

## Функциональные резервы адаптации двигательной системы спортсменов с позиций физиолого-биомеханического подхода

Сергей Викторович Нопин\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9406-4504>  
Юлия Владиславовна Корягина\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5468-0636>

\*Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр  
Федерального медико-биологического агентства  
(Ессентуки, Ставропольский край, Россия)

**Аннотация.** Адаптация человека к физическим нагрузкам тесно взаимосвязана с проблемой функциональных резервов, т. к. проявляется через их мобилизацию. **Цель** работы – научно-экспериментальное обоснование адаптации функциональных резервов двигательной системы спортсменов к специфической деятельности с позиций физиолого-биомеханического подхода. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 704 высококвалифицированных спортсмена различных специализаций. Время реакции определялось с помощью аппаратно-программного комплекса «Спортивный психофизиолог». Анализ стабилометрических показателей выполнялся с использованием стабилометрических платформ на системе Smart BTS Motion System (BTS Bioengineering, Италия), применялся протокол теста Static Analysis. Электромиографический и биомеханический (кинематический и динамический) контроль движений также проводился на системе Smart BTS Motion System. Функциональные резервы двигательной системы исследовались в соответствии с существующими представлениями о составляющих физиологических резервов организма человека, реализуемых при спортивной деятельности, по выделяемым блокам: «Сенсорные системы» (сенсомоторные реакции, вестибулярная устойчивость), «Управление движением» (стабилография, кинематика, динамика), «Регуляция гомеостаза» и «Реализация деятельности» (нервно-мышечный аппарат). **Результаты.** Было доказано, что как однократные (в аспекте срочной адаптации – увеличение электронапряжения, оптимизация кинематики и динамики при тяжелоатлетическом рывке), так и систематические (в аспекте долговременной адаптации – улучшение времени реакции и вестибулярной устойчивости у спортсменов различных специализаций) тренировки, в которых проявляется максимум силы, мощности, скорости, влияют на активизацию соответствующих сенсорных систем, центральной нервной системы и мышечного аппарата, составляющих основу двигательной системы, способствуя повышению ее функциональных возможностей в целом.

**Ключевые слова:** адаптация двигательной системы, функциональные резервы, физиологические резервы, спортсмены, сенсомоторные реакции, вестибулярная устойчивость, биомеханика, электронейромиография

---

**Ответственный за переписку:** Сергей Викторович Нопин, адрес: 357600, Ставропольский край, г. Ессентуки, ул. Советская, д. 24; e-mail: work800@yandex.ru

*Для цитирования:* Нопин, С. В. Функциональные резервы адаптации двигательной системы спортсменов с позиций физиолого-биомеханического подхода / С. В. Нопин, Ю. В. Корягина // Журнал медико-биологических исследований. – 2024. – Т. 12, № 2. – С. 191-200. – DOI 10.37482/2687-1491-Z190.

Original article

## Functional Reserves of Motor System Adaptation in Athletes from the Standpoint of the Physiological and Biomechanical Approach

Sergey V. Nopin\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9406-4504>  
Yuliya V. Koryagina\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5468-0636>

\*North Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency  
(Essentuki, Stavropol Territory, Russia)

**Abstract.** Human adaptation to physical activity is manifested through mobilization of functional reserves. The purpose of this study was to provide a scientific and experimental substantiation of the adaptation of functional reserves of the motor system in athletes to specific sports activities from the standpoint of the physiological and biomechanical approach. **Materials and methods.** The study involved 704 elite athletes doing various sports. Reaction time was determined using the hardware and software package “Sports Psychophysicologist”. Stabilometric parameters were analysed using stabilometric platforms with the Smart BTS Motion System (BTS Bioengineering, Italy); the static analysis test protocol was applied. Electromyographic and biomechanical (kinematic and dynamic) movement control was performed using the Smart BTS Motion System as well. Functional reserves of the motor system were studied in line with the existing ideas about the components of the human body’s physiological reserves activated when doing sports. The following were evaluated: sensory systems (sensorimotor reactions, vestibular stability), movement control (stabilography, kinematics, dynamics), regulation of homeostasis, and implementation of activity (neuromuscular system). **Results.** We found that both single (in respect of urgent adaptation: an increase in voltage, optimization of kinematics and dynamics during a weightlifting snatch) and systematic (as regards long-term adaptation: improvement in reaction time and vestibular stability in athletes of various sports) training sessions involving maximum strength, power and speed contribute to the activation of the relevant sensory systems, central nervous system and muscular system, which form the basis of the motor system and increase its functionality as a whole.

**Keywords:** motor system adaptation, functional reserves, physiological reserves, athletes, sensorimotor reactions, vestibular stability, biomechanics, electroneuromyography

**For citation:** Nopin S.V., Koryagina Yu.V. Functional Reserves of Motor System Adaptation in Athletes from the Standpoint of the Physiological and Biomechanical Approach. *Journal of Medical and Biological Research*, 2024, vol. 12, no. 2, pp. 191–200. DOI: 10.37482/2687-1491-Z190

Адаптация человека к физическим нагрузкам тесно взаимосвязана с проблемой функциональных резервов (ФР) и проявляется через их мобилизацию. Специалисты выделяют два основных подхода к изучению ФР организма человека: использование прямых методов оценки

**Corresponding author:** Sergey Nopin, address: ul. Sovetskaya 24, Essentuki, 357600, Stavropol’skiy kray, Russia; e-mail: work800@yandex.ru

при воздействии различных экстремальных факторов; применение косвенных методов оценки на основании анализа состояния различных систем организма в обычных условиях и при проведении различных функциональных нагрузочных проб [1, 2]. В большинстве работ резервные возможности связываются в основном с функциями кардиореспираторной системы [3, с. 44; 4; 5] и характеристиками вегетативной регуляции [6–9].

Физиологические резервы (ФизР) наряду с биохимическими и психологическими являются частью ФР [1, 10, 11]. В рамках системы ФизР спортивной деятельности целесообразным считается выделение следующих блоков: «Сенсорные системы» (восприятие и первичная обработка пусковых и корригирующих сигналов), «Управление движением», «Регуляция гомеостаза», «Реализация деятельности» (мышечная система) [12].

Цель работы – научно-экспериментальное обоснование адаптации ФР двигательной системы человека к специфической спортивной деятельности с позиций физиолого-биомеханического подхода.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие спортсмены (как классические, так и с ограниченными возможностями здоровья) различных специализаций в возрасте от 16 до 40 лет ( $n = 704$ ), имеющие квалификацию от 1-го разряда до мастера спорта международного класса (МСМК). В контрольную группу входили мужчины и женщины, занимающиеся физической культурой. Время простой сенсомоторной реакции на свет (ВР) было проанализировано у 341 мужчины и 276 женщин; поструральная устойчивость – у 35 мужчин (легкоатлеты, единоборцы, футболисты); электрофизиологический и биомеханический анализ выполнения тяжелоатлетического рывка – у 35 мужчин и 17 женщин, специализирующихся в тяжелой атлетике.

ВР определялось с помощью аппаратно-программного комплекса «Спортивный психофизиолог» [13]. Для исследования стабильности показателей использовались платформы на системе Smart BTS Motion

System (BTS Bioengineering, Италия), применялся протокол теста Static Analysis. Электромиографический (ЭМГ) и биомеханический (кинематический и динамический) контроль движений также проводился на системе Smart BTS Motion System. В целях биомеханического и ЭМГ-анализа движений и тестовых упражнений спортсменов в дополнение к специализированному программному обеспечению BTS SMART-Clinic была разработана программа «Биомеханическая и электромиографическая экспресс-оценка тяжелоатлетического рывка» [14]. Для расчета результативности тяжелоатлетов использовался результат в рывке, умноженный на коэффициент Синклера. Таблица коэффициентов Синклера применялась с учетом весовых коэффициентов спортсменов, с шагом в 100 г.

Статистическая обработка данных производилась с помощью программы Statistica 13.0. Для характеристики показателей вычислялись медиана и квартили –  $Me (Q_1; Q_3)$ . Для сравнения и анализа данных применялись непараметрические методы: ранговый дисперсионный анализ Краскела–Уоллиса, критерий Ньюмена–Кейлса для межгрупповых сравнений,  $U$ -критерий Манна–Уитни, критерий Уилкоксона. Для оценки взаимосвязей использовался корреляционный анализ Спирмена. Критический уровень значимости ( $p$ ) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05. Количество различий определялось по критерию Данна ( $p < 0,05$ ).

**Результаты.** Функциональная двигательная система (ДС) человека рассматривалась с опорой на представления П.К. Анохина [15] и понималась как объединение различных органов и систем организма для обеспечения его двигательной функции. ДС реализует свои функции в виде сенсомоторных реакций, отдельных поз и двигательных актов, сложных спортивных движений. Адаптация ДС анализировалась через мобилизацию ФизР в блоках «Сенсорные системы», «Управление движением» и «Реализация деятельности» (мышечная система).

В ходе исследования блока «Сенсорные системы» было изучено ВР у спортсменов разных специализаций (табл. 1). Выявлено, что ВР ( $p < 0,05$ ) различалось в зависимости от вида спорта.

Таблица 1

Сравнение простой сенсомоторной реакции мужчин и женщин, специализирующихся в различных видах спорта  
Comparison of the simple sensorimotor reaction in men and women specializing in different sports

Вид спорта	Время реакции, $Me (Q_1; Q_3)$ , с	
	Мужчины	Женщины
Контрольная группа (м = 17, ж = 34)	0,266 (0,248; 0,272)	0,264 (0,256; 0,266)
Плавание (м = 6, ж = 6)	0,220 (0,198; 0,230)	0,287 (0,260; 0,292)
Карате (м = 17, ж = 18)	0,221 (0,212; 0,241)	0,218 (0,210; 0,246)
Лыжные гонки (м = 13, ж = 6)	0,233 (0,228; 0,241)	0,247 (0,223; 0,328)
Шорт-трек (м = 7)	0,233 (0,198; 0,237)	–
Легкая атлетика (бег на короткие и средние дистанции) (м = 6, ж = 12)	0,233 (0,220; 0,260)	0,253 (0,229; 0,278)
Художественная гимнастика (ж = 36)	–	0,272 (0,258; 0,290)
Хоккей (м = 18)	0,240 (0,223; 0,272)	–
Футбол (м = 10)	0,238 (0,218; 0,288)	–
Триатлон (м = 5, ж = 6)	0,256 (0,251; 0,265)	0,260 (0,232; 0,274)
Бокс (м = 25, ж = 41)	0,251 (0,235; 0,276)	0,266 (0,249; 0,289)
Гиревой спорт (м = 9)	0,244 (0,220; 0,276)	–
Стендовая стрельба (м = 25, ж = 24)	0,268 (0,245; 0,280)	0,258 (0,250; 0,290)
Стрельба из арбалета (м = 6, ж = 7)	0,261 (0,245; 0,285)	0,252 (0,239; 0,291)
Греко-римская борьба (м = 33)	0,262 (0,242; 0,284)	–
Бадминтон (м = 6, ж = 8)	0,268 (0,264; 0,276)	0,279 (0,249; 0,319)
Кикбоксинг (м = 22, ж = 14)	0,266 (0,258; 0,277)	0,273 (0,262; 0,285)
Пауэрлифтинг (м = 17)	0,263 (0,240; 0,285)	–
Пулевая стрельба (м = 34, ж = 22)	0,267 (0,256; 0,281)	0,276 (0,260; 0,284)
Керлинг на колясках (м = 9)	0,268 (0,256; 0,284)	–
Настольный теннис (м = 13)	0,269 (0,265; 0,287)	–
Гребля на байдарках и каноэ (м = 8)	0,284 (0,259; 0,308)	–
Паратхэквондо (м = 9)	0,292 (0,255; 0,303)	–
Керлинг (м = 5, ж = 10)	0,274 (0,272; 0,279)	0,283 (0,257; 0,314)
Сумо (м = 10, ж = 7)	0,283 (0,272; 0,311)	0,278 (0,271; 0,299)
Спортивное ориентирование (спорт глухих) (м = 5)	0,301 (0,287; 0,327)	–
Тяжелая атлетика (м = 6, ж = 11)	0,310 (0,280; 0,330)	0,258 (0,234; 0,274)
Футбол (спорт глухих) (ж = 14)	–	0,339 (0,287; 0,379)

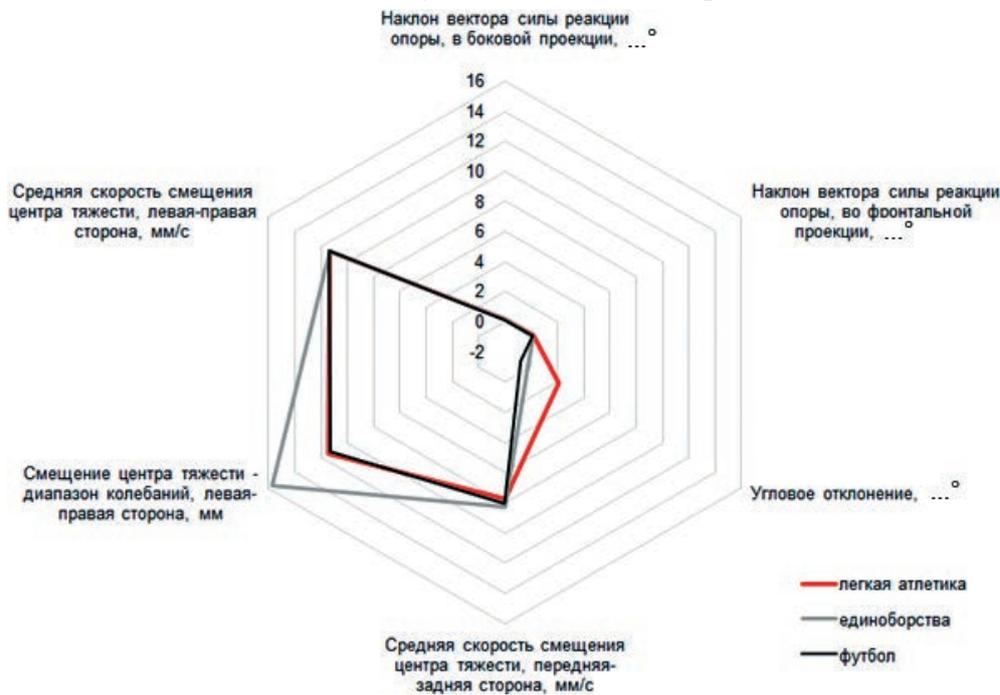
*Примечание.* Обозначения (здесь и далее): м – мужчины, ж – женщины. Значимость различий рассчитана по критерию Краскела–Уоллиса: различия между всеми группами по видам спорта достоверны как у мужчин, так и у женщин ( $p < 0,01$ ). Количество различий определено по критерию Данна ( $p < 0,05$ ): мужчины – 16, женщины – 13.

Среди мужчин лучшие значения (наименьшие) показали пловцы, каратисты, лыжники-гонщики, конькобежцы (шорт-трек), легкоатлеты (бег на короткие и средние дистанции), т. е. в основном представители стандартных циклических видов спорта. Среди женщин лучшие значения ВР продемонстрировали каратистки, легкоатлетки (бег на короткие и средние дистанции), гимнастки, лыжницы-гонщицы и тяжелоатлетки. Следовательно, по ВР у женщин выявлено такое же распределение, как и у мужчин, исключение составили женщины-тяжелоатлетки.

Стабилометрическая устойчивость (способность поддерживать позу) исследовалась в качестве показателя ФизР как блока «Сенсорные системы», так и блока «Управление движением». Анализ установил, что статокINETические характеристики обследуемых определяются спецификой и динамикой двигательных действий в избранном виде спорта. Лучшие показатели статокINETической устойчивости

отмечаются у легкоатлетов, большие смещения центра тяжести – у единоборцев, а показатели углового отклонения – у футболистов (см. рисунок).

Исследование кинематических и динамических показателей (блок «Управление движением») при выполнении максимального силового упражнения (тяжелоатлетический рывок) выявило взаимосвязи данных показателей с результативностью спортсменов по коэффициенту Синклера. У женщин-тяжелоатлетов установлены значимые корреляции результативности с силовыми показателями: вертикальной составляющей усилия на опору правой ногой в граничный момент между фазами движения ( $r = 0,55-0,81, p < 0,05$ ), максимальным ( $r = 0,51-0,71, p < 0,05$ ) и средним ( $r = 0,51-0,75, p < 0,05$ ) значениями вертикальной составляющей усилия на опору, коэффициентом функциональной асимметрии средних значений вертикальной составляющей усилий



Показатели статокINETической устойчивости у легкоатлетов, единоборцев и футболистов мужского пола

Statokinetic stability parameters in male track-and-field athletes, combat athletes and football players

правой/левой ногой на опору ( $r = 0,64, p < 0,05$ ), минимальным значением вертикальной составляющей усилия на опору в фазах тяги и подрыва ( $r = 0,51-0,84, p < 0,05$ ). Выявлены значимые корреляции результативности с максимальной скоростью увеличения вертикальной составляющей усилия на опору в конце тяги и в начале подрыва ( $r = 0,51-0,84, p < 0,05$ ), а также с показателями кинематики: амплитудой сгибания правого тазобедренного сустава в начале подрыва, углом в коленном суставе в граничный момент между фазами тяги и начала подрыва ( $r = 0,51-0,72, p < 0,05$ ) и др. Показатели мужчин-тяжелоатлетов имели подобные взаимосвязи.

Адаптация и повышение возможностей ФизР блока «Реализация деятельности» (мышечная система) проявляются в увеличении функциональных возможностей нервно-мышечного аппарата спортсменов по данным электромиограммы (ЭМГ). Анализ поверхностной ЭМГ в состоянии относительного покоя (перед упражнением, принятие позы) и в каждую фазу тяже-

лоатлетического рывка, а также расчет коэффициентов увеличения исследуемых параметров показали (табл. 2), что наибольшее увеличение амплитуд ЭМГ (медианных значений) для трапециевидной мышцы у женщин-тяжелоатлетов наблюдается в фазе подседа 3.2 (до 36 раз), для латеральной широкой мышцы бедра в фазе подрыва 2.1 зафиксировано увеличение амплитуд ЭМГ в 8,34 раза, для двуглавой мышцы бедра в фазе подрыва 2.1 – в 8,56 раза, для икроножной мышцы в фазе подрыва 2.1 – до 10,97 раза.

В различных фазах выполнения тяжелоатлетического рывка у высококвалифицированных женщин-тяжелоатлетов наблюдалось меньшее увеличение коэффициентов частотных характеристик ЭМГ в сравнении с амплитудными. В основном росла пиковая и медианная частота ЭМГ трапециевидной мышцы в фазах подрыва 2.2, подседа 3.1 и 3.2 (максимально – в 2,06 раза). Для других мышц выраженного роста частотных характеристик практически не наблюдалось.

Таблица 2

**Динамика относительных коэффициентов роста амплитуд ЭМГ (медианных значений) при выполнении тяжелоатлетического рывка у высококвалифицированных женщин-тяжелоатлетов ( $n = 13$ )**  
**Dynamics of relative growth rates of electromyographic amplitudes (median values) in elite female weightlifters ( $n = 13$ ) during a weightlifting snatch**

Мышца	Коэффициент роста амплитуды ЭМГ (средней/максимальной) в фазе						
	Тяга 1.1	Тяга 1.2	Подрыв 2.1	Подрыв 2.2	Подсед 3.1	Подсед 3.2	Вставание 4
Левая трапециевидная	3,99/4,90	<b>12,07/7,25</b>	13,44/7,18	13,51/6,59	18,83/14,03	33,19/16,89	21,12/18,14
Правая трапециевидная	4,31/ <b>5,50</b>	11,60/8,55	<b>17,02/10,13</b>	<b>16,96/9,63</b>	<b>23,55/15,71</b>	<b>35,68/21,61</b>	24,43/ <b>27,55</b>
Левая латеральная широкая бедра	2,64/3,55	5,53/4,52	8,34/5,96	3,51/4,50	4,36/7,86	3,79/4,97	5,16/5,33
Правая латеральная широкая бедра	2,38/3,22	4,97/4,23	6,74/5,02	4,15/4,34	4,13/6,19	4,26/4,32	5,06/6,23
Левая двуглавая бедра	2,41/3,00	5,41/5,25	8,56/5,76	4,26/5,15	3,39/5,84	3,74/4,65	4,09/4,21
Правая двуглавая бедра	1,94/2,46	5,84/4,13	7,96/5,64	5,59/5,25	5,04/4,93	3,69/3,61	3,87/4,27
Левая икроножная	1,34/1,49	3,63/3,44	10,76/5,42	6,50/5,22	2,09/2,84	2,09/3,58	1,69/2,30
Правая икроножная	1,59/2,23	4,19/3,45	10,97/6,92	8,02/7,10	3,13/4,31	2,16/2,81	2,51/3,33

*Примечание:* Место измерения амплитуд ЭМГ: двуглавая мышца бедра – средняя часть длинной головки, икроножная мышца – средняя часть латеральной головки. В каждой фазе (столбце) полужирным начертанием выделены максимальные значения коэффициентов роста амплитуд.

Анализ коэффициентов увеличения амплитуд ЭМГ мышц (медианных значений) в разных фазах выполнения рывка у мужчин-тяжелотлетов показал, что для трапецевидной мышцы максимальное увеличение наблюдается в фазе подседа 3.2 (в 53 раза); для латеральной широкой мышцы бедра – в фазе подседа 3.1 (в 10,5 раза); для двуглавой мышцы бедра – в фазах тяги 1.2 (в 11 раз), подрыва 2.1 (в 16 раз) и 2.2 (в 10 раз); для икроножной мышцы – в фазах подрыва 2.1 (в 22 раза) и 2.2 (в 11 раз). Как у мужчин, так и у женщин средние амплитуды ЭМГ росли в большей степени, чем максимальные. В различных фазах выполнения тяжелоатлетического рывка у мужчин также наблюдалась меньшая степень увеличения коэффициентов частотных характеристик ЭМГ по сравнению с амплитудными. В основном повышались пиковая и медианная частота ЭМГ трапецевидной мышцы в фазах подрыва 2.1, 2.2, подседа 3.1, 3.2 и вставания 4 (максимально – в 2,42 раза). У латеральной широкой мышцы бедра росла пиковая частота в фазе подрыва 2.1 в 1,37 раза. У двуглавой мышцы бедра увеличивались амплитуды

ЭМГ: средняя и пиковая в фазах тяги 1.2, подрыва 2.1 и 2.2 (до 1,44 раза), а у икроножной мышцы – пиковая и медианная частоты в фазах подрыва 2.1 и 2.2 (до 2,36 раза).

**Обсуждение.** Исследование адаптации ДС человека к специфической спортивной деятельности с позиций физиолого-биомеханического подхода показало особенности реализации таких блоков ФизР, как «Сенсорные системы», «Управление движением» и «Реализация деятельности» (мышечная система), в процессе мышечной деятельности. Проявления адаптации и повышение показателей блока «Сенсорные системы» отражаются во ВР и в стабилметрических показателях, свидетельствуя об увеличении функциональных возможностей зрительной и вестибулярной сенсорных систем.

Рассматривая полученные данные ВР в аспекте физиологической классификации спортивных упражнений, учитывающей структуру движений спортсменов и проявляемое физическое качество, можно выделить уровни ВР, представленные в *табл. 3*. Данная таблица разработана на основе схемы классификации, которая была запатентована как промышленный образец [16].

Таблица 3

**Классификация видов спорта по уровням простой сенсомоторной реакции**  
**Classification of sports according to the levels of simple sensorimotor reaction**

Структура движений	Проявляемое качество	Виды спорта	Уровень
Стандартные циклические	Выносливость, быстрота	Плавание (м), лыжные гонки (м, ж), шорт-трек (м), легкая атлетика (м, ж), триатлон (м, ж)	1
	Сила	Гиревой спорт (м), гребля на байдарках и каноэ (м)	2
Стандартные ациклические	Точность	Стеновая стрельба (м, ж), пулевая стрельба (м, ж), стрельба из арбалета (м, ж)	2
	Скоростно-силовые качества	Художественная гимнастика (ж), тяжелая атлетика (ж)	2
	Сила	Пауэрлифтинг (м), тяжелая атлетика (м)	3
Ситуационные (нестандартные)	Скоростные качества	Карате (м, ж)	1
	Точность	Керлинг (м, ж)	2
	Скоростно-силовые качества	Хоккей, футбол, бокс (м, ж), бадминтон (м, ж), кикбоксинг (м, ж), борьба (м), настольный теннис (м), сумо (ж)	2
	Сила	Сумо (м)	3

*Примечание.* Уровню 1 соответствуют минимальные значения времени простой сенсомоторной реакции, уровню 2 – средние, уровню 3 – максимальные.

Результаты тестов на стабилметрическую устойчивость характеризуют особенности адаптации вестибулярной сенсорной системы к специфической спортивной деятельности и частично функции ФизР блока «Управление движением». Из них можно сделать вывод, что легкоатлеты лучше адаптированы к сохранению устойчивости тела в стандартной внешней среде; футболисты – в более изменяющейся; внешняя среда единоборцев на борцовском ковре не ограничивается позой «Стояние на двух ногах», с опорой могут контактировать и другие части тела, поэтому смещения центра тяжести наиболее существенны.

Адаптация и повышение ФизР блока «Управление движением» проявляются также в улучшении кинематических и динамических параметров двигательных действий при выполнении тяжелоатлетических упражнений спортсменами высокой квалификации. Исследование показало, что результативность тяжелоатлетов определяется более эффективной техникой двигательных действий. В тяжелоатлетическом рывке результативность в большей степени связана с вертикальной составляющей усилия в тяге и подрыве, скоростью увеличения вертикальной составляющей усилия на опору в заключительной части тяги и во время вставания после подседа, динамикой сгибания тазобедренного и коленного суставов в фазах тяги и подрыва, а также динамикой сгибания голеностопного суставов между подседом и вставанием.

ФизР в блоке «Реализация деятельности» (мышечная система) наглядно проявляются как увеличение электрофизиологической активности мышц при выполнении максимального силового упражнения. При осуществлении тяжелоатлетического рывка у спортсменов наблюдается многократное усиление электронапряжения работающих мышц, в отдельных случаях до 53 раз. В большей степени увеличивается электроактивность трапециевидной мышцы. Электроактивность всех мышц у мужчин повышается сильнее, чем у женщин. При выполнении упражнений в основном растет средняя амплитуда ЭМГ, частотные характеристики (доминирующая (пиковая) частота) изменяются не более чем в 2,4 раза.

Таким образом, были исследованы физиологические, кинематические и динамические параметры высококвалифицированных спортсменов, в т. ч. при выполнении спортивного движения (тяжелоатлетический рывок), способствующие проявлению максимальных функциональных возможностей, а следовательно, и увеличению ФизР организма. Как однократное (в аспекте срочной адаптации), так и систематическое (в аспекте долговременной адаптации) выполнение упражнений, в которых проявляется максимум функциональных возможностей, силы, мощности, скорости, способствует активизации соответствующих сенсорных систем, центральной нервной системы и мышечного аппарата, составляющих основу ДС, приводя к повышению ее функциональных возможностей в целом.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

## Список литературы

1. Курзанов А.Н., Заболотских Н.В., Ковалев Д.В. Функциональные резервы организма: моногр. М.: Изд. дом Акад. естествознания, 2016. 95 с.
2. Бобровницкий И.П. Методологические аспекты разработки и внедрения новых технологий оценки и коррекции функциональных резервов в сфере восстановительной медицины // Курорт. ведомости 2007. № 3(42). С. 8–10.

3. Патент № 2240035 С2 Российская Федерация, МПК А61В 5/0452 (2006.01), А61В 5/0205 (2006.01). Способ определения функциональных резервов регуляции кардиореспираторной системы человека: № 2002133682/14: заявл. 16.12.2002: опубл. 20.11.2004 / Баевский Р.М., Баранов В.М., Берсенев Е.Ю., Фунтова И.И., Семенов Ю.Н., Григорьев А.И., Прилуцкий Д.А. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2240035C2\\_20041120](https://yandex.ru/patents/doc/RU2240035C2_20041120) (дата обращения: 26.03.2024).

4. Абуталимова С.М., Кушнарёва Ю.В., Абрамцова А.В., Попов А.Н. Особенности функционального состояния систем вегетативного обеспечения мышечной деятельности у высококвалифицированных спортсменов различных по направленности видов спорта в среднегорье // Рос. журн. спортив. науки: медицина, физиология, тренировка. 2022. Т. 1. № 2(2). [https://doi.org/10.51871/2782-6570\\_2022\\_01\\_02\\_3](https://doi.org/10.51871/2782-6570_2022_01_02_3)

5. Yoshioka M., Tagawa K., Tochigi Y., Sato T., Park J., Momma R., Choi Y., Sugawara J., Maeda S. Central Blood Pressure in Young Kendo Athletes: Implications of Combined Anaerobic and Strength Training // Artery Res. 2021. Vol. 27, № 2. P. 87–92. <https://doi.org/10.2991/artres.k.201225.001>

6. Zhang Y., Fan X., Qi L., Xu L., Du C. Comparison of Central Hemodynamic Parameters for Young Basketball Athletes and Control Group // Acta Cardiol. 2018. Vol. 73, № 6. P. 558–564. <https://doi.org/10.1080/00015385.2017.1421123>

7. Корягина Ю.В., Нопин С.В., Абуталимова С.М., Тер-Акопов Г.Н. Вегетативная регуляция сердечного ритма высококвалифицированных лыжников-гонщиков в условиях тренировки в среднегорье // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. 2021. Т. 98, № 3-2. С. 98. <https://doi.org/10.17116/kurort20219803221>

8. Biswas S. A Study on Resting Heart Rate and Heart Rate Variability of Athletes, Non-Athletes and Cricketers // Am. J. Sports Sci. 2020. Vol. 8, № 4. P. 95–98. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ajss.20200804.13>

9. Granero-Gallegos A., González-Quílez A., Plews D., Carrasco-Poyatos M. HRV-Based Training for Improving VO<sub>2max</sub> in Endurance Athletes. A Systematic Review with Meta-Analysis // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2020. Vol. 17, № 21. Art. № 7999. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217999>

10. Мозжухин А.С., Давиденко Д.Н. Роль системы физиологических резервов спортсмена в его адаптации к физическим нагрузкам // Физиологические проблемы адаптации: тез. IV Всесоюз. симпоз. по физиол. проблемам адаптации (Таллин, 22–24 мая 1984 г.) / [Редкол.: А. А. Виру (отв. ред.) и др.]. Тарту: ТГУ, 1984. С. 84–87.

11. Ванюшин Ю.С., Федоров Н.А., Борисевич С.А. Значение физиологических показателей для выявления функциональных резервов организма // Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта. 2021. Т. 16, № 4. С. 131–136.

12. Давиденко Д.Н. Проблема резервов адаптации организма спортсмена // Уч. зап. ун-та им. П.Ф. Лесгафта. 2005. № 18. С. 15–24.

13. Свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2010617789 Российской Федерации. Аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог»: № 2010615935: заявл. 24.09.2010 / Корягина Ю.В., Нопин С.В. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=uxgkpf> (дата обращения: 26.03.2024).

14. Свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2020660142 Российской Федерации. Биомеханическая и электромиографическая экспресс-оценка тяжелоатлетического рывка: № 2020619210: заявл. 20.08.2020 / Нопин С.В., Корягина Ю.В., Тер-Акопов Г.Н. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43965959> (дата обращения: 26.03.2024).

15. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем: избр. тр. / под общ. ред. К.В. Судакова. М.: Медицина, 1998. 397 с.

16. Патент № 136767 Российская Федерация, МКПО 19-07. Схема «Классификация видов спорта по нейродинамическим параметрам времени простой сенсомоторной реакции спортсменов»: № 2022505780: заявл. 27.12.2022: опубл. 23.05.2023 / Нопин С.В., Корягина Ю.В., Тер-Акопов Г.Н. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54052356> (дата обращения: 26.03.2024).

## References

1. Kurzanov A.N., Zabolotskikh N.V., Kovalev D.V. *Funktsional'nye rezervy organizma* [Body's Functional Reserves]. Moscow, 2016. 95 p.

2. Bobrovnikitskiy I.P. Metodologicheskie aspekty razrabotki i vnedreniya novykh tekhnologiy otsenki i korrektsii funktsional'nykh rezervov v sfere vosstanovitel'noy meditsiny [Methodological Aspects of the Development and Implementation of New Technologies for Assessing and Correcting Functional Reserves in the Field of Rehabilitation Medicine]. *Kurortnye ведомosti*, 2007, no. 3, pp. 8–10.

3. Baevskij R.M., Baranov V.M., Bersenev E.Ju., Funtova I.I., Semenov Ju.N., Grigor'ev A.I., Prilutskij D.A. *Method for Predicting Functional Reserves in Regulating Human Cardiorespiratory System*. Patent RU2240035C2, 2004. Available at: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2240035C2\\_20041120](https://yandex.ru/patents/doc/RU2240035C2_20041120) (accessed: 26 March 2024) (in Russ.).
4. Abutalimova S.M., Kushnareva Yu.V., Abramtsova A.V., Popov A.N. Features of the Functional State of the Vegetative Muscular Activity Support Systems in Elite Athletes of Various Sports in the Middle Altitude. *Russ. J. Sports Sci. Med. Physiol. Train.*, 2022, vol. 1, no. 2 (in Russ.). [https://doi.org/10.51871/2782-6570\\_2022\\_01\\_02\\_3](https://doi.org/10.51871/2782-6570_2022_01_02_3)
5. Yoshioka M., Tagawa K., Tochigi Y., Sato T., Park J., Momma R., Choi Y., Sugawara J., Maeda S. Central Blood Pressure in Young Kendo Athletes: Implications of Combined Anaerobic and Strength Training. *Artery Res.*, 2021, vol. 27, no. 2, pp. 87–92. <https://doi.org/10.2991/artres.k.201225.001>
6. Zhang Y., Fan X., Qi L., Xu L., Du C. Comparison of Central Hemodynamic Parameters for Young Basketball Athletes and Control Group. *Acta Cardiol.*, 2018, vol. 73, no. 6, pp. 558–564. <https://doi.org/10.1080/00015385.2017.1421123>
7. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Abutalimova S.M., Ter-Akopov G.N. Vegetativnaya regulyatsiya serdechnogo ritma vysokokvalifitsirovannykh lyzhnikov-gonshchikov v usloviyakh trenirovki v srednegor'ye [Autonomic Regulation of Heart Rate in Elite Cross-Country Skiers During Training in Middle Altitudes]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*, 2021, vol. 98, no. 3-2, p. 98. <https://doi.org/10.17116/kurort20219803221>
8. Biswas S. A Study on Resting Heart Rate and Heart Rate Variability of Athletes, Non-Athletes and Cricketers. *Am. J. Sports Sci.*, 2020, vol. 8, no. 4, pp. 95–98. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ajss.20200804.13>
9. Granero-Gallegos A., González-Quílez A., Plews D., Carrasco-Poyatos M. HRV-Based Training for Improving  $VO_{2max}$  in Endurance Athletes. A Systematic Review with Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020, vol. 17, no. 21. Art. no. 7999. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217999>
10. Mozzhukhin A.S., Davidenko D.N. Rol' sistemy fiziologicheskikh rezervov sportsmena v ego adaptatsii k fizicheskim nagruzkam [The Role of the Physiological Reserve System in the Athlete's Adaptation to Physical Activity]. Viru A.A. (ed.). *Fiziologicheskie problemy adaptatsii* [Physiological Aspects of Adaptation]. Tartu, 1984, pp. 84–87.
11. Vanyushin Yu.S., Fedorov N.A., Borisevich S.A. Znachenie fiziologicheskikh pokazateley dlya vyyavleniya funktsional'nykh rezervov organizma [The Importance of Physiological Indices for the Functional Reserves of the Organism Revelation]. *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta*, 2021, vol. 16, no. 4, pp. 131–136.
12. Davidenko D.N. Problema rezervov adaptatsii organizma sportsmena [Adaptation Reserves of the Athlete's Body]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, 2005, no. 18, pp. 15–24.
13. *Hardware and Software Package "Sports Psychophysiologicalist"*. Registration Certificate RF no. 2010617789, 2010. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=uxgkpf> (accessed: 26 March 2024) (in Russ.).
14. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. *Biomechanical and Electromyographic Rapid Assessment of the Weightlifting Snatch*. Registration Certificate RF no. 2020660142, 2020. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43965959> (accessed: 26 March 2024) (in Russ.).
15. Anokhin P.K. *Kibernetika funktsional'nykh sistem* [Cybernetics of Functional Systems]. Moscow, 1998. 397 p.
16. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. *Diagram "Classification of Sports According to the Neurodynamic Parameters of the Simple Sensorimotor Reaction Time in Athletes"*. Patent no. RU136767S, 2023. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54052356> (accessed: 26 March 2024) (in Russ.).

Поступила в редакцию 13.06.2023 / Одобрена после рецензирования 10.01.2024 / Принята к публикации 25.01.2024.  
Submitted 13 June 2023 / Approved after reviewing 10 January 2024 / Accepted for publication 25 January 2024.