Дата публикации: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_13
УДК 612.7;612.8;796.4;796.8;796.9

Publication date: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_13
UDC 612.7;612.8;796.4;796.8;796.9

МОДЕЛЬ КОНЦЕПЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

Аннотация. Цель работы: разработка и научное обоснование модели концепции функционирования двигательной системы (ДС) человека при спортивной деятельности. На базе Центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России были проведены комплексные теоретические и экспериментальные исследования ДС спортсменов. Разработанная нами концепция функционирования ДС человека при спортивной деятельности раскрывает составляющие элементы данной системы, а также принципы их организации и взаимосодействия для обеспечения эффективного выполнения движений в спорте и состоит из 4-х взаимосвязанных блоков. Первый блок включает сенсорные пути и структурные элементы: корковые и подкорковые двигательные центры, реализующие движения и их регуляцию. Второй блок определяет функции структурных элементов первого блока: отдельные рефлексы по совершению непроизвольных движений и поддержанию позы; произвольные движения; сенсорные и оперантные (инструментальные) рефлексы; создание функциональных систем для реализации отдельных двигательных функций. Третий блок концепции определен реализацией функций в сложных спортивных движениях – в проявлениях двигательных способностей/качеств: силы, быстроты, ловкости в виде специализированных нейромоторных, электрофизиологических, биомеханических элементов ДС. Четвертый блок определяет результат функций ДС в спортивных движениях – максимальные и модельные характеристики функциональных резервных возможностей, взаимосвязи функциональных характеристик ДС спортсменов при спортивной деятельности.

Ключевые слова: спортсмены, двигательная система, концепция, адаптация к мышечной деятельности, функциональные системы, двигательные качества, нейромоторика, биомеханика, физиологические резервы.

THE MODEL OF THE CONCEPT OF THE HUMAN MOTOR SYSTEM FUNCTION DURING SPORTS ACTIVITY

S.V. Nopin
FSBI “North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

Abstract. The purpose of the work is to develop and scientifically substantiate the concept of the human motor system (MS) function during sports activities. Comprehensive theoretical and experimental studies of the MS of athletes were carried out in the Center for Medical and Biological Technologies of the North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency. The concept of the human MS function during sports activity that we have developed reveals the constituent elements of this system, as well as the principles of their arrangement and interaction to ensure the effective execution of movements in sports and consists of four interconnected blocks. The first one includes sensory pathways and structural elements: cortical and subcortical motor centers that implement movements and their regulation. The second block defines the functions of the first block’s structural elements: individual reflexes for making involuntary movements and maintaining posture; voluntary movements; sensory and operant (instrumental) reflexes; creation of functional systems for the implementation of individual motor functions. The third block of the concept is defined by the implementation of functions in complex sports movements – in the manifestations of motor abilities/qualities: strength, speed, agility in

the form of specialized neuromotor, electrophysiological, biomechanical elements of the MS. The fourth block defines the result of the MS functions in sports movements, i.e. the maximum and model characteristics of functional reserve capabilities, the relationship of the functional characteristics of the MS of athletes during sports activity.
Keywords: athletes, motor system, concept, adaptation to muscular activity, functional systems, motor qualities, neuromotor skills, biomechanics, physiological reserves.

Введение. В физиологической науке одной из важнейших задач является изучение особенностей и закономерностей процессов адаптации организма человека и его систем к спортивной (мышечной) деятельности [1-3]. В современной физиологии спорта, рассматривая центральные и периферические механизмы адаптации к специфической спортивной деятельности, ученые используют комплекс современных диагностических методик, позволяющих выявлять изменения как на уровне отдельных клеток и тканей, так и на уровне функциональных систем (ФС) организма спортсмена. По данным различных авторов, адаптация двигательной системы человека к спортивной деятельности проявляется в изменении сенсомоторных реакций [4-6], пластических функциональных перестройках нервно-мышечного аппарата (НМА) [7-8] и нейронных структур двигательного контроля [9-10], статокинетической устойчивости [11-13]. Проводятся исследования, характеризующие особенности суммарной электрической активности мышц спортсменов при выполнении отдельных спортивных упражнений [14-16], характер проявления и взаимодействия вегетативных функций и статокинетической устойчивости при различных позах и движениях [17].

В то же время не представлено комплексных исследований, показывающих сравнительные данные особенностей адаптации составляющих двигательных функций спортсменов (сенсомоторные реакции, темп движений, вестибулярная устойчивость, биомеханические и электромиографические характеристики). Многопараметричность и специализированность адаптационных реакций двигательной системы (ДС) в спорте актуализирует необходимость формирования целостной концепции функционирования ДС человека при спортивной деятельности.

Цель работы: разработка и научное обоснование модели концепции функционирования двигательной системы человека при спортивной деятельности.

Методы и организация исследования. Проведенное теоретическое и экспериментальное изучение системных физиологических и биомеханических закономерностей функционирования ДС человека при спортивной деятельности было основано на методологии теории ФС [18-19] и информационных свойств и саморегуляции ФС [20], на концепции уровневого построения организации движений [21], концепции управления движениями [22-23], нейромоторной организации [4, 24], нейронного контроля двигательных функций [7, 9, 25], статокинетической устойчивости [12, 17], биомеханики спортивных движений [26-29], теории адаптации к физическим нагрузкам [30] и спортивной деятельности [31-32], концепции функциональных резервов адаптации [33].

На базе Центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России были проведены комплексные исследования ДС спортсменов. Схема дизайна исследования представлена на рисунке 1. В исследовании приняли участие спортсмены различных видов спорта высокой квалификации (члены сборных и клубных команд России) в подготовительный период подготовки.

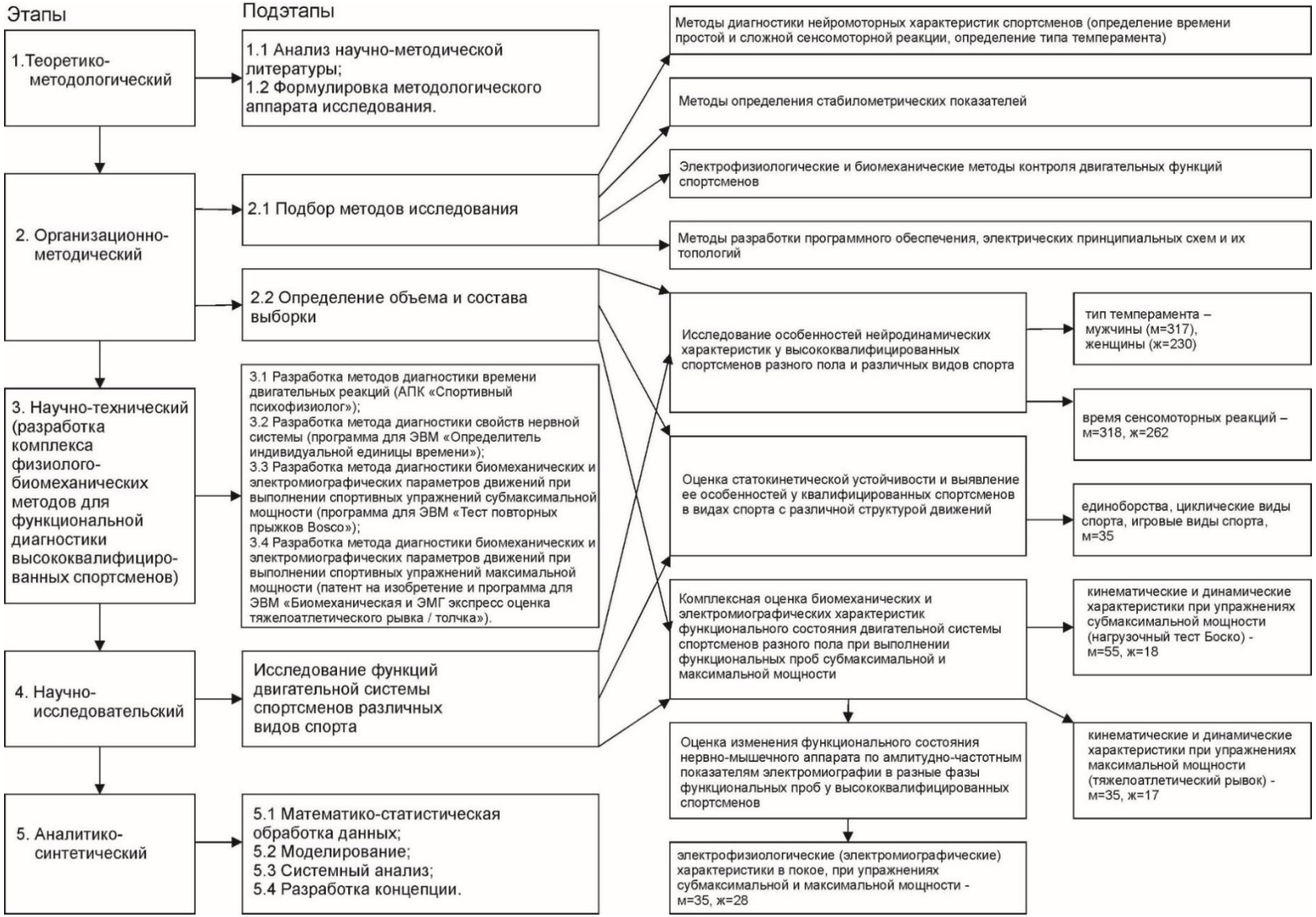


Рис. 1. Схема дизайна исследования

Совокупная выборка включала 761 представителей мужского пола и 519 женского пола. Исследования спортсменов проводились однократно в рамках научно-исследовательских работ с 2017 по 2022 год у всех спортсменов в подготовительный период тренировочного процесса и не были привязаны к сезону года, в первую половину дня на территории Федерального центра спортивной подготовки ФГБУ «Юг Спорт» г. Кисловодска и Реабилитационно-восстановительного центра ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России. Статистический анализ данных производился с помощью программы Statistica 13.0 с помощью непараметрической статистики, корреляционного анализа Спирмена, регрессионного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение. *Теоретический анализ.* Системный подход определяет, что анализ разных феноменов должен проводиться в комплексе представляющих их компонентов, при таком подходе эти компоненты могут иметь новые, ранее не существовавшие свойства. Прогрессом в области понимания работы организма представляется систематика, т.е. образование органов по выполняемым ими задачам [20].

Исходя из представлений Анохина [18] о ФС, как об объединении частных механизмов организма в целостную систему приспособительного поведенческого акта и создании «интегративной единицы», мы рассматриваем функциональную ДС человека как объединение различных органов и систем организма для обеспечения его двигательной функции. В процессе выполнения человеком двигательной деятельности, в том числе спортивной, мы имеем дело не с отдельными мышцами, внутренними органами или биохимическими реакциями, а с целостным живым организмом, который в аспекте двигательных проявлений представляет собой ДС [34].

В настоящий момент есть прогресс в области изучения нейрофизиологических регуляторов ДС человека. Эти регулирующие механизмы объединяют многоплановую координацию двигательных, сенсорных, эмоциональных и когнитивных процессов.

С точки зрения теории ФС движение отражает динамику центральной архитектоники психических процессов во внешней среде. Главным назначением функциональной ДС является создание нужного для организма адаптивного эффекта, реализация конкретной нужды человека, обуславливающей специфическое побуждение к действию. Требуемый результат может быть получен разными способами в зависимости от обстоятельств, в связи с этим при реализации задачи задействуются различные группы нейронов и мышечных тканей.

Функциональные и морфологические особенности ДС подвергаются определенной трансформации, коррекции в соответствии с расширяющимися мотивациями и условиями внешней среды [15, 35]. Следовательно, в соответствии со специфическим воздействием избранного вида спорта происходит формирование специфических функциональных ДС для обеспечения выполнения специальных движений и упражнений [34]. Рассматривая ДС человека, формирующуюся при спортивной деятельности, можно выделить ее составляющие, лежащие в основе главных двигательных качеств.

Теория адаптации в настоящее время является одной из фундаментальных в современной физиологии [36]. Адаптация к мышечной деятельности является системным ответом организма, который направлен на достижение высокого уровня тренированности с минимальной физиологической ценой. Это динамический процесс, в его основе лежит формирование новой программы реагирования, в котором приспособительные изменения, их динамика и физиологические механизмы определяются состоянием и соотношением внешних и внутренних условий деятельности [2, 3, 32, 37, 38].

Систематические занятия определенным (избранным) видом спорта приводят к адаптации организма человека к физической

нагрузке, в основе которой лежат морфологические и функциональные изменения [2, 3, 37, 38, 39].

В связи с тем, что нагрузки в разных видах спорта высокоспецифичны и направлены на развитие определенных двигательных качеств (сила, быстрота, выносливость) и двигательных навыков, адаптация является специфичной [32, 40, 41]. Это обусловлено биомеханическими параметрами техники двигательных действий спортсмена, характеристиками опоры, стандартностью условий выполнения основных двигательных действий. Расширение резервных возможностей организма, являющееся следствием долговременных адаптационных изменений систем организма, в первую очередь ДС, является основной составляющей роста работоспособности и спортивных результатов, а также стимулирует поиск эффективных физиологических методов диагностики.

Научно-экспериментальное обоснование. Для контроля за состоянием ДС спортсменов нами применялись уже известные и технологически разработанные приборы и методы, а также разработанный нами комплекс методов для функциональной диагностики, реализованный в виде автоматизированных информационно-аналитических систем. Для диагностики времени двигательных реакций и свойств нервной системы высококвалифицированных спортсменов был разработан АПК «Спортивный психофизиолог» [42]. Данный комплекс включает 20 психофизиологических и 18 личностных психологических тестов. Для исследования свойств нервной системы создана компьютерная программа «Определитель индивидуальной единицы времени» [43]. Для биомеханической и электромиографической оценки параметров движений при выполнении спортивных упражнений разработаны функциональные пробы, реализованные в виде программ для ЭВМ: «Спортивный нагрузочный тест повторных прыжков Bosco» [44], «Биомеханическая и электромиографическая экспресс оценка тяжелоатлетического рывка» [45], «Биомеханическая и электромиографическая экспресс оценка тяжелоатлетического толчка» [46]. Получен патент на изобретение «Способ биомеханической и электромиографической оценки тяжелоатлетических упражнений» RU 2756567 C1 от 01.10.2021 [47].

При исследовании нейродинамических характеристик – свойств нервной системы (НС) спортсменов высокой квалификации – с помощью методики определения индивидуальной единицы времени (ИЕВ) было выявлено, что в основном спортсмены принадлежали к одному типу темперамента (сангвиническому) и характеризовались следующими характеристиками: высокой экстраверсией и нейротизмом, высоким уровнем возбуждения и торможения, уравновешенностью возбуждения и торможения. Таким образом, согласно полученным данным, наиболее оптимальным вариантом темперамента для спортсменов является сангвинический темперамент.

Успешность в спорте связана с возможностью выдерживать большие по объему и интенсивности нагрузки, с которыми по своим функциональным свойствам не справятся лица со слабой нервной системой. Следовательно, в спорте преобладают лица со средней и сильной НС, это также подтверждается исследованиями спортсменов отдельных видов спорта, проведенными другими российскими и зарубежными учеными [48-49]. Большей лабильностью НС характеризуются спортигровики и единоборцы, более развитая уравновешенность свойственна сложнокоординационным видам спорта (способствует лучшей дифференцировке раздражителей).

Использование длительности ИЕВ в качестве предиктора свойств НС индивида открывает принципиально новые возможности для физиологов, психофизиологов и тренеров по учету целой совокупности нейродинамических задатков спортсменов.

Простые и сложные сенсомоторные реакции являются значимым фактором, лимитирующим спортивный результат.

При рассмотрении результатов исследования времени реакции спортсменов в аспекте физиологической классификации спортивных упражнений, учитывающей структуру движений спортсменов и проявляемое физическое качество были выделены уровни проявления простой и сложной сенсомоторной реакции, а следовательно и нейродинамических характеристик у спортсменов, и разработаны соответствующие схемы классификации видов спорта по времени простой и сложной сенсомоторной реакции спортсменов.

Также было установлено, что наименьшие показатели сенсомоторных реакций среди всех спортсменов проявляют каратисты. Мужчины отличаются от женщин меньшими величинами простой сенсомоторной реакции. Разделение сенсорного и моторного компонента сенсомоторной реакции позволило выделить большие различия, а следовательно и большую значимость моторного компонента реакции.

В результате анализа полученных данных в контексте современных физиологических исследований можно заключить, что с повышением квалификации растут сила и выносливость НС, снижается время сенсомоторных реакций [5, 50]. Чем сложнее в координационном плане упражнение, тем лучше развито дифференцировочное торможение, но ученые не связывают это со слабостью НС (низкими порогами возбуждения), а больше со свойством лабильности [51-52].

Многие специалисты отмечают значимость постуральной функции в спорте, несомненна ее основная роль в обеспечении двигательных действий, следовательно структурные элементы, обеспечивающие постуральную функцию или функцию равновесия, являются неотъемлемой частью функциональной ДС, обеспечивающей любое спортивное движение. Исследование постуральной функции с помощью регистрации стабилометрических показателей на специализированной платформе у спортсменов-представителей видов спорта с разной структурой движений показало лучшие показатели статокинетической устойчивости у легкоатлетов, что, по-видимому, связано с необходимостью иметь устойчивую рабочую позу, лежащую в основе двигательного динамического стереотипа стандартного циклического движения (бег на короткие и средние дистанции). Большие смещения центра тяжести отмечаются у единоборцев, что можно объяснить большей его динамикой при выполнении соревновательных упражнений и формировании механизмов его удержания не в определенной рабочей позе (например, стоя), а в разнообразных положениях тела, т.е. вариативностью и лабильностью механизмов, направленных на удержание позы. Показатели углового отклонения лучше у футболистов, что связано с тренировкой вестибулярной системы в процессе игры, где постоянно выполняются повороты и изменения траектории движения. Из этого мы заключили, что статокинетические характеристики спортсменов определяются спецификой спортивной деятельности:

- в циклических видах спорта они определяются сформированным устойчивым динамическим стереотипом двигательного навыка, составляющим которого является рабочая поза;

- в единоборствах – постоянным изменением положения центра массы относительно поверхности опоры;

- в спортивных играх – хорошей тренировкой вестибулярной функции по отношению к поворотам и изменению направления движения, лабильными двигательными навыками.

Исследование динамических параметров многократных прыжковых движений у спортсменов выявило половые различия: мужчины отличались более высокими показателями максимальной силы отталкивания перед прыжком и максимальной высотой прыжка в третьем периоде теста (с 31 по 45 с), меньшим индексом утомления. Среди спортсменов различных видов спорта наибольшая скоростно-силовая выносливость выявлена у фехтовальщиков и

единоборцев, затем по мере снижения индекса утомления следовали футболисты и легкоатлеты, вслед за ними – спортсмены, занимающиеся кроссфитом и волейболом.

Анализ кинематико-динамических параметров тяжелоатлетических упражнений показал половые различия техники движений, а также различия у мужчин и женщин разных весовых категорий. С точки зрения половых особенностей выявлены закономерные различия, связанные с большими силовыми и скоростными возможностями мужчин, выражающиеся в больших показателях силы опорных реакций, скорости их нарастания, мощности, скорости перемещения штанги. Однако женщины не уступают мужчинам по кинематическим характеристикам, динамике амплитуды сгибания суставов, перемещениям штанги в горизонтальной плоскости, и иногда проявляют большую скорость и амплитуду сгибания коленного и голеностопного суставов. Длина траектории перемещения штанги больше у мужчин, что связано с большим ростом. Данные различия в технике также необходимо учитывать при оценке тяжелоатлетических упражнений.

Спортсмены (мужчины и женщины) легких, средних, полутяжелых и тяжелых весовых категорий в основном отличаются силовыми характеристиками, которые больше у спортсменов более тяжелых весовых категорий. Скоростные и относительные мощностные характеристики выше у спортсменов более легких весовых категорий, по кинематическим характеристикам рывка тяжелоатлеты разных весовых категорий практически не различались, что, по-видимому, связано с высоким уровнем квалификации. Однако отмечена их большая динамика по амплитуде у легких весовых категорий и по максимальной угловой скорости сгибания у тяжелых категорий. Абсолютные показатели углов суставов, как правило, больше у спортсменов средних весовых категорий.

На основе полученных данных была разработана база данных «Показатели функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов при выполнении физических упражнений» [53] и база данных «Нейромоторные характеристики спортсменов» [54], также были сформированы модельные характеристики кинематики, динамики и ЭМГ параметров тяжелоатлетических упражнений «рывок» и «толчок» для спортсменов разного пола и весовых категорий.

Анализ литературных данных по спортивной ЭМГ и полученных нами данных по ЭМГ при выполнении спортивных упражнений свидетельствует о том, что сила и скорость мышечных сокращений увеличиваются с возрастанием амплитудных и частотных характеристик ЭМГ, но это зависит от половых особенностей.

ЭМГ-исследование ведущих мышц нижних конечностей при выполнении максимальных многократных выпрыгиваний в течение 1 минуты показало, что наибольшие биомеханические параметры теста повторных прыжков в 1 период теста (1-15 с) обусловлены большим напряжением, а следовательно активацией и синхронизацией ДЕ в первую очередь прямой мышцы бедра. В 3 и 4 период теста (16-45 с) усиливается напряжение двуглавой мышцы бедра, обеспечивающей стабилизацию тела при приземлении и отталкивании. Это, а также увеличение электроактивности мышц левой ноги и снижение физических параметров к концу теста (46-60 с), свидетельствуют о развитии сначала компенсированного, а затем некомпенсированнного утомления.

ЭМГ-анализ ведущих мышц в различные фазы тяжелоатлетического рывка показал, что у мужчин-тяжелоатлетов сила сокращения мышц намного выше, чем у женщин. Более низкие показатели амплитудных и высокие показатели частотных характеристик ЭМГ у женщин могут свидетельствовать о высокой частоте

импульсации, но также и о более низких функциональных возможностях мышц (меньше мышечных волокон, их толщина, энергозапасы), не приводящих к такому же высокому напряжению, как у мужчин.

При рассмотрении полученных результатов в рамках реализации и увеличения физиологических резервов адаптации ДС человека в процессе мышечной деятельности можно сделать вывод о наличии корреляционных и линейных взаимосвязей спортивной эффективности, биомеханических параметров движений и ЭМГ характеристик работы мышц при их выполнении. Выявлено значительное приращение функциональных резервов ДС. Примером является значительное увеличение функциональной активности НМА, проявляющееся в многократном усилении электронапряжения работающих мышц, в отдельных случаях – до 40 раз. В большей степени как у мужчин, так и у женщин увеличивается электроактивность трапециевидной мышцы. Средняя амплитуда ЭМГ в отдельные фазы у женщин увеличивается в 33 раза, у мужчин – в 40 раз. Электроактивность всех мышц у мужчин увеличивается в большей степени, чем у женщин. При выполнении упражнений в основном увеличивается средняя амплитуда ЭМГ, частотные характеристики изменяются не более, чем в 2,2 раза.

Модель Концепции функционирования ДС человека при спортивной деятельности. Согласно современным физиологическим представлениям, построение и регуляцию движений осуществляют высшие двигательные центры головного мозга, они же осуществляют целенаправленные движения. Поддержание позы осуществляется структурами ствола мозга. Программа движения формируется побуждением к нему связанных с активацией подкорковых мотивационных центров и ассоциативных зон коры. В образовании программы принимают участие базальные ганглии и мозжечок, действующие на двигательную кору через ядра таламуса, конкретными мышцами управляет спинной мозг [55] (рис. 2).

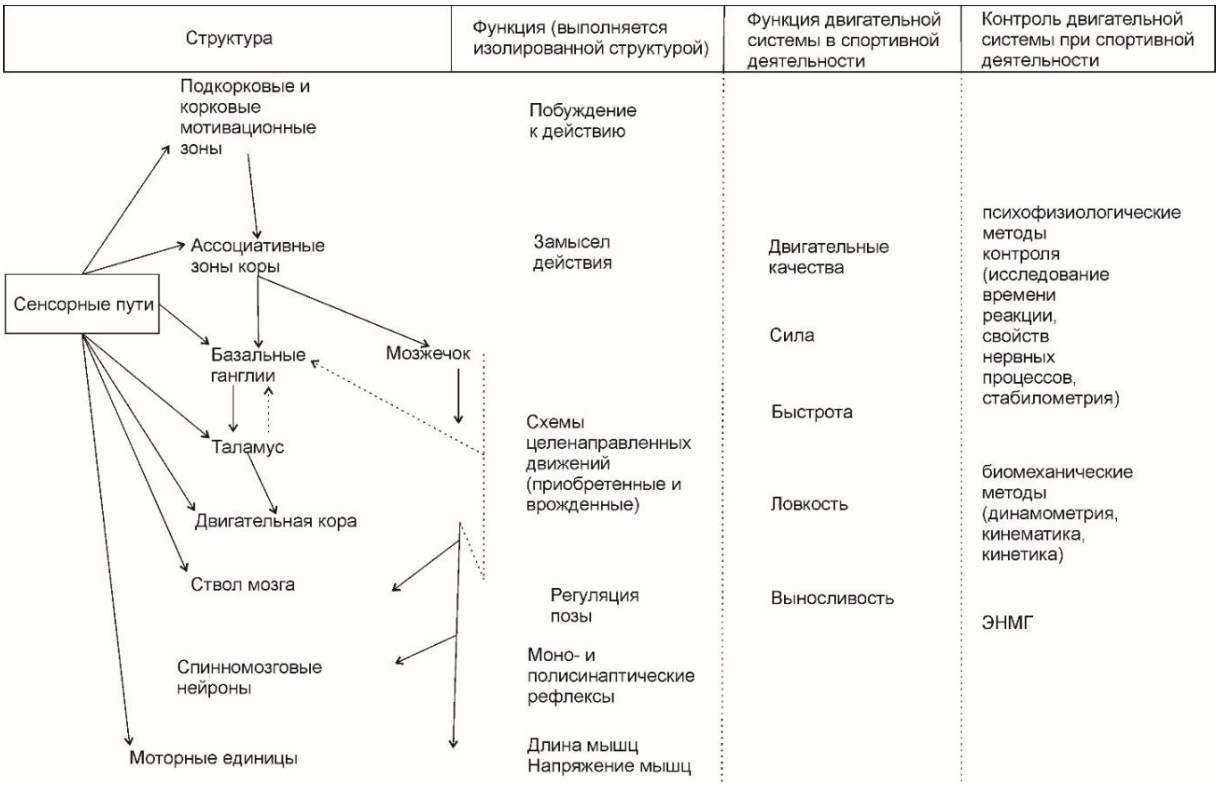


Рис. 2. Модель организации и контроля двигательной системы человека при спортивной деятельности (модифицированный общий план организации двигательной системы по Дуделу и др., 1985) [54]

Наибольший вклад в понимание физиологии движений внес Бернштейн [21], в его концепции организации движений и действий человека были введены:

- принцип сенсорных коррекций;
- понятие о влиянии биомеханических внешних и внутренних факторов на ход движения;
- представление о влиянии исходного состояния мышцы, а также теория уровней построения движений, согласно которой анализируемые нами спортивные движения относятся к уровню С-пространственного поля.

В нашей концепции известная концепция организации движений и действий человека [21] и модель организации ДС [55] были дополнены:

- реализацией функций в сложных спортивных движениях – в проявлениях двигательных способностей, их специализаций и адаптацией, максимальной реализацией в видах спорта и определенных спортивных движениях;
- специализированными современными нейромоторными, электрофизиологическими, биомеханическими методами контроля функций ДС при спортивной деятельности;
- данными конечных параметров работы ДС при спортивных движениях у спортсменов разных видов спорта: величинами быстродействия, ЭМГ характеристиками, кинематико-динамическими параметрами;
- полезным результатом функций ДС в спортивных движениях – максимальными и модельными характеристиками функциональных резервных возможностей, взаимосвязями функциональных характеристик ДС спортсменов при спортивной деятельности.

ДС спортсмена меняет свои функциональные элементы и свойства в зависимости от предъявляемых требований за счет имеющихся и развиваемых функциональных резервов центральной нервной системы, НМА, сенсорных систем. Соразмерное увеличение функций и взаимосвязей между структурными элементами данных систем позволяют проявлять спортсменам максимум двигательных способностей или качеств: быстроты, силы, ловкости и выносливости, являющихся функциями ДС при спортивной деятельности. Данные функциональные свойства проявляются в двигательных способностях или качествах: силе, быстроте, ловкости и выносливости, которые можно контролировать как с помощью измерения непосредственно физических параметров двигательных действий (силы, скорости, мощности, расстояния и т. д.), которые обычно в биологических объектах называют параметрами биомеханики, так и с помощью регистрации внутренних психофизиологических (времени сенсомоторного реагирования, характеристик силы, подвижности и уравновешенности нервной системы, стабилометрии) и электрофизиологических процессов (ЭМГ). Совместная регистрация и анализ внешних и внутренних процессов, обеспечивающих двигательные качества человека, позволяют осуществить комплексный контроль функций ДС при спортивной деятельности.

Следовательно, разработанная нами концепция функционирования ДС человека при спортивной деятельности представлена в виде 4 взаимосвязанных блоков (рис. 3).

Первый блок включает сенсорные пути и структурные элементы: корковые и подкорковые двигательные центры, реализующие движения и их регуляцию.

Второй блок определяет функции структурных элементов первого блока:

- отдельные рефлексы по совершению непроизвольных движений и поддержанию позы;
- произвольные движения;
- сенсорные и оперантные (инструментальные) рефлексы;
- создание для реализации отдельных двигательных функций функциональных систем.

Третий блок концепции определен реализацией функций в сложных спортивных движениях – в проявлениях двигательных способностей/качеств: силы,

быстроты, ловкости в виде специализированных нейромоторных, электрофизиологических, биомеханических элементов ДС.

Четвертый блок определяет результат функций ДС в спортивных движениях – максимальные и модельные характеристики функциональных резервных возможностей, взаимосвязи функциональных характеристик ДС спортсменов при спортивной деятельности.

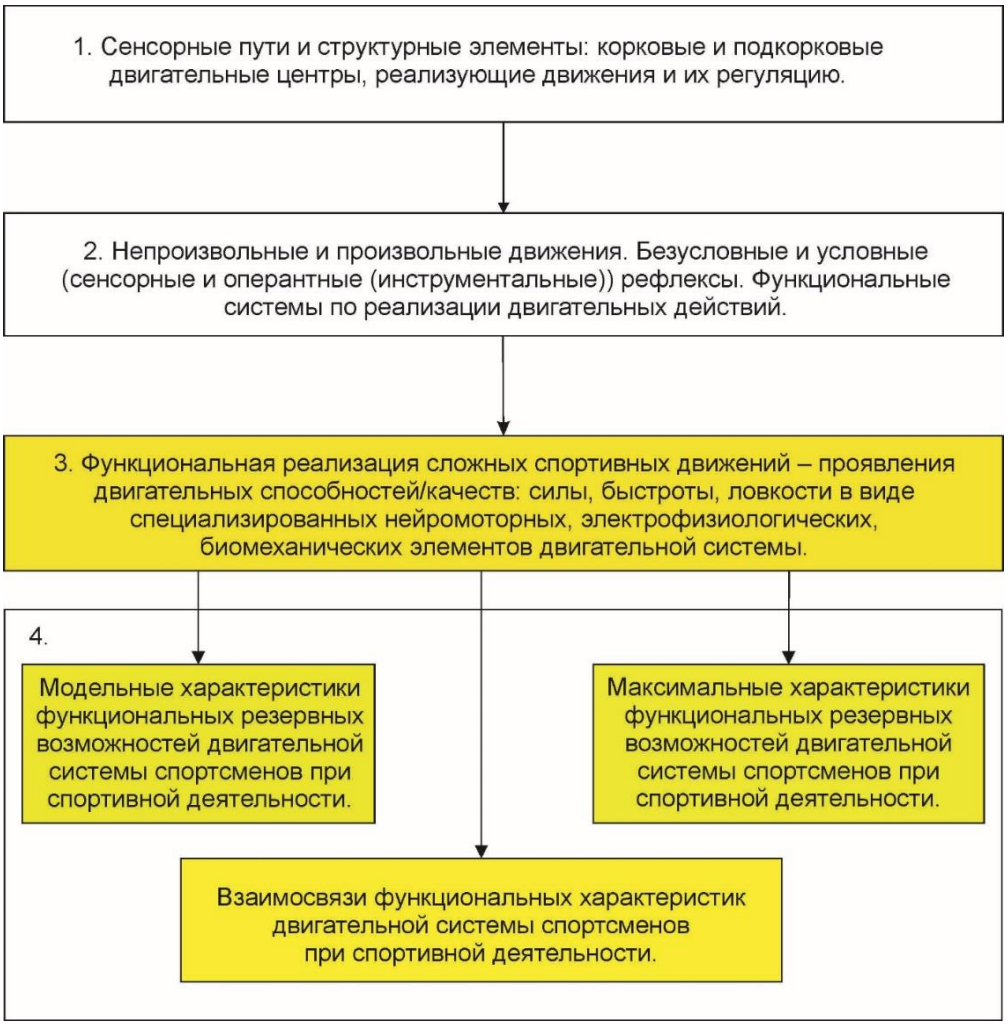


Рис. 3. Модель концепции функционирования двигательной системы человека при спортивной деятельности

Примечание: нижние 2 блока дополняют существующие концепции и являются авторскими

Заключение. Проведенное теоретическое и экспериментальное исследование позволило предложить и обосновать новую концепцию функционирования ДС человека при спортивной деятельности, которая раскрывает составляющие элементы ДС, а также принципы их организации и взаимосодействия для обеспечения эффективного выполнения движений в спорте.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The muscle fiber profiles, mitochondrial content, and enzyme activities of the exceptionally well-trained arm and leg muscles of elite cross-country skiers / N. Ørtenblad, J. Nielsen, R. Boushel // Frontiers in physiology. – 2018. – Vol. 9. – P. 1031.
2. Karlsson, Ø. Monitoring Acclimatization and Training Responses Over 17-21 Days at 1,800 m in Elite Cross-Country Skiers and Biathletes / Ø. Karlsson, M. S. Laaksonen, K. McGawley // Frontiers in Sports and Active Living. – 2022. – P. 170.
3. Strenuous endurance exercise and the heart: Physiological versus pathological adaptations / Valenzuela P. L., Baggish A., Castillo-García A. [et al] // Comprehensive Physiology. – 2011. – Vol. 12. – № 4. – P. 4067-4085.
4. Ильин, Е. П. Психомоторная организация человека / Е. П. Ильин. – М.: 2003. – 384 с.
5. Особенности пространственно-временных качеств спортсменов, специализирующихся в ситуационных видах спорта / Е. С. Тришин, Л. В. Катрич, Е. М. Бердичевская, О. А. Кобзев // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2017. – № 2. – С. 58-68.
6. Effect of ballistic and power training on performance adaptations of élite table tennis players / Haghighi A. H., Zaferanieh A., Kakhak S. A. H. [et al] // Sport Sciences for Health. – 2021. – Vol. 17. – № 1. – P. 181-190.
7. Городничев, Р. М. Физиология силы / Р. М. Городничев, В. Н. Шляхтов. – М.: Спорт, 2016. – 232 с.
8. Neuromuscular adaptations to multimodal injury prevention programs in youth sports: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials / Faude O., Rössler R., Petushek E. J. [et al] // Frontiers in physiology. – 2017. – Vol. 8. – P. 791.
9. Ланская, О. В. Механизмы пластичности кортико-спинальных и нервно-мышечных структур при занятиях различными видами спорта: монография / О. В. Ланская, Е. В. Ланская. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 190 с.
10.Judge, L. Neural adaptations with sport-specific resistance training in highly skilled athletes / L. Judge, C. Moreau, J. Burke // Journal of Sports Sciences. – 2003. – Vol. 21. – № 5. – P. 419-427.
11.Мельников, А. А. Сравнение постуральной устойчивости у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / А. А. Мельников // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2019. – № 2. – С. 60-71.
12.Бердичевская, Е. М. Функциональные асимметрии в адаптации человека к экстремальным нагрузкам в настольном теннисе: монография / Е. М. Бердичевская, Е. С. Тришин – Краснодар: РИО КУФКСТ, 2018 – 171 с.
13.Postural control in high-level kata and kumite karatekas / G. C. Gauchard, A. Lion, L. Bento [et al] // Movement & Sport Sciences – Science & Motricité. – 2018. – Vol. 100. – № 2. – P. 21-26.
14.Регуляция концентрического мышечного сокращения у спортсменов, адаптированных к двигательной деятельности разной направленности / Поповская М. Н., Моисеев С. А., Таран И. И. [и др.] // Наука и спорт: современные тенденции. – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 101-105.
15.Капилевич, Л. В. Биоэлектрическая активность мышц при выполнении ударов по мячу у студентов, занимающихся зимним футболом / Л. В. Капилевич, Ю. А. Гаевая, А. А. Ильин // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20. – № 2. – С. 5-13.
16.Felici, F. Surface Electromyography: what limits its use in exercise and sport physiology? / F. Felici, A. D. Vecchio // Frontiers in Neurology. – 2020. – Vol. 11. – P. 1508.
17.Мельников, А. А. Функция равновесия у спортсменов-борцов: монография / А. А. Мельников, А. Д. Викулов, М. В. Малахов. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2016. – 153 с.
18.Анохин, П. К. Кибернетика функциональных систем. Избранные труды. / П. К. Анохин. – М., 1998. – 400 с.
19.Bertalanffy, L. General theory of systems: Application to psychology / L. Bertalanffy // Social Science Information. – 1967. – Vol. 6(6). – P. 125-136.
20.Судаков, К. В. Функциональные системы / К. В. Судаков – М.: Издательство Российской академии медицинских наук, 2011. – 320 с.
21.Бернштейн, Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности / Н. А. Бернштейн // М.: Медицина. – 1966. – 349 с.
22.Сеченов, И. М. Участие нервной системы в рабочих движениях человека. Физиология нервной системы. Избранные труды. – 1952. – № 3. – С. 150-154.
23.Фарфель, В. С. Управление движениями в спорте / В. С. Фарфель. – М.: Советский спорт, 2011. – 202 с.
24.Озеров, В. П. Психомоторные способности человека / В. П. Озеров. – Дубна Феникс+, 2002. – 320 с.
25.Intramuscular fine-wire electromyography during cycling: repeatability, normalisation and a comparison to surface electromyography / Chapman A. R., Vicenzino B., Blanch P. [et al] //

Journal of Electromyography and Kinesiology. – 2010. – Vol. 20. – № 1. – P. 108-117.
26.Knudson, D. Confidence crisis of results in biomechanics research / D. Knudson // Sports biomechanics. – 2017. – Vol. 16. – № 4. – P. 425-433.
27.Hoffman, S. J. Introduction to kinesiology: studying physical activity / S. J. Hoffman. – Human Kinetics, 2009. – 548 p.
28.Effects of gait speed on the body's center of mass motion relative to the center of pressure during over-ground walking / Lu H. L., Kuo M. Y., Chang C. F. [et al] // Human movement science. – 2017. – Vol. 54. – P. 354-362.
29.Индивидуальный подход к оценке технической и скоростно-силовой подготовленности тяжелоатлетов на основе оперативного биомеханического контроля / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников, Е.А. Лукунина, А.А. Атлас // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 1(179). – С. 336-343.
30.Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 225 с.
31.Liu, S. Introduction to the Role of Integrated Exercise Physiology in Exercise Science. / S. Liu, C. Zhang // World Scientific Research Journal. – 2021. – Vol. 7(10). – P. 111-114.
32.Солодков, А. С. История и современное состояние проблемы адаптации в спорте / А. С. Солодков // Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2013. – № 6 (100). – С. 123-130.
33.Мозжухин, А. С. Роль системы физиологических резервов спортсмена в его адаптации к физическим нагрузкам / А. С. Мозжухин, Д. Н. Давиденко // Физиологические проблемы адаптации. – Тарту: [б.и.], 1984. – С. 84-87.
34.Пьянзин, А. И. Формирование функциональных систем как основа адаптации организма спортсмена к нагрузкам / А. И. Пьянзин // Наука и спорт: современные тенденции. – 2014. – Т. 1. – № 1(2). – С. 33-45.
35.Функциональное состояние спортсменов с различными показателями качества функции равновесия / Е. В. Быков, М. М. Кузиков, Н. Г. Зинурова, К. Г. Денисов // Вестник ЮУрГУ. – 2012. – № 21(31). – С. 22-25.
36.Агаджанян, Н. А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н. А. Агаджанян – М.: Издательство РУДН, 2006. – 281 с.
37.Хаджиев, Н. Утомление и адаптация в спорте / Н. Хаджиев, Д. Дашева // Наука в олимпийском спорте. – 2019. – № 4. – С. 37-40.
38.Замчий Т. П. Морфофункциональные аспекты адаптации к силовым видам спорта / Т. П. Замчий, Ю. В. Корягина. – Омск: СибГУФК, 2012. – 156 с.
39.Хронобиологический подход в практике восстановительных мероприятий у спортсменов / Корягина Ю. В., Нопин С. В., Тер-Акопов Г. Н. [и др.]. – Ессентуки: ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, 2020. – 112 с.
40.Нопин, С. В. Физиологический и биомеханический контроль функционального состояния двигательной системы спортсменов / С. В. Нопин, Ю. В. Корягина. – Ессентуки: ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, 2021. – 176 с.
41.Individual adaptation kinetics following heavy resisted sprint training / Morin J. B., Capelo-Ramirez F., Rodriguez-Pérez M. A. [et al] // Journal Strength Cond Res. – 2022. – Vol. 36(4). – P. 1158-1161.
42.Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог»: N 2010617789, опубл. 24.11.2010 / Корягина Ю. В., Нопин С. В.
43. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Определитель индивидуальной единицы времени: N 2005611543, опубл. 23.06.2005 / Корягина Ю. В., Нопин С. В.
44. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Спортивный нагрузочный тест повторных прыжков BOSCO: N 2021619879, заявлено 11.06.2021; опубл. 18.06.2021 / Нопин С. В., Корягина Ю. В., Тер-Акопов Г. Н.
45.Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Биомеханическая и электромиографическая экспресс оценка тяжелоатлетического рывка: N 2020660142 заявлено 20.08.2020; опубл. 28.08.2020 / Нопин С. В., Корягина Ю. В., Тер-Акопов Г. Н.
46.Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Биомеханическая и электромиографическая экспресс оценка тяжелоатлетического толчка: N 2020660143, заявлено 20.08.2020; опубл. 28.08.2020 / Нопин С. В., Корягина Ю. В., Тер-Акопов Г. Н.
47.Патент на изобретение RU 2756567 C1, МПК A63B 71/00 (2006.01), СПК A63B 71/00 (2021.05). Способ биомеханической и электромиографической оценки тяжелоатлетических упражнений. N 2020129093, заявлено 02.09.2020; опубл. 01.10.2021 / Нопин С. В., Корягина Ю. В., Тер-Акопов Г. Н.
48.Особенности функционального состояния центральной нервной системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного

процесса / О. И. Коломиец, Н. П. Петрушкина, Е. В. Быков, И. А. Якубовская // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2017. – Т. 12(2). – С. 217-225.
49.Şahin, S. A comparative of finger tapping test scores elite athletes, art, foreign languages and computer- instructional technology students / S. Şahin, Y. Z. Birinci, E. Sağdilek // International Journal of Curriculum and Instruction. – 2020. – Vol. 12 (Special Issue). – P. 379-386.
50.Базанова, В. В. Проявление типа темперамента в спортивной деятельности велосипедистов, специализирующихся в велоспорте маунтинбайк / В. В. Базанова, А. А. Залиханова // Рудиковские чтения. – 2019. – С. 51-55.
51.Enhanced inhibitory control during re-engagement processing in badminton athletes: An event-related potential study / Chen J., Li Y., Zhang G. [et al] // Journal of Sport and Health Science. – 2019. – Vol. 8. – № 6. – P. 585-594. DOI: 10.1016/j.jshs.2019.05.005.
52.Нейродинамические предикторы точности двигательной реакции / О. В. Байгужина, М. В. Шапошникова, О. А. Комиссарова, О. Б. Никольская // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20. – №. S2. – С. 26-30.
53.Свидетельство о регистрации базы данных. Показатели функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов при выполнении физических упражнений: N 2021621916: заявлено 07.09.2021; опубл. 09.09.2021 / Абуталимова С. М., Нопин С. В., Корягина Ю. В., Тер-Акопов Г. Н.
54.Свидетельство о регистрации базы данных. Нейромоторные характеристики спортсменов: N 2022620362: заявлено 21.02.2022; опубл. 28.02.2022 / Нопин С. В., Корягина Ю. В., Тер-Акопов Г. Н.
55.Физиология человека / Дж. Дудел, И. Рюэтт, Р. Шмидт, В. Янг. – М.: Мир, 1985. – Т. 1. – 228 с.

REFERENCES

1. Ørtenblad N., Nielsen J., Boushel R. The muscle fiber profiles, mitochondrial content, and enzyme activities of the exceptionally well-trained arm and leg muscles of elite cross-country skiers. *Frontiers in physiology*, 2018, vol. 9, pp. 1031.
2. Karlsson Ø., Laaksonen M.S., McGawley K. Monitoring Acclimatization and Training Responses Over 17-21 Days at 1,800 m in Elite Cross-Country Skiers and Biathletes. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2022, no. 4, p. 170.
3. Valenzuela P.L., Baggish A., Castillo-García A., Santos-Lozano A, Boraita A, Lucia A. Strenuous endurance exercise and the heart: Physiological versus pathological adaptations. *Comprehensive Physiology*, 2011, vol. 12, no. 4, pp. 4067-4085.
4. Il'in E.P. Human psychomotoe system. Moscow: 2003. 384 p. (in Russ.)
5. Trishin E.S., Katrich L.V., Berdichevskaya E.M., Kobzev O.A. Peculiarities of spatio-temporal qualities of athletes specialized in situational sports. *Physical Education, Sports – Science and Practice*, 2017, no. 2, pp. 58-68. (in Russ.)
6. Haghighi A.H., Zaferanieh A., Hosseini-Kakhak S.A., Maleki A., Esposito F., Cè E., Castellar C., Toro-Román V., Pradas F. Effect of ballistic and power training on performance adaptations of élite table tennis players. *Sport Sciences for Health*, 2021, vol. 17, no. 1, pp. 181-190.
7. Gorodnichev R.M., Shlyahtov V.N. Physiology of strength. Moscow: Sport, 2016. 232 p. (in Russ.)
8. Faude O., Rössler R., Petushek E.J., Roth R., Zahner L., Donath L. Neuromuscular adaptations to multimodal injury prevention programs in youth sports: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in physiology*, 2017, vol. 8, p. 791.
9. Lanskaya O.V., Lanskaya E.V. Plasticity mechanisms of cortico-spinal and neuromuscular structures in various sports: a monograph. Moscow: R&S (Ru-Science), 2019. 190 p. (in Russ.)
10. Judge L., Moreau C., Burke J. Neural adaptations with sport-specific resistance training in highly skilled athletes. *Journal of Sports Sciences*, 2003, vol. 21, no. 5, pp. 419-427.
11. Mel'nikov A.A. Comparison of postural stability of athletes with different direction of the training process. *Physical Education and Sports Training*, 2019, no. 2, pp. 60-71. (in Russ.)
12. Berdichevskaya E.M., Trishin E.S. Functional asymmetries in human adaptation to extreme loads in table tennis: a monograph. Krasnodar: Publishing house of the Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, 2018. 171 p. (in Russ.)
13. Gauchard G. C., Lion A., Bento L., Perrin P.P., Ceyte H. Postural control in high-level kata and kumite karatekas. *Movement & Sport Sciences – Science & Motricité*, 2018, vol. 100, no. 2, pp. 21-26.
14. Popovskaya M.N., Moiseev S.A., Taran I.I., Pukhov A.M., Gorodnichev R.M. Concentric muscle contraction regulation in athletes, adapted to various types of motor activity. *Science and sport: current trends*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 101-105. (in Russ.)

15. Kapilevich L.V., Gaevaya Yu.A., Il'in A.A. Ball kicking bioelectric activity of muscles in students playing snow football. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 2, pp. 5-13. (in Russ.)
16. Felici F., Vecchio A.D. Surface Electromyography: what limits its use in exercise and sport physiology? *Frontiers in Neurology*, 2020, vol. 11, p. 1508.
17. Mel'nikov A.A., Vikulov A.D., Malakhov M.V. Balance function of wrestlers: a monograph. Yaroslavl: Publishing house of the Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinskij, 2016. 153 p. (in Russ.)
18. Anokhin P.K. Cybernetics of functional systems. Selected Works. Moscow, 1998. 400 p. (in Russ.)
19. Bertalanffy L. General theory of systems: Application to psychology. *Social Science Information*, 1967, vol. 6(6), pp. 125-136. (in Russ.)
20. Sudakov K.V. Functional systems. Moscow: Publishing house of the Russian Academy of Medical Sciences, 2011. 320 p. (in Russ.)
21. Bernstein N.A. Essays on the physiology of movement and the physiology of activity. Moscow: Meditsina, 1966. 349 p. (in Russ.)
22. Sechenov I.M. Involvement of the nervous system in human working movements. Nervous system physiology. Selected works. 1952, no 3, pp. 150-154. (in Russ.)
23. Farfel V.S. Movement control in sports. Moscow: Sovetskij sport, 2011. 202 p. (in Russ.)
24. Ozerov V.P. Human psychomotor abilities. Dubna: Phoenix-plus, 2002. 320 p. (in Russ.)
25. Chapman A.R., Vicenzino B., Blanch P., Knox J.J., Hodges P.W. Intramuscular fine-wire electromyography during cycling: repeatability, normalisation and a comparison to surface electromyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2010, vol. 20, no. 1, pp. 108-117.
26. Knudson D. Confidence crisis of results in biomechanics research. *Sports biomechanics,* 2017, vol. 16, no. 4, pp. 425-433.
27. Hoffman S.J. Introduction to kinesiology: studying physical activity. Human Kinetics, 2009. 548 p.
28. Lu H.L., Kuo M.Y., Chang C.F., Lu T.W., Hong S.W. Effects of gait speed on the body's center of mass motion relative to the center of pressure during over-ground walking. *Human movement science*, 2017, vol. 54, pp. 354-362.
29. Shalmanov A.A., Skotnikov V.F., Lukunina E.A., Atlas A.A. Individual approach to evaluation of speed force and technical preparedness of weightlifters by means of operative biomechanical control. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2020, no. 1(179), pp. 336-343. (in Russ.)
30. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. Adaptation to stressful situations and physical activity. Moscow: Meditsina, 1988. 225 p. (in Russ.)
31. Liu S., Zhang C. Introduction to the Role of Integrated Exercise Physiology in Exercise Science. *World Scientific Research Journal*, 2021, vol. 7(10), pp. 111-114.
32. Solodkov A.S. History and present state of the adaptation problems in sports. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2013, no. 6 (100), pp. 123-130. (in Russ.)
33. Mozzhukhin A.S., Davidenko D.N. Role of an athlete's physiological reserves in adaptation to physical activity. Physiological issues of adaptation. Tartu: 1984. pp. 84-87. (in Russ.)
34. P'yanzin A.I. Functional system formation as a base for training load adaptation of an athlet's body. *Science and sport: current trends*, 2014, vol. 1, no. 1(2), pp. 33-45. (in Russ.)
35. Bykov E.V., Kuzikov M.M., Zinurova N.G., Denisov K.G. Functional condition of athletes with various indicators of quality function balance. *Bulletin of the South Ural State University*, 2012, no. 21(31), pp. 22-25. (in Russ.)
36. Agadzhanyan N.A. Problems of adaptation and the doctrine of health. Moscow: Publishing house of the RUDN University, 2006. 281 p. (in Russ.)
37. Khadzhiev N., Dasheva D. Fatigue and adaptation in sport. *Science in Olympic Sport*, 2019, no. 4, pp. 37-40. (in Russ.)
38. Zamchij T.P., Koryagina Yu.V. Morphofunctional aspects of adaptation in power sports. Omsk: Siberian State of Physical Culture, 2012. 156 p. (in Russ.)
39. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N., Abutalimova S.M., Kopanev A.N. Chronobiological approach in the practice of restorative measures for athletes. Essentuki: North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia, 2020. 112 p. (in Russ.)
40. Nopin S.V., Koryagina Yu.V. Physiological and biomechanical control of the motor system's functional state in athletes. Essentuki: North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia, 2021. 176 p. (in Russ.)
41. Morin J.B., Capelo-Ramirez F., Rodriguez-Pérez M.A., Cross M.R. Jimenez-Reyes P. Individual adaptation kinetics following heavy resisted sprint training. *Journal Strength Cond Res*, 2022, vol. 36(4), pp. 1158-1161.
42. Koryagina Yu.V., Nopin S.V. Hardware and software complex "Sports Psychophysiologist".

Certificate for the computer program registration RF 2010617789, 2010. (in Russ.)
43. Koryagina Yu.V., Nopin S.V. The individual time unit detector. Certificate for the computer program registration RF 2005611543, 2005. (in Russ.)
44. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. The BOSCO repeat jump test. Certificate for the computer program registration RF 2021619879, 2021. (in Russ.)
45. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Biomechanical and electromyographic express evaluation of the weightlifting clean and jerk. Certificate for the computer program registration RF 2020660142, 2020. (in Russ.)
46. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Biomechanical and electromyographic express evaluation of the weightlifting snatch. Certificate for the computer program registration RF 2020660143, 2020. (in Russ.)
47. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Method of biomechanical and electromyographic evaluation of weightlifting exercises. Patent for invention RU 2756567 C1, 2021. (in Russ.)
48. Kolomiets O.I., Petrushkina N.P., Bykov E.V., Yakubovskaya I.A. Functional state characteristics of central nervous system among sportsmen with different orientation of the training process. *Russian Journal of Physical Education and Sport*, 2017, vol. 12(2), pp. 217-225. (in Russ.)
49. Şahin S., Birinci Y. Z., Sağdilek E. A comparative of finger tapping test scores elite athletes, art, foreign languages and computer- instructional technology students. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 2020, vol. 12 (Special Issue), pp. 379-386.
50. Bazanova V.V., Zalikhanova A.A. Signs of temperament type in the activity of cyclists specializing in mountain bike racing. Rudikovskie chtenia. 2019. pp. 51-55. (in Russ.)
51. Chen J., Li Y., Zhang G., Jin X., Lu Y., Zhou C. Enhanced inhibitory control during re-engagement processing in badminton athletes: An event-related potential study. *Journal of Sport and Health Science*, 2019, vol. 8, no. 6, pp. 585-594. DOI: 10.1016/j.jshs.2019.05.005.
52. Bajguzhina O.V., Shaposhnikova M.V., Komissarova O.A., Nikol'skaya O.B. Neurodynamic Predictors of Precise Motor Response. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. S2, pp. 26-30. (in Russ.)
53. Abutalimova S.M., Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. The functional state indices of the neuromuscular system of athletes when performing physical exercises. Certificate for the database registration RF 2021621916, 2021. (in Russ.)
54. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Athlete neuromotor characteristics. Certificate for the database registration RF 2022620362, 2022.
55. Dudel J., Ruette I., Schmidt R., Young V. Human physiology. Moscow: Mir, 1985, vol. 1, 228 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
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:
Sergej V. Nopin – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Center of Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.

Для цитирования: Нопин, С. В. Модель концепции функционирования двигательной системы человека при спортивной деятельности / С. В. Нопин // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_13

For citation: Nopin S.V. The model of the concept of the human motor system function during sports activity. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_13