Journal*. – 2023. – Vol. 70. – No. 9. – P. A12220766.
25. Skeletal muscle satellite cells are located at a closer proximity to capillaries in healthy young compared with older men / J.P. Nederveen, S. Joannisse, T. Snijders [et al.] // *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. – 2021. – Vol. 12. – No. 1. – P. 71-81. DOI: 10.1002/jcsm.12105.

26. Strengthening the Practice of Exercise and Sport Science / I. Halperin, A.D. Vigotsky, C. Foster [et al.] // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2018. – Vol. 13. – No. 1. – P. 1-24. DOI: 10.1123/ijssp.2017-0322.
27. Angleri, V. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men / V. Angleri, C. Ugrinowitsch, C.A. Libardi // European Journal of Applied Physiology. – 2017. – Vol. 117. – No. 2. – P. 359-369. DOI: 10.1007/s00421-016-3529-1.
28. Fink, J. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength / J. Fink, N. Kikuchi, K. Nakazato // The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. – 2018. – Vol. 58. – No. 5. – P. 597-605. DOI: 10.23736/S0022-4707.17.06838-4.
29. Eccentric exercise: Physiological characteristics and acute responses / J. Douglas, S. Pearson, A. Ross, M.E. McGuigan // Sports Medicine. – 2017. – Vol. 47. – No. 4. – P. 663-675. DOI: 10.1007/s40279-016-0624-8.
30. Boggenpoel, B.Y. The use of periodized exercise prescription in rehabilitation: a systematic scoping review of literature / B.Y. Boggenpoel, S. Nel, S. Hanekom // Clinical Rehabilitation. – 2018. – Vol. 32. – No. 9. – P. 1235-1248. DOI: 10.1177/0269215518769445.
31. Effects of varied versus constant loading zones on muscular adaptations in trained men / B.J. Schoenfeld, B. Contreras, D. Ogborn [et al.] // International Journal of Sports Medicine. – 2017. – Vol. 38. – No. 6. – P. 442-447. DOI: 10.1055/s-0035-1569369.
32. Effects of Different Recovery Strategies on Delayed-Onset Muscle Soreness and Performance Following a Bout of Eccentric Exercise: A Systematic Review and Meta-analysis / M.S. Cerqueira, W.H. De Brito Vieira, R.D.A. Ferreira [et al.] // Journal of Human Kinetics. – 2020. – Vol. 71. – No. 1. – P. 279-292. DOI: 10.3390/ijerph20043461.
33. Petrov, I.I. Modern approaches to training periodization in strength sports / I.I. Petrov, A.A. Sidorov // Theory and Practice of Physical Culture. – 2023. – No. 5. – P. 12-15.
34. Leucocytes, cytokines and satellite cells in human skeletal muscle after eccentric exercise / G. Paulsen, U.R. Mikkelsen, T. Raastad, J.M. Peake // The Journal of Physiology. – 2010. – Vol. 588. – Pt 17. – P. 3119-3130.
35. Krieger, J.W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis / J.W. Krieger // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2010. – Vol. 24. – No. 4. – P. 1150-1159. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181d4d436.
36. Muscle Failure Promotes Greater Muscle Hypertrophy in Low-Load but Not in High-Load Resistance Training / T. Lasevicius, B.J. Schoenfeld, C. Silva-Batista [et al.] // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2022. – Vol. 36. – No. 2. – P. 346-351. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003454.
37. Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis / J. Grgic, B.J. Schoenfeld, J. Orazem, F. Sabol // Journal of Sport and Health Science. – 2022. – Vol. 11. – No. 2. – P. 202-211. DOI: 10.1016/j.jshs.2021.01.007.
38. Muscle Growth Is Very Strongly Correlated with Strength Gains after Lower Body Resistance Training: New Insight from Within-Participant Associations / E.A. Marques, T.G. Balshaw, M.P. Funnell [et al.] // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2025. DOI: 10.1249/MSS.0000000000003819.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Валентин Николаевич Цыбиков – старший преподаватель Физтех-школы прикладной математики и информатики, Департамента физической культуры и спорта, кафедры педагогики и работы с одаренной молодежью, руководитель и главный тренер секции Олимпийского тхэквондо, Московский физико-технический институт, Москва, e-mail: villy.tsybikov@yandex.ru.

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.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Valentin N. Tsybikov – Senior Lecturer of the Faculty of Physics and Technology of Applied Mathematics and Informatics, Department of Physical Education and Sports, Chair of Pedagogy and Work with Gifted Youth, Head and Chief Coach of the Olympic Taekwondo Section, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, e-mail: villy.tsybikov@yandex.ru.

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 Sports “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: benedikt116@mail.ru.

Для цитирования: Цыбиков, В.Н. Лактатно-пирамидальная тренировка для роста силовых способностей и мышечной массы / В.Н. Цыбиков, А.Б. Мирошников // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_2

For citation: Tsybikov V.N., Miroshnikov A.B. Lactate-pyramidal training for enhancing strength capabilities and muscle mass. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_2

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ РАБОТЫ И ОТДЫХА ПРИ ПОСТРОЕНИИ КЛАСТЕРНЫХ СЕТОВ НА СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БОРЦОВ ГРЕКО-РИМСКОГО СТИЛЯ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

А.В. Шевцов¹, А.Б. Мирошников¹, А.И. Лаптев¹, С.Н. Манидичев², А.В. Ермаков¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

²Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Институт традиционных систем оздоровления», г. Москва, Россия

Аннотация. Введение. Кластерные сетов с равным соотношением работы и отдыха рассматриваются как альтернатива традиционной силовой тренировке для снижения утомления и повышения устойчивости нейромышечной активации. Цель: оценить влияние соотношения работы и отдыха при построении кластерных сетов на скоростно-силовые показатели борцов греко-римского стиля. **Методы.** В исследовании приняли участие 10 борцов греко-римского стиля, выполнявших жим штанги лежа на горизонтальной скамье по разным методикам. Оценка проводилась с использованием поверхностной электромиографии для большой грудной, передней дельтовидной, трехглавой и двуглавой мышц плеча, кинематического анализа ускорений грифа и шкалы Борга. **Результаты.** При использовании кластерной методики отмечалась тенденция к более высоким значениям ускорений грифа и более стабильной мышечной активации в заключительных подходах по сравнению с традиционной при меньшей субъективной утомляемости. Регрессионное моделирование субъективной воспринимаемой нагрузки показало более равномерное нарастание утомления при кластерных подходах. **Заключение.** Кластерная схема с равным распределением работы и отдыха может служить эффективным инструментом оптимизации силовой подготовки борцов, снижая субъективное утомление и поддерживая высокий уровень нейромышечной активации при сопоставимом объеме работы.

Ключевые слова: кластерные сетов, силовая тренировка, скоростно-силовые способности, электромиография, жим штанги лежа, утомление, греко-римская борьба, кинематика движения.

EFFECT OF WORK-TO-REST RATIO IN CLUSTER SET DESIGN ON SPEED-STRENGTH INDICATORS OF GRECO-ROMAN WRESTLERS: A PILOT STUDY

A.V. Shevtsov¹, A.B. Miroshnikov¹, A.I. Laptev¹, S.N. Manidichev², A.V. Ermakov¹

¹Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

²Institute of Traditional Health Systems, Moscow, Russia

Abstract. Introduction. Cluster sets with different work-to-rest ratios are considered an alternative to the traditional strength training aimed at reducing fatigue and increasing neuromuscular activation stability. Objective: to evaluate influence of work-to-rest ratio in construction of cluster sets on speed-strength indices of Greco-Roman wrestlers. **Methods.** The study involved 10 Greco-Roman wrestlers, who performed bench presses according to different methods. The evaluation was conducted using surface electromyography for the pectoralis major, anterior deltoid, triceps, and biceps muscles of the shoulder, kinematic analysis of barbell accelerations, and the Borg scale. **Results.** After application of the cluster method, a tendency was found to higher values of barbell acceleration and more stable muscle activation in final sets compared with the results of the traditional method in terms of lower subjective fatigue. Regression modeling of subjective perceived load showed a more uniform increase in fatigue in case of cluster sets. **Conclusion.** The cluster scheme with equal work-to-rest distribution may serve as an effective tool to optimize strength training of wrestlers, reducing subjective fatigue and maintaining high level of neuromuscular activation with a comparable amount of work.

Keywords: cluster sets, strength training, speed-strength abilities, electromyography, bench press, fatigue, Greco-Roman wrestling, movement kinematics.

Введение. Природа спорта такова, что спортсменам обычно требуется применять свои двигательные навыки, включая прыжки, удары ногами, выпады и броски, как можно быстрее в заданном диапазоне движения, подкрепляя эти движения высоким уровнем скорости и силы. Следовательно, развитие скоростно-силовых способностей спортсменов

часто является целью тренера по физической подготовке. Различные методы тренировок, нагрузка, интенсивность, продолжительность и интервалы отдыха являются важными факторами при разработке планов силовых тренировок [1, 2]. В зависимости от манипуляций с этими переменными могут возникать разнообразные адаптации и разная величина прироста силы, мощности, выносливости и мышечной гипертрофии. Согласно систематическому обзору Santos и соавторов [3] «Традиционный метод тренировки с отягощениями (Traditional resistance training (TRT))» можно определить, как « 3 ± 1 подхода по 9 ± 6 повторений концентрических и эксцентрических упражнений с внешней нагрузкой $75\pm 20\%$ от одного повторного максимума (1ПМ), выполняемые 3 ± 1 раза в неделю». При этом отдых между подходами составляет 2 ± 1 минуты. TRT проводится непрерывно, без отдыха между повторениями [4]. Согласно мета-анализу Singer и соавторов [5] наибольшая мышечная гипертрофия достигается при TRT с интервалами отдыха между сетами длительностью >60 секунд. Несмотря на достигнутые успехи вопрос, является ли данный метод наиболее эффективным способом стимуляции мышечных волокон в сравнении с альтернативными методиками, остается открытым и требует дальнейшего исследования.

В последние годы многие ученые и практикующие специалисты пытаются изменить методики TRT, чтобы минимизировать или смягчить негативные последствия нервно-мышечного утомления и вызвать как можно более значимые адаптивные изменения [6]. Именно под руководством этого направления возник и развивается кластерный тренинг. Кластерные сет (Cluster sets (CS)) – это альтернатива TRT, которая предполагает разделение традиционного подхода (сета) на блоки повторений с коротким внутрисетовым отдыхом между ними [7]. Современные исследования продемонстрировали положительное влияние CS на оптимизацию нервно-мышечных и спортивных показателей, включая улучшение высоты прыжка и спринтерских способностей, а также повышение силы и механической мощности [6, 8]. В настоящее время в теории кластерного тренинга было сформулировано пять понятий: внутрисетовый отдых (intra-set rest (IR)), межсетовый отдых (inter-repetition rest (IRR)), отдых-пауза

(rest-pause (RP)), отдых-перераспределение (redistribution rest (RR)) и равное соотношение работы и отдыха (equal work-to-rest ratios (EW:R)) [4, 9]. При этом равное соотношение работы и отдыха при составлении CS вызывает наибольший интерес у тренеров по физической подготовке.

Цель исследования: оценить влияние соотношения работы и отдыха при построении CS на скоростно-силовые показатели борцов греко-римского стиля.

Методы и организация исследования. В январе 2025 года на кафедре теории и методики единоборств Российского университета спорта (ГЦОЛИФК) был проведен педагогический эксперимент. В исследовании приняли участие 10 борцов греко-римского стиля (возраст – 18 ± 2 лет), прошедших предварительное тестирование для оценки одного повторного максимума (1ПМ) в жиме штанги лежа на скамье. Исследовались два комплекса упражнений, которые были направлены на повышение силовых показателей в жиме штанги лежа на скамье, но отличались принципами организации нагрузки и отдыха.

Комплекс I основан на TRT: 3 подхода по 8 повторений (24 повторения) с массой отягощения 85% от 1ПМ. IRR – 60 секунд.

Комплекс II основан на принципе CS (EW:R): 24 повторения (масса отягощения 85% от 1ПМ), организованные в виде 8 мини-сетов по 3 повторения. Внутрисетовый отдых (IR) между каждым тремя повторениями рассчитывался по следующей формуле:

$$IR = 2 \times IRR / ((N / 3) - 1), (1)$$

где N – общее количество повторений = 24, IRR – отдых между подходами в TRT = 60 с.

Подставив значения, мы получим следующий результат:

$$IR = 2 \times 60 / ((24 / 3) - 1) = 120 / (8 - 1) = 17,14 \text{ с}$$

Участники исследования приходили утром и выполняли последовательно комплекс I и затем комплекс II, перерыв между комплексами составлял 30 минут.

В настоящем исследовании интегрировано применялись три ключевых метода оценки функционального состояния спортсменов при выполнении упражнения «жим штанги лежа на скамье»: система беспроводного мониторинга электрофизиологических сигналов «Колибри» (Россия), инерциальное мультисенсорное устройство и субъективная оценка воспринимаемой нагрузки (шкала Борга).

Система «Колибри» основана на технологии поверхностной электромиографии (ЭМГ). Использование беспроводных сенсоров позволило провести детальный анализ пространственно-временных характеристик мышечного вовлечения, включая синхронизацию работы различных мышечных групп и динамику утомления. В рамках исследования производилась оценка активности большой грудной мышцы, передней части дельтовидной мышцы, трехглавой мышцы плеча и двуглавой мышцы плеча. Двуглавая мышца плеча не участвует в движениях горизонтального приведения плечевого сустава и разгибания локтевого сустава, но выполняет важную роль стабилизатора плечевого сустава, поэтому принято решение также проанализировать ее активность. Положение электродов в процессе исследования не менялось для уменьшения погрешности измерений. Для анализа брались данные ЭМГ активности мышц с последнего повторения первого подхода и последнего подхода. На осциллограмме выбирался участок продолжительностью 0,5 секунды с максимальной амплитудой сигнала. Площадь под кривой высчитывалась автоматически в программном комплексе NeuroMD Myography компании Нейротех. Далее производилась нормализация сигнала и сравнение значений.

Параллельно с ЭМГ мониторингом применялось инерционное мультисенсорное устройство, оснащенное акселерометром и гироскопом, для регистрации трехмерных кинематических параметров движения грифа штанги. Устройство крепилось к грифу с помощью магнитного адаптера, что обеспечивало синхронную фиксацию векторов линейной скорости по осям X, Y и Z, а также угловой ориентации снаряда в пространстве. Протокол измерений включал предварительную калибровку сенсоров в статическом положении с целью минимизации погрешностей, связанных с гравитационным ускорением. Сбор данных осуществлялся с частотой дискретизации 200 Гц, что обеспечивало высокую временную разрешающую способность для анализа фазовых характеристик движения (ускорение, торможение, паузы). Анализ описательных статистик ускорений штанги (среднее значение, стандартное отклонение, минимум, медиана, процентиль 25%, процентиль 75%, максимум) позволил

комплексно охарактеризовать вариативность и динамику движения, выявить особенности техники и потенциальные дисбалансы в выполнении жима лежа.

Для оценки субъективной интенсивности физической нагрузки использовалась классическая 15-балльная шкала воспринимаемой нагрузки Борга (RPE), где значения варьировались от 6 (отсутствие напряжения) до 20 (максимальное напряжение). Испытуемые после каждого подхода самостоятельно фиксировали уровень воспринимаемой нагрузки. Интеграция объективных данных ЭМГ и кинематики с субъективными оценками RPE способствует комплексному пониманию функционального состояния спортсменов и оптимизации тренировочного процесса.

Оценка собранного набора данных основывалась на анализе описательных статистик и дисперсионного анализа. Для построения математической модели использовалось регрессионное моделирование. Все вычисления производились с помощью библиотек языка Python в среде разработки Jupyter Notebooks с применением облачных технологий Google Colab (https://github.com/vn322/Wrestling/blob/main/weight_lift.ipynb).

Результаты исследования и их обсуждение. *Сравнение методик с помощью метода измерения кинематических параметров движения грифа штанги.* Для проведения первичной оценки имеющихся наборов данных были проанализированы параметры описательной статистики ускорений штанги при выполнении жима лежа по схеме кластерных сетов (табл. 1).

Как видно из результатов, присутствуют незначительные различия между средними и медианными значениями, что может быть свидетельством наличия нормального распределения измеряемой величины и требует дальнейшего изучения. Кроме этого можно наблюдать несколько различных подходов спортсменов к управлению движением снаряда. Так, первый и четвертый спортсмены делают акцент на разгоне снаряда и плавном его торможении, второй и седьмой акцентируют внимание как на разгоне, так и на торможении, третий и восьмой только на торможении, а пятый и шестой спортсмены предпочитают плавное выполнение упражнения с относительно небольшими ускорениями (табл. 1).

Таблица 1

Параметры описательной статистики ускорений штанги при выполнении жима лежа по схеме кластерных сетов для разных спортсменов, м/с²

Параметр	Спортсмен							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее значение, mean	0,965	0,972	0,983	0,971	0,946	0,989	0,996	0,992
Стандартное отклонение, std	0,348	0,351	0,265	0,269	0,212	0,267	0,315	0,276
Минимум, min	-0,559	-0,789	-0,378	-0,362	-0,513	-0,405	-1,333	-1,052
Процентиль 25%	0,840	0,893	0,937	0,885	0,872	0,918	0,934	0,938
Медиана	0,952	0,972	0,991	0,974	0,964	0,988	0,990	0,989
Процентиль 75%	1,039	1,023	1,032	1,023	1,016	1,016	1,046	1,024
Максимум, max	4,599	5,041	3,936	4,719	2,176	2,809	4,105	2,846

Для сравнения рассмотрим представленные в таблице 2 описательные статистики ускорений штанги при выполнении жима лежа по традиционной схеме.

Мы также наблюдаем близость среднего и медианного значения, наличие разных

подходов, акцентирующих внимание на ускорении и торможении движения снаряда. Рассматривая все имеющиеся манеры выполнения можно отметить, что первый определяемый по значению модуля акцент приходится на третье, а чаще – четвертое движение.

Таблица 2

Параметры описательной статистики ускорений штанги при выполнении жима лежа по традиционной схеме, м/с²

Параметр	Спортсмен							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее значение, mean	0,979	0,947	0,985	0,920	0,916	0,941	0,967	0,986
Стандартное отклонение, std	0,358	0,301	0,267	0,262	0,236	0,306	0,292	0,338
Минимум, min	-0,277	-0,395	-0,420	-0,209	0,015	-0,655	-0,637	-0,833
Процентиль 25%	0,872	0,875	0,918	0,877	0,812	0,827	0,893	0,921
Медиана	0,981	0,952	0,986	0,976	0,944	0,963	0,985	0,985
Процентиль 75%	1,070	1,005	1,033	1,021	1,012	1,005	1,044	1,028
Максимум, max	2,502	2,502	4,333	2,228	2,485	2,516	3,664	4,575

Для схемы TRT типовым можно считать «ровное» выполнение упражнений без выраженных акцентов, при этом присутствуют случаи акцента на последнем движении серии. Подобная ситуация может свидетельствовать о том, что в ходе первых трех подъемов штанги происходит вращивание спортсмена и адаптация его к упражнению, после чего он может сознательно делать акцент на отдельных движениях серии. Кроме прочего прослеживаются индивидуальные особенности спортсменов, которые или выполняют всю серию «ровно», избегая акцентов, или по завершении вращивания стараются сразу показать максимум своих возможностей, или «экономят ресурсы» для показа максимума в конце упражнения. При этом стоит заметить, что в большинстве случаев больших значений ускорений спортсмены достигают при выполнении упражнения по CS. Индивидуальные различия не позволяют заявлять о некоторой

единой модели выполнения упражнения, присущей всем спортсменам, и в дальнейшем мы можем попытаться сравнить результаты по средним и медианным значениям. Необходимо заметить, что интервал, в котором происходит изменение значений ускорения несколько меньше подобных в CS. Кроме прочего, согласно анализу описательных статистик, при выполнении упражнений по CS спортсмены достигают несколько больших значений ускорений если проводить оценку по средним и медианным значениям. Для уточнения значимости данных различий был проведен дисперсионный анализ (табл. 3).

Для анализа был использован многомерный Н-критерий Краскела-Уоллиса как менее требовательный к особенностям распределения изучаемой величины. В результате исследования было выявлено, что несмотря на тенденцию к увеличению средних и медианных значений ускорения статистически

значимые различия в скоростно-силовой подготовке спортсменов не были достигнуты при использовании изучаемых схем ($p \leq 0,05$).

Оценка уровня утомления спортсменов при действующей нагрузке при помощи шкалы Борга. Для выявления имеющихся различий была выдвинута теория о различных моделях

утомления, действующая при использовании двух изучаемых схем выполнения упражнений. Линейная аппроксимация усредненных значений скорости нарастания утомления при использовании двух изучаемых схем выполнения упражнений представлена на рисунке 1.

Таблица 3

Результаты дисперсионного анализа выполнения упражнений по исследуемым схемам

Схема выполнения	Среднее значение ускорения	Медиана ускорения	Н-критерий Краскела-Уоллиса	P<
CS	0,97675	0,9775	2,482	—
TRT	0,95513	0,9715	1,220	—

Примечание: CS – кластерная схема; TRT – традиционная схема.

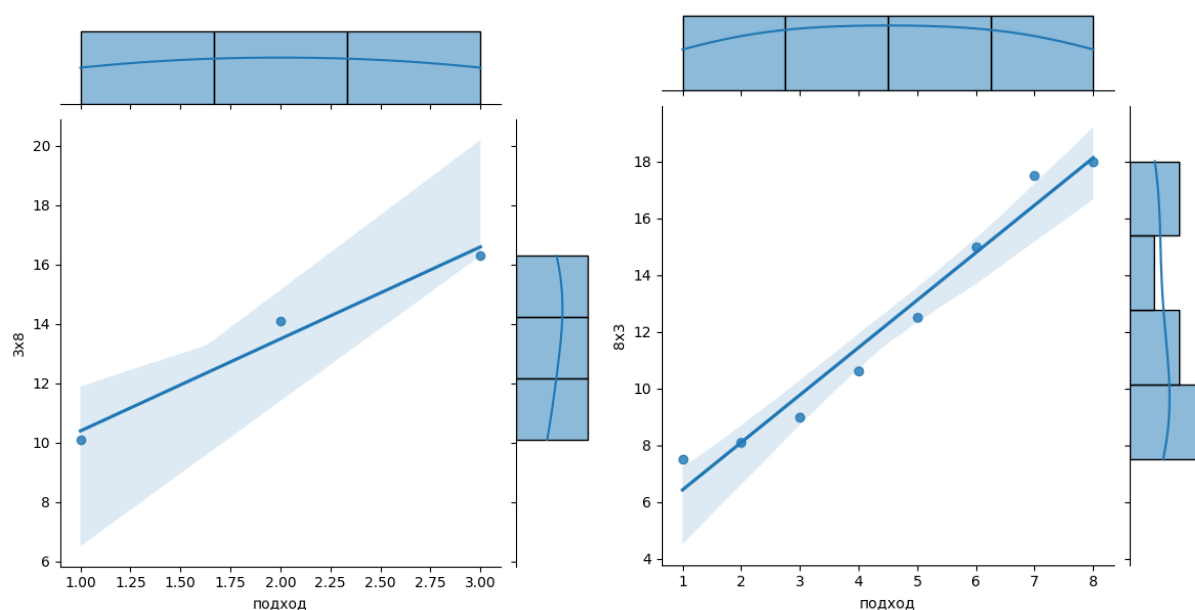


Рис. 1. Линейная аппроксимация усредненных значений скорости нарастания утомления при использовании схем TRT (традиционная схема) и CS (кластерная схема) соответственно

Оценивая получившиеся модели, можно заметить, что модели действительно различные и большую часть выполнения упражнений при схеме CS спортсмены воспринимают как умеренную при выполнении того же

объема работы. Для более детального исследования были построены математические модели выполнения упражнений по исследуемым схемам. Для данной цели использовался метод линейной регрессии (табл. 4).

Таблица 4

Результаты регрессионного моделирования воспринимаемого напряжения после выполнения упражнений по исследуемым схемам

Схема выполнения	Уравнение модели	R ²	F-statistic	AIC	BIC
CS	$y = 3,10x + 7,30$	0,973	35,59	7,369	5,566
TRT	$y = 1,67x + 4,75$	0,967	176,9	21,12	21,28

Примечание: CS – кластерная схема; TRT – традиционная схема; R² – коэффициент детерминации; F-statistic – критерий Фишера; AIC – критерий Акаике; BIC – Байесовский информационный критерий

При исследовании полученных моделей можно отметить их высокую продуктивность согласно комплексной оценке, в которую

входили: коэффициент детерминации (R²), критерий Фишера (F-statistic), информационный критерий Акаике (AIC) и Байесовский

информационный критерий (BIC). Непосредственно сами модели свидетельствуют о более высокой скорости нарастания утомления при схеме CS и лучшей управляемости утомлением при схеме TRT. Результаты исследования продемонстрировали различия в кинематических параметрах ускорения при выполнении жима штанги при схемах CS и TRT. Выявлены три подхода спортсменов к выполнению этих упражнений в зависимости от распределения акцента внутри серии жимов. Проведено сравнение величин ускорений в исследуемых двух схемах выполнения упражнений, и построены математические модели нарастания утомления этих схем.

Сравнительный анализ тренировочных схем с использованием поверхностной ЭМГ. ЭМГ-активность мышц, выраженная в милливольтах, отражает степень рекрутирования

двигательных единиц и уровень нервно-мышечной активации. Хотя повышение амплитуды ЭМГ может указывать на рост нейромышечной нагрузки, данный показатель не является прямым эквивалентом механической работы, а лишь косвенно характеризует степень вовлечения мышечных волокон. Средние значения амплитуды ЭМГ (мВ), а также относительные различия между тренировочными схемами представлены в таблице 5. Относительное изменение (Δ , %) рассчитывалось по формуле:

$$\Delta = ((K - TR) / TR) \times 100\%, (2)$$

где K – значение при кластерной схеме (8×3), TR – при традиционной (3×8).

Расчет Δ проводился отдельно для первого и последнего подходов, отражая относительную разницу ЭМГ между схемами в процентах от показателя традиционной схемы.

Таблица 5

Средние значения амплитуды электромиографии мышц в первом и последнем подходах, мВ

Подход	Первый				Последний			
	PM	DEL	TB	BB	PM	DEL	TB	BB
Схема выполнения / Мышца								
TRT	1486,25	2260,5	2830,875	590,875	1754,5	2571,75	3403,375	720
CS	1218,125	1905,75	2475	577,5	2013,25	2787,5	3865	692,5
Δ , %	-22%	-19%	-14%	-2%	13%	8%	12%	-4%

Примечание: TRT – традиционная схема; CS – кластерная схема; PM (Pectoralis major) – большая грудная мышца; DEL (Deltoidaeus) – дельтовидная мышца; TB (Triceps brachii) – трехглавая мышца плеча; BB (Biceps brachii) – двуглавая мышца плеча; Δ – относительное изменение ЭМГ между схемами (%).

Для доказательства данной гипотезы в рамках исследования было произведено измерение одного произвольного максимума (1ПМ) двуглавой мышцы плеча одного из участников исследования с одновременной фиксацией амплитуды биоэлектрического сигнала (ЭМГ). Произвольный максимум составил 50 кг, и нормированное значение амплитуды ЭМГ было 4 920 мВ. Далее бралась нагрузка 80%, 60%, 40%, 30% и 20% от 1ПМ, что составляло 40, 30, 20, 15 и 10 кг соответственно. С этими весами выполнялось упражнение и фиксация амплитуды ЭМГ-сигнала. Результаты представлены на рисунке 2.

Результаты анализа демонстрируют положительную корреляцию между массой отягощения и амплитудой ЭМГ-сигнала, однако характер этой зависимости отличается от линейной. Количество повторений в первом подходе традиционной схемы превышает

такое в кластерной, что отражается в более высоких значениях ЭМГ. Отмечается повышение ЭМГ для всех мышц, кроме двуглавой мышцы плеча, которая не увеличивает свою ЭМГ, поскольку в данном случае является стабилизатором плечевого сустава. Среднее значение ЭМГ в конце первого подхода ниже на 14-22%. Анализ данных последнего подхода показывает нам, что при сопоставимом объеме выполненной работы значения ЭМГ в кластерной схеме выше на 8-13% по сравнению с традиционной, показатели свидетельствуют о более устойчивой мышечной активации при равном объеме работы. Исследование показывает, что применение кластерных методов тренировок способствует более высокой активности мышечных волокон. Это, в свою очередь, может способствовать увеличению объема и силы мышц при систематических тренировках.

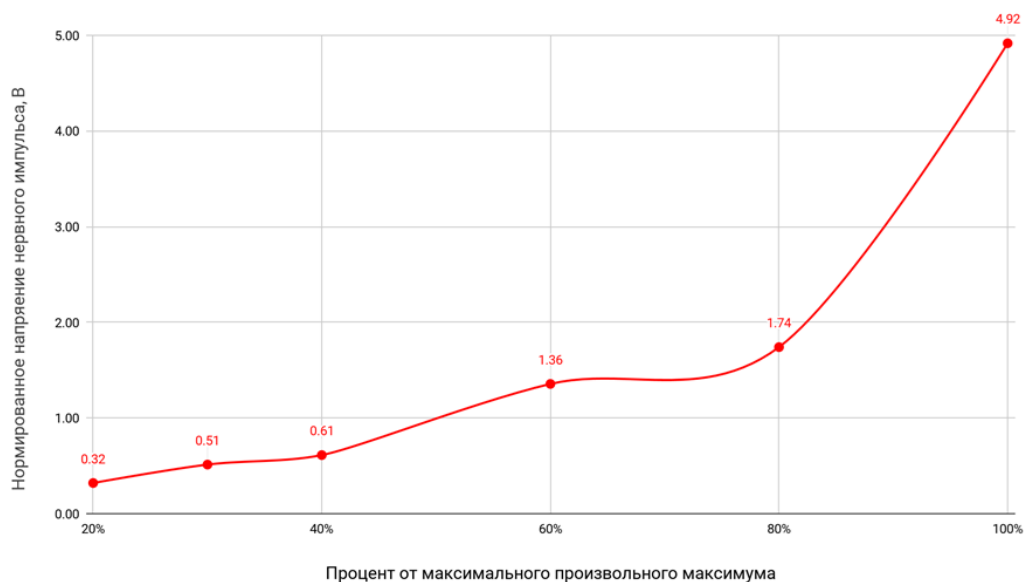


Рис. 2. Зависимость амплитуды электромиографии двуглавой мышцы плеча от уровня нагрузки (% от 1ПМ), В

Заключение. Проведенное пилотное исследование позволило комплексно оценить влияние соотношения работы и отдыха при использовании кластерных сетов и традиционной методики тренинга на скоростно-силовые показатели борцов греко-римского стиля. Сравнительный анализ, выполненный с использованием кинематических характеристик движения снаряда, ЭМГ-активности ключевых мышечных групп и субъективной оценки утомления, выявил ряд значимых тенденций.

1. Кинематический анализ показал, что при выполнении упражнений по CS спортсмены, как правило, достигают более высоких значений ускорений по сравнению с TRT, однако не было выявлено статистически значимых различий на уровне значимости $p \leq 0,05$. Выявлены различные индивидуальные стратегии распределения акцентов в движении, что может отражать специфику моторного контроля и степень утомления.

2. Регрессионное моделирование шкалы Борга позволило установить, что кластерные подходы обеспечивают более равномерное нарастание утомления и субъективно воспринимаются как менее напряженные при выполнении эквивалентного объема работы. Это свидетельствует о потенциальной эффективности кластерной схемы в управлении нагрузкой и снижении остроты утомления в тренировочном процессе.

3. Данные ЭМГ указывают на более высокую степень мышечной активации при

выполнении упражнений в кластерной схеме, особенно в финальных подходах. Повышенная биоэлектрическая активность большей грудной, передней дельтовидной и трехглавой мышц плеча в CS может способствовать более значимому тренировочному стимулу при сохранении объема работы. Особое внимание заслуживает повышенная роль передней дельтовидной и трехглавой мышц, что подтверждает необходимость пересмотра акцентов в методике жима лежа как упражнения.

Таким образом, внедрение кластерных сетов с равным соотношением работы и отдыха может рассматриваться как перспективная альтернатива традиционной методике при работе над развитием скоростно-силовых качеств у борцов. Применение данной схемы способствует снижению утомления, повышению уровня мышечной активации и вариативности кинематических характеристик, что в совокупности может обеспечить более устойчивую и эффективную адаптацию к тренировочным нагрузкам. Результаты настоящего исследования требуют валидации на более широких выборках, однако уже на данном этапе подтверждают целесообразность использования кластерного тренинга как инструмента индивидуализации и оптимизации тренировочного процесса в видах спорта с высокой долей скоростно-силовой подготовки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Consensus statement of Chinese experts on exercise prescription (2023) / G. Li, Z. Wang, Y. Hao [et al.] // *Sports Med Health Sci.* – 2024. – Vol. 6(2). – P. 200-203. DOI: 10.1016/j.smhs.2024.02.003.
2. The influence of resistance exercise training prescription variables on skeletal muscle mass, strength, and physical function in healthy adults: An umbrella review / J.C. Mcleod, B.S. Currier, C.V. Lowisz, S.M. Phillips // *J Sport Health Sci.* – 2024. – Vol. 13(1). – P. 47-60. DOI: 10.1016/j.jshs.2023.06.005.
3. What is the traditional method of resistance training: a systematic review / C.S. Santos, J.R. Pinto, R.D. Scoz [et al.] // *J Sports Med Phys Fitness.* – 2022. – Vol. 62(9). – P. 1191-1198. DOI: 10.23736/S0022-4707.21.12112-7.
4. Tufano, J.J. Theoretical and Practical Aspects of Different Cluster Set Structures: A Systematic Review / J.J. Tufano, L.E. Brown, G.G. Haff // *J Strength Cond Res.* – 2017. – Vol. 31(3). – P. 848-867. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001581.
5. Give it a rest: a systematic review with Bayesian meta-analysis on the effect of inter-set rest interval duration on muscle hypertrophy / A. Singer, M. Wolf, L. Generoso [et al.] // *Front Sports Act Living.* – 2024. – Vol. 6. – P. 1429789. DOI: 10.3389/fspor.2024.1429789.
6. Effectiveness of long-term cluster training and traditional resistance training in enhancing maximum strength in young adults: a systematic review and meta-analysis / J. Cui, Y. Yu, Y. Xu, H. Wu // *Front Physiol.* – 2025. – Vol. 16. – P. 1568247. DOI: 10.3389/fphys.2025.1568247.
7. Changes in Bench Press Velocity and Power After 8 Weeks of High-Load Cluster or Traditional Set Structure: A Replication Study / C.B. Taber, J. Murphy, J. Shah [et al.] // *Communications in Kinesiology.* – 2025. – Vol. 1(7). DOI: 10.51224/cik.2025.75.
8. Cluster sets and traditional sets elicit similar muscular hypertrophy: a volume and effort-matched study in resistance-trained individuals / S. Vargas-Molina, M. García-Sillero, S. Maroto-Izquierdo [et al.] // *Eur J Appl Physiol.* – 2025. – Vol. 125. – P. 1725-1734. DOI: 10.1007/s00421-025-05712-6.
9. Strengthening the Case for Cluster Set Resistance Training in Aged and Clinical Settings: Emerging Evidence, Proposed Benefits and Suggestions / C. Latella, C. Peddle-McIntyre, L. Marcotte [et al.] // *Sports Med.* – 2021. – Vol. 51(7). – P. 1335-1351. DOI: 10.1007/s40279-021-01455-4.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Алексей Викторович Шевцов – кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики единоборств, РУС «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: wrestler9999@gmail.com.

Александр Борисович Мирошников – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры спортивной медицины, РУС «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: benedikt116@mail.ru.

Алексей Иванович Лаптев – кандидат педагогических наук, доцент, ведущий научный сотрудник НИИ спорта и спортивной медицины, РУС «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: Laptev.ai@gtsolifk.ru.

Сергей Николаевич Манидичев – преподаватель Института Традиционных Систем Оздоровления (ИТСО), Москва, e-mail: sergey.manidichev@gmail.com.

Алексей Валерьевич Ермаков – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики единоборств, РУС «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: bigbr@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Aleksej V. Shevtsov – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Theory and Methodology of Martial Arts, RUS “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: wrestler9999@gmail.com.

Aleksandr B. Miroshnikov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Sports Medicine, RUS “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: benedikt116@mail.ru.

Aleksej I. Laptev – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Research Institute of Sports and Sports Medicine, RUS “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: Laptev.ai@gtsolifk.ru.

Sergej N. Manidichev – Lecturer, Institute of Traditional Health Systems (ITHS), Moscow, e-mail: sergey.manidichev@gmail.com.

Aleksej V. Ermakov – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Methodology of Martial Arts, RUS “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: bigbr@mail.ru.

Для цитирования: Влияние соотношения работы и отдыха при построении кластерных сетов на скоростно-силовые показатели борцов греко-римского стиля: пилотное исследование / А.В. Шевцов, А.Б. Мирошников, А.И. Лаптев [и др.] // *Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка.* – 2025. – Т. 4. – № 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_3

For citation: Shevtsov A.V., Miroshnikov A.B., Laptev A.I., Manidichev S.N., Ermakov A.V. Effect of work-to-rest ratio in cluster set design on speed-strength indicators of Greco-Roman wrestlers: a pilot study. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_3

Дата публикации: 15.09.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_4
УДК 376.2

Publication date: 15.09.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_4
UDC 376.2

УЛУЧШЕНИЕ ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ, СОЧЕТАННОЙ СО СПАСТИЧЕСКИМ ГЕМИПАРЕЗОМ

Е.В. Богомолова¹, Н.В. Лунина^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. Введение. В статье представлено исследование по повышению активности жизнедеятельности, навыков самообслуживания и психофункционального состояния у мужчин с черепно-мозговой травмой, сочетанной со спастическим гемипарезом, средствами физической реабилитации. **Методы.** В исследовании приняли участие 7 мужчин с диагнозом «черепно-мозговая травма», возраст – 25-35 лет. Активность жизнедеятельности и навыки самообслуживания оценивали по индексу Бартела и модифицированному индексу мобильности Ривермид. Выраженность болевого синдрома оценивали по визуальной аналоговой шкале, функциональное состояние опорно-двигательного аппарата – по модифицированной шкале оценки спастичности Эшворта и индексу Мотрисайти. **Результаты.** Положительный эффект представлен достоверными улучшениями индексов: Бартела, Ривермид, Мотрисайти; показателей шкал: Эшворта, визуальной аналоговой шкалы боли, баланса в положении сидя, самооценки депрессии Уэйкфилда; результатов тестов устойчивого стояния, «Функциональные категории ходьбы». **Заключение.** Курсовое применение средств физической реабилитации после черепно-мозговой травмы, сочетанной со спастической гемиплегией, значительно повысило активность жизнедеятельности, способствовало восстановлению навыков самообслуживания и психофункционального состояния.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, спастический гемипарез, активность жизнедеятельности, самообслуживание, психофункциональное состояние, физическая реабилитация, двигательная активность.

IMPROVING PSYCHOFUNCTIONAL STATE AND QUALITY OF LIFE WITH PHYSICAL REHABILITATION AFTER TRAUMATIC BRAIN INJURY COMBINED WITH SPASTIC HEMIPARESIS

E.V. Bogomolova¹, N.V. Lunina^{1,2}

¹Russian University of Sports “GTSOLIFK”, Moscow, Russia

²North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. Introduction. The article presents a study on increasing the activity of life, self-care skills and psychofunctional state in men with traumatic brain injury combined with spastic hemiparesis by physical rehabilitation means. **Methods.** The study involved seven men with traumatic brain injury, age – 25-35 years. Activities of daily living and self-care skills were estimated with the Barthel index and the modified Rivermead mobility index. Severity of pain syndrome was assessed with the visual analogue scale, functional state of the musculoskeletal system – with the Ashworth scale and Motricity index. **Results.** The positive effect is represented by reliable improvements in the Barthel, Rivermead and Motricity indices, in the results of the Ashworth scale, the visual analogue scale, the Berg balance scale, the Wakefield questionnaire, the Standing balance test and the Functional categories of walking test. **Conclusion.** The physical rehabilitation course after traumatic brain injury combined with spastic hemiparesis has significantly improved activities of daily living and supported the recovery of self-care skills and psychofunctional state. **Keywords:** traumatic brain injury, spastic hemiparesis, activities of daily living, self-care, psychofunctional state, physical rehabilitation, motor activity.

Введение. Современные данные свидетельствуют о том, что повреждения мозга являются одной из основных причин инвалидизации и смертности населения [1]. Ежегодно в мире от черепно-мозговой травмы (ЧМТ) погибает 1,5 млн человек, а 2,4 млн становятся инвалидами. Частота встречаемости ЧМТ в среднем составляет 3-4 на 1000 населения [1, 2]. В России ведущими причинами ЧМТ являются бытовая травма, автодорожный и военный травматизм. С точки зрения получения травмы по половому признаку пострадавших от ЧМТ мужчин в 2,5 раза больше, чем женщин [2]. По данным Научно-исследовательского института скорой помощи им. Склифосовского, число госпитализированных пострадавших от ЧМТ в г. Москве составляет от 10 000 до 13 000 в год, средний возраст – 43 года [3]. Зачастую полученная травма мозга осложнена изменениями мышечного тонуса и угнетением психической сферы, ограничивая реабилитационный потенциал пострадавших [4].

Важность проведения мероприятий физической реабилитации при ЧМТ обусловлена необходимостью восстановления утраченных функций после травмы: подвижности конечностей, координации движений, навыков самообслуживания, ходьбы и других социально-бытовых навыков [4, 5], в некоторых случаях и профессиональных навыков, что указывает на актуальность и своевременность представленного исследования. При этом успех реабилитации значительно регламентирован сроками и объемом реабилитационных мероприятий, учитывающих особенности клинических проявлений и реабилитационного потенциала пострадавших.

Цель исследования: оценка динамики активности жизнедеятельности, навыков самообслуживания и психофункционального состояния у мужчин с ЧМТ, сочетанной со спастическим гемипарезом, при курсовом применении средств физической реабилитации.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие мужчины с диагнозом «черепно-мозговая травма» ($n=7$). Критерии включения пациентов в исследование: пол – мужской; возраст – 25-35 лет; поставленный диагноз – черепно-мозговая травма; степень тяжести – средняя (по классификации Л.Б. Лихтермана); двигательные нарушения – спастический гемипарез; период

восстановления – промежуточный; наличие добровольного согласия для участия в исследовании.

Активность жизнедеятельности и навыки самообслуживания оценивали по индексу Бартела (баллы) и модифицированному индексу мобильности Ривермид (mRMI-ICU, баллы). Выраженность болевого синдрома оценивали по визуальной аналоговой шкале (ВАШ, баллы). Функциональное состояние опорно-двигательного аппарата исследовали по модифицированной шкале оценки спастичности Эшворта (баллы), индексу Мотрисайти (двигательные тесты для верхней и нижней конечностей, баллы). Функцию равновесия оценивали по тесту устойчивого стояния (баллы) и шкале баланса в положении сидя (баллы), двигательное поведение – по тесту «Функциональные категории ходьбы» (уровень), психофизиологический статус – по шкале самооценки депрессии Уэйкфилда (баллы).

Результаты исследования обрабатывались при помощи программы для статистического анализа данных Statistica 13. Рассчитывали показатели: среднее значение (M), стандартное отклонение (σ). Нормальность распределения определяли по критерию Шапиро-Уилка, достоверность изменений изучаемых показателей до и после применения средств физической реабилитации определяли по Т-критерию Вилкоксона при уровне достоверности $p \leq 0,05$.

Средства физической реабилитации непрерывно применялись курсом с общей длительностью в 12 недель. В исследовании применяли следующие средства и формы физической реабилитации (ФР): утреннюю гигиеническую гимнастику (УГГ) с включением общеразвивающих (ОРУ) и дыхательных (ДУ) упражнений статического и динамического характера (ежедневно, 7-10 минут в исходном положении (и.п.) лежа на спине); лечебную гимнастику (5 раз в неделю, 20 мин), включающую упражнения ОРУ (на все группы мышц здоровых конечностей), ДУ (статические и динамические), специальные упражнения (СУ): пассивные, активно-пассивные упражнения на пораженные конечности, упражнения на мышцы спины, таза и брюшного пресса, изометрические напряжения в мышцах пораженных конечностей, упражнения на растяжку, упражнения для вестибулярного аппарата, вертикализация

пациента в и.п. сидя, затем стоя, обучение самостоятельной вертикализации в и.п. сидя, упражнения на баланс в и.п. сидя. Упражнения выполнялись в и.п. лежа на спине, на боку, сидя, активно-пассивные упражнения проводятся с помощью инструктора-методиста. Далее занятия проводили не только в палате, но и в зале лечебной физической культуры. Применяли и.п. лежа на спине, на животе, сидя, стоя, стоя у гимнастической стенки с коленуопором. Включали упражнения на баланс в положении сидя, стоя, проводили тренировку опоры на пораженные конечности, обучали навыкам восстановления ходьбы с последующей ее тренировкой при помощи инструктора-методиста. Для расслабления спастичных мышц применяли лечение положением (укладку) (2-3 раза в день по 20 мин), парафиновые аппликации на область пораженных конечностей (10 процедур через день, по 15-20 мин) в чередовании с магнитотерапией (10 процедур, по 15 мин). Использовали механотерапию (моторизованный тренажер Motomed, Имитрон): применяли пассивные, активно-пассивные движения ногами и руками (ежедневно, 20 мин). Применяли лечебный массаж (10 процедур, 5 дней в неделю, по 15-20 мин) в чередовании с иглорефлексотерапией (10 процедур, по 20 мин). В последующем включали самостоятельные занятия (активные, активно-пассивные упражнения), направленные на восстановление ходьбы и бытовых навыков. По мере освоения навыков ходьбы со вспомогательными средствами (ходунки, трость) ее применяли ежедневно с постепенным увеличением времени до 20 мин. Для тренировки правильного паттерна ходьбы включали занятия на беговой дорожке (через день, по 20 мин, темп медленный).

Результаты исследования и их обсуждение. После курсового применения средств физической реабилитации у исследуемого контингента с ЧМТ, сочетанной со спастическим гемипарезом, отмечается повышение повседневной активности и уровня самостоятельности в повседневной жизни, оцениваемых по индексу Бартела. В начале курса индекс Бартела составил $6,86 \pm 2,98$ баллов, свидетельствуя о выраженной зависимости от внешней помощи в повседневной деятельности. В конце курса динамика показателя составила 75%, достигнув $12 \pm 2,57$ баллов, отражая умеренную степень зависимости исследуемых от внешней помощи в повседневной деятельности. Уровень мобильности исследуемого контингента (по индексу мобильности Ривермид, mRMI-ICU) повысился на 124% от средней ($3 \pm 0,86$ баллов) до легкой ($6,71 \pm 0,49$ баллов) степени нарушений.

Наблюдается снижение болевого синдрома (по ВАШ): в верхней конечности – на 48% от умеренной ($3,29 \pm 1,18$ баллов) до легкой ($2,14 \pm 1,84$ баллов) степени выраженности; в нижней конечности – на 47% с $2,14 \pm 1,84$ баллов до $1,14 \pm 1,02$ баллов. По шкале Эшворта снижается спастичность мышц верхней (на 40%, с $2,14 \pm 0,24$ до $1,29 \pm 0,41$ баллов) и нижней конечностей (на 42%, с $1,71 \pm 0,41$ до $1,00 \pm 0,29$ баллов).

По большинству двигательных функций, оцениваемых индексом Мотрисайти, достоверно ($p < 0,05$) улучшились движения в суставах и сила мышц в пораженных конечностях: «щипковый захват» – на 81%; «сгибание в локтевом суставе» – на 70%; «отведение плечевого сустава» – на 47%; «дорсифлексия в голеностопном суставе» – на 75%; «разгибание в коленном суставе» – на 47%; «сгибание ноги в тазобедренном суставе» – на 34% (табл.).

Таблица
Динамика показателей по индексу Мотрисайти при курсовом применении средств физической реабилитации после черепно-мозговой травмы, сочетанной со спастическим гемипарезом, $M \pm \sigma$, баллы

Показатели	До	После	P<
Щипковый захват	$10,57 \pm 6,04$	$19,14 \pm 4,73$	0,05
Сгибание в локтевом суставе	$12,71 \pm 4,69$	$21,57 \pm 2,94$	0,05
Отведение плечевого сустава	$10,57 \pm 3,92$	$15,57 \pm 2,69$	–
Дорсифлексия в голеностопном суставе	$8,43 \pm 2,41$	$14,71 \pm 2,45$	0,05
Разгибание в коленном суставе	$12,57 \pm 3,06$	$18,43 \pm 2,53$	0,05
Сгибание ноги в тазобедренном суставе	$15,43 \pm 3,06$	$20,71 \pm 2,45$	0,05

Функции равновесия значительно улучшились: по шкале баланса в положении сидя – с $2,29 \pm 0,41$ до $3,57 \pm 0,49$ баллов; в тесте устойчивого стояния – с $0,43 \pm 0,61$ до $2,57 \pm 0,65$ баллов. Повысилась динамика показателей двигательного поведения по тесту «Функциональные категории ходьбы» с $0,71 \pm 1,02$ до $3,57 \pm 0,77$ баллов.

Восстановление и улучшение утраченных двигательных функций в результате полученной травмы позитивно отразилось под воздействием курсового использования средств физической реабилитации на психоэмоциональном состоянии исследуемых. Исходные значения шкалы самооценки депрессии Уэйкфилда указывали на ее наличие ($19 \pm 2,57$ баллов), нивелированные

после проведенного курса до $11,43 \pm 2,78$ баллов, что свидетельствует об отсутствии у пациентов депрессивных проявлений.

Заключение. Курсовое применение средств физической реабилитации после черепно-мозговой травмы, сочетанной со спастической гемиплегией, значительно повысило активность жизнедеятельности, способствовало восстановлению навыков самообслуживания и психофункционального состояния. Положительный эффект представлен достоверными улучшениями индексов Бартела, Ривермид, Мотрисайти; показателей шкал Эшворта, ВАШ, баланса в положении сидя, самооценки депрессии Уэйкфилда; тесту устойчивого стояния и тесту «Функциональные категории ходьбы».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пошатаев, К.Е. Эпидемиологические и клинические аспекты черепно-мозговой травмы / К.Е. Пошатаев // Дальневосточный медицинский журнал. – 2010. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskie-i-klinicheskie-aspekty-cherepno-mozgovoy-travmy> (дата обращения: 07.08.2025).
2. Сабиров, Д.М. Эпидемиологические особенности черепно-мозгового травматизма / Д.М. Сабиров, А.Л. Росстальная, М.А. Махмудов // Вестник экстренной медицины. – 2019. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskie-osobennosti-cherepno-mozgovogo-travmatizma> (дата обращения: 07.08.2025).
3. Хирургия тяжелой черепно-мозговой травмы / под ред. В.В. Крылов, А.Э. Талыпов, А.А. Гринь, О.В. Левченко. – Москва: АБВ-пресс, 2019. – 859 с.
4. Филатова, О.А. Повышение функциональной независимости и психоэмоционального состояния лиц с позвоночно-спинномозговой травмой в курсе физической реабилитации / О.А. Филатова, Н.В. Лунина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 2(14). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_02_5.
5. Лунина, Н.В. Разработка программы физической реабилитации для пациентов с шейной позвоночно-спинномозговой травмой / Н.В. Лунина, П.Д. Трофимова // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология,

тренировка. – 2024. – Т. 3. – № 2(10). DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_02_5.

REFERENCES

1. Poshataev K.E. Epidemiological and clinical aspects of the craniocerebral trauma. *Far East Medical Journal*, 2010, no. 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskie-i-klinicheskie-aspekty-cherepno-mozgovoy-travmy> (accessed 07.08.2025). (in Russ.)
2. Sabirov D.M., Rosstalnaya A.L., Makhmudov M.A. Epidemiological features of cranial injury traumatism. *Bulletin of Emergency Medicine*, 2019, no. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskie-osobennosti-cherepno-mozgovogo-travmatizma> (accessed 07.08.2025). (in Russ.)
3. Surgery of severe traumatic brain injury. Krylov V.V., Talypov A.E., Grin A.A., Levchenko O.V. ed. Moscow: ABV-press, 2019. 859 p. (in Russ.)
4. Filatova O.A., Lunina N.V. Increasing the functional independence and psychoemotional state of persons with spinal cord injury in the course of physical rehabilitation. *Russian journal of sports science: medicine, physiology, training*, 2025, vol. 4, no. 2(14). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_02_5.
5. Lunina N.V., Trofimova P.D. Effects of physical rehabilitation in cervical spinal cord injury. *Russian journal of sports science: medicine, physiology, training*, 2024, vol. 3, no. 2. DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_02_5.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Евгения Владимировна Богомолова – магистр кафедры Физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский университет спорта (ГЦОЛИФК), Москва.

Наталья Владимировна Лунина – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры Физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский университет спорта (ГЦОЛИФК), Москва; старший научный сотрудник ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: natalya-franc@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Evgenia V. Bogomolova – Magister of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, Moscow.

Natalya V. Lunina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, Moscow; Senior Researcher, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: natalya-franc@mail.ru.

Для цитирования: Богомолова, Е.В. Улучшение психофункционального состояния и повышение качества жизни средствами физической реабилитации после черепно-мозговой травмы, сочетанной со спастическим гемипарезом / Е.В. Богомолова, Н.В. Лунина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_4

For citation: Bogomolova E.V., Lunina N.V. Improving psychofunctional state and quality of life with physical rehabilitation after traumatic brain injury combined with spastic hemiparesis. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_4

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РЕАДАПТАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЫШЦ ТОРСА КОСМОНАВТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНОТЕРАПИИ НА РОБОТИЗИРОВАННОМ БИОМЕХАНИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ CENTAUR

Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, Е.В. Костюк, А.Ш. Абуталимов, С.В. Нопин

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

Аннотация. Введение. Результаты многолетних исследований установлено отрицательное влияние факторов космического полета на функциональное состояние опорно-двигательного аппарата космонавтов, в том числе и мышц туловища, в связи с чем существует необходимость разработки эффективных методов их восстановления и укрепления. Целью является разработка методики роботизированной механотерапии на аппарате Centaur для послеполетной реабилитации опорно-двигательного аппарата космонавтов. **Методы.** В исследовании приняли участие 7 космонавтов-мужчин и контрольная группа (здоровые мужчины). Исследование силы мышц торса проводилось на комплексе Centaur (диагностика и тренировка автохтонных мышц туловища). **Результаты.** На основе данных теоретического анализа и диагностики силовых показателей мышц торса космонавтов и мужчин добровольцев разработана методика роботизированной механотерапии на аппарате Centaur для послеполетной реабилитации опорно-двигательного аппарата космонавтов. Методика заключается во вращении пациента вокруг собственной оси с заданными параметрами для укрепления различных групп мышц торса и отличается в зависимости от диагностированных параметров мышечного баланса. **Заключение.** Разработанная методика направлена на оптимизацию баланса автохтонных мышц торса, ликвидацию дефицита и восстановление силовых параметров мышц туловища, централизацию движения и нагрузки по основным анатомическим осям.

Ключевые слова: космонавты, послеполетная реабилитация, опорно-двигательный аппарат, мышцы туловища, роботизированная механотерапия.

DEVELOPING THE METHOD OF READAPTATION AND RECOVERY OF THE TORSO MUSCLES OF ASTRONAUTS USING MECHANOTHERAPY ON THE CENTAUR COMPLEX

Yu.V. Koryagina, S.M. Abutalimova, E.V. Kostyuk, A.Sh. Abutalimov, S.V. Nopin

North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. Introduction. The results of many years of research have established the negative influence of space flight factors on the functional state of the musculoskeletal of astronauts, including the torso muscles. Therefore, there is a need to develop efficient methods for their restoration and strengthening. Objective – to develop a method of robot-assisted mechanotherapy on the Centaur complex for post-flight rehabilitation of the astronauts' musculoskeletal system. **Methods.** The study involved 7 male astronauts and the control group (healthy men). The study of the torso muscles' force was carried out on the Centaur complex (diagnosis and training of the autochthonous torso muscles). **Results.** Taking into account the data of theoretical analysis and diagnosis of the force parameters of the torso muscles of astronauts and male volunteers, a method of robot-assisted mechanotherapy on the Centaur complex for the post-flight rehabilitation of the musculoskeletal system was developed. The technique consists in rotating the patient around their own axis with preset parameters to strengthen various muscle groups of the torso and differs depending on the diagnosed parameters of muscle balance. **Conclusion.** The developed technique is aimed at optimizing the balance of the autochthonous torso muscles, eliminating the deficit and restoring the force parameters of the muscles, centralizing movement and load along the main anatomical axes.

Keywords: astronauts, post-flight rehabilitation, musculoskeletal system, torso muscles, robot-assisted mechanotherapy.

Введение. Работа космонавтов на орбите относится к чрезвычайно сложным видам деятельности, сопряженным со значительными физическими нагрузками на фоне постоянного воздействия на организм специфических факторов космического полета (КП), таких как невесомость, перегрузки, радиационные воздействия, вибрация, гипокинезия. Все это приводит к существенным морфологическим и функциональным изменениям, которые следует рассматривать как адаптационные. Воздействие микрогравитации в условиях КП влияет практически на все функциональные системы организма человека [1-4]. Наиболее уязвимым является опорно-двигательный аппарат (ОДА). Состояние невесомости или микрогравитация, исключая физиологическую осевую нагрузку на скелетно-мышечную систему и суставы как основу амортизации при вертикальном перемещении в пространстве, смещение центра тяжести и нарушение адекватного мышечного стимула, нарушение баланса кальция и других микроэлементов вызывают значительные изменения функции органов опоры и движения космонавтов. Снижение тонуса мышц приводит к уменьшению мышечной массы, перераспределению объема циркулирующей крови и жидкостных сред организма, деминерализации костной ткани, что, в свою очередь, ведет к нарушению осанки, смещению внутренних органов и другим негативным изменениям [5-6].

Установлено, что на ранних этапах реадaptации после опорной разгрузки редукция поясничного утолщения спинного мозга не компенсируется, объем белого и серого веществ остаются уменьшенными, что сопровождается снижением средних значений размеров тел мотонейронов [7].

Отсутствие влияния веса тела в условиях микрогравитации влечет за собой каскад нарушений, в первую очередь связанных с осевой нагрузкой на опорный скелет, суставы и мышечную систему. Отсутствие гравитационных стимулов блокирует антигравитационные реакции со стороны ОДА. Представление о цепочке патологических нарушений, впервые высказанное как гипотеза на основе теоретических предпосылок, впоследствии было подтверждено в процессе полетов и послеполетных реакций.

Уменьшение афферентной импульсации в микрогравитационной среде формирует нарушение ответов всех физиологических функций. Анализ особенностей процесса реадaptации у космонавтов, а также наблюдения, проведенные при длительной гиподинамии, свидетельствуют об изменениях со стороны общей реактивности, регуляции вегетативных и двигательных функций. Несовершенством обратной афферентации можно объяснить нарушения координации движений в статике и динамике после окончания космических полетов [8].

Отсутствие компрессионных воздействий на костно-мышечную систему изменяет воздействие на внешний сосудистый тонус и кровообращение. Функциональная недогруженность мышц в условиях микрогравитации является пусковым механизмом, который снижает тонус антигравитационных мышц, уменьшает их противодействие и снижает их рабочий ответ. При микрогравитации снижается тонус мышц, обеспечивающих вертикальное положение тела, и мышц-разгибателей с развитием атрофических/атонических процессов, что, в свою очередь, снижает сопротивляемость сосудистой стенки с развитием дилатационных эффектов [9].

Нарушение метаболизма в костных и мышечных структурах также является следствием снижения нагрузки на ОДА. При этом интенсифицируется белковый катаболизм, развиваются дефицит калия в мышечной ткани, дисбаланс эндокринного статуса [8].

Было показано, что хроническое снижение двигательной активности вызывает масштабные изменения в транскриптоме (несколько тысяч мРНК), а также в протеоме скелетной мышцы. Эти изменения прежде всего связаны с активацией воспалительного ответа и перестройкой внеклеточного матрикса, а также со снижением экспрессии генов, кодирующих различные митохондриальные ферменты [10].

Снижение тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования с развитием диспропорции потребности и энергозатрат указывает на возможность увеличения потребления O_2 и дефицита оксигенации [11].

Десятилетний опыт наблюдения за состоянием космонавтов обобщает сложные сдвиги, происходящие в макро- и микроэлементной базе. Микрогравитация и

неизбежно следующая за ней адаптация клинико-биохимических, гормональных и метаболических процессов ОДА касаются костной и мышечной ткани. При отсутствии гравитационного стимула происходит нарушение макро- и микроэлементного баланса с вымыванием ионов натрия, воды, ионов калия, хлора и железа. При этом развивается отрицательный азотистый баланс, который вместе с потерей воды приводит к снижению массы тела вследствие потери жидкости, мышечной массы, минерального состава с развитием новых корреляций химических элементов биологических сред [12].

Исследования, проведенные на стареющих мышцах, показали снижение синтеза основных сократительных белков – тяжелых цепей миозина, которые коррелируют со снижением мышечной силы, содержанием инсулиноподобного фактора роста, дегидроэпиандростерона сульфата, свободного тестостерона. В свою очередь снижение белкового синтеза в мышцах можно объяснить их пониженной чувствительностью к инсулину и аминокислотам [13].

Следовательно, результатами многолетних исследований установлено отрицательное влияние факторов КП на функциональное состояние ОДА космонавтов и в том числе мышц туловища, в связи с чем существует необходимость разработки эффективных методов их восстановления и укрепления. В качестве данных методов может применяться механотерапия на роботизированных

биомеханических комплексах (РБК), например, таких как РБК Centaur, которые в настоящее время уже успешно применяются в восстановительной и спортивной медицине [14-17].

Целью является разработка методики роботизированной механотерапии на аппарате Centaur для послеполетной реабилитации ОДА космонавтов.

Методы и организация исследования. Исследование было проведено в Федеральном государственном бюджетном учреждении Северо-Кавказском федеральном научно-клиническом центре Федерального медико-биологического агентства России. В исследовании приняли участие 7 космонавтов мужчин (Me [Q1; Q3]), возраст – 55 [52; 57] лет, рост – 176 [172; 178] см, вес – 89 [82; 102] кг и контрольная группа (КГ) – здоровые мужчины, по профессии – тренеры по различным видам спорта. Все участники дали информированное согласие в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации, а также разрешение на обработку персональных данных. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом по экспертизе биомедицинских исследований ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России (протоколы № 2 от 26.01.2021, № 2 от 14.05.2024).

Исследование силы мышц торса проводилось на РБК Centaur (диагностика и тренировка автохтонных мышц туловища) (BFMS, Германия) (рис.).



Рис. Исследование функционального состояния опорно-двигательного аппарата космонавта на роботизированном биомеханическом комплексе Centaur

Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерной программы Statistica 13.0. Рассчитывались стандартные показатели описательной статистики (медиана, первый и третий квартили). Нормальность распределения определялась с помощью теста Шапиро-Уилка. Сравнение показателей проводилось с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнение показателей силы автохтонных мышц туловища у космонавтов и мужчин КГ показало, что общий показатель максимальной силы мышц торса, приложенной для поддержания позы тела при изменении заданных ротационных углов во время тестирования, а также показатели максимальной силы, приложенной для поддержания

позы тела при отклонении тренажерного комплекса влево и вправо статистически значимо больше у космонавтов, чем у мужчин КГ.

Следовательно, космонавты прикладывали больше максимальных усилий для поддержания позы тела во время вращения, по сравнению с КГ, по-видимому, это связано с большим весом тела. Прикладываемая относительная сила у них была меньше. Также нужно отметить, что исследование проводилось в условиях гравитации. В целом можно свидетельствовать о больших силовых показателях и лучшей координации работы автохтонных глубоко залегающих мышц туловища космонавтов, что может быть связано с адаптацией их работы в условиях гравитации и невесомости.

Таблица

Показатели приложенной человеком мышечной силы для поддержания позы тела при изменении заданных ротационных углов во время динамометрического тестирования на аппарате Centaur у космонавтов и мужчин КГ, Ме [Q1; Q3]

Показатели	Космонавты (n=7)	КГ (n=54)	P<
ММС, Нм	241 [240; 247]	167,3 [137,9; 214,2]	0,03
ОМС, %	100 [94,9; 100]	218,53 [179,19; 309,61]	-
ММСЛ, Нм	226 [217,2; 240]	159,8 [132,6; 206,8]	0,05
ОММСЛ, %	89 [88; 100]	100 [100; 100]	-
ММСП, Нм	240 [224,4; 242]	160,7 [132,6; 206,8]	0,04
ОММСП, %	94,9 [90,9; 100]	100 [99,9; 100]	-
Дисбаланс, Нм	4,1 [0; 8,2]	0 [0; 0,75]	-

Примечание: КГ – контрольная группа; ММС – показатель максимальной мышечной силы, ОМС – показатель относительной мышечной силы; ММСЛ – показатель максимальной мышечной силы для поддержания позы тела при отклонении тренажерного комплекса влево во время тестирования; ОММСЛ – относительный показатель максимальной мышечной силы, приложенной человеком для поддержания позы тела при отклонении тренажерного комплекса влево во время тестирования; ММСП – показатель максимальной мышечной силы, приложенной человеком для поддержания позы тела при отклонении тренажерного комплекса вправо во время тестирования; ОММСП – относительный показатель максимальной мышечной силы, приложенной человеком для поддержания позы тела при отклонении тренажерного комплекса вправо во время тестирования; дисбаланс – показатель разницы между параметрами максимальной мышечной силы справа и слева, приложенной человеком для поддержания позы тела при отклонении тренажерного комплекса во время тестирования.

В результате проведенной диагностики исходного уровня силы мышц торса были определены задачи программы послеполетной реабилитации ОДА космонавтов:

1) Укрепление и повышение силы мышечных групп верхних и нижних конечностей, оптимизация баланса силы мышц правой и левой половины тела.

2) Поддержание силовых характеристик мышц торса.

Для поддержания силы мышц торса и оптимизации их баланса была разработана специальная методика для выполнения на аппарате Centaur.

Методика восстановления функционального состояния автохтонной стабилизирующей мускулатуры позвоночника включает применение роботизированного комплекса Centaur в режиме «Вращение в пространстве» в виде вращения пациента вокруг собственной

оси с заданными параметрами для укрепления различных групп мышц торса. Данная методика отличается при диагностировании мышечного дисбаланса в разных отделах позвоночника.

Программа при мышечном дисбалансе в грудном отделе позвоночника:

1. Гипотония мышечных групп слева:

- угол вращения (наклона) – индивидуально, согласно протоколу диагностики, в диапазоне от 0 до 90°;

- количество серий – 5;

- количество повторов для одной серии – индивидуально, в зависимости от количества заданных углов наклона в серии (протокол диагностики);

- время перемещения – 5 с;

- продолжительность наклона – 5-6 с;

- количество пауз – 4;

- длительность паузы – 7 с.

2. Гипотония мышечных групп справа:

- угол вращения (наклона) – индивидуально, согласно протоколу диагностики, в диапазоне от 0 до -90°;

- количество серий – 5;

- количество повторов для одной серии – индивидуально, в зависимости от количества заданных углов наклона в серии (протокол диагностики);

- время перемещения – 5 с;

- продолжительность наклона – 5-6 с;

- количество пауз – 4;

- длительность паузы – 7 с.

Программа при мышечном дисбалансе в поясничном отделе позвоночника:

1. Гипотония мышечных групп слева:

- угол вращения (наклона) – индивидуально, согласно протоколу диагностики, в диапазоне от 90 до 179°;

- количество серий – 5;

- количество повторов для одной серии – индивидуально, в зависимости от количества заданных углов наклона в серии (протокол диагностики);

- время перемещения – 5 с;

- продолжительность наклона – 5-6 с;

- количество пауз – 4;

- длительность паузы – 7 с.

2. Гипотония мышечных групп справа:

- угол вращения (наклона) – индивидуально, согласно протоколу диагностики, в диапазоне от - 90 до -180°;

- количество серий – 5;

- количество повторов для одной серии – индивидуально, в зависимости от количества заданных углов наклона в серии (протокол диагностики);

- время перемещения – 5 с;

- продолжительность наклона – 5-6 с;

- количество пауз – 4;

- длительность паузы – 7 с.

Физиологический механизм действия заключается в оптимизации баланса автохтонных мышц торса, ликвидации дефицита работы поддерживающей мускулатуры. Происходит оптимизация мышечно-суставного чувства, восстановление силовых параметров мышц туловища и централизации движения и нагрузки по основным анатомическим осям.

Ожидаемые эффекты применения.

Повышение функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата за счет восстановления мышечного баланса торса и улучшения нервно-мышечной координации. Ускорение восстановления нервно-мышечного аппарата.

Показания: состояние после КП, дегенеративные заболевания позвоночника, функциональные боли в спине, слабость и дисбаланс мышц спины, необходимость повышения функциональных возможностей ОДА, недостаточный уровень развития отдельных мышечных групп.

Противопоказания к применению методики: острые травмы, болезненные состояния, сопровождающиеся острым болевым синдромом, лихорадочными состояниями.

Заключение. На основе данных теоретического анализа и диагностики силовых показателей мышц торса космонавтов и мужчин добровольцев, разработана методика роботизированной механотерапии на аппарате Centaur для послеполетной реабилитации ОДА космонавтов.

Методика восстановления функционального состояния автохтонной стабилизирующей мускулатуры позвоночника реализуется на РБК Centaur в режиме «Вращение в пространстве» в виде вращения пациента вокруг собственной оси с заданными параметрами для укрепления различных групп мышц торса. Данная методика отличается в зависимости от установленных параметров мышечного баланса в разных отделах позвоночника.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Exercise in space: human skeletal muscle after 6 months aboard the International Space Station / S. Trappe, D. Costill, P. Gallagher [et al.] // *Journal of applied physiology*. – 2009. – Vol. 106(4). – P. 1159-1168. DOI: 10.1152/japplphysiol.91578.2008
2. Nicogossia A.E. Space physiology and medicine: from evidence to practice / A.E. Nicogossian, R.S. Williams, C.L. Huntoon. – NY: Springer, 2016. – P.509. DOI: 10.1007/978-1-4939-6652-3.
3. Перспективные направления мониторинга состояния здоровья человека в условиях длительного космического полета / В.А. Иванов, Я.Д. Шанский, К.А. Прусаков [и др.] // *Медицина экстремальных ситуаций*. – 2024. – Т. 26(4). – С. 114-122. DOI: 10.47183/mes.2024-26-4-114-122
4. The role of nutrition in space exploration: Implications for sensorimotor, cognition, behavior and the cerebral changes due to the exposure to radiation, altered gravity, and isolation/confinement hazards of spaceflight / S.R. Zwart, A.P. Mulavara, T.J. Williams [et al.] // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2021. – Vol. 127. – P. 307-331. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.10.008
5. Гуровский, Н.Н. Основные механизмы влияния невесомости / Н.Н. Гуровский, А.И. Григорьев, А.Д. Егоров // *Космическая биология и медицина. Руководство по физиологии* / ред. О.Г. Газенко. – М.: Наука, 1987. – С. 49-59.
6. Хромова, И.В. Исследование влияния гиподинамии в условиях длительной невесомости / И.В. Хромова, И.М. Ульяновкин // *Наука. Промышленность. Оборона. Материалы Всероссийской научно-технической конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых*. – 2017. – С. 308-310.
7. Уйба, В.В. Медико-биологические риски, связанные с выполнением дальних космических полетов / В.В. Уйба, И.Б. Ушаков, А.О. Сапеецкий // *Медицина экстремальных ситуаций*. – 2017. – № 1. – С. 45-66.
8. Тяпкина, О.В. Морфологические изменения в поясничном отделе спинного мозга крыс после недельной опорной разгрузки не компенсируются за неделю реадaptации / О.В. Тяпкина, С.Р. Мустакимов, Л.Ф. Нуруллин // *Тезисы XVIII конференции по космической биологии и авиакосмической медицине с международным участием. Земля – орбита – дальний космос (7-9 ноября 2023 г.)* – 2013. – С. 464.
9. Григорьев, А.И. Роль опорной афферентации в организации тонической мышечной системы / А.И. Григорьев, И.Б. Козловская, Б.С. Шенкман // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. – 2004. – Т. 90. – № 5. – С. 508-521.
10. Эффекты хронического снижения двигательной активности на транскриптом и протеом скелетной мышцы человека / Н.С. Курочкина, М.А. Орлова, М.А. Вигровский [и др.] // *Тезисы XVIII конференции по космической биологии и авиакосмической медицине с международным участием. Земля – орбита – дальний космос (7-9 ноября 2023 г.)*. – 2013. – С. 247-248.
11. Влияние длительной гипокинезии на содержание циклических нуклеотидов и биоэнергетику скелетных мышц крыс / С.В. Буравков, Э.С. Маилян, Л.Б. Буравкова [и др.] // *Циклические нуклеотиды. Тезисы докладов III Всесоюзного симпозиума*. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 73-74.
12. Исследования метаболизма, изучение взаимодействия эндокринной, почечной системы и циркуляторных факторов в поддержании объемного и электролитного гомеостаза в условиях микрогравитации: российско-американский проект / А.И. Григорьев, К. Хантун, Б.И. Моруков [и др.] // *Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. Т. 2. Медико-биологические эксперименты*. – М.: Слово, 2002. – Гл. 3. – С. 69-85.
13. Caspase-3 activation in astrocytes following postnatal excitotoxic damage correlates with cytoskeletal remodeling but not with cell death or proliferation / L. Acarin, S. Villapol, M. Faiz [et al.] // *Glia*. – 2007. – Vol. 55. – No. 9. – P. 954-965.
14. Тер-Акопов, Г.Н. Новые технологии восстановления спортсменов на учебно-тренировочной базе в условиях среднегорья / Г.Н. Тер-Акопов // *Современные вопросы биомедицины*. – 2017. – Т. 1. – № 1 (1). – С. 4-16.
15. Визуализация постуральной функции мышц спины и живота в процессе проведения реабилитационных мероприятий / С.В. Додонов, Е.А. Анисимов, В.В. Кармазин, А.А. Павлова // *Сборник материалов тезисов XIV международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СПОРТМЕД-2019»*. – 2019. – С. 72-73.
16. Костюк, Е.В. Методика оптимизации нейромышечного баланса мышечного корсета позвоночника у спортсменов на роботизированной системе «Кентавр» / Е.В. Костюк, Ю.В. Корягина // *Современные вопросы биомедицины*. – 2017. – Т. 1. – № 1 (1). – С. 23-30.
17. Технологии медицинской реабилитации опорно-двигательного аппарата и нервной системы космонавтов в санаторно-курортных условиях / Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, А.Ш. Абуталимов, С.В. Нопин // *Современные вопросы биомедицины*. – 2023. – № 7(2). – С. 248-256.

REFERENCES

1. Trappe S., Costill D., Gallagher P., Creer A., Peters J.R., Evans H., Riley D.A., Fitts R.H. Exercise in space: human skeletal muscle after 6 months aboard the International Space Station. *Journal of applied physiology*, 2009, vol. 106(4), pp. 1159-1168. DOI: 10.1152/jappphysiol.91578.2008
2. Nicogossia A.E., Williams R.S., Huntoon C.L. Space physiology and medicine: from evidence to practice. NY: Springer, 2016. p. 509. DOI: 10.1007/978-1-4939-6652-3.
3. Ivanov V.A., Shansky Y.D., Prusakov K.A., Bespyatykh J.A., Basmanov D.V. Prospective directions in human health monitoring during long-term spaceflights. *Extreme Medicine*, 2024, vol. 26(4), pp. 114-122. DOI: 10.47183/mes.2024-26-4-114-122 (in Russ.)
4. Zwart S.R., Mulavara A.P., Williams T.J., George K., Smith S.M. The role of nutrition in space exploration: Implications for sensorimotor, cognition, behavior and the cerebral changes due to the exposure to radiation, altered gravity, and isolation/confinement hazards of spaceflight. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2021, no. 127, pp. 307-331. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.10.008
5. Gurovsky N.N., Grigoriev A.I., Egorov A.D. Main mechanisms of zero gravity influence. Space biology and medicine. Physiology manual. O.G. Gzenko, ed. Moscow: Nauka, 1987. pp. 49-59. (in Russ.)
6. Khromova I.V., Ulyankin I.M. Effect of sedentary lifestyle in zero-gravity conditions. Science. Industry. Defense. Materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference for students, postgraduates and young scientists. 2017. pp. 308-310. (in Russ.)
7. Ujba V.V., Ushakov I.B., Sapetskij A.O. The medical and biological risks associated with operations in deep space missions. *Extreme Medicine*, 2017, no. 1, p. 45-66. (in Russ.)
8. Tyapkina O.V., Mustakimov S.R., Nurullin L.F. Morphological changes in the lumbar spine of rats after a week of support unloading are not compensated during the readaptation week. Abstracts of the XVIII Conference on Space Biology and aerospace medicine with International Participation. Earth – Orbit – Far Space (November 7-9th, 2023). 2013. p. 464. (in Russ.)
9. Grigor'ev A.I., Kozlovskaya I.B., Shenkman B.S. The role of support afferentation in the organization of the tonic muscular system. *Russian Journal of Physiology*, 2004, vol. 90, no. 5, pp. 508-521. (in Russ.)
10. Kurochkina N.S., Orlova M.A., Vigovskij M.A., Vepkhvadze T.F., Makhnovsky P.A., Grigor'eva O.A. N., Lednev E.M., Efimenko A.Yu., Popov D.V. Effects of chronic decreased motor activity on the transcriptome and proteome of human skeletal muscle. Abstracts of the XVIII Conference on Space Biology and aerospace medicine with International Participation. Earth – Orbit – Far Space (November 7-9th, 2023). 2013. pp. 247-248. (in Russ.)
11. Buravkov S.V., Mailyan E.S., Buravkova L.B., Kovalenko E.A., Kokareva L.V. The effect of prolonged hypokinesia on the cyclic nucleotide content and bioenergetics of rat skeletal muscles. Cyclic nucleotides. Abstracts of the III All-Union Symposium. Kiev: Naukova dumka, 1980. pp. 73-74. (in Russ.)
12. Grigoriev A.I., Huntun K., Morukov B.I., Lane H., Larina I.M., Smith S. Studies of metabolism, the study of the interaction of the endocrine, renal system and circulatory factors in maintaining volumetric and electrolyte homeostasis in microgravity: a Russian-American project. The Mir Space Station. Space biology and medicine. Volume 2. Biomedical experiments. Moscow: Slovo, 2002. Chapter 3. pp. 69-85. (in Russ.)
13. Acarin L., Villapol S., Faiz M., Rohn T., Castellano B., Gonzalez B. Caspase-3 activation in astrocytes following postnatal excitotoxic damage correlates with cytoskeletal remodeling but not with cell death or proliferation. *Glia*, 2007, vol. 55, no. 9, pp. 954-965.
14. Ter-Akopov G.N. New technologies for the rehabilitation of athletes on the training camp in the conditions of middle altitude. *Modern Issues of Biomedicine*, 2017, vol. 1, no. 1 (1), pp. 4-16. (in Russ.)
15. Dodonov S.V., Anisimov E.A., Karmazin V.V., Pavlova A.A. Visualization of the postural function of the back and abdominal muscles during rehabilitation activity. Collection of abstracts of the XIV International Scientific Conference on the state and prospects of development of medicine in elite sports "SPORTMED-2019". 2019. pp. 72-73. (in Russ.)
16. Kostyuk E.V., Koryagina Yu.V. The method of optimization of the neuro-muscular balance of the muscular corpset of the spine in athletes at the robotized system "Centaur". *Modern Issues of Biomedicine*, 2017, vol. 1, no. 1 (1), pp. 23-30. (in Russ.)
17. Koryagina Yu.V., Abutalimova S.M., Abutalimov A.Sh., Nopin S.V. Medical rehabilitation technologies for the musculoskeletal and nervous systems of astronauts in sanatorium-resort conditions. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 2, pp. 248-256. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКИЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Сабина Маликовна Абуталимова – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКИЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: sabina190989@yandex.ru.

Елена Витальевна Костюк – врач-травматолог-ортопед, заведующая отделением, Центр спортивной медицины и реабилитации, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки.

Али Шамильевич Абуталимов – врач-травматолог-ортопед МЦ Юность ФФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: abutalimov05@mail.ru.

Сергей Викторович Нопин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.

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.

Sabina M. Abutalimova – Candidate of Medical Sciences, Lead 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.

Elena V. Kostyuk – Trauma Orthopedist, Head of the Department, Center of Sports Medicine and Rehabilitation, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.

Ali Sh. Abutalimov – Trauma Orthopaedist of Medical Center “Yunost”, branch of the North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: abutalimov05@mail.ru.

Sergej V. Nopin – 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: Разработка методики реадaptации и восстановления мышц торса космонавтов с использованием механотерапии на роботизированном биомеханическом комплексе Centaur / Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, Е.В. Костюк [и др.] // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_5

For citation: Koryagina Yu.V., Abutalimova S.M., Kostyuk E.V., Abutalimov A.Sh., Nopin S.V. Developing the method of readaptation and recovery of the torso muscles of astronauts using mechanotherapy on the Centaur complex. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_5

Дата публикации: 15.09.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_6
УДК 615.322.615.072

Publication date: 15.09.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_6
UDC 615.322.615.072

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ПЕРИОД 2005-2025 ГГ., ПО ВОПРОСАМ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ РОССИЙСКИХ КОМБИНИРОВАННЫХ ФИТОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Я.И. Биляч¹, В.Н. Оробинская^{2,3}

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

²Пятигорский институт – филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Пятигорск, Россия

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

Аннотация. Введение. В России активно развиваются комбинированные фитопрепараты, которые объединяют несколько стандартизованных растительных компонентов и позиционируются как средства многозвенного воздействия на процессы утомления и восстановления. Цель: систематически обобщить российские исследования 2005-2025 годов по комбинированным фитопрепаратам для повышения работоспособности. **Методы.** Включались работы о многокомпонентных растительных композициях, разработанных в России, с показателями, относящимися к работоспособности и выносливости. Оценивались дизайн, модели, показатели и уровень стандартизации. **Результаты.** Наиболее полно документированы доклинические эффекты препаратов «Тетрафитон», «Кардекаим», «Центафит», «Леветон-П», «Спорт-Актив», «Энергодарин», фиксируется преимущество комбинированного подхода над монокомпонентными режимами. **Заключение.** Российские комбинированные фитопрепараты демонстрируют согласованную доклиническую эффективность в валидированных моделях, связанных с повышением выносливости. Приоритетны композиции из трех-пяти компонентов с полным аналитическим контролем и клиническими протоколами.

Ключевые слова: физическая работоспособность, выносливость, комбинированный фитопрепарат, адаптогены.

SYSTEMATIC REVIEW OF STUDIES PUBLISHED IN 2005-2025 ON THE ISSUES OF RUSSIAN COMBINED HERBAL PRODUCTS FOR IMPROVING PERFORMANCE

Ya.I. Bilyach¹, V.N. Orobinskaya^{2,3}

¹North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

²Pyatigorsk Institute – branch of the North Caucasian Federal University, Pyatigorsk, Russia

³Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Abstract. Introduction. Combined herbal preparations that include several standardized plant components and are positioned as means of multi-link action on fatigue and recovery processes are actively developing in Russia. Objective: to systematically summarize Russian studies from 2005-2025 on combined herbal preparations for improving performance. **Methods.** The studies on multi-component herbal compositions developed in Russia with indicators related to performance and endurance were included. The design, models, indicators and level of standardization were assessed. **Results.** The preclinical effects of the preparations “Tetrafiton”, “Kardekaim”, “Centafit”, “Leveton-P”, “Sport-Aktiv”, “Energodarin” are most fully documented. The advantage of the combined approach over mono-component regimens is recorded. **Conclusion.** Russian combined herbal preparations demonstrate consistent preclinical efficacy in validated models associated with improving endurance. Priority is given to compositions of three to five components with full analytical control and clinical protocols.

Keywords: physical performance, endurance, combined herbal preparation, adaptogens.

Введение. Физическая работоспособность (ФР) трактуется как интегральная способность организма выполнять мышечную работу заданной мощности и длительности при сохранении ключевых гомеостатических констант [1]. Потребность в безопасных, законодательно допустимых фармакологических средствах, повышающих ФР, особенно велика в спорте высших достижений, военной медицине и связанных с экстремальной физической нагрузкой профессиях.

В конце 1990-х – начале 2000-х в России был институционально закреплён подход к комбинированным фитопрепаратам на основе стандартизованных растительных экстрактов: методические рекомендации Минздрава РФ № 2000/63 задали рамки стандартизации экстрактов и допуска комбинированных составов, а методические рекомендации № 2000/154 уточнили терминологию и область применения натурофармации в клинической практике. На нормативный контур опирались и более ранние методические указания Минздравмедпрома РФ от 08.04.1994 года по доклиническим и клиническим исследованиям природных препаратов, что создало процедуру доказательности для многокомпонентных композиций [2, 3].

Научная аргументация синергизма компонентов и принципов конструирования многокомпонентного фитопрепарата (МКФ) нашли отражение в публикациях Вагнера и Ульрих-Мерцених (2016), МКФ описан как целевая стратегия повышения эффективности и устойчивости действия [4].

Современные российские обзоры подчеркивают, что рациональные комбинации стандартизованных экстрактов дают мультитаргетированный профиль действия и требуют жесткой аналитической управляемости качества и дозозависимости, при этом излишняя поликомпонентность ухудшает аналитический контроль и воспроизводимость [5-20].

МКФ для задач повышения физической работоспособности формируют через технологически контролируруемую стандартизацию сырья и готовых форм, а также согласование фармакодинамики (метаболическая и стресс-лимитирующая модуляция, нейромодуляция, микрогемодинамика) [1-3, 9-12, 15, 16].

Цель – систематизация и обобщение исследований, проведенных российскими учеными и посвященных разработке и

изучению действия направленных на повышение работоспособности комбинированных фитопрепаратов.

Методы и организация исследования. Настоящее исследование представляет собой систематический обзор, основанный на принципах отчетности PRISMA. Методологический подход включал следующие ключевые этапы: формулировку исследовательского вопроса, разработку протокола поиска и отбора источников, установление критериев включения и исключения, оценку качества отобранных публикаций, синтез и интерпретацию полученных данных.

В обзор включены русскоязычные публикации, изданные в период с 1 января 2005 года по 31 августа 2025 года. Рассматривались следующие типы документов: рецензируемые статьи, диссертации и авторефераты, патенты, а также официальные отчеты научных учреждений.

Для поиска публикаций использовались ключевые слова и словосочетания: «комбинированный фитопрепарат», «многокомпонентное растительное средство», «актопротекторная активность», «антигипоксическая активность», «физическая работоспособность», «выносливость», «принудительное плавание».

Из обзора исключались следующие типы публикаций: исследования о моноэкстрактах растительных препаратов, публикации без данных о связи с физической работоспособностью, сообщения с недостаточной детализацией состава, доз или результатов, вторичные пересказы или обзоры без привязки к первоисточнику, материалы, неотносящиеся к многокомпонентным растительным композициям.

Систематический обзор базировался на сравнительном анализе данных, извлеченных из российских репозиторий и архивных материалов научных журналов на платформах научных электронных библиотек CyberLeninka и eLIBRARY.RU, а также на официальных сайтах журналов и базах РОСПАТЕНТа.

Из-за ожидаемой гетерогенности моделей, доз и длительности курсов количественная мета-агрегация не планировалась. Применялся структурированный описательный синтез с матрицей по объектам и исходам: (1) композиции с раскрытым составом и полным набором доклинических маркеров; (2) композиции с качественно описанным приростом выносливости и стресс-резистентности;

(3) линии с диссертационно-патентной базой и данными по безопасности; (4) прикладные обзоры по спортивной практике; (5) технологические контуры стандартизации. Отдельно учитывалась валидность методик (тест принудительного плавания, беговая дорожка) как отражение физической работоспособности у животных, что согласуется с практикой отечественных доклинических публикаций [1-3, 9-12, 15, 16].

Результаты исследования и их обсуждение. Проанализировано более 26 российских источников за период 2005-2025 гг.: рецензируемые статьи из списка ВАК – 16, диссертации и авторефераты – 6, патенты – 2, методические публикации по стандартизации – 2.

Совокупность работ за рассматриваемый период демонстрирует устойчивую направленность эффектов многокомпонентных фитокомпозиций, ориентированных на повышение физической работоспособности. Независимо от конкретного торгового или лабораторного наименования рассматривались сочетания растительных компонентов, сконструированные как средства с актопротекторным и антигипоксическим, адаптогенным профилем действия [1-26]. На доклиническом уровне это проявлялось прежде всего в увеличении времени до утомления в тесте принудительного плавания и в ряде случаев – в повышении дистанции/мощности при нагрузочных протоколах на беговой дорожке.

Согласованность направления эффекта поддерживается биохимическими и физиологическими маркерами: уменьшением концентраций лактата и пировиноградной кислоты, снижением активности креатинфосфокиназы (КФК) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ), ростом активности супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы, а также увеличением тканевого аденозинтрифосфата (АТФ). Такое сочетание признаков указывает на подавление гипоксического компонента утомления, стабилизацию энергетического обмена и ограничение оксидативного стресса.

Ниже представлена последовательная интерпретация данных, полученных в рамках каждой линии разработок, с детальным анализом параметров, представленных в таблице: вида исследования, модели/протокола, показателей работоспособности, сопряженных маркеров и наблюдений. Это позволяет

обеспечить всесторонний и объективный анализ результатов, что является критически важным для формирования обоснованных выводов и рекомендаций в контексте дальнейших исследований и практического применения полученных данных.

Сопоставление линий «Тетрафитон», «Кардекаим», «Центафит», композиций с левзеей и шротом клюквы, «Астрагал» и комбинированного продукта «Женьшень с астрагалом» выявляет общую конструкционную логику: целенаправленное объединение экидистероидов, сапонинов, фенольных антиоксидантов и тритерпеноидов для охвата метаболических и стресс-лимитирующих звеньев утомления с целью усиления физической работоспособности. В большинстве серий курсовое введение (7-14 суток) сопровождалось приростом выносливости относительно контроля, что позволяет говорить о воспроизводимости эффекта между независимыми разработками. При этом выраженность эффекта варьировала в связи с различиями дозирования, длительностью курса и глубиной стандартизации экстрактов, неполнотой описания методик рандомизации и ослепления [6, 7, 14-16, 24, 25].

Отдельного внимания заслуживает демонстрация преимуществ комбинирования над монотерапиями: в ряде работ сопоставление комплексной формулы с ее одиночными компонентами показало более выраженное увеличение времени до утомления при неизменном или лучшем профиле переносимости [13, 25]. Этот результат логически согласуется с концепцией фармакодинамического синергизма и «кинетического прикрытия», предполагающей взаимное усиление и стабилизацию действия за счет разнесенных по механизму точек приложения и взаимовлияния на всасывание, распределение и метаболизм.

Технологическая линия «СпортАктив» иллюстрирует роль стандартизации как предпосылки фармакологической стабильности [10-12, 25]. Наличие валидационной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по нескольким маркерным соединениям, количественного контроля фитоэкидистероидов и вспомогательных субстанций, демонстрация межсерийной сопоставимости позволяют связать аналитические признаки качества с устойчивостью биологического ответа [10, 25].

Таблица

Характеристика основных линий разработки отечественных многокомпонентных растительных препаратов

Наименование препарата	Вид исследования	Модель или протокол	Показатель физической работоспособности	Сопряженные маркеры и наблюдения	Источники
«Тетра-фитон»	Эксперимент in vivo на животных	Крысы, семидневный курс, тест принудительного плавания с грузом	Увеличение продолжительности плавания относительно контроля	Повышение содержания аденозинтрифосфата в скелетной мышце и миокарде; снижение молочной и пировиноградной кислот; усиление каталазы и супероксиддисмутазы; снижение активности креатинфосфокиназы и лактатдегидрогеназы	[6, 7]
«Карде-каим»	Эксперимент in vivo на животных	Крысы, тест принудительного плавания; модели стресса	Повышение физической выносливости относительно контроля	Стресс-протекторная активность на модели иммобилизационного стресса	[14-16]
«Центафит»	Диссертационный комплекс доклинических работ	Модели интенсивных нагрузок, гипоксии и стресса	Повышение устойчивости к интенсивным нагрузкам	Адаптогенные и антигипоксические эффекты; представлена токсикологическая оценка	[9, 10, 18-19]
Композиция из пяти растений (серия статей по актопротекции)	Эксперимент in vivo на животных	Крысы, семидневный курс, тест принудительного плавания	Увеличение продолжительности плавания относительно контроля	Согласованные изменения энергетических и антиоксидантных маркеров	[7-9, 25]
Композиции «Адаптофит-28» и «Адаптон-6»	Диссертации и авторефераты	Модели физического и эмоционального стресса	Повышение общей резистентности, в том числе к физической нагрузке	Описание состава, доз и методик в диссертациях	[26, 27]
Композиция экстракта левзеи и шрота клюквы	Эксперимент in vivo на животных	Модели анаболической активности	Косвенная связь с работоспособностью через анаболический эффект	Описаны маркеры анаболического действия и их динамика	[23, 24]
«Астрагал» и «Женьшень с астрагалом» (комбинированные биологические и активные добавки)	Эксперимент in vivo на животных	Модели гипоксии и стресса	Повышение устойчивости к гипоксии и стрессу	Антиоксидантные и адаптогенные эффекты	[27, 28]
«Энерго-дарин»	Эксперимент in vivo на животных	Принудительное плавание; сравнение с отдельными компонентами	Сообщается эффективность комбинированного подхода	В сумме превосходство над монотерапиями компонентов	[13, 25]

Технологическая линия «СпортАктив» иллюстрирует роль стандартизации как предпосылки фармакологической стабильности [10-12, 25]. Наличие валидационной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по нескольким маркерным соединениям, количественного контроля фитостероидов и вспомогательных субстанций, демонстрация межсерийной сопоставимости позволяют связать аналитические признаки качества с устойчивостью биологического ответа [10, 25].

Единообразных протоколов безопасности для всех композиций не представлено, что ограничивает мета-агрегацию данных и требует унификации подходов к оценке токсикологических конечных точек на последующих этапах.

Исследования Л.Н. Шантановой и соавторов выполнены на крысах, недельным курсом и с тестом принудительного плавания с дополнительным грузом [14-16, 29]. В публикациях 2018 г. показано статистически значимое увеличение времени до утомления относительно контроля на фоне комбинированной формулы фитопрепарата [20]. В автореферате Димитрова (2019) описаны параллельные антистрессорные эффекты [17]. Биохимический профиль увеличения АТФ в скелетной мышце и миокарде, усиление активности СОД и каталазы, снижение лактата, пирувата, КФК и ЛДГ. Численные величины эффекта в открытых версиях статей представлены ограниченно. Вклад авторов заключается в формировании стабильного протокола испытаний, воспроизведении эффекта в независимых сериях. Заключение по серии: комбинация четырех стандартизованных компонентов демонстрирует актопротекцию на валидированной модели при хорошей физиологической согласованности маркеров; необходимы расширенные численные отчеты и клиническая верификация.

Работы Э.А. Алексеевой и соавторов охватывают тест принудительного плавания и модели иммобилизационного стресса [6, 14-16, 28-29]. Документировано повышение выносливости относительно контроля и выраженная стресс-протекторная активность. В ряде публикаций представлены динамика антиоксидантных показателей и косвенные признаки стабилизации энергетики. В открытых версиях численные величины эффекта на

уровне времени до утомления/дистанции зачастую не раскрыты. Научный вклад – демонстрация связи актопротекции с антистрессорным компонентом и перенос результатов между моделями. Заключение по серии: доказана направленность эффекта; требуются унифицированные количественные отчеты и стандартизованный аналитический паспорт состава.

Комплекс диссертационных исследований Б.А. Муруева подтверждает адаптогенные и антигипоксические свойства сухого экстракта «Центафит» на моделях интенсивной нагрузки и гипоксии с включением токсикологического блока [7-9]. В автореферате указано увеличение устойчивости к нагрузке, численные данные по приросту времени до утомления в открытом доступе ограничены [18]. Вклад автора – валидация безопасности и переносимости в исследованных дозах, формирование базы для дальнейшей стандартизации. Заключение по серии: технологическая готовность выше средней за счет наличия токсикологических разделов; необходимы полнотекстовые количественные результаты и сопоставимые протоколы тестов на выносливость.

Публикации 2018 г. (Б.А. Муруев и др.) фиксируют увеличение продолжительности плавания после 7-дневного курса у крыс и согласованные сдвиги энергетических и антиоксидантных маркеров [6]. Вклад авторских коллективов – демонстрация воспроизводимости эффекта в параллельных сериях и увязка *in vivo* результатов с биохимическими панелями. Заключение по серии: актопротекторный эффект подтвержден на валидированной модели; требуются точные величины эффектов и сопоставимость доз/схем для межпроектного сравнения.

Работы по сочетанию экстракта левзеи с шротом клюквы концентрируются на восстановительных и анаболических аспектах [22, 23]. Доклинические данные указывают на положительную динамику анаболических маркеров и ускорение восстановления после нагрузки; прямые тесты на выносливость в этой линии представлены ограниченно. Вклад авторов – расширение фармакологической базы за счет исследования анаболического эффекта. Заключение по серии: разработка комплексных схем повышения работоспособности; требуется включение валидированных тестов выносливости.

Линия фитокомплексов, разработанная Я.И. Билячем – «Энергодарин» и «СпортАктив» – в сравнительном эксперименте показала превосходство комбинированной формулы над монорежимами ее компонентов в тесте принудительного плавания [10-13, 25]. В открытых материалах представлены дизайн и структура выпуска; детальные численные таблицы содержатся в полном тексте журнала. Научный вклад – эмпирическое подтверждение преимуществ рационального комбинирования при равной длительности курса. Заключение по серии: аргумент в пользу комбинирования подтвержден; следующая стадия – клиническая валидация с объективными метриками.

Технологическая и аналитическая серия работ Я.И. Биляча и соавт. сформировала полный ВЭЖХ паспорт, обеспечила количественный контроль фитоэкдистероидов и калия оротата, продемонстрировала межсерийную сопоставимость [10-13, 25]. В доклинической модели у крыс-пловцов 14-дневный курс увеличивал время до полного утомления почти втрое относительно контроля, что служит редким примером жесткой связи «качество → фармакологический ответ». Вклад авторов – создание переносимой технологической платформы пригодной для клинической трансляции. Заключение по серии: стандартизационный контур является необходимым условием воспроизводимости и клинической верифицируемости актопротекторного эффекта.

Анализ совокупности данных позволяет сделать вывод о целесообразности ограничения числа компонентов в составе

лекарственных средств [5, 6, 13-25, 29]. Умеренные композиции обладают рядом преимуществ, включая более высокую степень стандартизации и лучшую воспроизводимость терапевтических эффектов. Эти свойства обусловлены меньшим количеством переменных, влияющих на фармакодинамику и фармакокинетику препарата, что способствует более предсказуемым и стабильным результатам при применении в клинической практике.

Заключение. Российские комбинированные фитопрепараты демонстрируют согласованную доклиническую эффективность в повышении выносливости. Для подтверждения клинической значимости требуются независимые рандомизированные исследования с объективными метриками работоспособности и универсальными панелями биомаркеров, а также повсеместная стандартизация состава. Разработчикам следует ориентироваться на композиции из трех-пяти растений с полным аналитическим контролем маркерных соединений и стабильной технологией. Клиницистам и спортивным врачам важно интерпретировать доклинические данные с учетом недостатка рандомизированных клинических испытаний и избегать экстраполяции бездоказательной базы. Регуляторам целесообразно стимулировать регистрацию клинических протоколов и открыть доступ к массивам первичных данных.

Дальнейшие исследования будут ориентированы на клинические испытания и валидацию эффективности фитопрепаратов в реальных условиях применения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сонькин, В.Д. Проблема оценки физической работоспособности / В.Д. Сонькин // Вестник спортивной науки. – 2010. – № 2. – С. 37-42.
2. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Фитотерапия: Методические рекомендации № 2000/63, утв. 26.04.2000 // В кн.: Карпеев А.А., Киселева Т.Л. (ред.). Фитотерапия: нормативные документы. – М.: Изд-во ФНКЭЦ ТМДЛ Росздрава, 2006. – С. 9-42.
3. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Применение терминов натуротерапии и натурофармации в практическом здравоохранении: Методические рекомендации №

- 2000/154, утв. 01.11.2000. – М.: НПЦ ТМГ МЗ РФ, 2000. – 46 с.
4. Вагнер, Х. Исследование синергии: создание нового поколения фитопрепаратов / Х. Вагнер, Г. Ульрих-Мерцених // Русский медицинский журнал. – 2016. – № 3. – С. 183-189.
5. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии / Т.В. Самбукова, Б.В. Овчинников, В.П. Ганопольский [и др.] // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2017. – Т. 15. – № 2. – С. 56-63. DOI: 10.17816/RCF15256-63.
6. Влияние многокомпонентного растительного средства на физическую выносливость в тесте

- вынужденного плавания / Э.А. Алексеева, О.Г. Димитров, Б.А. Муруев [и др.] // *Acta Biomedica Scientifica*. – 2018. – Т. 3. – № 2. – С. 97-101.
7. Актопротекторная активность комплексного фитосредства / Б.А. Муруев, А.Г. Мондодоев, И.Э. Матханов [и др.] // *Acta Biomedica Scientifica*. – 2018. – Т. 3. – № 4. – С. 120-124.
8. Противострессовое и антидепрессивное действие растительного средства при хроническом умеренном стрессе / Б.А. Муруев, С.М. Гуляев, Л.Н. Шантанова, А.Г. Мондодоев // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. – 2018. – Т. 16. – № 2. – С. 69-73.
9. Антиоксидантная активность адаптогенного растительного средства в модельных системах *in vitro* / А.А. Торопова, Б.А. Муруев, Я.Г. Разуваева [и др.] // *Якутский медицинский журнал*. – 2019. – № 1(65). – С. 20-23.
10. Определение содержания фитоэкдистероидов в лекарственном средстве «Спорт-Актив» методом ВЭЖХ / Е.В. Компанцева, Д.В. Компанцев, Я.И. Биляч, В.Н. Леонова // *Известия Самарского научного центра РАН*. – 2011. – Т. 13. – № 1. – С. 842-845.
11. Разработка технологии и качественного анализа лекарственного средства «Спорт-Актив» / Я.И. Биляч, Е.В. Компанцева, Д.В. Компанцев [и др.] // *Башкирский химический журнал*. – 2009. – Т. 16. – № 3. – С. 166-170.
12. Определение содержания калия оротата в лекарственном средстве «Спорт-Актив» / Е.В. Компанцева, Д.В. Компанцев, Я.И. Биляч, В.Н. Леонова // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. – 2013. – № 1. – С. 19-23.
13. Изучение фармакологической активности лекарственного средства «Энергодарин» / В.А. Компанцев, Я.И. Биляч, Д.В. Компанцев [и др.] // *Известия Самарского научного центра РАН*. – 2010. – Т. 12. – № 1. – С. 2055-2057.
14. Алексеева, Э.А. Адаптогенное действие комплексного растительного средства «Кардекаим» / Э.А. Алексеева, Л.Н. Шантанова, С.М. Николаев // *Вестник Бурятского государственного университета*. – 2010. – № 12. – С. 29-64.
15. Шантанова, Л.Н. Фармакокоррекция физической работоспособности растительным средством «Кардекаим» / Л.Н. Шантанова, Э.А. Алексеева, Л.В. Осадчук // *Acta Biomedica Scientifica*. – 2013. – Т. 2(2). – С. 167-170.
16. Шантанова, Л.Н. Стресс-протекторная активность комплексного растительного средства «Кардекаим» на модели иммобилизационного стресса / Л.Н. Шантанова, Н.Ю. Базарова, О.В. Дашиева // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. – 2015. – URL: <https://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/1701/1643> (дата обращения: 31.08.2025).
17. Димитров, О.Г. Фармакотерапевтическая эффективность «Тетрафитона» при экспериментальных стресс-индуцированных состояниях: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Олег Георгиевич Димитров. – Улан-Удэ, 2019. – 24 с.
18. Муруев, Б.А. Адаптогенные свойства экстракта сухого «Центафит»: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Баир Андреевич Муруев. – Улан-Удэ, 2019. – 24 с.
19. Доклинические исследования безопасности адаптогенного растительного средства / Я.Г. Разуваева, А.А. Торопова, И.Г. Николаева [и др.] // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. – 2021. – Т. 19. – № 4. URL: <https://bmjpcjournal.ru/sites/default/files/fulltext-pdf/25877313-2021-04-04.pdf> (дата обращения: 31.08.2025).
20. Возможности применения комбинированного адаптогена «Леветон П» / Р.Д. Сейфулла, Т.В. Потупчик, П.А. Полубояринов [и др.] // *Врач*. – 2018. – Т. 29. – № 10. – С. 37-43.
21. Потупчик, Т.В. Возможности применения биологически активных добавок у спортсменов с высокой тренировочной нагрузкой / Т.В. Потупчик, Л. Эверт, А. Иванов // *Врач*. – 2019. – Т. 30. – № 10. – С. 24-31.
22. Анаболическая активность растительной композиции экстрактов левзеи и шрота клюквы / Д.А. Халикова, С.В. Аньков, Ю.В. Мешкова, Т.Г. Толстикова // *Сибирский научный медицинский журнал*. – 2021. – Т. 41. – № 6. – С. 45-50. DOI: 10.18699/SSMJ20210604.
23. Влияние композиции экстрактов левзеи и шрота клюквы на уровень тестостерона у мышей / Д.А. Халикова, С.В. Аньков, Ю.В. Мешкова, Т.Г. Толстикова // *Медицинский академический журнал*. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 67-72. DOI: 10.17816/MAJ90692.
24. Патент RU 2669365 C1. Способ получения средства, обладающего антигипоксической активностью: N 2017120656: заявлено 13.06.2017: опубл. 11.10.2018 / С.М. Николаев, И.Г. Николаева, Л.Н. Шантанова [и др.].
25. Биляч, Я.И. Исследование и стандартизация лекарственного средства для повышения физической работоспособности: дис. ... канд. фарм. наук. / Ярослав Иванович Биляч. – Пятигорск, 2009. – 153 с.
26. Болдогуев В.М. Адаптогенное действие растительного средства «Адаптофит-28»: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Валерий Михайлович Болдогуев. – Улан-Удэ, 2011. – 22 с.
27. Тулесонова А.С. Адаптогенное действие растительного средства «Адаптон-6»: дис. ... канд. мед. наук / Аюна Сергеевна Тулесонова. – Улан-Удэ, 2011. – 132 с.
28. Алексеева, Э.А. Молекулярные механизмы действия растительных адаптогенов / Э.А.

Алексеева // Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация. – 2021. – № 2. – С. 16-22.

29. Патент RU 2582282 C1. Способ получения средства из корневищ с корнями левзеи, обладающего стресс-протекторной и антигипоксической активностью: N 2015107164/15: заявлено 02.03.2015: опубл. 20.04.2016. / С.М. Николаев, И.Г. Николаева, Л.Н. Шантанова [и др.].

REFERENCES

1. Sonkin V.D. The problem of assessing physical performance. *Bulletin of sport science*, 2010, vol. 2, pp. 37-42. (in Russ.)
2. Ministry of Health of the Russian Federation. Phytotherapy: Methodological recommendations No 2000/63, approved 26.04.2000. From the book: Karpeev A.A., Kiseleva T.L., eds. Phytotherapy: regulatory documents. Moscow: Publishing house of the Federal Scientific Clinical and Evaluation Center of the Russian Ministry of Health, 2006. pp. 9-42. (in Russ.)
3. Ministry of Health of the Russian Federation. Application of terms of naturotherapy and naturepharma in practical health care: Methodological guidelines No 2000/154, approved 01.11.2000. Moscow: Scientific and Production Center of TMG, Ministry of Health of the Russian Federation, 2000. 46 p. (in Russ.)
4. Wagner H., Ulrich-Merzenich G. Synergy research: creation of a new generation of herbal remedies. *Russian Medical Journal*, 2016, vol. 3, pp. 183-189. (in Russ.)
5. Sambukova T.V., Ovchinnikov B.V., Ganapolsky V.P., Yatmanov A.N., Shabanov P.D. Prospects for the use of herbal remedies in modern pharmacology. *Reviews of clinical pharmacology and drug therapy*, 2017, vol. 15, no. 2, pp. 56-63. DOI: 10.17816/RCF15256-63. (in Russ.)
6. Alekseeva E.A., Dimitrov O.G., Muruev B.A., Shantanova L.N., Toropova A.A. Effect of a multicomponent herbal remedy on physical endurance in the forced swimming test. *Acta Biomedica Scientifica*, 2018, vol. 3, no. 2, pp. 97-101. (in Russ.)
7. Muruev B.A., Mondodoev A.G., Matkhanov I.E., Toropova A.A., Shantanova L.N., Dimitrov O.G. et al. Actoprotective activity of a complex herbal remedy. *Acta Biomedica Scientifica*, 2018, vol. 3, no. 4, pp. 120-124. (in Russ.)
8. Muruev B.A., Gulyaev S.M., Shantanova L.N., Mondodoev A.G. Anti-stress and antidepressant effect of a herbal remedy in chronic moderate stress. *Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy*, 2018, vol. 16, no. 2, pp. 69-73. (in Russ.)
9. Toropova A.A., Muruev B.A., Razuvaeva Ya.G., Nikolaeva I.G., Mondodoev A.G. Antioxidant activity of an adaptogenic herbal remedy in in vitro

model systems. *Yakut Medical Journal*, 2019, vol. 1(65), pp. 20-23.

10. Kompantseva E.V., Kompantsev D.V., Bilyach Ya.I., Leonova V.N. Determination of phytoecdysteroid content in the drug “Sport-Active” by HPLC. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2011, vol. 13, no. 1, pp. 842-845 (in Russ.)
11. Bilyach Ya.I., Kompantseva E.V., Kompantsev D.V., Kuznetsova L.S., Khaliullin F.A. Development of technology and qualitative analysis of the drug “Sport-Active”. *Bashkir Chemical Journal*, 2009, vol. 16, no. 3, pp. 166-170. (in Russ.)
12. Kompantseva E.V., Kompantsev D.V., Bilyach Ya.I., Leonova V.N. Determination of potassium orotate content in the drug “Sport-Active”. *Issues of biological, medical and pharmaceutical chemistry*, 2013, no. 1, pp. 19-23. (in Russ.)
13. Kompantsev V.A., Bilyach Ya.I., Kompantsev D.V., Shcherbakova L.I., Oganova M.A. Study of the pharmacological activity of the drug “Energodarin”. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2010, vol. 12, no. 1, pp. 2055-2057. (in Russ.)
14. Alekseeva E.A., Shantanova L.N., Nikolaev S.M. Adaptogenic action of the complex herbal remedy “Kardekaim”. *Bulletin of the Buryat State University*, 2010, no. 12, pp. 29-64. (in Russ.)
15. Shantanova L.N., Alekseeva E.A., Osadchuk L.V. Pharmacocorrection of physical performance with the herbal remedy “Kardekaim”. *Acta Biomedica Scientifica*, 2013, vol. 2(2), pp. 167-170. (in Russ.)
16. Shantanova L.N., Bazarova N.Yu., Dashieva O.V. Stress-protective activity of the complex herbal remedy “Kardekaim” on the model of immobilization stress. *Experimental and clinical pharmacology*, 2015. Available at: <https://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/1701/1643> (accessed 31.08.2025). (in Russ.)
17. Dimitrov O.G. Pharmacotherapeutic efficacy of “Tetrafiton” in experimental stress-induced conditions: an author’s abstract. Ulan-Ude, 2019. 24 p. (in Russ.)
18. Muruev B.A. Adaptogenic properties of dry extract “Centafit”: an author’s abstract. Ulan-Ude, 2019. 24 p. (in Russ.)
19. Razuvaeva Ya.G., Toropova A.A., Nikolaeva I.G., Muruev B.A., Mondodoev A.G. Preclinical studies of the safety of an adaptogenic herbal remedy. *Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy*, 2021, vol. 19, no. 4. Available at: <https://bmppjournal.ru/sites/default/files/fulltext-pdf/25877313-2021-04-04.pdf> (accessed 31.08.2025). (in Russ.)
20. Seyfulla R.D., Potupchik T.V., Poluboyarinov P.A., Petrova E.V., Polikarpochkin A.N., Elistratov D.G., Strukov V.I. Possibilities of using the combined adaptogen “Leveton P”. *Doctor*, 2018, vol. 29, no. 10, pp. 37-43. (in Russ.)

21. Potupchik T.V., Evert L., Ivanov A. Possibilities of using biologically active supplements in athletes with high training loads. *Doctor*, 2019, vol. 30, no. 10, pp. 24-31. (in Russ.)
22. Khalikova D.A., Ankov S.V., Meshkova Yu.V., Tolstikova T.G. Anabolic activity of the plant composition of leuzea extracts and cranberry meal. *Siberian Scientific Medical Journal*, 2021, vol. 41, no. 6, pp. 45-50. DOI: 10.18699/SSMJ20210604. (in Russ.)
23. Khalikova D.A., Ankov S.V., Meshkova J.V., Tolstikova T.G. The effect of the composition of leuzea and cranberry meal extracts on testosterone level in mice. *Medical academic journal*, 2021, vol. 21, no. 4, pp. 67-72. DOI: 10.17816/MAJ90692 (in Russ.)
24. Nikolaev S.M., Nikolaeva I.G., Shantanova L.N. et al. Method for obtaining a product with antihypoxic activity: Patent RU 2669365 C1, 2018. (in Russ.)
25. Bilyach Ya.I. Is study and standardization of a drug to improve physical performance: an author's dissertation. Pyatigorsk, 2009. 153 p. (in Russ.)
26. Boldogoev V.M. Adaptogenic effect of the herbal remedy "Adaptofit-28": an author's abstract. Ulan-Ude, 2011. 22 p. (in Russ.)
27. Tulesonova A.S. Adaptogenic effect of the herbal remedy "Adapton-6": an author's dissertation. Ulan-Ude, 2011. 132 p. (in Russ.)
28. Alekseeva E.A. Molecular mechanisms of action of plant adaptogenes. *Bulletin of the Buryat State University. Medicine and Pharmacy*, 2021, no. 2, pp. 16-22. (in Russ.)
29. Nikolaev S.M., Nikolaeva I.G., Shantanova L.N. et al. Method for obtaining a product from rhizomes with roots of Leuzea, which has stress-protective and antihypoxic activity. Patent RU 2582282 C1, 2016. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ярослав Иванович Биляч – кандидат фармацевтических наук, начальник отдела аспирантуры Центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: biokron2007@gmail.com.

Валерия Николаевна Оробинская – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела планирования и организации НИР, Пятигорский институт – филиал Северо-Кавказского Федерального университета, Пятигорск; доцент кафедры Технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, e-mail: orobinskaya.val@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Yaroslav I. Bilyach – Candidate of Pharmaceutical Sciences Head of the Postgraduate Department, Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: biokron2007@gmail.com.

Valeria N. Orobinskaya – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Department of Planning and Organization of R&Ds, Pyatigorsk Institute – Branch of the North Caucasian Federal University, Pyatigorsk; Associate Professor of the Department of Technologies for Storage and Processing of Fruit, Vegetable, and Plant Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, e-mail: orobinskaya.val@yandex.ru.

Для цитирования: Биляч, Я.И. Систематический обзор исследований, опубликованных в период 2005-2025 гг., по вопросам разработки и применения российских комбинированных фитопрепаратов для повышения работоспособности / Я.И. Биляч, В.Н. Оробинская // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_6

For citation: Bilyach Ya.I., Orobinskaya V.N. Systematic review of studies published in 2005-2025 on the issues of Russian combined herbal products for improving performance. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_6

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ, ПНЕВМО- И ГИДРОТЕРАПИИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ БОКСЕРОВ И КИКБОКСЕРОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ

Ю.В. Кушнарева, Ю.В. Корягина, О.С. Збицкая, А.Е. Стародубцева

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

Аннотация. Введение. Целью настоящей работы явилась оценка влияния курса транскраниальной электростимуляции, пневмо- и гидротерапии на восстановление функционального состояния боксеров и кикбоксеров во время тренировочной деятельности в условиях среднегорья. **Методы.** В исследовании участвовал 21 спортсмен (боксеры и кикбоксеры, мужчины) в возрасте от 17 до 27 лет. На начальном и конечном этапе у спортсменов регистрировались ритмы электроэнцефалограммы, вариабельность сердечного ритма, гемодинамика, электронейромиография, проводилось психофизиологическое тестирование. **Результаты** исследования показали, что после курса процедур у боксеров и кикбоксеров оптимизировалось мозговое кровообращение, улучшились функциональное состояние центральной нервной системы, экономичность функционирования сердца, биоэлектрическая активность, мышечная координация и микроциркуляция. **Заключение.** Установлена эффективность применяемого 7-дневного курса процедур для восстановления общего функционального состояния боксеров и кикбоксеров во время тренировок в условиях среднегорья. **Ключевые слова:** транскраниальная электростимуляция, прессотерапия, подводный душ-массаж, психофункциональное состояние, биоэлектрическая активность мозга, центральная и периферическая гемодинамика, нервно-мышечный аппарат.

EFFECT OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION, PNEUMO- AND HYDROTHERAPY ON RECOVERY OF BOXERS AND KICKBOXERS IN MIDDLE ALTITUDE CONDITIONS

Yu.V. Kushnareva, Yu.V. Koryagina, O.S. Zbitskaya, A.E. Starodubtseva

North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. Introduction. The purpose of the study – to evaluate the effect of the course of transcranial electrical stimulation, pneumo- and hydrotherapy on recovery of boxers and kickboxers during training activity in middle altitude conditions. **Methods.** The study included 21 athletes (boxers and kickboxers, men), age – 17 to 27 years. At the beginning and final stage, we registered waves of electroencephalogram, heart rate variability, hemodynamics, electroneuromyography, and conducted psychophysiological tests. **The results** of the study have shown that after the course cerebral circulation has optimized, the functional state of the central nervous system and heart functioning efficiency have improved, as well as bioelectrical activity, muscle coordination and microcirculation. **Conclusion.** We have proven the effectiveness of the 7-day course of procedures for recovery of the functional state of boxers and kickboxers during training in middle altitude conditions.

Keywords: transcranial electrical stimulation, pressotherapy, underwater shower massage, psychofunctional state, bioelectrical brain activity, central and peripheral hemodynamics, neuromuscular system.

Введение. Разработка методик для восстановления общего функционального состояния организма спортсменов в период интенсивных физических нагрузок, в том числе в условиях среднегорья, где утомление развивается быстрее, чем в нормальных условиях внешней среды, остается одной из важных задач спортивной медицины.

Нейрогуморальная система играет ключевую роль в процессах утомления, поэтому в последнее время широкое применение получили методы физиотерапии, оказывающие положительное влияние на ее функционирование, в частности транскраниальная электростимуляция (ТЭС) [1-3]. В литературных источниках имеются исследования,

демонстрирующие, что применение ТЭС в условиях среднегорья способствует улучшению психофункционального состояния и работоспособности, а также повышает интенсивность восстановительных процессов спортсменов после физической нагрузки [4, 5]. Ранее уже проводились исследования, касающиеся комплексного влияния физио- и бальнеопроцедур на психофункциональное состояние и восстановительные процессы спортсменов циклических видов спорта в условиях среднегорья [6]. Однако отсутствуют исследования, касающиеся сочетанного влияния физио- и бальнеопроцедур на организм спортсменов ситуационных видов спорта.

Цель работы: оценить влияние курса ТЭС, пневмо- и гидротерапии на восстановление функционального состояния боксеров и кикбоксеров во время тренировочной деятельности в условиях среднегорья.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в Центре медико-биологических технологий Федерального государственного бюджетного учреждения Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства России в среднегорье на высоте 1240 м (гора Малое седло, г. Кисловодск) в период учебно-тренировочного сбора на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Юг Спорт» при участии 21 квалифицированного спортсмена мужского пола специализаций бокс и кикбоксинг в возрасте от 17 до 27 лет, все спортсмены – члены сборной команды Российской Федерации. В период проведения исследования спортсмены не освобождались от интенсивных тренировочных нагрузок (тренировались 2-3 раза в день).

На начальном и конечном этапах исследования проведен мониторинг, включающий анализ динамики ритмической активности мозга, вариабельности сердечного ритма (ВСР), показателей центральной и периферической гемодинамики, нервно-мышечного аппарата, психофизиологического тестирования. Биоэлектрическая активность мозга регистрировалась в состоянии покоя с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК) Нейрон-Спектр 5 («Нейрософт», г. Иваново). В исследовании приняли участие спортсмены, у которых отсутствовали ЭЭГ-

признаки пароксизмальной активности нейронов: спайки, острые волны, комплексы «быстрая волна – медленная волна».

Исследование ВСР, центральной гемодинамики и показателей насыщения крови кислородом проводилось на АПК ESTECK System Complex (LD Technology, США). Исследование гемодинамики сосудов нижних конечностей и сосудов головного мозга проводили на реографе (Реограф Валента ООО «Компания Нео», г. Санкт-Петербург) по следующим методикам: РВГ (реовазография) и РЭГ (реоэнцефалография). Стимуляционную электронейромиографию (ЭНМГ) проводили на 4-канальном АПК Нейро-МВП («Нейрософт», г. Иваново). Исследовали регистрацию моторных ответов (М-ответов) с короткого разгибателя пальцев стопы, иннервируемого п. Peroneus. Психофизиологическое тестирование проводилось на АПК «Спортивный психофизиолог» [7].

На следующем этапе исследования спортсмены были разделены на две группы. Основная группа (ОГ) включала 12 спортсменов: 7 боксеров (квалификация – 4 кандидата в мастера спорта (КМС), 1 мастер спорта (МС), 2 мастера спорта международного класса (МСМК)) и 5 кикбоксеров (квалификация – 1 КМС, 2 МС и 2 МСМК). Спортсмены ОГ получали курс восстановительных мероприятий, состоящий из ТЭС, аппаратного лимфодренажа (прессотерапии) нижних конечностей и подводного душа-массажа. Контрольная группа (КГ) включала 9 спортсменов-боксеров (квалификация – 4 КМС, 5 МС). Спортсмены КГ получали курс аппаратного лимфодренажа (прессотерапии). У всех спортсменов отсутствовали противопоказания к проведению процедур.

ТЭС проводили на аппарате «Трансаир-05» (рег. удостоверение № ФСР 2010/07062, ООО «Центр ТЭС», г. Санкт-Петербург). Аппаратный лимфодренаж (прессотерапию) нижних конечностей проводили на 12-канальном аппарате BTL – 6000 Lymphastim 12 (BTL Industries Ltd., Великобритания) в режиме «регенерация». Подводный душ-массаж проводили при помощи аппарата БЕКА hospitec UWM-100 (Beka hospitec, Германия). Использовался режим воздействия на лимфоток и мышцы – от периферии к центру.

в Статистическая обработка данных проводилась в компьютерной программе

Statistica 13.0 с использованием непараметрических критериев Вилкоксона (Wilcoxon signed-rank test). Разницу значений считали значимой при $p < 0,05$. Данные представлены в виде медиан и квартилей (Me [Q1; Q3]).

Результаты исследования и их обсуждение. Влияние курса восстановительных мероприятий (КВМ) на функциональное состояние центральной нервной системы спортсменов. Известно, что по результатам ЭЭГ можно судить как о функциональном состоянии мозга, так и о признаках переутомления и перетренированности [8]. У спортсменов высокой квалификации на ЭЭГ часто имеет место снижение альфа-активности на фоне возрастания низкочастотной бета-активности, а в некоторых случаях – тета- и дельта-активности.

Анализ параметров биоэлектрической активности спортсменов ОГ до и после КВМ не выявил достоверных изменений амплитуды альфа-ритма, представленность альфа-ритма в затылочном и теменном отведениях находилась в пределах нормы. Выявлено значимое снижение амплитуды дельта-ритма в правом средне-височном отведении (до: 7,50 [3,50; 10,9] мкВ, после: 4,50 [1,40; 13,0] мкВ ($p < 0,03$)) на фоне достоверного повышения соотношения альфа/тета в правом лобном отведении (до: 1,38 [1,14; 1,77] усл.ед., после: 1,68 [1,23; 4,70] усл.ед. ($p < 0,04$)). Вместе с тем имела тенденция к снижению амплитуд медленноволновой и быстроволновой активности практически во всех отведениях.

У спортсменов КГ статистически значимых изменений амплитуды альфа-ритма также не выявлено. Вместе с тем в правом переднелобном отведении отмечено значимое повышение амплитуды тета-ритма (до: 8,70 [2,80; 17,5] мкВ, после: 19,90 [7,20; 23,40] мкВ ($p < 0,01$)), соотношение тета/бета (до: 1,05 [0,40; 1,78] усл.ед., после: 1,97 [1,05; 2,94] усл.ед. ($p < 0,01$)), а также амплитуды тета+альфа (до: 22,40 [20,40; 24,50] мкВ, после: 24,10 [20,60; 25,50] мкВ ($p < 0,02$)) на фоне тенденции к повышению мю-ритма (до: 13,00 [12,40; 14,20] мкВ, после: 14,00 [12,90; 16,20] мкВ). Для остальных отведений в динамике не выявлено существенных изменений для исследованных значений медленноволновой и быстроволновой активности. Следовательно, КВМ способствовал улучшению функционального состояния головного мозга спортсменов.

Оптимальное функционирование мозга спортсменов-единоборцев является залогом успешно проведенного поединка. Лучшее восприятие спортсменом дистанции, положения тела и двигательных паттернов противника позволяет быстрее совершать наиболее выигрышные двигательные действия в условиях выбора, когда время на принятие решения ограничено [9]. При проведении исследования анализировалось влияние КВМ на простые и сложные сенсомоторные реакции, на психическую работоспособность, вработываемость и устойчивость (тест Шульте) спортсменов (табл. 1).

Таблица 1

Динамика психофизиологических показателей боксеров и кикбоксеров до и после курса восстановительных мероприятий в условиях среднегорья, Me [Q1; Q3]

Показатели	Основная группа (n=12)		P<	Контрольная группа (n=9)		P<
	До	После		До	После	
Время реакции на свет, мс	272,2 [252,2; 290,2]	270,6 [231,2; 293,6]	-	286,4 [268,5; 291,5]	276,0 [249,8; 298,1]	-
Время реакции на звук, мс	363,5 [332,2; 451,0]	336,9 [307,0; 386,0]	0,01	396,6 [366,5; 431,8]	383,3 [345,3; 413]	-
Время реакции выбора, мс	365,9 [323; 405,20]	353,9 [306,0; 376,6]	-	379,8 [353,4; 412,9]	378,2 [353,9; 417,8]	-
Эффективность работы, с	39,69 [33,68; 43,12]	31,86 [28,53; 34,90]	0,004	39,31 [36,83; 45,36]	36,54 [32,33; 45,68]	-
Степень вработываемости, усл.ед.	1,02 [0,87; 1,2]	0,98 [0,95; 1,09]	-	1,06 [0,97; 1,33]	0,95 [0,90; 1,16]	-
Психическая устойчивость (выносливость), усл.ед.	1,10 [0,88; 1,16]	0,98 [0,95; 1,09]	-	0,90 [0,84; 1,01]	0,95 [0,90; 1,16]	-

Анализ результатов психофизиологического тестирования показал, что у спортсменов ОГ после КВМ достоверно уменьшилось время реакции на звук, выявлена тенденция к снижению времени реакции на свет и реакции выбора. Вместе с тем выявлено значимое улучшение результата для эффективности работы в тесте Шульте на фоне тенденции к улучшению результата степени вработываемости и психической устойчивости. У спортсменов КГ статистически значимых изменений по психофизиологическим

показателям не выявлено, однако имелась тенденция к улучшению показателей простых сенсомоторных реакций и эффективности работы. Следовательно, КВМ оказал положительное влияние на психическую работоспособность и способствовал улучшению сенсомоторных реакций.

Влияние КВМ на ВСР и центральную гемодинамику спортсменов. При анализе показателей ВСР у всех спортсменов наблюдалось умеренное напряжение регуляторных систем (табл. 2).

Таблица 2

Динамика variability сердечного ритма боксеров и кикбоксеров до и после курса восстановительных мероприятий в условиях среднегорья, Ме [Q1; Q3]

Показатели	Норма	Основная группа (n=12)		Контрольная группа (n=9)	
		До	После	До	После
ЧСС, уд/мин	60-80	79,4 [70,6; 91,1]	73,7 [66,3; 84,8]	73,5 [70,0; 83,4]	81,1 [71,4; 87,5]
ИН, усл.ед.	50-200	118,6 [91,2; 167,8]	82,3 [46,9; 126,5]	102,0 [76,5; 177,5]	73,3 [63,7; 139,3]
МхDMп, мс	150-300	234,5 [171,0; 250,0]	257,5 [237,0; 331,0]	238,0 [192,0; 291,5]	273,0 [208,5; 319,0]
SDNN, мс	40-80	51,0 [43,0; 57,3]	61,3 [53,1; 81,3]	51,3 [40,2; 64,6]	56,1 [40,7; 70,4]
HF, %	22-34	29,7 [24,9; 36,1]	35,3 [31,9; 42,2]	30,7 [28,9; 36,8]	32,6 [23,8; 41,8]
LF, %	22-46	29,8 [23,8; 39,9]	31,9 [19,1; 40,0]	35,2 [27,4; 43,2]	31,9 [27,0; 38,9]
VLF, %	25-50	33,2 [24,3; 39,0]	35,5 [27,0; 38,7]	31,1 [20,1; 40,3]	33,9 [23,1; 37,0]
LF/HF, усл.ед.	0,5-2,0	1,0 [0,8; 1,5]	1,0 [0,5; 1,3]	0,9 [0,8; 1,8]	1,0 [0,8; 1,3]

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; ИН – индекс напряжения регуляторных систем; МхDMп – показатель вариационного размаха кардиоинтервалов; SDNN – среднее квадратичное отклонение кардиоинтервалов; HF – мощность высокочастотного компонента спектрального частотного анализа (дыхательные волны); LF – мощность низкочастотного компонента спектрального частотного анализа; VLF – мощность очень низкочастотного компонента спектрального частотного анализа; LF/HF – показатель вегетативного баланса.

После КВМ у спортсменов ОГ статистически значимая динамика отсутствовала, однако имелась положительная тенденция снижения значений частоты сердечных сокращений (ЧСС) и индекса напряжения (ИН). Также отмечена тенденция к росту значений среднего квадратичного отклонения кардиоинтервалов и мощности волн высокой частоты. Полученные данные позволяют сделать вывод об усилении автономной регуляции и возрастании влияния дыхания на сердечный ритм спортсменов ОГ. У спортсменов КГ также отсутствовала статистически значимая динамика по показателям ВСР.

Выявлена тенденция к росту значения ЧСС, ИН снижался.

При анализе показателей центральной гемодинамики и насыщения крови кислородом после КВМ не выявлено статистически значимых изменений у всех спортсменов. Как до, так и после КВМ у спортсменов наблюдались низкие показатели сатурации, что свидетельствует о состоянии гипоксии: ОГ – до: 95,0 [94,0; 96,0] %, после: 96,0 [95,0; 96,0] %, КГ – до: 95,0 [94,0; 97,0] %, после: 95,0 [94,5; 96,0] %. Однако у спортсменов ОГ отмечена тенденция к повышению данного показателя. После КВМ у всех спортсменов

имелась тенденция к снижению артериального диастолического давления (ОГ – до: 67,5 [56,0; 71,0] мм рт. ст., после: 65,5 [59,0; 70,0] мм рт. ст.; КГ – до: 71,0 [61,0; 72,5] мм рт. ст., после: 65,0 [64,0; 70,0] мм рт. ст.) и периферического сопротивления сосудов (ОГ – до: 1113,5 [874,4; 1215,4] дин*с/см², после: 983,9 [927,6; 1057,4] дин*с/см²; КГ – до: 1063,3 [1020,9; 1118,3] дин*с/см², после: 966,8 [869,3; 1163,0] дин*с/см². Таким образом, КВМ способствовал увеличению функциональных возможностей и экономичности функционирования сердца.

Влияние КВМ на гемодинамику сосудов головного мозга и сосудов нижних конечностей спортсменов. У боксеров и кикбоксеров проведен анализ параметров гемодинамики бассейнов сонных и позвоночных артерий. В ОГ после КВМ достоверные различия выявлены только для параметров реографического индекса в бассейне сонных артерий справа (до: 1,37 [1,08; 1,55] усл.ед.,

после: 1,24 [0,99; 1,42] усл.ед. ($p < 0,02$)) (рис.).

Имелась положительная тенденция к нормализации параметров венозного оттока как в бассейне сонных артерий (справа до: 32,5 [28,5; 46,5] %, после: 30,0 [20,5; 46,0] %; слева до: 30,0 [25,0; 42,5] %, после: 28,5 [19,5; 38,5] %), так и в бассейне позвоночных артерий (справа до: 36,5 [31,5; 43,5] %, после: 31,0 [27,5; 46,5] %; слева до: 36,0 [28,0; 55,0] %, после: 32,5 [26,0; 41,5] %). Вместе с тем в бассейне сонных артерий отмечена тенденция к нормализации параметров диастолического (справа до: 0,61 [0,53; 0,72] усл. ед., после: 0,53 [0,49; 0,69] усл.ед.; слева до: 0,62 [0,53; 0,77] усл.ед., после: 0,58 [0,50; 0,68] усл.ед.) и диастолического индексов (справа до: 0,70 [0,61; 0,76] усл.ед., после: 0,64 [0,58; 0,79] усл.ед.; слева до: 0,68 [0,63; 0,84] усл.ед., после: 0,66 [0,61; 0,69] усл.ед.), в бассейне позвоночных артерий – параметров диастолического индекса справа (до: 0,44 [0,39; 0,53] усл.ед., после: 0,51 [0,42; 0,66] усл.ед.).

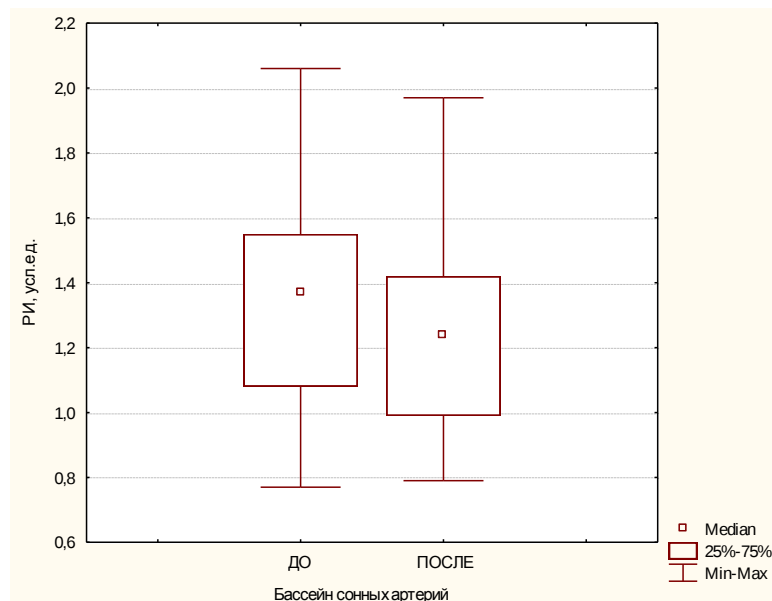


Рис. Параметры реографического индекса (РИ) в бассейне сонных артерий справа у спортсменов основной группы до и после курса восстановительных мероприятий в условиях среднегорья

У спортсменов КГ в динамике в бассейне позвоночных артерий отмечалось значимое повышение параметров времени медленного наполнения сосудов слева (до: 0,06 [0,06; 0,07] с, после: 0,12 [0,08; 0,17] с ($p < 0,02$)), модуля упругости (слева до: 12,0 [11,0; 15,0] %, после: 24,0 [18,0; 27,0] % ($p < 0,01$), справа до: 12,0 [12,0; 13,0] %, после: 15,0 [13,0; 19,0] % ($p < 0,03$)). В результате применение КВМ способствовало нормализации тонуса церебральных артерий и улучшению оттока крови

из артерий в вены, что указывает на улучшение кровоснабжения мозга.

При анализе параметров гемодинамики сосудов нижних конечностей у спортсменов ОГ после КВМ не выявлено достоверных различий. Однако отмечалось повышение (выше нормативных значений) параметров реографического индекса и венозного оттока в сегменте «стопа» в правой конечности, а также в сегменте «голень» в правой и левой конечности. Вместе с тем отмечено снижение

коэффициента асимметрии между правой и левой конечностями в сегменте «голень». Увеличение кровенаполнения в исследуемых сегментах может объясняться улучшением микроциркуляции в тканях после КВМ.

Анализ параметров периферической гемодинамики у спортсменов КГ выявил достоверно значимое снижение параметров реографического индекса в сегменте «стопа» в правой конечности (до: 1,55 [1,28; 2,04] усл.ед., после: 1,18 [0,90; 1,25] усл.ед. ($p<0,02$)) на фоне повышения коэффициента асимметрии в сегменте «стопа» между правой и левой конечностями (до: 13,0 [8,0; 22,0] %, после: 28,0 [24,0; 41,0] % ($p<0,02$)). Вместе с тем отмечена тенденция к снижению венозного оттока до пределов нормативных значений в сегменте «стопа» в правой (до: 35,0 [32,0; 38,0] %, после: 17,0 [14,0; 31,0] %) и левой (до: 41,0 [23,0; 50,0] %, после: 17,0 [12,0; 29,0] %) конечностях, а также венозного оттока в сегменте «голень» в правой конечности (до: 25,0 [16,0; 41,0] %, после: 17,0 [12,0; 29,0] %). Таким образом КВМ способствовал улучшению микроциркуляции в нижних конечностях спортсменов.

Влияние КВМ на нервно-мышечный аппарат спортсменов. Данные ЭНМГ показывают, что в ОГ в правой конечности выявлено значимое повышение параметров амплитуды и площади М-ответа на фоне тенденции к снижению латентности и резидуальной латентности. В левой конечности в точке стимуляции «подколенная ямка» также выявлено значимое повышение амплитуды М-ответа. На остальные параметры КВМ не оказал существенного влияния.

У спортсменов КГ в динамике достоверно выявлено повышение параметров

длительности М-ответа в точке стимуляции «головка малоберцовой кости» слева (до: 6,0 [5,3; 6,4] мс, после: 6,3 [5,7; 7,1] мс ($p<0,03$)). Остальные параметры М-ответа в динамике существенно не изменились, имелась тенденция повышения параметров площади (до: 18,4 [17,7; 23,6] мВ×мс, после 20,5 [18,3; 26,8] мВ×мс), амплитуды (до: 5,8 [5,4; 8] мВ, после: 7,6 [5,5; 8,3] мВ) и скорость распространения возбуждения (до: 53,3 [52,6; 57,5] м/с, после: 55,0 [53,5; 56,5] м/с) М-ответа в правой конечности в точке стимуляции «подколенная ямка». Как следствие КВМ способствовал увеличению биоэлектрической активности мышц и улучшению мышечной координации.

Заключение. Применение 7-дневного курса, направленного на восстановление общего функционального состояния спортсменов в период интенсивных физических нагрузок в условиях среднегорья, с сочетанным воздействием ТЭС, аппаратного лимфодренажа (прессотерапии) нижних конечностей и подводного душа-массажа у боксеров и кикбоксеров оказало положительное влияние на мозговое кровообращение, способствовало улучшению функционального состояния центральной нервной системы, проявившееся в оптимизации ритмической активности головного мозга за счет снижения медленноволновой активности, повышении психической работоспособности, улучшении сенсомоторных реакций. Кроме того, увеличились функциональные возможности и экономичность функционирования сердца, усилилась автономная регуляция сердечного ритма. После применения курса в нижних конечностях боксеров и кикбоксеров улучшилась биоэлектрическая активность мышц, мышечная координация и микроциркуляция.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогулева, Л.Г. Влияние транскраниальной электростимуляции на функциональное состояние спортсменов, занимающихся борьбой и силовыми видами спорта : дис. ... канд. мед. наук / Людмила Геннадьевна Рогулева. – Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2015. – 146 с.
2. Stimulating performance: A scoping review on transcranial electrical stimulation effects on Olympic sports / M.A. Friehs, E. Whelan, I. Guldenpenning [et

- al.] // Psychology of Sport and Exercise. – 2022. – Vol. 59. – P. 102-130.
3. Chinzara, T.T. Transcranial direct current stimulation and sporting performance: A systematic review and meta-analysis of transcranial direct current stimulation effects on physical endurance, muscular strength and visuomotor skills / T.T. Chinzara, G. Buckingham, D.J. Harris // European Journal of Neuroscience. – 2022. – Vol. 55. – No. 2. – P. 468-486.
4. Эффекты применения транскраниальной

электростимуляции в тренировочном процессе у высококвалифицированных спортсменов различных видов спорта / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогулева, С.В. Нопин, Г.Н. Тер-Акопов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2020. – Т. 97. – № 5. – С. 70-79.

5. Применение курса транскраниальной электростимуляции для восстановления спортсменов каратистов при тренировках в условиях среднегорья / Г.Н. Тер-Акопов, Ю.В. Корягина, С.В. Нопин [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 2. – С. 259-266.

6. К вопросу разработки эффективных стратегий восстановления для спортсменов в период нахождения на учебно-тренировочных сборах на федеральных базах спортивной подготовки / Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, Л.Г. Рогулева [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2020. – Т. 4. – № 1(10). – С. 35-39.

7. 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.

8. 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.

9. Cristofori, I. Executive functions / I. Cristofori, S. Cohen-Zimmerman, J. Grafman // Handbook of clinical neurology. – 2019. – Vol. 163. – P. 197-219.

REFERENCES

1. Roguleva L.G. Effect of transcranial electrical stimulation on the functional state of athletes engaged in wrestling and strength sports: an author's dissertation. Tomsk: Siberian State Medical University, 2015. 146 p. (in Russ.)

2. Friehs M.A., Whelan E., Guldenpenning I., Krause

D., Weigelt M. Stimulating performance: A scoping review on transcranial electrical stimulation effects on Olympic sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 2022, vol. 59, pp. 102-130.

3. Chinzara T.T., Buckingham G., Harris D.J. Transcranial direct current stimulation and sporting performance: A systematic review and meta-analysis of transcranial direct current stimulation effects on physical endurance, muscular strength and visuo-motor skills. *European Journal of Neuroscience*, 2022, vol. 55, no. 2, pp. 468-486.

4. Koryagina Yu.V., Roguleva L.G., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N. Effects of application of transcranial electrical stimulation in the training process at elite athletes of various sports. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*, 2020, vol. 97, no. 5, pp. 70-79. (in Russ.)

5. Ter-Akopov G.N., Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Roguleva L.G., Ukhanova O.P. The transcranial electrical stimulation course in recovery of karatekas in conditions of training in middle altitude. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 2, pp. 259-266. (in Russ.)

6. Koryagina Yu.V., Abutalimova S.M., Roguleva L.G., Nopin S.V., Kopanov A.N. To the question of developing effective restoration strategies for athletes during stay in the camp at federal bases of sports training. *Modern Issues of Biomedicine*, 2020, vol. 4, no. 1(10), pp. 35-39. (in Russ.)

7. Koryagina Yu.V., Nopin S.V. Hardware and software complex "Sports psychophysiology". *Programmy dlya EVM. Bazy dannykh. Topologii integral'nykh mikrosistem*, 2011, no. 1, p. 308. (in Russ.)

8. Sazonova E.A. Peculiarities of bioelectrical activity of the brain of athletes in some sports. Relevant Issues of Training and Health Preservation of Athletes: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, dedicated to the 40th Anniversary of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation (Chelyabinsk, December 20th, 2013). Bykov E.V., ed. Chelyabinsk: UralSUPC, 2013. pp. 454-456. (in Russ.)

9. Cristofori I., Cohen-Zimmerman S., Grafman J. Executive functions. *Handbook of clinical neurology*, 2019, vol. 163, pp. 197-219.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Валериевна Кушнарева – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: u.v.kushnareva@skfmba.ru.

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Ольга Сергеевна Збицкая – научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: olga.zbitskaya@bk.ru.

Алла Евгеньевна Стародубцева – младший научный сотрудник медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, 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@skfmbs.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@skfmbs.ru.

Olga S. Zbitskaya – 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.

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: Влияние применения транскраниальной электростимуляции, пневмо- и гидротерапии на восстановление боксеров и кикбоксеров в условиях среднегорья / Ю.В. Кушнарева, Ю.В. Корягина, О.С. Збицкая, А.Е. Стародубцева // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_7

For citation: Kushnareva Yu.V., Koryagina Yu.V., Zbitskaya O.S., Starodubtseva A.E. Effect of transcranial electrical stimulation, pneumo- and hydrotherapy on recovery of boxers and kickboxers in middle altitude conditions. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_7

Дата публикации: 15.09.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_8
УДК 376

Publication date: 15.09.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_8
UDC 376

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ 8-17 ЛЕТ С НАРУШЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТА

Н.Л. Литosh

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

Аннотация. Введение. Процесс развития двигательных способностей обучающихся с нарушением интеллектуального развития характеризуется отставанием в показателях развития двигательных качеств от «нормы», гетерохронностью развития двигательных способностей, особенностями методики адаптивного физического воспитания, влиянием занятий на спортивную подготовку в дисциплинах спорта лиц с интеллектуальными нарушениями. **Методы.** С целью изучения возрастных особенностей развития двигательных способностей детей и подростков 8-17 лет с нарушением интеллекта применялись следующие методы: тестирование и оценка уровня развития двигательных способностей обучающихся, педагогический эксперимент, методы математической статистики. **Результаты.** Отмечена положительная возрастная динамика развития основных физических способностей детей и подростков с нарушением интеллекта. **Заключение.** Выявленные возрастные закономерности могут явиться обоснованием для разработки дополнительных общеразвивающих программ по адаптивному физическому воспитанию и программ спортивной подготовки для дисциплин адаптивного спорта согласно требованиям Федерального стандарта спорта лиц с интеллектуальными нарушениями.

Ключевые слова: обучающиеся с нарушением интеллекта, двигательные способности, физические качества, двигательные тесты, возрастные особенности, темпы прироста.

AGE-RELATED FEATURES OF THE MOTOR ABILITIES DEVELOPMENT OF 8-17-YEAR-OLD SCHOOLCHILDREN WITH INTELLECTUAL DISABILITY

N.L. Litosh

North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. Introduction. The process of developing motor abilities of students with intellectual disability is characterized by: lagging in the development of motor qualities from the “norm”; uneven development of motor abilities of children with intellectual disability; the specifics of the adaptive physical education methodology; the influence of sports for people with intellectual disability. **Methods.** To investigate age-related peculiarities of motor skill development in 8-17-year-old children with intellectual disabilities we used the following methods: testing and estimation of motor skill development of the students, pedagogical experiment, and math-and-stats methods. **Results.** We have identified positive age-related changes in the development of basic physical abilities of children and adolescents with intellectual disability. **Conclusion.** The identified age-related patterns may serve as a base for the development of additional comprehensive programs for adaptive physical education, as well as sports training programs for adaptive sports disciplines in compliance with the requirements of the Federal Standard of sport for people with intellectual disability. **Keywords:** schoolchildren with intellectual disability, motor abilities, physical qualities, motor tests, age-related features, grow rates.

Введение. Процесс многолетней физической подготовки обучающихся с нарушением интеллекта обуславливается множеством факторов, к числу которых относятся специфические особенности развития двигательных качеств. Знание и учет общих закономерностей развития двигательных способностей у обучающихся специальных (коррекционных) школ позволит педагогу дополнительного образования, тренеру-преподавателю по адаптивной физической культуре и спорту разработать контрольные

нормативы, определить должный уровень физической подготовленности занимающихся на различных этапах многолетней подготовки. Эти данные помогут оптимально осуществлять подбор средств и методов педагогического воздействия в системе спортивной подготовки по дисциплинам вида спорта для лиц с интеллектуальными нарушениями (спорт ЛИН).

Экспериментально установлено, что избирательно-направленные педагогические воздействия, сопряженные во времени с периодами ускоренного возрастного развития конкретного физического качества, сопровождаются статистически достоверным увеличением темпов прироста показателей в тестах, применяемых для его характеристики, и оценке. Отдаленный эффект указанных мер проявляется в сохранении на протяжении двухлетнего периода достигнутых преимуществ и в более высоких темпах онтогенетического развития двигательных способностей [1].

Развитие двигательных способностей обучающихся с нарушением интеллектуального развития обусловлено рядом взаимосвязанных факторов. Среди них выделяются: отставание в показателях развития двигательных качеств от «нормы» [2-5]; гетерохронность развития функциональных систем и двигательных способностей умственно отсталых детей [3-5]; влияние средовых и социальных факторов [6-7]; особенности методики адаптивного физического воспитания [8-9]; влиянием занятий на спортивную подготовку в дисциплинах спорта лиц с интеллектуальными нарушениями [9-11].

Целью исследования являлось изучение возрастных особенностей развития двигательных способностей детей и подростков с нарушением интеллекта 8-17 лет, обучающихся в условиях специальной (коррекционной) общеобразовательной организации.

Методы и организация исследования. При проведении научного исследования применялись следующие методы: тестирование и оценка уровня развития двигательных способностей обучающихся, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

С целью определения уровня развития двигательных способностей и физической подготовленности детей и подростков с

нарушением интеллекта было проведено педагогическое тестирование обучающихся 8-17 лет Государственного бюджетного образовательного учреждения «Специальная (коррекционная) школа-интернат № 11 г. Шадринска» (всего обследовано 84 человека).

При подборе тестирующих методик мы руководствовались следующими критериями: тесты должны были быть надежны, доступны по содержанию двигательных заданий для обучающихся с нарушенным интеллектом, и, особенно просты в применении на практике.

Для решения поставленной задачи нами были использованы следующие двигательные (моторные) тесты. Для изучения особенностей развития *скоростных качеств* использовано контрольное упражнение «бег на дистанцию 30 метров». Особенности развития *скоростно-силовых качеств* мы изучали с помощью тестов «количество подъемов туловища из исходного положения лежа на спине в положение сидя за 20 секунд», «прыжок в длину с места толчком двумя ногами», «бросок набивного мяча 1 кг из положения сидя двумя руками из-за головы». Определение особенностей развития *выносливости* осуществлялось с помощью теста «бег на дистанцию 300 метров» – измерялось время прохождения дистанции в секундах. Для оценки *гибкости* испытуемым был также предложен тест «наклон туловища вперед, стоя на возвышении».

Статистическая обработка результатов тестирования двигательных качеств проводилась с помощью пакетов программ Microsoft Excel, Statistica 13.0, достоверность различий полученных результатов оценивалась по t-критерию Стьюдента, нормальность распределения показателей определялась по критерию Шапиро-Уилка. Темпы прироста показателей вычислялись по формуле С. Броуди. Для каждого из исследуемых показателей рассчитывалось среднее арифметическое значение (M), среднеквадратичное отклонение (σ). Статистическая обработка результатов измерений проводилась с учетом пола и возраста (для каждой из следующих возрастных групп: 8-9, 10-11, 12-13, 14-15, 16-17 лет).

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе проведенного исследования выявлено, что в большинстве случаев средние величины изученных показателей у мальчиков

и юношей с нарушенным интеллектом заметно улучшаются. Наибольший прирост результатов зафиксирован в тесте «бросок набивного мяча» – 94%, в тестах «подъем туловища за 20 секунд», «прыжок в длину с места», «бег на 30 метров», «бег на 300 метров» прирост составлял от 30 до 45%.

Анализ возрастной динамики прироста результатов у мальчиков и юношей с нарушением интеллекта свидетельствует о неравномерном развитии показателей, характеризующих двигательные качества. Так, в тесте «бег на 300 метров», оценивающим

развитие выносливости, наибольшие темпы прироста зафиксированы в возрасте 9-10 лет. В тестах, характеризующих развитие скоростно-силовых качеств, наибольший прирост найден также в возрасте 9-10 лет, хотя в тесте «бросок набивного мяча 1 кг из-за головы» прирост результатов происходит практически равномерно во всех возрастных группах. В тесте «прыжок в длину с места» достоверно значимый ($p < 0,05$) прирост результатов зафиксирован также в возрасте 15-16 лет. Показатель выносливости имеет наибольший прирост в возрасте 9-10 и 15-16 лет.

Таблица 1

Возрастная динамика развития двигательных способностей мальчиков и юношей 8-17 лет с нарушением интеллекта, $M \pm \sigma$

Наименование теста	Возрастные группы/показатели				
	8-9 лет	10-11 лет	12-13 лет	14-15 лет	16-17 лет
Бег на 30 метров, с	7,1 $\pm$ 0,7*	6,1 $\pm$ 0,7*	5,6 $\pm$ 0,6*	5,4 $\pm$ 0,4*	5,0 $\pm$ 0,5*
Бросок набивного мяча (1 кг) сидя из-за головы двумя руками, см	200,2 $\pm$ 51,0*	273,2 $\pm$ 43,2*	357,3 $\pm$ 67,3	425,0 $\pm$ 101,9*	552,7 $\pm$ 98,4*
Подъем туловища из положения лежа, за 20 секунд, кол-во раз	9,6 $\pm$ 2,9*	12,8 $\pm$ 2,9*	14,9 $\pm$ 3,2*	12,3 $\pm$ 2,6	15,1 $\pm$ 2,4*
Прыжок в длину с места, см	118,8 $\pm$ 21,9*	146,5 $\pm$ 17,6*	161,6 $\pm$ 19,2*	171,2 $\pm$ 23,0*	200,2 $\pm$ 23,0*
Наклон вперед, стоя на возвышении, см	1,4 $\pm$ 6,0	2,7 $\pm$ 5,3	1,9 $\pm$ 7,7	3,1 $\pm$ 8,2	4,1 $\pm$ 4,9
Бег на 300 метров, с	90,6 $\pm$ 16,2*	74,5 $\pm$ 10,4*	69,2 $\pm$ 9,0*	65,4 $\pm$ 7,1*	58,8 $\pm$ 7,2*

Примечание: * – достоверность различий ($p < 0,05$).

У девочек и девушек с нарушением интеллектуального развития в большинстве тестов наблюдается постепенное улучшение показателей и затем появляется тенденция к сохранению результатов на прежнем уровне, либо к снижению их.

В развитии скоростных способностей относительно равномерный прирост результатов продолжается до 13 лет, далее наблюдается стабилизация и уменьшение средних значений изучаемого показателя.

Прирост результатов, характеризующих скоростно-силовые способности, продолжается до 15 лет, хотя в тесте «подъем туловища за 20 секунд» снижение показателей начинается в 14 лет, а в тесте «прыжок в длину с места» в возрасте 13-14 лет наблюдается лишь незначительный прирост показателей (3%).

Прирост показателей выносливости продолжается до 13 лет.

Говоря о возрастной динамике развития двигательных качеств у девочек и девушек с нарушением интеллекта, следует отметить, что наибольшие темпы прироста практически во всех тестах приходятся на возраст 11-12 лет. Исключение составляет тест «подъем туловища за 20 секунд» наибольший прирост результатов в котором зафиксирован в возрасте 9-10 лет.

Необходимо отметить, что в тесте на гибкость как у девочек, так и у мальчиков с нарушением интеллектуального развития, отмечена большая вариативность значений ($3\sigma > M$), что не позволило нам выявить какие-либо возрастные тенденции в данном тесте.

Таблица 2

Возрастная динамика развития двигательных способностей девочек и девушек 8-17 лет с нарушением интеллекта, $M \pm \sigma$

Наименование теста	Возрастные группы				
	8-9 лет	10-11 лет	12-13 лет	14-15 лет	16-17 лет
Бег на 30 метров, с	6,9±0,6*	6,6±0,8*	5,9±0,9*	5,9±0,6*	6,3±0,1*
Бросок набивного мяча (1 кг) сидя из-за головы двумя руками, см	196,3±31,3*	223,7±43,1*	331,5±70,0*	394,0±62,7*	368,3±71,4*
Подъем туловища из положения лежа, за 20 секунд, кол-во раз	7,1±3,1*	10,3±2,8*	13,5±3,9*	12,3±2,6*	11,4±1,8*
Прыжок в длину с места, см	112,6±15,8*	126,5±16,5*	153,1±20,9*	158,3±14,7*	149,8±23,8*
Наклон вперед, стоя на возвышении, см	3,5±5,4	3,3±6,5	7,1±5,4	6,5±8,0	5,9±5,5
Бег на 300 метров, с	83,2±17,4*	78,6±11,7*	70,9±12,9*	73,3±10,8*	74,8±14,5*

Примечание: * – достоверность различий ($p < 0,05$).

Заключение. Выявленные закономерности развития двигательных способностей детей и подростков 8-17 лет с нарушениями в интеллектуальном развитии могут явиться обоснованием для разработки дополнительных общеразвивающих программ в области адаптивной физической культуры и спорта и

программ спортивной подготовки для дисциплин адаптивного спорта согласно требованиям Федерального стандарта спорта лиц с интеллектуальными нарушениями и позволят более эффективно строить учебно-тренировочный процесс занимающихся с нарушением интеллекта по дисциплинам спорта ЛИН.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горская, И.Ю. Теоретические и методологические основы совершенствования базовых координационных способностей школьников с различным состоянием здоровья: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Инесса Юрьевна Горская. – Омск, 2001. – 46 с.
2. Ивинский, Д.В. Развитие двигательных качеств у умственно отсталых школьников в условиях специальной (коррекционной) школы-интерната VIII вида: автореф. дис. ... канд-та пед. наук: 13.00.04 / Дмитрий Владимирович Ивинский. – Тамбов, 2007. – 24 с.
3. Литош, Н.Л. Возрастная динамика и факторная структура двигательных способностей школьников 8-17 лет с нарушением интеллекта / Н.Л. Литош // Современные проблемы образования в области физической культуры и безопасности жизнедеятельности: материалы международной науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2021. – С. 305-309.
4. Куликова, А.Г. Развитие физических качеств у детей 11-13 лет с нарушением интеллекта / А.Г. Куликова, А.В. Соколов, Н.В. Карпова // Физическая культура и спорт в инклюзивном образовании детей и учащейся молодежи: материалы всероссийской студенческой науч.-практ. конф. – Москва, 2016. – С. 112-115.
5. Евсеева, О.Э. Совершенствование двигательных способностей у лиц с нарушением интеллекта средствами физической культуры и спорта / О.Э. Евсеева, А.А. Шелехов // Материалы итоговой науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава Национального государственного Университета физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, посвященной 120-летию Университета. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 104-105.
6. Салимов, М.И. Влияние средств физической культуры на подготовленность к социальной адаптации школьников с легкой степенью умственной отсталости: автореф. дис. ... канд-та пед. наук: 13.00.04 / Марат Ильдусович Салимов. – Екатеринбург, 2006. – 25 с.
7. Ольховая, Т.И. Адаптивная физическая культура и адаптивный спорт как основа психической стабильности детей и подростков с интеллектуальными нарушениями / Т.И. Ольховая // Дети. Общество. Будущее: сборник научных статей по материалам III Конгресса «Психическое здоровье человека XXI века». – Москва, 2020. – С. 170-171.
8. Куропаткина, Н.А. Совершенствование процесса адаптивного физического воспитания подростков с умственной отсталостью / Н.А. Куропаткина // Современные проблемы физического воспитания подрастающего поколения: перспективы и

пути решения: сборник материалов всероссийской с международным участием науч.-практ. конф. – 2017. – С. 185-189.

9. Скрыльникова, Е.Н. Особенности развития силовых способностей у детей 8-10 лет, занимающихся на уроках адаптивной физической культуры и в спортивных секциях / Е.Н. Скрыльникова // Человек в мире спорта: тезисы докладов открытой региональной межвузовской конференции молодых ученых. – Санкт-Петербург, 2009. – С. 162-163.

10. Ивинский, Д.В. Актуальность экспериментальных методик дополнительного физического воспитания учащихся специальной (коррекционной) школы VIII вида / Д.В. Ивинский // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2015. – № 2(142). – С.102-107.

11. Артеменко, Е.П. Развитие двигательных координативных способностей детей с нарушением интеллекта, занимающихся настольным теннисом / Е.П. Артеменко, Н.Л. Литош // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 4(21). DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_44.

REFERENCES

1. Gorskaya I.Yu. Theoretical and methodological basics of mastering basic coordination abilities of schoolchildren in different states of health: an author's abstract. Omsk, 2001. 46 p. (in Russ.)

2. Ivinskij D.V. Development of motor abilities in schoolchildren with intellectual disabilities in conditions of a special (correctional) type VIII private school: an author's abstract. Tambov, 2007. 24 p. (in Russ.)

3. Litosh N.L. Age-related dynamics and factor structure of motor abilities of 8-17-year-old schoolchildren with intellectual disability. Modern Issues of Education of Children and Studying Youth: materials of the International Scientific and Practical Conference. Ekaterinburg, 2021. pp. 305-309. (in Russ.)

4. Kulikova A.G., Sokolov A.V., Karpova N.V. Development of physical qualities of 11-13-year-old children with intellectual disability. Physical Culture and Sport in Inclusive Education of Children and Studying Youth: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Moscow,

2016. pp. 112-115. (in Russ.)

5. Evseeva O.E., Shelekhov A.A. Mastering motor abilities for people with intellectual disability by means of physical culture and sports. Materials of the Final Scientific and Practical Conference of the Faculty of the P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, dedicated to the 120th Anniversary of the University. Saint Petersburg, 2016. pp. 104-105. (in Russ.)

6. Salimov M.I. Effect of physical culture on fitness for social adaptation of schoolchildren with mild intellectual disability: an author's abstract. Ekaterinburg, 2006. 25 p. (in Russ.)

7. Ol'khovaya T.I. Adaptive physical culture and adaptive sport as a base for mental stability of children and adolescents with intellectual disability. Children. Society. Future: article collection based on the materials of the III Congress "Mental health of the XX century man". Moscow, 2020. pp. 170-171. (in Russ.)

8. Kuropatkina N.A. Mastering the process of adaptive physical education of adolescents with intellectual disability. Modern Issues of Physical Education of the Growing Generation: Prospects and Way to Solve: Collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. 2017. pp. 185-189. (in Russ.)

9. Skrylnikova E.N. Features of the development of strength abilities in 8-10-year-old children visiting adaptive physical education classes and sports sections. Human in a World of Sports: abstracts of the Open Regional Interuniversity Conference of young scientists. Saint Petersburg, 2009. pp. 162-163. (in Russ.)

10. Ivinskij D.V. Actuality of experimental methodics of additional physical education of students of special (correctional) school of VIII type. *Tambov University Review. Series: Humanities*, 2015, no. 2(142), pp. 102-107. (in Russ.)

11. Artemenko E.P., Litosh N.L. Development of motor coordination abilities of children with intellectual disabilities engaged in table tennis. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 4. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_44. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Нина Леонидовна Литош – кандидат педагогических наук, доцент, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКИЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: omsafk@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR:

Nina L. Litosh – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: omsafk@mail.ru.

Для цитирования: Литош, Н.Л. Возрастные особенности развития двигательных способностей обучающихся 8-17 лет с нарушением интеллекта / Н.Л. Литош // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_03_8

For citation: Litosh N.L. Age-related features of the motor abilities development of 8-17-year-old schoolchildren with intellectual disability. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 3(15). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_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