

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

№2 (18)

ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА, ВЫПУСК №2 (18)



ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

Международный
научно-теоретический журнал

№ 2 (18)

Минск
Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр спорта»
2023

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

№2 (18)

2023 г.

ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

*Международный
научно-теоретический журнал
Издается с 2015 г.
Выходит два раза в год*

Учредитель:

*государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр спорта»*

Адрес: ул. Нарочанская, 8, 220062,
г. Минск,
тел. (017) 308 10 00,
факс (017) 308 10 01
www.medsport.by
e-mail: post@medsport.by

Главный редактор

Малёваная И. А.,
канд. мед. наук, доцент; Беларусь

Заместитель главного редактора

Михеев А. А.,
д-р пед. наук, д-р биол. наук,
профессор; Беларусь

Ответственный за выпуск И. А. Малёваная
Компьютерная верстка В.А. Роговская
Корректор А.Н. Чернявская

Подписано в печать 20.12.2023.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 15,02. Уч.-изд. л. 10,80.
Тираж 50 экз. Заказ 505

Отпечатано с оригинал-макета заказчика.

Свидетельство о государственной
регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/447 от 14.11.2014
ул. Нарочанская, 8, 220062, Минск

Полиграфическое исполнение:
государственное учреждение
«Республиканский учебно-методический
центр физического воспитания населения»

Свидетельство о государственной
регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/42 от 01.10.2013
ул. Гусовского, 4-1, 220073, Минск

Члены редколлегии:

Нарскин Г. И., д-р пед. наук, проф.; Беларусь
Мельнов С. Б., д-р биол. наук, проф.; Беларусь
Моссэ И. Б., д-р биол. наук, проф.; Беларусь
Милашюс К., д-р биол. наук, проф.; Литва
Иванова Н. В., канд. биол. наук; доц.; Беларусь
Ачкасов Е. Е., д-р мед. наук, проф.; Россия
Гаврилова Е. А., д-р мед. наук, проф.; Россия
Губкин С. В., д-р мед. наук, проф.; Беларусь
Касьмова Г. П. д-р мед. наук, проф.; Казахстан
Кручинский Н. Г., д-р мед. наук, доц.; Беларусь
Лапин А. Ю., д-р мед. наук, проф.; Россия
Марищук Л. В., д-р психол. наук, проф.; Беларусь
Фурманов И. А., д-р психол. наук, проф.; Беларусь
Репкин С. Б., д-р экон. наук, доц.; Беларусь

ISSN 2415-329X



© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр спорта», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ И АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Семенов Е. С.
НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ
ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ПОДГОТОВКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ
В ТУРИСТСКО-ПРИКЛАДНОМ МНОГОБОРЬЕ
(ПЕШЕХОДНЫЙ ТУРИЗМ)..... 5

Семенов Е. С., Михеев А. А.
ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ФИЗИЧЕСКОЙ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-
СПОРТСМЕНОВ В ТУРИСТСКО-ПРИКЛАДНОМ
МНОГОБОРЬЕ В ТЕХНИКЕ
ПЕШЕХОДНОГО ТУРИЗМА 12

Сунь Сюйцян
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФИЗИЧЕСКИХ
КАЧЕСТВ И ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ
В ПРОЦЕССЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА
КРОССФИТ С АКЦЕНТИРОВАННЫМ
РАЗВИТИЕМ МЫШЦ КОРА 18

Сунь Сюйцян, Михеев А. А.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНОГО МЕТОДА
КРОССФИТ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СИЛОВЫХ
СПОСОБНОСТЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ ВЫСОКОЙ
КВАЛИФИКАЦИИ..... 24

**Тычина Е. Г., Полячок А. Н.,
Мальцева Д. А.**
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ТЕНЗОДИНАМОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЫЖКОВОГО
ТЕСТА И ВИНГЕЙТ-ТЕСТА СПОРТСМЕНОВ
ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА..... 31

Хроменкова Е. В.
НОРМАТИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ: НАУЧНАЯ
ОБОСНОВАННОСТЬ, СОВРЕМЕННОСТЬ
И СИНХРОНИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ
ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ
ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ..... 40

Юрчик Н. А., Кузьмин П. Ю.
КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ
В СПОРТИВНОЙ СТРЕЛЬБЕ
ИЗ СНАЙПЕРСКОЙ ВИНТОВКИ..... 50

Юрчик Н. А., Кузьмин П. Ю.
ОБОСНОВАНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВКИ
СПОРТСМЕНОВ-СНАЙПЕРОВ
В СТРЕЛЬБЕ ИЗ НЕСТАНДАРТНЫХ
ПОЛОЖЕНИЙ..... 55

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Костючик И. Ю., Кручинский Н. Г.
РАЗВИТИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ
В ХОККЕЕ С ШАЙБОЙ:
РОЛЬ АНТРОПОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ..... 62

**Медянцева Н. Б., Гаврилова С. О.,
Гилеп И. А.**
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ
ПАРАМЕТРОВ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
СПОРТСМЕНОВ В ЛЫЖНЫХ ГОНКАХ, БИАТЛОНЕ,
ГРЕБЛЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ, ВЕЛОСПОРТЕ..... 69

**Свекла О. В., Коледа В. А.,
Асташова А. Ю.**
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ
У ФУТБОЛИСТОВ 16–18 ЛЕТ
РАЗЛИЧНЫХ ИГРОВЫХ АМПУА..... 74

Тишутин Н. А., Рубчяня И. Н.
ПОСТУРАЛЬНЫЙ БАЛАНС У ФУТБОЛИСТОВ
И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ
ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ..... 80

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПРОФИЛАКТИКА ПАТОЛОГИЙ, СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

**Досин Ю.М., Игонина Е.Н.,
Зарубский Д.В.**
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЛАЗИЙ
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА,
КАК КОМПОНЕНТА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ПРИ
ДИСФУНКЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА..... 88

**Малёванная И. А., Лукьяненко Т. Н.,
Трушко О. А., Кошеленко А. И.,
Мармузевич В. А., Бурда Д. М., Пепеляев Д. В.**
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ
ПЛОСКОСТОПИЯ У СПОРТСМЕНОВ..... 94

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Гилеп И. А.
РОЛЬ КРЕАТИНФОСФАТА В ОБМЕНЕ
ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ
ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК..... 103

Зубовский Д. К.
АРГИНИН ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ: СОСТОЯНИЕ
ВОПРОСА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ,
ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ 111

Холод М. А.
СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ
ПО ОЦЕНКЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ
ПАТТЕРНОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КОСТНО-
МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ 119

Дорогие коллеги!



Мы рады представить Вам очередной выпуск нашего журнала, который традиционно выходит в канун Новогодних и Рождественских праздников. Этот долгожданный и всеми любимый праздник входит в наши дома под бой курантов, принося с собой надежды на лучшее и наполняя сердца ожиданием перемен.

Уходящий в историю год был непростым для всех нас, но он доказал, что в единстве наша сила! За прошедшее время немало изменилось и в жизни нашего коллектива, но неизменными оставались творческий и научный подход к делу, добросовестное выполнение поставленных задач

и искреннее желание помогать! На страницах нашего журнала Вы также сможете увидеть много нового, наши специалисты стали готовить для Вас обзоры информации на актуальные в мире спортивной медицины и науки темы, опубликованные в зарубежных изданиях, презентации научных лабораторий и выполняемых в них современных методах тестирования, новые направления медицинского и научного сопровождения спортивной подготовки и, конечно, мы знакомим Вас с новыми молодыми специалистами нашей дружной команды!

Пусть наступающий год будет наполнен яркими замыслами и делами, щедр на доброту и согласие, пусть он станет для всех нас годом новых достижений и пусть вдохновляют Вас на новые победы слова известного бизнесмена Германа Каина: «Если Вы любите то, что Вы делаете, Вы будете иметь успех!».

*С уважением,
главный редактор*

Ирина Малёваная

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ И АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

УДК 796.51

НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ В ТУРИСТСКО-ПРИКЛАДНОМ МНОГОБОРЬЕ (ПЕШЕХОДНЫЙ ТУРИЗМ)

Е. С. Семенов,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

Аннотация

В результате качественного биомеханического анализа выявлены мышечные группы, обеспечивающие главные управляющие движения, посредством которых реализуется перемещение общего центра масс при выполнении соревновательного упражнения – преодоление технических этапов на личных дистанциях 3-го класса сложности. Полученные в результате исследования данные позволяют внести необходимые коррективы в учебную программу по учебной дисциплине «Специальная профессиональная подготовка», а именно: сформировать план учебно-тренировочной работы со студентами в разделе «Физическая подготовка».

Ключевые слова: качественный биомеханический анализ, технические этапы, физические качества, соревновательный результат, пешеходный туризм.

SCIENTIFIC APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF A PROFESSIONAL TRAINING PROGRAM FOR ATHLETES, WHO STILL STUDY, IN THE TOURIST-APPLIED MULTISPORT (HIKING)

E. S. Semenov,

Education Institution «Belarusian State University of Physical Culture»

Abstract

The qualitative biomechanical analysis revealed the muscle groups that are responsible for the main controlling movements. Due to these movements the centre of mass moves while performing a competitive exercise – overcoming technical stages at personal distances of the 3rd class of complexity. The data acquired during the research allow us to make the necessary adjustments to the curriculum of the academic discipline «Special Professional Training». The main focus of the study is to form a plan of educational and training work with students in the section of physical training.

Keywords: qualitative biomechanical analysis, technical stages, physical qualities, competitive result, hiking.

Введение

Спортивная подготовка – это процесс, охватывающий большой комплекс мероприятий, направленных на развитие спортсмена и обеспечить необходимую степень его готовности к спортивным достижениям [1].

Общая физическая подготовка – один из компонентов спортивной подготовки во всех видах спорта, и туристско-прикладное многоборье (ТПМ) – не исключение. Данный вид подготовки необходим для развития физических способностей и формирования специфической для ТПМ структуры физической подготовленности [2].

На кафедре спортивного туризма и технологий в туристической индустрии учреждения образования «Белорусский государственный университет физической

культуры» в соответствии с учебным планом преподается учебная дисциплина «Специальная профессиональная подготовка (СПП)».

Основными целями учебной программы являются: обеспечение начальной туристской подготовки студентов с учетом особенностей будущей профессиональной деятельности; формирование навыков, необходимых для организации туристских спортивных и рекреационных походов (соревнований), эффективного и безопасного преодоления маршрутов и соревновательных дистанций по виду спорта «Туризм спортивный».

Задачами программы являются:

- обеспечение процессов поступательного спортивно-педагогического совершенствования студентов на базе вида спорта «Туризм спортивный»; формирование компетенций, необходимых для успешной профессиональной деятельности в сфере спортивного и рекреационного туризма;

- обеспечение дополнительных возможностей для духовного, интеллектуального, физического развития обучающихся, формирование их индивидуальности личностных качеств;

- обеспечение уровня общей, специальной физической и психологической подготовленности, достаточного для успешного выступления студентов на соревнованиях по виду спорта «Туризм спортивный»;

- формирование у студентов умений и навыков в технике и тактике спортивного туризма;

- обеспечение уровня технико-тактической подготовленности, соответствующего начальному этапу туристской подготовки и достаточного для успешного преодоления маршрутов походов и дистанций соревнований по виду спорта «Туризм спортивный»;

- формирование у студентов элементов компетентности в организации и проведении спортивных и рекреационных туристских мероприятий (походов и соревнований) с соблюдением необходимых требований к безопасности и качеству;

- приобретение студентами опыта преодоления маршрутов спортивных походов и дистанций соревнований по ТПМ начального класса сложности;

- выполнение студентами норм для присвоения 2-го спортивного разряда в виде спорта «Туризм спортивный».

На занятиях по учебной дисциплине СПП используются специфические и общепедагогические методы физического воспитания. Если рассматривать их конкретнее, то используются метод строго регламентированного упражнения (расчленено-конструктивный метод), метод стандартных упражнений, соревновательный метод, словесный и наглядный методы.

Процесс обучения видам спорта «Туризм спортивный» и «Спортивное ориентирование», в рамках занятий по учебной дисциплине СПП, строится на основе принципов спортивной тренировки, что позволяет добиваться от студентов более высоких результатов, способствует их личностному совершенствованию и т.п.

На данную учебную дисциплину за весь период обучения отводится 656 учебных часов, чего, по нашему мнению, недостаточно. Данная нагрузка распределена учебным планом университета следующим образом: 1 курс – 200 часов; 2 курс – 200 часов; 3 курс – 156 часов, 4 курс – 100 часов. На 1 и 2 курсах (этап начальной подготовки) названный объем учебной нагрузки поровну распределен между дисциплинами «Туристско-прикладное многоборье» (ТПМ) и «Спортивное ориентирование», что, по мнению составителей программы, соответствует задачам комплексной подготовки студентов-спортсменов и формированию у них необходимых компетенций. Это, по нашему мнению, является недостатком данной программы, так как на изучение курса «Техника пешеходного туризма» (который является более сложным по сравнению с «Спортивным ориентированием») отводится непропорционально малый объем учебной работы, что не позволяет на достаточно высоком уровне развивать физические качества в их взаимосвязи с особенностями технических приемов, реализуемых при релевантном развитии определенных мышечных групп.

Поднимая уровень обобщения, можно утверждать, что матрица учебной дисциплины СПП должна быть построена на принципах учебно-тренировочного процесса в широком смысле этого слова, а задачи учебного процесса студентов должны определяться его целью. В соответствии с этим тезисом в результате образовательного процесса у студентов должны быть сформированы компетенции профессионального тренера по виду спорта «Туризм спортивный» спортивная дисциплина «Туристско-прикладное многоборье» в технике пешеходного туризма. Соответственно, разрабатывая программу физической подготовки студентов, необходимо придерживаться алгоритма, при котором сначала выполняется биомеханический анализ движений конкретного технического приема, затем определяются главные управляющие движения в суставах, выявляются мышечные группы, посредством которых реализуются перемещения биомеханических звеньев, выбираются упражнения для адекватной тренировки этих мышц, и после этого разрабатывается динамика нагрузок в рамках определенной последовательности развития мышечных групп, периодизация и т.д.

Цель исследования: совершенствование учебно-тренировочного процесса в рамках учебной дисциплины «Специальная профессиональная подготовка (СПП)» в разделе «физическая подготовка».

Задачи:

1. Выполнить анализ видеоматериалов соревновательной деятельности в процессе преодоления спортсменами технических этапов.
2. Определить мышечные группы, отвечающие за реализацию двигательных задач на основе качественного биомеханического анализа технических действий.
3. Разработать тематический план для студентов 1 и 2 курсов дневной формы получения образования по учебной дисциплине «Специальная профессиональная подготовка».

Метод и материалы

1. Теоретические исследования. Анализ научно-методической литературы.
2. Педагогическое наблюдение с видеофиксацией соревновательной деятельности спортсменов-студентов.
3. Выполнение качественного биомеханического анализа для выявления мышечных групп, реализующих главные управляющие движения при преодолении спортсменами технических этапов.

Организация исследования

На первом этапе работы была осуществлена видеофиксация преодоления дистанций спортсменами в процессе соревнований по ТПМ в технике пешеходного туризма.

На втором этапе по результатам видеофиксации был выполнен качественный биомеханический анализ соревновательных упражнений (рисунок 1).



Рисунок 1 – Фрагменты видеофиксации преодоления технических этапов: слева – вертикальный подъем, справа – перемещение по навесной переправе

На третьем этапе были определены мышечные группы, реализующие главные управляющие движения в суставах при преодолении технических этапов.

Результаты и обсуждение

В соответствии с представленным алгоритмом исследования анализу подверглись следующие соревновательные упражнения: вертикальный подъем, вертикальный спуск, спуск по наклонным перилам, движение по навесной переправе, движение по наклонной навесной переправе вверх, движение по наклонной навесной переправе вниз, переправа по бревну методом горизонтального маятника, переправа методом вертикального маятника. По данным видеосъемки были выявлены главные управляющие движения в суставах [3–6], обеспечивающие преодоление соревновательной дистанции, после чего определены группы мышц, с помощью которых происходило обеспечение соответствующих изменений суставных углов [7, 8]. Были определены ведущие физические качества, которые следует развивать для эффективного преодоления технических этапов, а также обозначен период обучения, благоприятный для развития выделенных физических качеств (таблица 1).

Таблица 1 – Мышечные группы, обеспечивающие главные управляющие движения при преодолении технических этапов при выполнении технических этапов

Технический этап	Мышечная группа	Физическое качество	Период обучения
Вертикальный подъем	– плечевой сустав: сгибание плеча обеспечивается широчайшей мышцей спины, большой грудной мышцей,	Сила, быстрота	1–7 неделя (2-го года обучения)
Вертикальный спуск	трапецевидной мышцей, двуглавой мышцей плеча, плечелучевой мышцей, большой круглой мышцей, полу-лучевой мышцей, плечевой мышцей, двуглавой	Сила, быстрота	1–7 неделя (2-го года обучения)
Движение по горизонтальной навесной переправе	и трехглавой мышцами плеча; – локтевой сустав: сгибание и разгибание обеспечивается плечелучевой мышцей,	Силовая выносливость, гибкость	5–15 неделя
Движение по наклонной переправе вверх	лучевым сгибателем и разгибателем запястья, двуглавой мышцей плеча; – тазобедренный сустав: сгибание и разгибание бедра обеспечивается	Силовая выносливость, гибкость	8–12 неделя (2-го года обучения)
Движение по наклонной навесной переправе вниз	квадратной мышцей поясницы, наружной косой мышцей живота, поперечной мышцей живота, подвздошно-поясничной мышцей, промежуточной широкой мышцей бедра, прямой мышцей бедра,	Быстрота, силовая выносливость, координационные способности	9–11, 20–29 неделя (1-го года обучения)
Спуск по наклонным перилам	медиальной широкой мышцей бедра, большой и средней ягодичной мышцей, латеральной широкой мышцей бедра, двуглавой мышцей бедра;	Силовые и координационные способности, быстрота, гибкость	3–8, 12–15, 21–25 неделя (1-го года обучения)
Переправа по бревну методом горизонтального маятника	– коленный сустав: сгибание и разгибание голени обеспечивается промежуточной широкой мышцей бедра, прямой мышцей бедра, медиальной широкой мышцей бедра, большой и средней ягодичной мышцей,	Силовые и координационные способности	20–29 неделя (1-го года обучения)
Переправа методом вертикального маятника	латеральной широкой мышцей бедра, двуглавой мышцей бедра, икроножной мышцей, камбаловидной мышцей, малоберцовой мышцей, передней большеберцовой, задней большеберцовой мышцей; – голеностопный сустав: сгибание и разгибание голеностопа обеспечивается икроножной мышцей, задней большеберцовой, камбаловидной мышцей.	Силовые и координационные способности	20–29 неделя (1-го года обучения)

На основе качественного биомеханического анализа была разработана программа подготовки студентов-спортсменов в ТПМ в технике пешеходного туризма на этапе начальной подготовки. Программа состояла из тематического плана, содержания учебной программы и учебно-методической карты.

1. Программа подготовки спортсменов в спортивном туризме должна начинаться с изучения индивидуальной страховочной системы (далее – ИСС), позиционирования на ней (ИСС) снаряжения.

2. Изучение 3–6 узлов, соответствующих правилам и часто используемых на дистанциях. Данными узлами могут являться: проводник восьмерка, австрийский проводник, штыковой, двойной проводник, стремя, прямой. Уделялось внимание бухтованию веревки и качеству проделанного технического действия.

3. Следующий этап – обучение работы с карабинами (прищелкивание и отщелкивание одной рукой, каждой рукой в отдельности), механическими зажимами и спусковым устройством.

4. Обучение преодолению технических этапов необходимо начинать с траверса, спуска и подъема по склону, после чего следует изучение более сложных технических этапов (навесная переправа, переправа по бревну методом горизонтального маятника, переправа методом вертикального маятника, навесная переправа), с последующим освоением технических этапов с организацией перил и работой на наклонных и вертикальных перилах.

5. Физическая подготовка занимает 30 % учебно-тренировочного времени. Программа ОФП заключается в улучшении аэробной выносливости за счет кроссовой подготовки, развитии основных мышечных групп пояса верхних конечностей и пояса нижних конечностей в динамическом режиме, мышц туловища – в статическом режиме. Используется интервальный метод тренировки с обусловленным количеством повторений, интенсивностью и интервалами отдыха.

6. Специальная физическая подготовка (СФП) осуществляется при выполнении соревновательных упражнений в условиях измененной среды с использованием, во-первых, различных отягощений и, во-вторых, напротив, созданием облегченных условий. Специальная физическая подготовка подразумевает использование повторного метода при многократном повторении соревновательного упражнения.

Техническая подготовка занимает 70 % бюджета учебно-тренировочного времени. Все технические этапы разучиваются с использованием расчлененно-конструктивного метода. После формирования у спортсмена устойчивой техники (навыка) прохождение отдельных технических этапов выполняется с учетом времени – «на скорость», а также соединение этапов в блоки.

В таблицах 2 и 3 представлен тематический план для студентов 1 и 2 курсов дневной формы получения образования по направлению специальности 1-89 02 01-01 «Спортивно-туристская деятельность (спортивный и рекреационный туризм)».

Выводы:

1. В результате качественного биомеханического анализа выявлены мышечные группы, обеспечивающие главные управляющие движения, посредством которых реализуется перемещения общего центра масс (всего тела спортсмена) при выполнении соревновательного упражнения – преодоление технических этапов на личных дистанциях 3-го класса сложности. Образовательный процесс студентов, обучающихся по направлению специальности 1-89 02 01-01 «Спортивно-туристская деятельность (спортивный и рекреационный туризм)», связан с освоением техники выполнения означенных соревновательных упражнений.

2. Полученные в результате исследования данные позволили внести необходимые коррективы в учебную программу по учебной дисциплине «Специальная профессиональная подготовка», а именно: сформировать план учебно-тренировочной работы со студентами в разделе «Физическая подготовка» и разработать тематический план для студентов 1 и 2 курсов дневной формы получения образования по учебной дисциплине «Специальная профессиональная подготовка».

Таблица 2 – Тематический план для 1-го курса дневной формы получения образования по учебной дисциплине «Специальная профессиональная подготовка»

№ модуля	Наименование модуля, темы	Количество аудиторных часов (практические занятия)	
Содержательный модуль 1 (СМ-1) Ознакомительный этап туристской подготовки			
М-1	Базовые элементы техники преодоления препятствий и ориентирования на местности	15	
	Тема 1. Техника вязки специальных узлов	8	
	Тема 2. Топографическая подготовка в туризме и спортивном ориентировании	7	
М-2	Туристская подготовка на маршруте учебно-спортивного туристского похода	36	
	Тема 3. Техника бивачных работ	6	
	Тема 4. Техника ориентирования на маршруте туристского похода	16	
	Тема 5. Техника и тактика преодоления препятствий; организация движения группы по маршруту туристского похода	14	
М-3	Индивидуальная технико-тактическая подготовка в спортивной дисциплине «Туристско-прикладное многоборье» вида спорта «Туризм спортивный»	41	
	Тема 6. Техника преодоления склона с самостраховкой на наклонных перилах. Техника преодоления подъема/спуска по вертикальным перилам	15	
	Тема 7. Начальная техническая подготовка в спортивном ориентировании	9	
	Тема 8. Техника преодоления «горизонтальной навесной переправы» на личных дистанциях	11	
	Тема 9. Определение азимута и движение по азимуту	6	
М-К ₁	Контроль учебных достижений обучающихся по СМ-1 «Ознакомительный этап туристской подготовки»	2	
Содержательный модуль 2 (СМ-2) Начальный этап туристской подготовки			
М-4	Основы командной техники и тактики преодоления дистанций соревнований по ТПМ	72	
	Тема 10. Техника вязки жестких носилок на командных дистанциях соревнований по ТПМ начального класса сложности	6	
	Тема 11. Технические приемы ориентирования с чтением карты	8	
	Тема 12. Техника восстановления перил «навесной переправы», «переправы по перилам, по бревну» на командных дистанциях	14	
	Тема 13. Техника движения «грубым» азимутом на дистанциях соревнований по ТПМ и спортивному ориентированию	6	
	Тема 14. Техника организации веревочных перил и преодоления командного технического этапа соревнований по ТПМ «Спуск/подъем по наклонным перилам»	13	
	Тема 15. Основы тактической подготовки в ориентировании на местности	9	
	Тема 16. Техника «Спуска по наклонной навесной переправе с организацией перил дополнительной страховки» на личных дистанциях	15	
	М-5	Интегральная туристская подготовка	36
		Тема 17. Соревнования по спортивному ориентированию «Зеленый стадион»	15
Тема 18. Техничко-тактическая подготовка обучающихся к соревнованиям по ТПМ на дистанциях 2-3 класса		9	
Тема 19. Соревнования по ТПМ в технике пешеходного туризма		6	
	Тема 20. Туристская подготовка обучающихся на маршруте похода выходного дня	6	
М-К ₂	Контроль учебных достижений, обучающихся по СМ-2 «Начальный этап туристской подготовки»	2	
	Итого	200	

Таблица 3 – Тематический план для 2-го курса дневной формы получения образования по учебной дисциплине «Специальная профессиональная подготовка»

№ модуля	Наименование модуля, темы	Количество аудиторных часов (практические занятия)
Содержательный модуль 1 (СМ-1) Спортивно-туристская подготовка обучающихся к преодолению дистанций соревнований по туристско-прикладному многоборью		
М-1	Физическая и технико-тактическая подготовка обучающихся к преодолению дистанций соревнований по туристско-прикладному многоборью, установленных на местности (пешеходный туризм)	84
	Тема 1. Техника и тактика преодоления этапов дистанций соревнований по туристско-прикладному многоборью «Подъем/спуск по вертикальным перилам»	12
	Тема 2. Основные способы ориентирования на длинных дистанциях соревнований по туристско-прикладному многоборью	6
	Тема 3. Техника и тактика преодоления этапов дистанций соревнований по туристско-прикладному многоборью «Подъем/спуск по наклонной навесной переправе»	12
	Тема 4. Техника движения точным азимутом на различных типах местности	9
	Тема 5. Техника и тактика преодоления этапов дистанций соревнований по туристско-прикладному многоборью «Переправа по бревну», «Переправа по навесной переправе»	12
	Тема 6. Техника и тактика ориентирования по рельефу на длинных дистанциях соревнований по туристско-прикладному многоборью	10
	Тема 7. Техника и тактика преодоления «блока» этапов личной дистанции соревнований по туристско-прикладному многоборью 3-го класса	13
	Тема 8. Тактика ориентирования на местности при преодолении длинных дистанций соревнований по туристско-прикладному многоборью	10
М-2	Физическая и технико-тактическая подготовка к преодолению дистанций ТПМ в закрытых помещениях (пешеходный туризм)	44
	Тема 9. Техника и тактика преодоления личной короткой дистанции ТПМ 3-го класса в закрытых помещениях	11
	Тема 10. Интеллектуальная и психологическая подготовка в ориентировании на местности	9
	Тема 11. Техника и тактика преодоления короткой командной дистанции ТПМ (дистанции «связок») 3-го класса в закрытых помещениях	12
	Тема 12. Техника работы с картой на соревнованиях по ТПМ	12
М-К ₁	Контроль учебных достижений обучающихся по СМ-1	2
Содержательный модуль 2 (СМ-2) Интегральная туристская подготовка		
М-3	Туристская подготовка на маршруте учебного велосипедного похода	36
	Тема 14. Техника и тактика движения туристской группы, преодоления препятствий на маршруте туристского велосипедного похода	20
	Тема 15. Техника и тактика ориентирования на маршруте туристского велосипедного похода	16
М-4	Туристская подготовка на дистанциях учебных соревнований и на маршрутах учебных походов	36
	Тема 16. Учебно-контрольные соревнования по спортивному ориентированию «Зеленый стадион»	15
	Тема 17. Учебно-контрольные соревнования по ТПМ на дистанциях 3-го класса	15
	Тема 18. Туристская подготовка обучающихся на маршруте учебного похода выходного дня	6
М-К ₂	Контроль учебных достижений обучающихся по СМ-2	2
	Итого	200

Список использованных источников

1. Иванченко, Е. И. Виды подготовки в спорте: учеб.-метод. пособие / Е. И. Иванченко. – Минск: БГУФК, 2014. – 261 с.
2. Иванченко, Е. И. Теория и практика спорта: пособие: в 3 ч. / Е. И. Иванченко. – 3-е изд., стер. – Минск: БГУФК, 2021. – Ч. 2: Виды спортивной подготовки. – 295 с.
3. Дубровский, В. И. Биомеханика: Учеб. для сред. и высш. учеб. заведений / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672 с.
4. Сотский, Н. Б. Биомеханика / Н. Б. Сотский. – Минск: РИВШ, 2023. – 216 с.
5. Макаусова, Г. В. Биомеханика тела студентов во время занятий и прохождения практики в ЛПУ / Г. В. Макаусова, А. О. Лапина, Ю. А. Мяжкинской // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – Режим доступа: URL: <https://web.snauka.ru/issues/2012/06/14171>. – Дата доступа: 07.09.2023.
6. Кашуба, В. А. Биомеханика осанки. Практическое пособие / В. А. Кашуба. – М.: Олимпийская литература, 2003. – 280 с.
7. Исследования соревновательной деятельности спортсменов в туристско-прикладном многоборье (техника пешеходного туризма) / Е. С. Семёнов [и др.] // Мир спорта. – 2019. – № 4 (89). – С. 114–119.
8. Броницкая, Г. М. Анатомия человека: учеб. пособие: в 2 ч. / Г. М. Броницкая, Л. А. Лойко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – Ч. 1: Остеология, артросиндесмология и миология. – 376 с.

03.10.2023

УДК 615.8+796.012.424.6:611.728.3(043)

ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ФИЗИЧЕСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ В ТУРИСТСКО-ПРИКЛАДНОМ МНОГОБОРЬЕ В ТЕХНИКЕ ПЕШЕХОДНОГО ТУРИЗМА

Е. С. Семенов, аспирант,

А. А. Михеев, д-р пед. наук, д-р биол. наук, профессор,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

Аннотация

Выполнение положений экспериментальной образовательной программы в рамках учебной дисциплины «Специальная профессиональная подготовка» (СПП) по виду спорта «Туризм спортивный» (спортивная дисциплина «Туристско-прикладное многоборье» в технике пешеходного туризма) привело к достоверному улучшению показателей физической и технической подготовленности студентов-спортсменов экспериментальной группы, достаточному для выполнения ими квалификационных разрядных требований, необходимых для реализации образовательной программы.

Ключевые слова: спортивный туризм, туристско-прикладное многоборье, физические качества, техническая подготовка.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE PHYSICAL AND TECHNICAL TRAINING PROGRAM OF SPORTS STUDENTS IN THE TOURIST-APPLIED ALL-AROUND USING THE HIKING TECHNIQUE

E. S. Semenov, A. A. Mikheev,

Education Institution «Belarusian State University of Physical Culture»

Abstract

The implementation of the experimental educational program's guidelines within the framework of the academic discipline «Special professional training» (SPT) in the sports tourism (sports discipline «Tourist-applied all-around» in the hiking technique) led to the improvement of physical and technical fitness of the experimental sports students group sufficient enough to meet their qualification requirements, necessary for the implementation of the educational program.

Keywords: sports tourism, tourist-applied all-around, physical qualities, technical training.

Введение

Спортивная дисциплина «Туристско-прикладное многоборье» (ТПМ) в технике пешеходного туризма (ТПТ) является бурно развивающейся спортивной дисциплиной и является самым массовым видом среди ТПМ [1–5]. Средняя численность участников соревнований по ТПМ в технике пешеходного туризма, на дистанциях 3-го класса сложности в чемпионатах Республики Беларусь составляет в среднем до 80 участников среди мужчин и до 60 участников среди женщин. В настоящее время подготовка спортсменов в ТПМ осуществляется в различных спортивных организациях по имеющимся программам [6–11]. Кроме того, подготовка спортсменов по этому виду спорта проводится в Белорусском государственном университете физической культуры. Участниками процесса являются студенты 1–4 годов обучения. Связано это с тем, что студентам для получения диплома требуется полная реализация учебного плана в рамках учебной дисциплины «Специальная профессиональная подготовка» (СПП) по виду спорта «Туризм спортивный» (спортивная дисциплина «Туристско-прикладное многоборье» в технике пешеходного туризма) при соблюдении условий выполнения II спортивного разряда. Тренировочный процесс заключается в подготовке студентов-спортсменов к преодолению соревновательных дистанций и осуществляется в рамках образовательного процесса по программам, которые разрабатывают сами преподаватели. В результате анализа таких программ были определены их недостатки, которые можно отнести к категории системных:

- программы разрабатывались на основе типовой учебной программы, в которую включены разделы, не имеющие связи со спортивным туризмом, например, краеведение, экскурсоведение и т.п.;

- вариативность программ связана с условиями проведения тренировок на спортивных базах и зависит от уровня технической оснащенности конкретных спортивных площадок, что зачастую приводит к тому, что спортсменов вынужденно обучают техническим элементам, не используемым на соревнованиях;

- технические этапы, обучение преодолению которых содержится в соответствующих разделах программ, а также нормативы для оценки подготовленности спортсменов не имеют под собой научного обоснования, зависят от личного спортивного опыта тренера-преподавателя.

В связи с вышеизложенным целью данного исследования явилось теоретико-экспериментальное обоснование программы физической и технической подготовки студентов-спортсменов в туристско-прикладном многоборье в технике пешеходного туризма.

Метод и материалы

Научная работа выполнялась поэтапно. *Теоретические исследования.* Для формирования высокого уровня компетенций в образовательном процессе УО «Белорусский государственный университет физической культуры» имеется учебная дисциплина «Специальная профессиональная подготовка» или «Спортивно-педагогическое совершенствование» (СПП). Для направления специальности 1-89 02 01 «Спортивно-туристская деятельность (по направлениям)» основным видом спорта, который рассматривается в рамках СПП является «Туризм спортивный», дисциплина «Туристско-прикладное многоборье» (далее ТПМ) в технике пешеходного туризма. Поскольку в образовательном процессе учебная и спортивная дисциплины взаимосвязаны, обучение должно отвечать всем требованиям теоретической и практической (соревновательной) составляющих. Однако следует констатировать, что в настоящее время такая взаимосвязь отсутствует. Это, как следствие, приводит к снижению уровня компетентности выпускников и является существенным недостатком в реализации практической деятельности инструкторов-методистов по туризму. Для решения данной проблемы был проведен анализ соревновательной деятельности студентов-спортсменов, на основе которого была разработана научно обоснованная программа подготовки студентов БГУФК данной специализации. Отличительными особенностями экспериментальной программы (в отличие от программы, используемой ранее), явились следующие:

– Тренировка преодоления часто используемых основных технических этапов в сочетании с дополнительными техническими этапами. Например, технический этап «спуск по наклонным перилам с организацией перил» в сочетании с техническим этапом «подъем по наклонным перилам».

– Внедрение в учебно-тренировочный процесс экспериментальной программы физической подготовки по методу круговой тренировки с жесткими интервалами отдыха, увеличивающими интенсивность упражнений.

– Использование упражнений для улучшения специальной физической подготовленности, таких, например, как перемещения с отягощениями, применение приспособлений, замедляющих или ускоряющих передвижение спортсмена и т.п.

– Использование экспериментальной балльной системы оценки часто используемых на соревнованиях технических этапов. Данная система позволяла оценивать уровень подготовленности спортсмена не только по показателю преодоления технического этапа в целом, но и по каждому отдельному элементу. Такой подход позволял целенаправленно улучшать технику преодоления каждого конкретного технического этапа.

Педагогические наблюдения. Для решения поставленной задачи был проведен сбор информации о результатах коротких соревновательных дистанций туристско-прикладного многоборья (ТПМ) в технике пешеходного туризма за 2021 год. Принимались во внимание только данные результатов соревновательной деятельности спортсменов за 2021 год по причине кардинальных изменений, внесенных в правила вида спорта «Туризм спортивный», спортивная дисциплина ТПМ в технике пешеходного туризма 3-го класса сложности. На основе полученных данных были определены следующие параметры соревновательной деятельности: периодичность использования технических этапов; среднее время преодоления дистанции, как мужчинами, так и женщинами; процент участников, выполнивших норматив II разряда, что в совокупности, во-первых, дало представление об адекватности и целенаправленности подготовки спортсменов, а, во-вторых, об уровне сформированности представления о будущей профессиональной деятельности «специалиста спортивного и рекреационного туризма».

В процессе исследования были проанализированы результаты 18 соревнований (8 соревнований в закрытых помещениях и 10 соревнований на открытом воздухе). В данных соревнованиях приняло участие всего 527 спортсменов (мальчиков и девочек). Из них 51 % участников удалось выполнить I–III спортивный разряд, 24 % выполнили I–III юношеский разряд и 25 % не выполнили требований разрядных нормативов.

На первом этапе был произведен анализ выполнения технических элементов технических приемов из чего были получены временные параметры выполнения технико-тактических действий спортсменами на коротких личных дистанциях ТПМ 3-го класса сложности, для оценки физической подготовленности студентов-спортсменов были взяты нормативы ГФОК в редакции постановления Министерства спорта и туризма Республики Беларусь от 15.04.2022 № 11 (с 04.04.2023 Государственном физкультурно-оздоровительном комплексе Республики Беларусь «Готов к труду и обороне», постановление Министерства спорта и туризма Республики Беларусь от 27.02.2023 № 10).

На втором этапе исследования была разработана 10-балльная шкала оценки технической и физической подготовленности студентов-спортсменов.

Третий этап научной работы заключался в применении разработанной оценочной шкалы для оценки испытуемых контрольной и экспериментальной групп в процессе педагогического формирующего эксперимента.

Педагогический формирующий эксперимент. В 2022–2023 гг. был проведен педагогический формирующий эксперимент, в котором приняли участие 58 студентов-спортсменов, разделенных на 2 равноценных группы: 32 испытуемых мужского пола и 24 испытуемых женского пола составили экспериментальную группу (ЭГ) и 26 испытуемых мужского пола, 24 испытуемых женского пола составили контрольную группу (КГ). В течение учебного года студенты КГ занимались по ранее

утвержденной программе, а студенты ЭГ – по экспериментальной программе. Педагогические тестирования, в процессе которых были получены эмпирические данные, позволившие провести сравнение динамики физических качеств и технической подготовленности спортсменов ЭГ и КГ, проводились до начала и после завершения экспериментального периода.

Результаты и обсуждение

Для оценки технической подготовленности студентов-спортсменов была предложена следующая формула (1):

$$(MINрезультат — МАХрезультат) / 10 = S \quad (1),$$

где MINрезультат – минимальный результат выполнения технического действия (технического этапа);

МАХрезультат – максимальный результат выполнения технического действия (технического этапа);

S – значение отклонения/ранжирования.

Пример оценивания уровня технической подготовленности испытуемых студентов-спортсменов представлен в таблице 1.

Таблица 1– Пример оценивания уровня технической подготовленности студентов-спортсменов при преодолении технического этапа

Название технического этапа	Техническое действие	Время выполнения технического действия					
		Испытуемый № 1 (мужчина)			Испытуемая № 1 (женщина)		
Переправа по бревну методом «горизонтальный маятник» (орг. перил)	Организация и подключение к перилам	45,1	25,1	5,0	25,3	14,9	4,6
	Движение в опасной зоне	22,8	12,4	2,0	21,6	12,3	3,0
	Отключение от перил и снятие перил	37,6	26,8	16	45,2	32,1	19,0
	Суммарное время преодоления технического этапа	75,6	49,8	24,0	77,3	56,5	35,8
Балльная оценка		4	7	10	4	7	10

Пример оценивания уровня физической подготовленности студентов-спортсменов приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Пример оценивания уровня физической подготовленности студентов-спортсменов

Тест	Показатель			
	Испытуемые (женщины)		Испытуемые (мужчины)	
	№1	№ 2	№ 1	№ 2
Прыжок в длину с места, см	172	177	230	233
Наклон вперед из положения сидя, см	15	17	16	18
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, раз	12	13	26	28
Балльная оценка	5	6	5	6
Уровень подготовленности	средний	средний	средний	средний

Эмпирические данные физической подготовленности испытуемых КГ и ЭГ представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Данные физической подготовленности студентов ЭГ и КГ до начала и после завершения эксперимента

Тест	Исходные показатели ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)			Итоговые показатели ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)		
	1	2	P	1	2	P
Прыжок в длину с места, см	233,9±1,70	234,5±1,87	≥0,05	236,52±1,47	246,9±9,97	≤0,05
Наклон вперед из положения сидя, см	11,1±2,51	11,6±1,86	≥0,05	13,8±2,15	15,52±1,75	≤0,05
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, раз	40,6±3,67	41,6±6,31	≥0,05	44,9±4,99	54,5±8,35	≤0,05
Подтягивание на высокой перекладине, раз	12,2±1,93	12,1±1,45	≥0,05	15,5±1,63	17,3±1,86	≤0,05
Поднимание туловища из положения лежа на спине за 60 с., раз	44,9±7,50	44,1±5,97	≥0,05	51,0±7,96	54,7±5,81	≤0,05
Челночный бег 4 x 9 м, с.	9,3±0,12	9,4±0,17	≥0,05	9,0±0,18	8,98±0,14	≤0,05
Бег 30 м, с.	4,6±0,14	4,7±0,13	≥0,05	4,4±0,14	4,2±0,16	≤0,05
Бег 3000 м, мин.	15,2±1,43	15,2±1,12	≥0,05	14,9±1,50	14,5±0,97	≤0,05

Примечание: 1 – КГ; 2 – ЭГ.

Таблица 4 – Данные физической подготовленности студенток ЭГ и КГ до начала и после завершения эксперимента

Тест	Исходные показатели ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)			Итоговые показатели ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)		
	1	2	P	1	2	P
Прыжок в длину с места, см	170,9±5,95	174,6±7,89	≥0,05	184,4±2,91	174,6±7,89	≤0,05
Наклон вперед из положения сидя, см	14,6±0,96	17,5±0,97	≥0,05	21,8±1,03	17,5±0,97	≤0,05
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, раз	9,2±1,31	12,5±1,64	≥0,05	19,2±1,22	12,5±1,64	≤0,05
Поднимание туловища из положения лежа на спине за 60 с., раз	46,7±2,26	50,9±2,64	≥0,05	56,3±1,88	50,9±2,64	≤0,05
Челночный бег 4 x 9 м, с.	10,8±0,18	10,5±0,21	≥0,05	10,2±0,19	10,5±0,21	≤0,05
Бег 30 м, с.	5,6±0,14	5,3±0,15	≥0,05	5,1±0,08	5,3±0,15	≤0,05
Бег 1500 м, мин.	8,0±0,59	7,7±0,67	≥0,05	7,3±0,48	7,7±0,67	≤0,05

Примечание: 1 – КГ; 2 – ЭГ.

Из данных, представленных в таблицах 3 и 4 можно сделать вывод, что до начала эксперимента достоверных различий в уровне физической подготовленности испытуемых КГ и ЭГ не было. После окончания эксперимента испытуемые ЭГ, как мужчины, так и женщины, во всех тестах показали достоверно ($P \leq 0,05$) лучшие результаты относительно результатов спортсменов КГ. В процессе оценивания уровня физической подготовленности спортсменов ЭГ и КГ после окончания эксперимента (в соответствии с ранее разработанной шкалой) у испытуемых ЭГ было зафиксировано достоверное улучшение результатов во всех предложенных тестах за исключением теста «Бег на 1500 м». В этом испытании средний балл у мужчин остался на уровне $3,0 \pm 0,2$, а у женщин на уровне $3,5 \pm 0,3$. Среднегрупповой суммарный балл у испытуемых мужчин КГ составил $6,3 \pm 0,1$, а у испытуемых ЭГ – $7,4 \pm 0,2$.

В таблице 5 представлены результаты балльной оценки технической подготовленности испытуемых мужского пола ЭГ и КГ после окончания эксперимента. Из таблицы следует, что по итогам обследований испытуемые ЭГ получили достоверно более высокие балльные оценки на всех технических этапах, чем испытуемые КГ.

Таблица 5 – Балльная оценка технической подготовленности испытуемых мужского пола ЭГ и КГ после окончания эксперимента

Технический этап	Баллы ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)		P
	КГ	ЭГ	
Вертикальный подъем	6,9±0,1	7,6±0,2	≤0,05
Вертикальный спуск	6,2±0,3	7,1±0,1	≤0,05
Навесная	6,0±0,4	7,9±1,1	≤0,05
Подъем по навесной	4,3±0,3	6,7±0,2	≤0,05
Спуск по навесной	5,9±0,1	7,4±1,0	≤0,05
Спуск по наклонным перилам (с организацией перил)	2,2±1,3	8,8±1,5	≤0,05
Бревно	4,1±0,4	7,0±0,2	≤0,05
Маятник	4,0±0,7	6,8±0,2	≤0,05
Среднегрупповая оценка ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	4,9±1,1	7,4±1,3	≤0,05

По итогам сдачи контрольных нормативов среднегрупповая оценка ЭГ составила 7,4±1,3 балла, что было достоверно выше среднегрупповой оценки КГ, которая составила 4,9±1,1 балла.

Результаты оценки уровня технической подготовленности испытуемых женского пола (таблица 6) показали, что после окончания эксперимента среднегрупповая оценка спортсменок ЭГ (7,0±1,1) была достоверно выше среднегрупповой оценки испытуемых КГ (5,1±0,2) при достоверно более высоких результатах на всех технических этапах.

Таблица 6 – Балльная оценка технической подготовленности испытуемых женского пола ЭГ и КГ после окончания эксперимента

Технический этап	Баллы ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)		P
	КГ	ЭГ	
Вертикальный подъем	4,1±1,1	7,0±0,8	≤0,05
Вертикальный спуск	4,5±0,3	7,1±1,0	≤0,05
Навесная	5,1±0,4	6,9±0,6	≤0,05
Подъем по навесной	5,0±1,2	7,2±0,4	≤0,05
Спуск по навесной	5,4±0,5	6,8±0,3	≤0,05
Спуск по наклонным перилам (с организацией перил)	6,0±0,4	7,0±0,1	≤0,05
Бревно	6,0±0,1	6,7±0,2	≤0,05
Маятник	4,4±1,4	7,3±0,7	≤0,05
Среднегрупповая оценка ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	5,1±0,2	7,0±1,1	≤0,05

Выводы

1. На основе данных о преодолении технических этапов спортсменами на соревнованиях была разработана балльная система оценки физической и технической подготовленности спортсменов туристско-прикладного многоборья в технике пешеходного туризма с возможностью оценки каждого конкретного технического действия, что позволило улучшить техническую подготовку спортсменов.

2. Выполнение положений экспериментальной образовательной программы в рамках учебной дисциплины «Специальная профессиональная подготовка» (СПП) по виду спорта «Туризм спортивный» (спортивная дисциплина «Туристско-прикладное многоборье» в технике пешеходного туризма) привело к достоверному улучшению показателей физической и технической подготовленности студентов-спортсменов экспериментальной группы, достаточному для выполнения ими квалификационных разрядных требований, необходимых для реализации образовательной программы.

Список использованных источников

1. Башан, Н. А. Современные подходы к организации и проведению туристских слетов и соревнований по туристскому многоборью / Н. А. Башан, А. В. Шигаев // Science Time. – № 1 (25). – 2016. – С. 33–35.
2. Макаров, В. М. Подготовка спортсменов в туристском многоборье горного и пешеходного видов на этапе начального совершенствования с применением технических средств: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / В. М. Макаров. – Тула, 2016. – 179 с.
3. Махов, В. И. Методика развития специальной выносливости туристов-многоборцев на этапе углубленной специализации: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / В. И. Махов. – Белгород, 2016. – 182 с.
4. Булаев, М. А. Подготовка спортсменов-турмногоборцев в условиях западной Сибири с использованием закрытых помещений / М. А. Булаев // Российский вестник детско-юношеского туризма и краеведения. – 2002. – № 3 (43). – С. 38–40.
5. Махов, В. И. Разработка методики проблемного обучения для юных спортсменов в процессе занятий туристским многоборьем / В. И. Махов, Ф. И. Собянин, И. И. Махов // Культура физическая и здоровье. – Воронеж, 2008. – № 2 (16). – С. 25–28.
6. Махов, В. И. Экспериментальное обоснование методики развития специальной выносливости туристов-многоборцев на этапе углубленной специализации / В. И. Махов // Культура физическая и здоровье. – Воронеж, 2011. – № 5 (35). – С. 46–48.
7. «Туристское многоборье»: рабочая программа для учр. доп. образов. социально-педагогической направленности / сост.: М. А. Ковнацкая; Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования центр туризма и краеведения. – Новочеркасск, 2019. – 26 с.
8. Специальная профессиональная подготовка: типовая учеб. программа для высш. учеб. по учеб. дисциплине для специальности 1-89 02 01 «Спортивно-туристская деятельность (по направлениям)» / сост.: В. Е. Поддисских, О. А. Гусарова, Е. С. Семёнов, Е. В. Реброва; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2021. – 49 с.
9. Ерманок, В. А. Туристско-прикладное многоборье в технике пешеходного туризма: программа объединения по интересам. туристско-краеведческий образовательная область: туризм / В. А. Ерманок; Республиканский центр экологии и краеведения центр детей и молодежи. – Минск, 2018 – 27 с.
10. Дополнительная образовательная программа спортивной подготовки по виду спорта «Спортивный туризм». – Режим доступа: URL:<http://miass-vertikal.ru/programmy-i-annotacii-k-programmam.html>. – Дата доступа 03.12.2023.
11. «Туристско-прикладное многоборье»: программа объединения по интересам. туристско-краеведческий образовательная область: туризм / К. В. Кейзеров; Центр туризма, краеведения и экскурсий детей и молодежи г. Бобруйска. – Бобруйск, 2022. – 24 с.

27.11.2023

УДК 615.8+796.012.424.6:611.728.3(043)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ И ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ В ПРОЦЕССЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КРОССФИТ С АКЦЕНТИРОВАННЫМ РАЗВИТИЕМ МЫШЦ КОРА

Сунь Сьюцян, аспирант,

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка»

Аннотация

Тренировки по методу кроссфит, проводимые с повышенным до 32 % относительно штатных тренировочных занятий объемом упражнений, направленных на развитие мышц кора, положительно влияли на уровень общей физической подготовленности квалифицированных пловцов, входящих в состав ЭГ, и способствовали значимому (внутригрупповые различия достоверны на уровне значимости от $p < 0,05$ до $p < 0,001$) улучшению двигательных способностей за исключением координационных способностей, о чем свидетельствовали результаты теста «бег змейкой 10 м». Выявлены достоверные межгрупповые различия между

тестовыми показателями общефизической подготовленности испытуемых ЭГ и КГ ($p < 0,05$), тренировавшихся по экспериментальной программе кроссфит и традиционной программе. Исключение составили: тест «бег «змейкой» на 10 м», отражающий уровень развития координационных способностей ($p > 0,05$) и «наклон вперед» ($P > 0,05$), отражающий состояние пассивной гибкости.

Ключевые слова: кроссфит, мышцы кора, общефизическая подготовленность, координационные способности, пассивная гибкость.

STUDY OF THE PHYSICAL QUALITIES DYNAMICS AND GENERAL PHYSICAL FITNESS OF YOUNG SWIMMERS IN THE PROCESS OF USING THE CROSSFIT METHOD WITH ACCENTUATED DEVELOPMENT OF THE CORE MUSCLES

Sun Xuqiang,

Education Institution «Belarusian State Pedagogical University named after M. Tank»

Abstract

Crossfit training, conducted with an increased volume of exercises aimed at developing core muscles by up to 32 % relative to regular training sessions, positively influenced the level of general physical fitness in qualified swimmers who are part of the EG. It also contributed to a significant (intra-group differences are significant at the significance point from $p < 0,05$ to $p < 0,001$) improvement of motor abilities with the exception of coordination abilities, as evidenced by the results of the «10 m snake run» test. Significant intergroup differences were revealed between the test indicators of general physical fitness of the EG and KG subjects ($p < 0,05$) who trained according to the experimental crossfit program and the traditional program. The exceptions were the test «10 m snake run», which reflects the level of development of coordination abilities ($p > 0,05$) and «forward tilt» ($p > 0,05$), which reflects the state of passive flexibility.

Keywords: crossfit, cortex muscles, general physical fitness, coordination abilities, passive flexibility.

Введение

Одной из целей научных исследований в КНР в области спортивного плавания является обоснование методов улучшения силовых способностей подростков-пловцов в соответствии с характеристиками соревновательной деятельности [1–4]. Анализ зарубежной и отечественной китайской литературы показал, что в названном направлении научных исследований недостаточно. Недостаёт исследований и, соответственно, знаний о характере функциональных изменений, происходящих в организме в процессе тренировки кроссфит, что не отвечает возросшим потребностям спорта. Представляется перспективным изучить влияние нагрузок различного объема и интенсивности в режиме круговой тренировки с акцентированием на развитие специально определенных мышечных групп, которые отвечают за качество спортивной техники в плавании и в целом за соревновательный результат [5–8]. В связи с этим существует необходимость педагогического обоснования метода кроссфит в серии смежных тренировочных занятий пловцов высокой квалификации. Однако такое обоснование невозможно без минимально достаточного количества исследований, раскрывающих механизмы эффективности и упражнений кроссфит. В результате комплекса педагогических исследований планируется разработать метод тренировки кроссфит пловцов высокой квалификации [9–10]. Метод должен быть обоснован результатами хронологического сопоставления динамики физических качеств в серии экспериментальных тренировочных занятий с динамикой соревновательных результатов пловцов. Соотнесение педагогических показателей с динамикой специализированных тестовых показателей при научной интерпретации их изменения во времени позволит делать выводы о механизмах регуляции адаптационных перестроек в ответ на предлагаемую нагрузку.

Метод и материалы

Исследование выполнялось с привлечением следующих теоретических и экспериментальных методов: анализ и обобщение данных литературных источников, дневников и протоколов психологического тестирования спортсменов, педагогические наблюдения, педагогический формирующий эксперимент, педагогическое тестирование; экспериментальные физиологические методы исследования: морфологические методы исследования (антропометрия); методы математической статистики.

Цель данного исследования – экспериментально обосновать эффективность метода кроссфит с увеличенным до 30 % от суммарного тренировочного времени объемом упражнений, направленных на развитие мышц кора с целью улучшения общефизической подготовленности квалифицированных пловцов.

В задачи исследования входило:

1. Изучить динамику общей физической подготовленности (ОФП) пловцов высокого класса в процессе эксперимента.

2. Выполнить сравнительный анализ эффективности метода кроссфит и традиционной тренировки.

Разработанный метод кроссфит с увеличенным до 32 % от тренировочного времени объемом упражнений, направленных на развитие мышц кора, был предложен к реализации в тренировочном процессе квалифицированных пловцов с целью улучшения общефизической и специальной физической подготовленности.

Продолжительность применения метода – 24 недели по 6 тренировочных занятий в неделю, всего 144 занятия по 60 минут каждое.

Распределение средств ОФП на суше у квалифицированных пловцов:

1. ОРУ (разминка, заминка) – 8 % от общего объема, суммарно 12 часов за 24 месяца, до 5 минут в каждой отдельной тренировке.

2. Упражнения для мышц рук и плечевого пояса – 32 % от общего объема, суммарно 48 часов за 24 месяца, до 19 минут в каждой отдельной тренировке.

3. Упражнения для мышц ног – 28 % от общего объема, суммарно 42 часа за 24 месяца, до 16 минут в каждой отдельной тренировке.

4. Упражнения для мышц туловища – 32 % от общего объема, суммарно 48 часов за 24 месяца, до 20 минут в каждой отдельной тренировке.

Программа для развития мышц кора состояла из упражнений, направленных на развитие мышц туловища, выполняемых с партнером и самостоятельно в положении стоя, лежа на груди и спине (на горизонтальной и наклонной поверхности), в висе на шведской стенке, на перекладине, на гимнастических кольцах, с использованием системы TRX, полусфер (босу), фитболов, набивных мячей, блочных устройств.

В формирующем эксперименте приняли участие 48 квалифицированных пловцов мужского пола. В экспериментальной группе (ЭГ) были зафиксированы следующие среднегрупповые характеристики: средний возраст составил $15,1 \pm 0,4$ лет, спортивный стаж $6,8 \pm 0,3$ года, средняя длина тела $163,3 \pm 6,5$ см, средняя масса тела $50,1 \pm 6,9$ кг, масса мышечной ткани $46,8 \pm 2,6$ %, масса жировой ткани $21,8 \pm 1,69$ %. В ЭГ представителей способа плавания «басс» было 6 человек, «кроль на спине» – 8 человек, «кроль на груди» – 6 человек, «баттерфляй» – 5 человек ($n=25$). В контрольной группе (КГ) представителей способа плавания «басс» было 7 человек, «кроль на спине» – 5 человек, «кроль на груди» – 5 человек, «баттерфляй» – 6 человек ($n=23$).

В соответствии с планом исследований спортсмены ЭГ и КГ в течение 6 месяцев, с января по июнь 2020 года, тренировались в соответствии с 2 программами общефизической подготовки: экспериментальной (на основе кроссфит с увеличенным объемом упражнений для мышц кора) и традиционной, построенной в соответствии с рекомендациями директивных документов, утвержденных Министерством спорта. Для улучшения общефизической подготовленности испытуемые обеих групп тренировались на суше 3 раза в неделю: по понедельникам, средам и пятницам. Занятия на суше проводились после тренировок в бассейне. Продолжительность занятий равнялась 30–40 мин.

Для фиксации уровня общефизической подготовки было проведено 2 блока тестирований – до начала эксперимента и после его завершения. Полученный эмпирический материал дал возможность оценить достоверность произошедших за время эксперимента изменений как внутри групп, так и между группами испытуемых.

Методика определения общей физической подготовленности содержала следующие педагогические тесты: бег 10 м (с.); пятиминутный бег (м); бег «змейкой» 10 м» (с.); прыжок в длину с места с отталкиванием 2 ногами (см); прыжок вверх с места с отталкивание двумя ногами (см); прыжки с «добавками» (количество «добавок»); сгибание и разгибание рук в упоре в висе стоя (количество полных циклов движений); наклон вперед в положении стоя (см); функциональный тест («конди-тест»). Последний выполнялся следующим образом: 4 круга каждый из которых состоял

из 5 упражнений по 10 движений в каждом упражнении, без перерывов между кругами. 1 упражнение: лежа на спине спортсмен выполнял «складку» – одновременно поднимал туловище и ноги, согнутые в коленях, касаясь локтями колен. 2 упражнение: сгибание и разгибание рук в упоре лежа. 3 упражнение: лежа на груди, руки над головой, ноги закреплены, необходимо было выполнять подъемы туловища. 4 упражнение: в висе на гимнастической стенке спортсмен выполнял сгибания ног в тазобедренных суставах до угла 90° с возвратом в ИП. 5 упражнение: руки на поясе, прыжки вверх из положения «полуприсед» на высоту около 20 см. Перед началом тестирования производилось измерение ЧСС в положении сидя. После окончания теста производилось измерение ЧСС в первые 10 с., затем через 30 с. и через 50 с. в положении стоя. Все упражнения должны были выполняться с полной амплитудой. Уровень силовой выносливости оценивался по общему времени выполнения теста; способность к мобилизации – по значению первой пробы ЧСС после окончания теста; способность к восстановлению – по разнице между первой и третьей пробой ЧСС; уровень тренированности отдельных групп мышц – по времени до момента фиксации уменьшения амплитуды движений в конкретном упражнении.

Результаты и обсуждение

Результаты тестирования ОФП пловцов КГ до начала эксперимента и после его окончания (таблица 1) свидетельствовали о том, что во всех тестовых упражнениях у пловцов КГ наблюдалось недостоверное улучшение результатов, за исключением прыжка вверх с места с отталкиванием двумя ногами ($p < 0,05$) и наклона вперед ($p < 0,01$).

Таблица 1 – Внутригрупповые показатели общей физической и функциональной подготовленности пловцов КГ до и после формирующего педагогического эксперимента (n=23)

Тест	Показатели ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)		p
	1	2	
Бег 10 м, с.	3,02 ± 0,06	2,55 ± 0,09	>0,05
Пятиминутный бег, м	1003,0 ± 21,0	1081,0 ± 23,0	>0,001
Бег «змейкой» 10 м, с.	4,91 ± 0,04	3,53 ± 0,03	>0,05
Прыжок в длину с места, см	173,0 ± 5,2	185,6 ± 6,3	>0,05
Прыжок вверх с места, см	29,6 ± 1,0	41,1 ± 1,8	<0,05
Прыжки с «добавками», количество «добавок»	17,0 ± 2,3	21,2 ± 3,6	>0,05
Сгибание и разгибание рук в упоре в висе стоя, раз	8,0 ± 1,9	11,2 ± 2,8	>0,01
Наклон вперед, см	4,2 ± 1,5	23,0 ± 0,6	<0,01
Тест по общей физической подготовленности, с.	296,4 ± 19,5	261,5 ± 20,8	>0,05

Примечание: 1 – исходные показатели; 2 – итоговые показатели; P – достоверность различий.

Результаты обследований испытуемых (таблица 2) позволили утверждать, что тренировки по методу кроссфит, проводимые с повышенным относительно штатных тренировочных занятий объемом упражнений, направленных на развитие мышц кора, положительно влияли на уровень физической подготовленности квалифицированных пловцов, входящих в состав ЭГ и способствовали значимому (все различия достоверны на уровне значимости от $p < 0,05$ до $p < 0,001$) улучшению двигательных способностей за исключением координационных способностей, о чем свидетельствовали результаты теста «бег змейкой 10 м».

Таблица 2 – Внутригрупповые показатели общей физической и функциональной подготовленности пловцов ЭГ до и после формирующего педагогического эксперимента (n=25)

Тест	Показатель ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)		p
	1	2	
Бег 10 м, с.	2,58±0,11	1,86±0,18	<0,05
Пятиминутный бег, м	1022,0±19,5	1295,0±23,0	<0,001
Бег «змейкой» 10 м, с.	4,85±0,85	3,45±0,93	>0,05
Прыжок в длину с места, см	178,5±1,3	219,3±2,4	<0,05
Прыжок вверх с места, см	31,8±1,2	54,5±1,1	<0,01
Прыжки с «добавками», количество «добавок»	16,3±1,5	36,7±1,6	<0,05
Сгибание и разгибание рук в упоре в висе стоя, раз	9,3±2,1	18,9±1,6	<0,01
Наклон вперед, см	5,1±1,4	24,5±2,4	<0,01
Конди-тест, с.	302,5±14,5	198,7 ±21,6	<0,05

Анализ внутригрупповой динамики тестовых показателей в ЭГ (таблица 2) позволил сделать вывод, что наибольший прирост результатов наблюдался в прыжке в длину с места от 178,5±1,3 см в начале и до 219,3±2,4 см после ($p < 0,05$), прыжках с «добавками» (с 16,3±1,5 добавок до 36,7±1,6 добавок, $p < 0,05$), сгибаниях и разгибаниях рук в упоре в висе стоя, (количество раз от 9,3±2,1 раз до 18,9±1,6 раз, ($p < 0,001$), наклоне вперед с 5,1±1,4 см до 24,5±2,4 см ($p < 0,01$).

В других тестовых упражнениях прослеживалась та же тенденция – время преодоления 10 м в тесте «бег «змейкой» улучшилось с 4,85±0,85 с. до 3,45±0,93 с. ($p < 0,05$), преодоленное расстояние в пятиминутном беге увеличилось с 1022,0±19,5 м до 1295,0±23,0 м ($p < 0,001$), высота прыжка вверх с места увеличилась с 31,8±1,2 см до 54,5±1,1 см ($P < 0,01$), время теста по общей физической подготовленности уменьшилось с 302,5±14,5 с. до 198,7 ±21,6 с. ($p < 0,05$), время преодоления 10 м улучшилось с 2,58±0,11 с. до 1,86±0,28 с. ($p < 0,05$).

Установленное улучшение показателей физической подготовленности пловцов при внедрении в процесс ОФП метода кроссфит с увеличенным объемом упражнений для развития мышц кора говорит о специфическом характере нагрузки, определяемой педагогическими характеристиками метода, способного вызвать достоверные положительные сдвиги в развитии физических качеств квалифицированных пловцов – силовых, скоростно-силовых и координационных способностей, пассивной гибкости, а также в показателях функциональной подготовленности (общей работоспособности).

В таблице 3 представлены сравнительные среднegrupповые показатели физической подготовленности пловцов КГ и ЭГ до и после формирующего педагогического эксперимента

Таблица 3 – Межгрупповые показатели общей физической и функциональной подготовленности пловцов КГ (n=23) и ЭГ (n=25) до и после формирующего педагогического эксперимента

Тест	Исходные показатели ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)		P	Итоговые показатели ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)		p
	КГ	ЭГ		КГ	ЭГ	
Бег 10 м, с.	3,02±0,06	2,58±0,11	>0,05	2,55±0,09	1,86±0,18	<0,05
Пятиминутный бег, м	1003,0±21,0	1022,0±19,5	>0,05	1081,0±23,0	1295,0±23,0	<0,05
Бег «змейкой» 10 м, с.	4,91±0,04	4,85±0,85	>0,05	3,53±0,03	3,45±0,93	>0,05
Прыжок в длину с места, см	173,0±5,2	178,5±1,3	>0,05	185,6±6,3	219,3±2,4	<0,05
Прыжок вверх с места, см	29,6±1,0	31,8±1,2	>0,05	41,1±1,8	54,5±1,1	<0,05
Прыжки с «добавками», количество «добавок»	17,0±2,3	16,3±1,5	>0,05	21,2±3,6	36,7±1,6	<0,05
Сгибание и разгибание рук в упоре в висе стоя, раз	8,0±1,9	9,3±2,1	>0,05	11,2±2,8	18,9±1,6	<0,05
Наклон вперед, см	4,2±1,5	5,1±1,4	>0,05	23,0±0,6	24,5±2,4	>0,05
Конди-тест, с.	296,4±19,5	302,5±14,5	>0,05	261,5±20,8	198,7±21,6	<0,05

Как следует из данных общефизической и функциональной подготовленности пловцов ЭГ и КГ в процессе эксперимента, представленных в таблице 3, имеются достоверные различия между тестовыми показателями испытуемых ЭГ и КГ ($p < 0,05$), тренировавшихся по экспериментальной и традиционной программе. Исключение составили: тест «бег «змейкой» на 10 м», отражающий уровень развития координационных способностей ($p > 0,05$) и «наклон вперед» ($p > 0,05$), отражающий состояние пассивной гибкости.

Выводы

1. Тренировки по методу кроссфит, проводимые с повышенным до 32 % относительно штатных тренировочных занятий объемом упражнений, направленных на развитие мышц кора, положительно влияли на уровень общей физической подготовленности квалифицированных пловцов, входящих в состав ЭГ и способствовали значимому (внутригрупповые различия достоверны на уровне значимости от $p < 0,05$ до $p < 0,001$) улучшению двигательных способностей за исключением координационных способностей, о чем свидетельствовали результаты теста «бег «змейкой» 10 м».

2. Выявлены достоверные межгрупповые различия между тестовыми показателями общефизической подготовленности испытуемых ЭГ и КГ ($p < 0,05$), тренировавшихся по экспериментальной программе кроссфит и традиционной программе. Исключение составили: тест «бег «змейкой» на 10 м», отражающий уровень развития координационных способностей ($p > 0,05$), и «наклон вперед» ($P > 0,05$), отражающий состояние пассивной гибкости.

Список использованных источников

1. 梁锡化, 祝冬青, 彭寅安, 易帆. 不同力量训练对不同距离游泳运动员运动能力的影响[J]. 湖北体育科技, 1997, 3: 29–34. = Сихуа, Лян. Влияние различных силовых тренировок на спортивные способности пловцов на разные дистанции / Лян Сихуа, Чжу Дунцин, Пэн Инъань, И Фань // Спортивные технологии. – 1997. – № 3. – С. 29–34.
2. 程燕, 许琦等游泳运动训练科学化理论及方法的研究 [北京体育大学出版社,] 2006 ; 31 = Янь, Чэн. Исследования научной теории и метода спортивной подготовки по плаванию: учеб.-метод. пособие / Чэн Янь, Сюй Ци и др. – Издательство Пекинского спортивного университета, 2006. – 31 с.
3. 王丹, 纪逊. 对游泳运动员陆上核心力量训练的探讨[J]技术交流, 2011, 7: 50–51. = Дань, Ван. Обсуждение силовой тренировки кора у пловцов на суше / Ван Дань, Ци Сюнь // Технический обмен. – 2011. – № 7. – С. 50–51.
4. 陈建新, 陆青. 对游泳运动员采用传统腰腹力量训练与核心力量训练效果的比较分析[J]. 南京体育学院学报, 2011, 10 (5) : 57–59. = Цзяньсинь, Чен. Сравнительный анализ эффекта традиционной

силовой тренировки талии и живота и силовой тренировки кора у пловцов / Чен Цзяньсинь, Лу Цин // Журнал Нанкинского института физкультуры. – 2011. – № 10 (5). – С. 57–59.

5. 王轶.长距离游泳运动员核心力量训练的实验研究[J].运动训练学, 2013, 3 (23): 2. = Йи, Ван. Экспериментальные исследования силовой тренировки кора у пловцов на длинные дистанции / Ван Йи // Спортивная тренировка. – 2013. – № 3 (23). – С. 2.

6. 侯艳芬, 李明航, 冯月.业余运动员核心力量训练方法研究[J].运动训练学, 2017, 7 (28): 49–51. = Яньфэнь, Хоу. Исследование методов силовой тренировки кора у спортсменов-любителей / Хоу Яньфэнь, Ли Минхан, Фэн Юэ // Спортивная тренировка. – 2017. – №7 (28). – С. 49–51.

7. 喻君.青少年游泳运动员核心力量训练研究[J].运动训练, 2022, 5 (109) : 62–63. = Джун, Ю. Исследования по силовой тренировке кора юных пловцов / Ю Джун // Спортивная тренировка. – 2022. – № 5 (109). – С. 62–63.

8. 杨永忠.青少年游泳运动员核心力量训练的手段与方法分析[J].竞技与训练, 2016, 6: 184–185= Юнчжун, Ян. Анализ средств и методов силовой тренировки кора юных пловцов / Ян Юнчжун // Соревнования и тренировки. – 2016. – № 6. – С. 184–185.

9. 鲍杰.青少年男子游泳运动员核心力量训练对传统力量训练化化的实验研究(河南省体工队 12-16岁男子游泳运动黄为例)[D].武汉体育学院, 2015. = Цзе, Бао. Экспериментальные исследования по преобразованию тренировки ядерной силы в традиционную силовую тренировку для юных спортсменов-пловцов (например, спортивная команда провинции Хэнань, 12–16-летние мужчины по плаванию, спорт Инь): дисс. ...маги. пед. наук: физическое воспитание и обучение / Бао Цзе. – Уханьский институт физического воспитания, 2015. – 50 с.

10. 岁少儿蝶泳训练中的实验研究 [D]. 吉林体育学院, 2019. = Чжунъюань, Сунь. Экспериментальное исследование силы кора при тренировке баттерфляем у детей 10–14 лет: дисс. ... маги. пед. наук: физическое воспитание и обучение / Сунь Чжунъюань. – Цзилиньский институт физического воспитания, 2019. – 48 с.

13.11.2023

УДК 615.8+796.012.424.6:611.728.3(043)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНОГО МЕТОДА КРОССФИТ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Сунь Сюйцян, аспирант,

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка»;

А. А. Михеев, д-р пед. наук, д-р биол. наук, профессор,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

Аннотация

В результате тренировок по кроссфиту с увеличенным до 30 % объемом упражнений, направленных на развитие мышц кора, показатели силовых способностей квалифицированных пловцов достоверно улучшились: взрывная сила мышц ног в среднем достоверно увеличилась на 22,2 % ($p \leq 0,05$), причем эти данные явились показателем отставленного эффекта кроссфит-тренинга, так как были зафиксированы через месяц после окончания экспериментальной серии; по показателям кистевой динамометрии сила мышц правой руки увеличилась на 20,3 % ($p \leq 0,05$), левой руки – на 17,7 % ($p \leq 0,05$); в показателях силовой выносливости мышц рук и плечевого пояса после 12 недель наблюдалось достоверное увеличение на 36,4 % ($p \leq 0,05$) и на 38,7 % ($p \leq 0,05$) – через месяц после окончания экспериментальной серии, что свидетельствовало о наличии отставленного эффекта кроссфит-тренинга.

Ключевые слова: кроссфит, мышцы кора, силовые способности, взрывная сила, силовая выносливость.

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE CROSSFIT TRAINING EFFECTIVENESS FOR DEVELOPMENT OF THE STRENGTH ABILITIES AND SPECIAL PREPAREDNESS OF HIGHLY QUALIFIED SWIMMERS

Sun Xuqiang,

Education Institution «Belarusian State Pedagogical University named after M. Tank;

A. A. Mikheev,

Education Institution «Belarusian State University of Physical Culture

Abstract

As a result of crossfit training with up to 30 % increased volume of exercises aimed at developing core muscles, the strength abilities of qualified swimmers significantly improved: the explosive strength of leg muscles on average significantly increased by 22,2 % ($p < 0,05$), and these data were an indicator of the delayed effect of crossfit training, as they were recorded a month after the end of the experimental series; in terms of wrist dynamometry, the strength of the right arm muscles increased by 20,3 % ($p \leq 0,05$), the left arm – by 17,7 % ($p \leq 0,05$); in terms of strength endurance of the arms and shoulder girdle muscles after 12 weeks, a significant increase was observed by 36,4 % ($p \leq 0,05$). A noticeable increase by 38,7 % ($p \leq 0,05$) was observed a month after the end of the experimental series, which indicated the presence of a delayed effect of crossfit training.

Keywords: crossfit, core muscles, strength abilities, explosive strength, strength endurance.

Введение

В настоящее время весьма актуальной является проблема исследования новых тренирующих методов воздействия на организм [1–4], дающих возможность эффективно развивать физические качества. В последние годы стремительно набирает популярность у тренеров и спортсменов кроссфит-тренировка в качестве комплексного метода, оказывающего существенное влияние на физическую подготовку и соревновательные результаты спортсменов в различных видах спорта [5–12], в том числе в спортивном плавании. Результаты проведенных исследований говорят о том, что по сравнению с обычными традиционными тренировками, тренировка кроссфит может значительно улучшить соревновательную результативность пловцов-спринтеров за счет улучшения взрывной силы нижних и верхних конечностей. Одновременно большое внимание исследователей привлекает проблема усиленной тренировки мышц туловища, так называемого кора, укрепление которого позволяет уравновесить тело спортсмена в воде.

Метод и материалы

Для решения поставленных задач использовались следующие теоретические и экспериментальные методы исследования. Теоретические методы: анализ и обобщение литературных данных, дневников спортсменов и тренеров. Экспериментальные педагогические методы исследования: педагогические наблюдения, педагогический эксперимент, педагогическое тестирование; экспериментальные физиологические методы исследования: морфологические методы исследования (антропометрия); методы математической статистики.

Цель данного исследования – экспериментально обосновать эффективность тренировочного метода кроссфит для увеличения общей физической подготовленности пловцов высокой квалификации, в том числе для развития силовых способностей.

В задачи исследования входило:

1. Изучить динамику изменений силовых способностей в процессе эксперимента.

2. Выполнить сравнительный анализ динамики специальной подготовленности пловцов в серии тренировок кроссфит и традиционной тренировки.

На основании индивидуальных данных 45 испытуемых мужского пола – пловцов высокой квалификации, принявших участие в констатирующих

исследованиях, была определена среднегрупповая характеристика, в соответствии с которой средний возраст составил $14,7 \pm 0,6$ лет, спортивный стаж $6,6 \pm 0,2$ года, средняя длина тела $161,5 \pm 7,2$ см, средняя масса тела $49,8 \pm 7,6$ кг, масса мышечной ткани $47,3 \pm 2,4$ %, масса жировой ткани $20,7 \pm 1,9$ %. В ЭГ представителей способа плавания «басс» было 7 человек, «кроль на спине» – 5 человек, «кроль на груди» – 9 человек, «баттерфляй» – 4 человека ($n=25$). В КГ представителей способа плавания «басс» было 7 человек, «кроль на спине» – 4 человека, «кроль на груди» – 6 человек, «баттерфляй» – 3 человека ($n=20$).

Дизайн эксперимента состоял в том, что спортсмены ЭГ и КГ в течение 4 месяцев, с сентября по декабрь 2019 года, выполняли две программы подготовки: экспериментальную и контрольную. Программа подготовки пловцов ЭГ, описанная ниже, была основана на применении увеличенного объема упражнений, направленных на тренировку мышц кора. Согласно процедуре, спортсмены КГ должны были тренироваться в соответствии с тренировочным планом, содержащим раздел общефизической и специально-физической подготовки без увеличения объема специальной тренировки мышц туловища. На первом этапе эксперимента (общий подготовительный период годичного цикла подготовки) традиционные тренировки проводились три раза в неделю, а тренировочные дни чередовались с днями отдыха. Продолжительность занятий по ОФП, которые проводились после тренировок в воде, составляло 45–50 мин. Экспериментальная программа тренировок по ОФП отличалась увеличенным объемом упражнений, направленных на развитие мышц туловища (кора). Для корректного сопоставления и анализа данных, полученных в ходе традиционных тренировок и тренировок кроссфит, перед каждым этапом эксперимента определялся уровень развития физических качеств и специальной физической подготовленности спортсменов. Всего было проведено четыре обследования: первое – до начала констатирующего эксперимента, второе – после шести недель подготовки, третье – после двенадцати недель, четвертое – через месяц после окончания тренировочной серии. Предложенный дизайн обследований позволит отследить динамику показателей за весь период наблюдений и предложить обоснованные рекомендации по общему количеству специализированных тренировочных занятий, достаточных для наступления минимально достаточных (достоверных) позитивных приспособительных изменений. Наличие данных о длительности отставленного эффекта позволило обосновать рекомендации по использованию кроссфит-тренинга на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям.

Специфичность нагрузок в экспериментальной программе определялось фактом акцентированного воздействия на мышцы кора. При этом строго регламентировались другие блоки и аспекты ОФП (объем, интенсивность, интервалы восстановления). Суть предложенной экспериментальной тренировки заключалась в том, что в каждом из тренировочных занятий по ОФП 30 % от общего объема упражнений отводилось упражнениям, направленным на развитие мышц кора. Эти мышцы составляют систему локальной стабилизации, систему глобальной стабилизации и систему движений. Для получения положительных спортивных результатов требуется укреплять эти системы стабилизации. В систему локальной стабилизации входят мышцы, которые прикрепляются к позвонкам. Эти глубокие мышцы обеспечивают стабилизацию позвоночника: они противодействуют компрессии и чрезмерному вращению позвонков. Локальную систему стабилизации составляют поперечная мышца и внутренние косые мышцы живота, многораздельные мышцы поясницы, диафрагма. В глобальную систему стабилизации входят мышцы, которые прикрепляются к позвоночнику и тазу. Эти мышцы передают нагрузки от верхней к нижней части тела и наоборот. Глобальную систему стабилизации составляют: квадратная мышца поясницы, подвздошно-поясничная мышца, прямая мышца живота, внешняя косая мышца, средняя ягодичная мышца, приводящие мышцы. Эти мышцы обеспечивают стабилизацию центра тела в движении и статике. Систему движения составляют мышцы, которые прикрепляются к позвоночнику с одной стороны и конечностям с другой стороны:

широчайшая мышца спины, мышцы передней поверхности бедра, мышцы задней поверхности бедра, ягодичные мышцы. В таблице 1 представлены объемы упражнений ОФП для испытуемых ЭГ и КГ.

Таблица 1 – Процентное соотношение упражнений в ЭГ и КГ (%)

Упражнение	КГ	ЭГ
Для мышц рук и плечевого пояса	48	38
Динамические упражнения для мышц ног	40	32
Динамические упражнения для мышц кора	12	30

Как следует из таблицы 1, общий объем упражнений, направленных на развитие мышц кора, в КГ составил 12 %, в ЭГ – 30 %. Соответственно в абсолютном выражении испытуемые КГ занимались развитием мышц кора на каждом занятии около 5 мин., а испытуемые ЭГ – около 15 мин. Комплекс для развития мышц кора состоял из 14 упражнений.

Для определения уровня развития силовых способностей и гибкости пловцов различных специализаций, а также специальной плавательной подготовки были проведены следующие педагогические испытания:

1. «Прыжок вверх с опорой на две ноги» использовался для измерения взрывной силы мышц ног. Сантиметровая лента прикреплялась к стене. Спортсмен поднимал правую или левую руку, у кончиков пальцев маркером на ленте делалась отметка «1». Спортсмен из положения «полуприсед» со взмахом руками выполнял выпрыгивание вверх, стараясь дотянуться до максимально высокой точки (отметка «2»). Высота прыжка определялась по разнице в сантиметрах между отметками «2» и «1».

2. Измерение силы мышцы сгибателей пальцев методом динамометрии. Испытуемые выполняли три попытки, засчитывалась лучшая.

3. Определение силовой выносливости мышц рук и плечевого пояса. Для тестирования было выбрано упражнение «сгибание и разгибание рук в положении лежа на груди». Засчитывалось количество полных циклов движений. Время паузы между циклами движения не должно было превышать 1 с.

4. Специальные испытания в воде проводились в ходе одной тренировки в следующем порядке: разминка 600 м; плавание 50 м со старта основным способом с установкой «на максимальный результат».

Результаты и обсуждение

В таблице 2 представлены результаты педагогических испытаний силовых способностей квалифицированных пловцов в ходе проведения экспериментальных тренировок с увеличенным объемом упражнений, направленных на развитие мышц кора, в сравнении с традиционными тренировками по ОФП.

Таблица 2 – Динамика внутригрупповых показателей скоростно-силовых способностей мышц ног испытуемых ЭГ и КГ в процессе констатирующего педагогического эксперимента

Педагогическое тестирование	Прыжок вверх с места при отталкивании двумя ногами, см ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	
	ЭГ	КГ
До начала тренировочной серии	47,7±6,4	48,9±7,0
После шести недель	51,3±8,3	49,7±7,1
После двенадцати недель	56,3±7,8*	50,4±6,6
Через 1 месяц	58,3±8,6*	51,3±6,4

Примечание: * – достоверные различия относительно исходных показателей ($p < 0,05$).

Из данных, представленных в таблице 2, видно, что после применения экспериментальной методики взрывная сила мышц ног пловцов ЭГ в среднем достоверно увеличилась на 22,2 % ($p \leq 0,05$), причем эти данные явились показателем отставленного эффекта кроссфит-тренинга, так как были зафиксированы через месяц после окончания экспериментальной серии. В динамике средний показатель улучшения составил 7,5 % после 6 недель тренировок и 18,0 % – после 12 недель ($p \leq 0,05$). У спортсменов, которые тренировались по контрольной процедуре, статистически достоверных изменений выявлено не было.

Как видно из данных таблицы 3, разница в показателях взрывной силы спортсменов ЭГ и КГ была достоверна ($p \leq 0,05$). Уровень взрывной силы спортсменов ЭГ был на 10,6 % выше, чем у испытуемых КГ. Через месяц это соотношение незначительно изменилось в пользу ЭГ и составило 12,1 %.

Таблица 3 – Межгрупповые показатели силовых способностей пловцов ЭГ и КГ в процессе констатирующего педагогического эксперимента

Группа испытуемых	Прыжок вверх с места при отталкивании двумя ногами, см ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)			
	1	2	3	4
ЭГ	47,7±6,4	51,3±8,3	56,4±7,8*	58,3±8,6*
КГ	48,95±7,0	49,7±7,1	50,4±6,6*	51,3±6,4*

Примечание: * – достоверные различия между среднегрупповыми показателями ЭГ и КГ ($p < 0,05$); 1 – до начала эксперимента, 2 – после шести недель, 3 – после двенадцати недель, 4 – через один месяц.

В таблице 4 представлены данные измерения силы сгибателей пальцев пловцов ЭГ и КГ.

Таблица 4 – Динамика внутригрупповых показателей силовых способностей пловцов в процессе констатирующего педагогического эксперимента

Педагогическое тестирование	Показатель кистевой динамометрии, кг ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)			
	правая рука		левая рука	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
До начала тренировочной серии	44,7±4,4	45,4±4,2	45,1±4,1	44,9±4,8
После шести недель	52,3±4,8*	46,1±4,1	52,0±4,7*	45,7±5,1
После двенадцати недель	53,8±5,0*	47,1±4,3	53,1±5,3*	44,9±4,7
Через 1 месяц	46,1±4,2	47,2±5,1	47,8±3,7	45,0±3,9

Как следует из таблицы 4, у спортсменов ЭГ наблюдалось улучшение показателей кистевой динамометрии в динамике с первого до третьего тестирования. После 6 недель тренировки суммарный показатель силы обеих рук увеличился в среднем на 19,2 %. Сила мышц правой и левой рук увеличилась соответственно на 19,4 % и 18,9 % ($p \leq 0,05$). После 12 недель тренировки суммарный показатель силы обеих рук увеличился в среднем на 19,8 %. Сила мышц правой руки увеличилась на 20,3 % ($p \leq 0,05$), левой руки – на 17,7 % ($p \leq 0,05$). Через четыре недели средняя суммарная сила мышц обеих рук снизилась до 7,0 %, а сила мышц правой и левой рук уменьшилась, но все же была недостоверно выше базового уровня на 3,1 % и 5,9 % соответственно ($p \geq 0,05$). У испытуемых КГ статистически достоверных изменений не было выявлено.

Данные, приведенные в таблице 5, свидетельствуют о достоверных различиях ($p < 0,05$) между среднегрупповыми показателями ЭГ и КГ после второго тестирования.

Уровень силовых способностей у испытуемых ЭГ был на 14,7 % выше, чем у испытуемых КГ ($p \leq 0,05$). После 12 недель тренировок это соотношение не

изменилось ($p \leq 0,05$). Через 1 месяц после окончания тренировочной серии абсолютный уровень силовых способностей испытуемых в обеих группах уменьшился до исходного уровня без достоверной разницы в показателях ЭГ и КГ.

Таблица 5 – Межгрупповые показатели силовых способностей пловцов ЭГ и КГ в процессе констатирующего педагогического эксперимента

Группа испытуемых	Показатель кистевой динамометрии, кг ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)							
	правая рука				левая рука			
	1	2	3	4	1	2	3	4
ЭГ	44,7±4,4	52,3±4,8*	53,8±5,0*	46,1±4,2	45,1±4,1	52,0±4,7*	53,1±5,3*	46,3±4,8
КГ	45,4±4,2	46,1±4,1*	47,1±4,3*	47,2±5,	44,9±4,8	45,7±5,1*	47,8±3,7*	45,0±3,9

В таблице 6 представлены результаты педагогического тестирования силовой выносливости пловцов ЭГ и КГ.

Таблица 6 – Динамика внутригрупповых показателей силовых способностей пловцов ЭГ и КГ в процессе констатирующего педагогического эксперимента

Педагогическое тестирование	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, раз ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	
	ЭГ	КГ
До начала тренировочной серии	25,3±6,1	26,0±7,5
После шести недель	31,2±7,3	29,9±5,3
После двенадцати недель	34,5±6,2*	30,1±4,6
Через 1 месяц	35,1±7,8*	29,2±8,4

В ходе реализации экспериментальной программы была отмечена тенденция к улучшению показателей силовой выносливости у всех спортсменов ЭГ. Так, количество движений в тесте «сгибания и разгибания рук в упоре лежа» после шести недель тренировок недостоверно ($p \geq 0,05$) увеличилось на 23,3 %, после 12 недель наблюдалось достоверное увеличение на 36,4 % ($p \leq 0,05$) и на 38,7 % ($p \leq 0,05$) – через месяц после окончания экспериментальной серии, что свидетельствует о наличии отставленного эффекта кроссфит-тренинга. Из данных, представленных в таблице 3 следует, что статистически достоверных изменений у испытуемых КГ спортсменов зафиксировано не было ($p \geq 0,05$).

Как следует из данных, представленных в таблице 7, между испытуемыми ЭГ и КГ были выявлены достоверные различия ($p < 0,05$) в показателях силовой выносливости после 6 недель выполнения соответствующих тренировочных программ.

Таблица 7 – Межгрупповые показатели силовых способностей пловцов ЭГ и КГ в процессе констатирующего педагогического эксперимента

Группа испытуемых	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, раз ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)			
	1	2	3	4
ЭГ	25,3±6,1	31,2±7,3*	34,5±6,2*	35,1±7,8*
КГ	26,0±7,5	29,9±5,3*	30,1±4,6*	29,2±8,4*

Уровень силовой выносливости испытуемых ЭГ был выше, чем у испытуемых КГ: через 6 недель превышение составило 4,2 % ($p \leq 0,05$), через 12 недель – 11 % ($p \leq 0,05$), а через 1 месяц – 16,9 % ($p \leq 0,05$).

В таблицах 8 и 9 представлены данные педагогических испытаний специальной подготовленности квалифицированных пловцов по результатам тестов «Плавание на

50 м со старта способом брасс на груди», которые проводились у испытуемых ЭГ и КГ в соответствии с разработанным дизайном тренировочных серий.

Таблица 8 – Динамика внутригрупповых показателей специальной подготовленности у испытуемых ЭГ и КГ в процессе констатирующего педагогического эксперимента

Педагогическое тестирование	Плавание на 50 м со старта, с. ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	
	ЭГ	КГ
До начала тренировочной серии	27,7±1,7	27,2±1,6
После шести недель	26,2±0,1	27,4±0,5
После двенадцати недель	24,6±0,1*	26,3±0,3
Через месяц	25,07±0,9*	27,0±1,2

Специальные испытания для пловцов ЭГ на дистанции 50 м показали недостоверное увеличение средней скорости плавания после 6 недель тренировок по предложенной программе на 5,5 %. После 12 недель было отмечено достоверное ($P \leq 0,05$) улучшение результата на 11,2 %, а через 1 месяц – на 9,5 % относительно исходных значений.

Таблица 9 – Межгрупповые показатели специальной подготовленности пловцов ЭГ и КГ в процессе констатирующего педагогического эксперимента

Группы испытуемых	Плавание на 50 м со старта, с. ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)			
	1	2	3	4
ЭГ	27,7±1,7	26,2±0,1*	24,6±0,1*	25,07±0,9*
КГ	27,2±1,6	27,4±0,5*	26,3±0,3*	27,0±1,2*

Таблица 9 посвящена сравнению показателей специальной физической подготовленности пловцов ЭГ и КГ в процессе констатирующего эксперимента. Приведены эмпирические данные, которые указывают на наличие достоверных различий в среднегрупповых показателях ЭГ и КГ ($p \leq 0,05$) после 6 и 12 недель тренировок по предложенным программам, а также через 1 месяц после их завершения.

Выводы

В результате тренировок по кроссфиту с увеличенным до 30 % объемом упражнений для развития мышц кора показатели ОФП квалифицированных пловцов достоверно улучшились:

- взрывная сила мышц ног пловцов ЭГ в среднем достоверно увеличилась на 22,2 % ($p \leq 0,05$), причем эти данные явились показателем отставленного эффекта кроссфит-тренинга, так как были зафиксированы через месяц после окончания экспериментальной серии;

- по показателям кистевой динамометрии сила мышц правой руки увеличилась на 20,3 % ($p \leq 0,05$), левой руки – на 17,7 % ($p \leq 0,05$);

- в показателях силовой выносливости мышц рук и плечевого пояса после 12 недель наблюдалось достоверное увеличение на 36,4 % ($p \leq 0,05$) и на 38,7 % ($p \leq 0,05$) через месяц после окончания экспериментальной серии, что свидетельствовало о наличии отставленного эффекта кроссфит-тренинга;

- специальные испытания для пловцов ЭГ на дистанции 50 м показали недостоверное ($p \geq 0,05$) увеличение средней скорости плавания после 6 недель тренировок по предложенной программе на 5,5 %. После 12 недель было отмечено достоверное ($p \leq 0,05$) улучшение результата на 11,2 %, а через 1 месяц – на 9,5 % относительно исходных значений.

Список использованных источников

1. Виноградов, В. Е. Содержание и направления совершенствования специализированных тренировочных средств мобилизационного характера в системе подготовки спортсменов высокого класса / В. Е. Виноградов // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. науч. праць / ХГАДИ (ХХПИ); наук. ред. С. Ермакова. – Харків: ХГАДИ (ХХПИ), 2002. – № 5. – С. 43–53.
2. Виноградов, В. Е. Применение укороченного комплекса специальных воздействий стимулирующего типа для увеличения специальной работоспособности легкоатлетов-спринтеров / В. Е. Виноградов // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. науч. праць / наук. ред. С. Ермакова. – Харків: ХГАДИ (ХХПИ), 2003. – № 3. – С. 3–11.
3. Виноградов, В. Е. Специализированный комплекс внутренировочных воздействий для улучшения функционального состояния спортсменов в условиях утомления / В. Е. Виноградов // Наука в олимпийском спорте. – 2003. – № 1. – С. 87–89.
4. Михеев, А. А. Теория и методика вибрационной тренировки тренировки в спорте (биологическое и педагогическое обоснование дозированного вибротренинга): монография / А. А. Михеев. – М.: Советский спорт, 2011. – 615 с.
5. Wagener, S. CrossFit – Development, Benefits and Risks / S. Wagener, M. W. Hoppe, T. Hotfiel, et al. // Sport-Orthopädie – Sport-Traumatologie – Sports Orthopaedics and Traumatology. – 2020. – № 36. – P. 3.
6. 梁煦晨. Crossfit 训练对跆拳道运动员体能影响的研究[J]. 田径 2019(7):2.= Сюйчэнь, Лян. Исследование влияния тренировок по кроссфиту на физическую подготовку спортсменов тхэквондо / Лян Сюйчэнь // Легкая атлетика. – Пекин, 2019. – № 7. – С. 2.
7. 刘立雨, 吴本连, 陈泽定. Crossfit 练体系在排球体能训练中的应用[J]. 当代体育科技, 2019, 9(4):3.= Лиюй, Лю. Применение системы кроссфит в волейбольной физической подготовке / Лю Лиюй, Ву Бэнлянь, Чэнь Цзэдин // Современная спортивная наука и технологии. – Хэйлуунцзян, 2019. – № 9 (4). – С. 3.
8. 马志玲. CrossFit 训练体系应用于中职体育篮球特长生体能训练的实证研究[J]. 九江职业技术学院学报, 2015, 1: 41.= Чжилин, Ма. Эмпирическое исследование применения системы тренировок CrossFit к физической подготовке студентов баскетбольных специальностей в средних профессиональных видах спорта / Ма Чжилин // Журнал Цзюцзянского профессионально-технического колледжа. – Цзюцзян, 2015. – № 1. – С. 41.
9. 李穆轩. CrossFit 训练在青少年足球运动员体能训练中的应用效果研究[D]. 北京体育大学, 2020.= Мусюань, Ли. Исследование эффекта применения тренировок CrossFit в физической подготовке юных футболистов: магистерская диссертация: Преподавание физического воспитания / Ли Мусюань. – Пекинский спортивный университет, 2020. – 71 с.
10. 李枫, 李翔. CROSSFIT 训练体系对花样游泳运动员专项体能的影响[J]. 第三届国际水中运动论坛, 2022: 635–637.= Фэн, Ли. Влияние тренировочной системы CROSSFIT на специфическую физическую подготовленность синхронисток. / Ли Фэн, Ли Сян // 3-й Международный форум водных видов спорта. – 2022. – С. 635–637.
11. 陈一帆, 陈鹏, 于艳丽, 刘汉尧. 基于 CrossFit 对军校学员体能训练的实证研究[J]. 学校体育, 2019, 12(30): 160–162, 178. = Ифань, Чен. Эмпирические исследования физической подготовки курсантов на основе кроссфит / Чен Ифань, Чен Пэн, Ю Яньли, Лю Ханьяо // Школа физкультуры. – 2019. – № 12 (30). – С. 160–162.
12. 蔡宁. Crossfit 训练对运动会力量及柔韧、心肺耐力的提高研究[J]. 武术研究, 2016, 1(12): 122–125. = Нин, Кай. Исследование улучшения силы, гибкости и кардиореспираторной выносливости членов Миден с помощью кроссфит-тренировок / Цай Нин // Исследования боевых искусств. – 2016. – № 1 (12). – С. 122–125.

23.09.2023

УДК 796.012.1

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕНЗОДИНАМОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЫЖКОВОГО ТЕСТА И ВИНГЕЙТ-ТЕСТА СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Е. Г. Тычина, А. Н. Полячок, Д. А. Мальцева,
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр спорта»

Аннотация

В циклических видах спорта на результативность соревновательных действий определенное влияние оказывают скоростно-силовые анаэробные

способности. Для их оценки в спортивной практике широко применяются Вингейт-тест и тензометрический прыжковый тест с противодействием. В статье представлены результаты исследования взаимосвязи между показателями двух тестов. Выявлено наличие положительной корреляционной зависимости исследуемых показателей тестов. Для контроля подготовленности спортсменов циклических видов спорта рекомендовано применение обоих тестов.

CORRELATION BETWEEN COUNTERMOVEMENT JUMPING TEST AND WINGATE TEST INDICES OF CYCLIC SPORTS ATHLETES

A. Tychyna, L. Paliachok, D. Maltsava,

Public Institution «Republican Scientific and Practical Center of Sports»

Abstract

In cyclic sports, velocity and strength anaerobic abilities have a certain influence on the competitive performance. In order to assess them, the Wingate test and the Countermovement Jumping test are widely used in sports practice. The article presents the results of the study on the correlation between the indices of the two tests, which allowed to reveal the presence of positive correlation dependence between them. It is recommended to use both tests to control the fitness level of cyclic sports athletes.

Введение

Циклические виды спорта отличаются повторяемостью фаз движений, лежащих в основе каждого цикла, и тесной связанностью каждого цикла с последующим и предыдущим. К видам спорта с циклическим характером движений относятся ходьба, бег, плавание, бег на коньках и лыжах, гребля, езда на велосипеде. Большинство циклических движений являются локомоторными и делятся на естественные локомоции (ходьба и бег), передвижение на скользящей опоре или со скольжением (бег на коньках и лыжах), передвижение с помощью рычажных передач (езда на велосипеде и гребля), передвижение в водной среде (плавание). Несмотря на определенные различия в биомеханике, данные виды спорта имеют общие характеристики энергообеспечения мышечной деятельности. Выделяют спринтерские виды, в которых время, затрачиваемое на преодоление дистанции, не превышает 3 мин., и стайерские, в которых продолжительность периода нагрузки может достигать многих часов. Отдельную категорию составляют сверхдлинные дистанции в лыжном спорте, беге, ходьбе, велоспорте.

Мощность (интенсивность) и длительность работы (объем) в циклических движениях взаимосвязаны и обуславливают друг друга. Между мощностью работы и предельной ее длительностью существует обратная зависимость. Если спортсмен развил максимальную скорость, то длительность такой работы не может быть продолжительной и, как правило, не превышает 20–30 с. Это специфично для спринтерских дистанций, преодолеваемых с максимальной мощностью (бег до 200 м, гит на велотреке до 200 м, плавание до 50 м и др.). Такие кратковременные нагрузки требуют проявления скоростных и скоростно-силовых способностей, высокой мобилизации анаэробной алактатной энергопродукции [1].

Центром нашего внимания в данном исследовании являются скоростно-силовые способности, к которым относятся взрывная и быстрая сила. Взрывная сила определяется минимальным временем, в течение которого осуществляется двигательное действие с максимальными показателями силы (низкий старт в спринте). Быстрая сила же наоборот характеризуется непределенным напряжением мышц спринтера, которое проявляется в различных упражнениях со значительной скоростью, тем не менее, не достигающей своих предельных величин.

Рассмотрим подробнее влияние на результативность соревновательных действий в циклических видах спорта скоростно-силового компонента.

В классическом виде конькобежного спорта высокая скорость передвижения на всех дистанциях (особенно при беге на самую короткую – 500 м) полностью

взаимосвязана с мощным и быстрым отталкиванием [2]. При этом спортсменам приходится преодолевать силу трения льда и сопротивления воздуха. Кроме того, скоростно-силовые способности имеют значение при стартовом разгоне, при резких изменениях темпа на прямом участке дистанции и при наборе скорости во время прохождения поворотов, а также во время финишного спурта. Анаэробные возможности спортсмена играют доминирующую роль и в шорт-треке, спецификой которого являются постоянные ускорения и «взрывы» на предельной скорости (например, при совершении обгона) [3].

У велосипедистов даже при наличии высокого уровня развития выносливости и быстроты низкие показатели скоростно-силовых способностей становятся одной из причин неудачного выступления на соревнованиях, т.к. их высокий уровень развития обеспечивает максимальную скорость передвижения [4]. Некоторые виды велосипедных гонок по праву относят к скоростно-силовым видам, например, спринтерская гонка и гонка на 1000 м с места. Но и на других дистанциях гонщик должен быть способен легко выполнять рывки и ускорения. Например, при финишировании и обгоне, преодолении подъемов в групповой шоссейной гонке скоростно-силовые способности могут стать решающими [5–7]. В таком виде, как гит использование взрывной силы может пригодиться и в начале гонки – на старте, где доли секунды влияют на результат. В таком случае особенно важна стартовая сила. Взрывная сила необходима на повороте: как правило, кто проходит поворот первым, у того больше шансов оторваться от группы и прийти к финишу лидером [8–10].

Отмечено, что в гребле на байдарках и каноэ на результативность прохождения минимальной дистанции (200 м) влияние анаэробной выносливости составляет 60 %, а скоростной – только 30 % [11]. При выполнении стартового ускорения в любом виде гребли спортсмены из состояния относительного покоя переходят к работе с максимальной мощностью: стремятся развить максимальные усилия на лопасти весла при захвате и максимальный темп. Если первые гребки в большей мере обусловлены проявлением собственно силовых способностей, то последующие во все возрастающей степени требуют мобилизации скоростно-силовых качеств. Быстрое достижение стартовой скорости, в свою очередь, во многом способствует достижению высокой среднестандартной скорости. Таким образом, скоростно-силовые способности в гребных видах спорта реализуются в максимальном темпе гребли; быстроте нарастания силы, прикладываемой к веслу; максимальной мощности предельной нагрузки [12, 13].

В плавании спортсмену необходимо вывести организм на высокий уровень активности в короткий промежуток времени (30–60 с.), чему способствуют скоростно-силовые качества, от которых зависит развиваемая на дистанции скорость. Развитие скоростно-силовых способностей наиболее значимо в спринтерском плавании (на дистанциях 50, 100 и 200 м), где взрывная сила нижних конечностей обуславливает эффективность выполнения старта и поворота. На длинных дистанциях прохождение поворота также в большой мере влияет на результат. В повороте сальто при плавании вольным стилем эксцентрическая фаза состоит из первоначальной постановки ног на бортик бассейна, после чего происходит отталкивание и скольжение под водой. В эксцентрической фазе поворота сопротивление воды помогает замедлить движение пловца, во время концентрической фазы оно резко увеличивается. Скоростно-силовой потенциал мышц нижних конечностей обеспечивает силу отталкивания на старте и оптимальную траекторию стартового прыжка, что влияет на скорость и дальность вхождения в воду, а также проплывание подводного участка дистанции. Спортсмены, которые при выполнении старта большую часть отрезка преодолевают под водой, могут развить более высокую скорость [14].

Таким образом, целенаправленное или интегральное развитие силовых, скоростно-силовых, скоростных способностей и анаэробной выносливости является обязательным в тренировочном процессе спортсменов циклических видов спорта. Контроль динамики их развития у конкретного спортсмена можно осуществлять как в «полевых», так и в лабораторных условиях. Лабораторные методы тестирования

характеризуются более высоким уровнем стандартизации, что делает оценку динамики более корректной.

Так, наиболее часто применяемым в мировой практике тестом для оценки силовых и скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей является прыжок вверх с места с применением тензоплатформы. Такого рода исследование позволяет определить усилия, развиваемые спортсменом при выполнении теста: скорость, силу, мощность выполнения прыжка или его отдельных фаз.

Для определения анаэробной гликолитической мощности и АТФ/креатин-фосфатной системы энергообеспечения, которые являются ключевыми при ускорениях с максимальным усилием в течение 15–30 с. (преодоление подъемов, рывки при обгонах, ускорения на финишной прямой и др.), самым распространенным на сегодняшний день является Вингейт-тестирование. Такое тестирование может быть полезно для контроля развития скоростно-силовых способностей спринтеров, бегунов на дистанциях с перепадом высоты, лыжников, конькобежцев и т.д.

Современные велоэргометры, оснащенные аппаратным и программным обеспечением, позволяют получать самые точные показатели максимальной алактатной мощности (MAM), средней мощности (AP), минимальной мощности (LP), индекса утомления (FI), падения мощности (PD), времени до максимальной алактатной мощности (tpp), максимальной скорости (Vмакс), мощности на максимальной скорости (P Vмакс), времени на максимальной скорости (t Vмакс), снижения мощности (Pdec) [15]. При этом часть показателей (MAM, tpp, Vмакс, P Vмакс, t Vмакс) являются мерами взрывной силы (мощности) и демонстрируют развитие алактатной системы энергообеспечения [16]. Изучение исследовательских работ в области нагрузочных тестирований показало высокую надежность определения MAM и иных показателей при проведении Вингейт-теста вне зависимости от используемых протоколов. Выбор протокола исследования, как и выбор конкретного устройства или тренажера, должен определяться целями и задачами тестирования [17].

В РНПЦ спорта в рамках проведения этапных комплексных обследований высококвалифицированных спортсменов различных видов спорта проводится прыжковое тестирование с применением тензоплатформы и Вингейт-тест. Ранее, на примере игровых видов спорта, нами проводилось исследование взаимосвязи показателей этих тестов с целью оценки обоснованности их включения в батарею тестов: специфичности и гомогенности. Исследование показало отсутствие гомогенности обоих тестов, но при этом – наличие большого количества статистически значимых средних, сильных и очень сильных взаимосвязей между отдельными показателями [18]. Ввиду этого нас заинтересовало: является ли полученный результат следствием специфики этой группы видов спорта или может быть перенесен на процесс формирования батарей тестов в других видах.

Таким образом, целью исследования стало изучение взаимозависимости показателей тензодинамометрического прыжкового теста и Вингейт-теста спортсменов циклических видов спорта.

Методы и организация исследования

Исследование проводилось на базе научных лабораторий государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта». В нем приняли участие 87 спортсменов циклических видов спорта мужского и женского пола в возрасте от 14 до 33 лет (велоспорт, конькобежный спорт). С учетом цели исследования не было необходимости делить спортсменов на группы по полу, возрасту и специализации.

На момент тестирования каждый участник исследования был допущен к тренировочной и соревновательной деятельности. Спортсмены были осведомлены о цели исследования и подписали информированное согласие. Обследование проводилось до утренней тренировки, в определенной последовательности: после разминки первым выполнялся прыжковый тест, далее (после интервала отдыха) – велоэргометрический.

Тензодинамометрическое тестирование осуществлялось в лаборатории теории и методики спортивной подготовки с применением аппаратно-программного комплекса CONTEMPLAS TEMPLO (Германия) прыжком с противодействием с фиксацией рук (Counter movement (CMJ)) в соответствии со стандартизированной ранее методикой [19].

Для анализа были взяты показатели, отражающие скорость, силу и мощность выполнения прыжка или его отдельных фаз:

– абсолютные: высота прыжка, см; вертикальная скорость отрыва от опоры и максимальная скорость, м/с; индекс реактивной силы; импульс (в т.ч. встречный, положительный, отрицательный), Нс; средняя и максимальная механическая мощность, Вт; максимальное и среднее значение силы, среднее значение силы прыжка, максимальное и среднее значение концентрической силы, Н; взрывная сила, Н/с; среднее значение эксцентрической взрывной силы, Н/с;

– относительные: взрывная сила, Н/с; максимальное значение механической мощности, Вт/кг; среднее значение концентрической силы, Н/к; максимальная концентрическая сила, Н/кг; средняя механическая мощность, Вт/кг.

Вингейт-тест проводился сотрудниками лаборатории медико-биологических исследований на велоэргометре с механическим тормозным усилием Monark 894E Ergomedic Peak Bike (Monark, Швеция). Тестирование проводилось по стандартному протоколу Вингейт-теста с предварительно рассчитанным отягощением в 7,5 % от массы тела. В качестве разминочной нагрузки выполнялось педалирование в течение 0,5–1 мин на удобной частоте вращения педалей. После команды спортсменов максимально резко набирал обороты и осуществлял разгон до максимально возможной скорости с последующим удержанием ее в течение 30 секунд.

Программное обеспечение велоэргометра регистрировало такие показатели, как пиковая мощность, Вт; относительная пиковая мощность, Вт/кг; средняя мощность, Вт; относительная средняя мощность, Вт/кг; минимальная мощность, Вт; относительная минимальная мощность Вт/кг; падение мощности, Вт; относительное падение мощности Вт/кг; скорость падения мощности Вт/с; взрывная мощность Вт/с; относительная взрывная мощность Вт/с/кг. Рассчитывалась взрывная мощность, как отношение пиковой мощности ко времени ее достижения. Индекс утомления или скорость падения мощности рассчитывался двумя способами:

– как разность между пиковой мощностью и минимальной мощностью, делимой на пиковую мощность (%);

– как разница между относительной максимальной и относительной минимальной мощностью в тесте, деленная на время падения мощности (Вт/кг/с).

Для статистической обработки база данных была предварительно очищена от выпадающих значений, связанных с ошибками первого и второго уровня. Вычисления были произведены с помощью компьютерной программы StatSoft Inc. Statistica 13.3 (JPZ009K28881). Обоснованием выбора метода корреляционного анализа стали тип данных, величина выборок и распределение данных. Предпочтение было отдано методам непараметрической статистики, а именно ранговой корреляции Спирмена. При анализе полученных данных теснота и направление связи между признаками оценивались следующим образом: коэффициент ранговой корреляции до 0,49 является признаком слабой взаимосвязи, в рамках 0,5–6,9 – средней, 0,7–0,9–1,00 – сильной и очень сильной; знак «-» перед коэффициентом корреляции указывает на обратную связь, а его отсутствие – на прямую. В анализе не учитывались статистически не значимые (при $p < 0,05$) и слабые взаимосвязи [20].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Взаимосвязь показателей тензодинамометрического прыжкового теста и Вингейт-теста спортсменов циклических видов спорта

Показатель вертикального прыжка	Показатель Вингейт-теста												
	Пиковая мощность, Вт	Пиковая мощность, Вт/кг	Средняя мощность, Вт	Средняя мощность, Вт/кг	Минимальная мощность, Вт	Минимальная мощность, Вт/кг	Индекс утомления, Вт	Индекс утомления, Вт/кг	Индекс утомления, Вт/с	Индекс утомления, %	Индекс утомления, Вт/кг/с	Взрывная мощность, Вт/с	Взрывная мощность, Вт/с/кг
Высота прыжка (по длительности полета), см	0,70*	0,70*	0,70*	0,73*	0,53*	0,46*	0,66*	0,61*	0,67*	0,29*	0,64*	0,52*	0,46*
Высота прыжка (по импульсу), см	0,72*	0,71*	0,72*	0,74*	0,54*	0,46*	0,67*	0,61*	0,68*	0,29*	0,64*	0,55*	0,49*
Вертикальная скорость отрыва от опоры (по длительности полета), м/с	0,70*	0,69*	0,69*	0,72*	0,52*	0,46*	0,65*	0,60*	0,67*	0,28*	0,64*	0,51*	0,45*
Вертикальная скорость отрыва от опоры (по импульсу), м/с	0,72*	0,71*	0,72*	0,74*	0,54*	0,46*	0,67*	0,61*	0,69*	0,30*	0,64*	0,56*	0,49*
Индекс реактивной силы (<i>реактивной способности</i>)	0,56*	0,62*	0,56*	0,67*	0,40*	0,42*	0,52*	0,51*	0,56*	0,22*	0,56*	0,40*	0,37*
Встречный импульс, Нс	0,42*	0,30*	0,43*	0,31*	0,33*	0,16	0,39*	0,28*	0,39*	0,14	0,31*	0,43*	0,34*
Положительный импульс, Нс	0,72*	0,52*	0,72*	0,52*	0,58*	0,31*	0,66*	0,49*	0,64*	0,26*	0,49*	0,63*	0,48*
Отрицательный импульс, Нс	0,33*	0,06	0,34*	0,02	0,30*	0,02	0,28*	0,1	0,23*	0,06	0,06	0,31*	0,15
Импульс, Нс	0,77*	0,57*	0,76*	0,57*	0,61*	0,34*	0,70*	0,53*	0,67*	0,28*	0,52*	0,62*	0,46*
Максимальная скорость, м/с	0,73*	0,71*	0,73*	0,74*	0,55*	0,46*	0,68*	0,62*	0,69*	0,30*	0,64*	0,56*	0,50*
Максимальное значение силы, Н	0,71*	0,52*	0,72*	0,55*	0,58*	0,34*	0,65*	0,48*	0,61*	0,24*	0,46*	0,55*	0,39*
Относительное значение максимальной силы, Н	0,39*	0,48*	0,41*	0,58*	0,32*	0,39*	0,36*	0,37*	0,36*	0,11	0,40*	0,28*	0,28*
Максимальное значение концентрической силы, Н	0,71*	0,52*	0,72*	0,55*	0,58*	0,34*	0,65*	0,49*	0,61*	0,24*	0,47*	0,56*	0,39*
Относительное значение максимальной концентрической силы, Н/кг	0,39*	0,48*	0,41*	0,58*	0,32*	0,39*	0,36*	0,37*	0,36*	0,11	0,40*	0,28*	0,28*
Среднее значение силы, Н	0,70*	0,44*	0,70*	0,43*	0,57*	0,25*	0,64*	0,43*	0,60*	0,23*	0,42*	0,58*	0,40*
Среднее значение силы прыжка, Н	0,63*	0,50*	0,63*	0,53*	0,47*	0,30*	0,58*	0,46*	0,58*	0,24*	0,48*	0,48*	0,37*
Среднее значение концентрической силы, Н	0,73*	0,55*	0,72*	0,56*	0,56*	0,32*	0,68*	0,52*	0,65*	0,29*	0,51*	0,55*	0,38*
Относительное среднее значение концентрической силы, Н/кг	0,39*	0,52*	0,39*	0,61*	0,28*	0,39*	0,37*	0,40*	0,40*	0,14	0,45*	0,2	0,21*
Максимальная механическая мощность, Вт	0,78*	0,61*	0,77*	0,62*	0,59*	0,36*	0,73*	0,58*	0,70*	0,31*	0,57*	0,60*	0,45*
Относительное максимальное значение механической мощности, Вт/кг	0,69*	0,71*	0,67*	0,75*	0,47*	0,43*	0,66*	0,63*	0,67*	0,32*	0,64*	0,47*	0,42*
Средняя механическая мощность, Вт	0,77*	0,65*	0,77*	0,67*	0,60*	0,42*	0,72*	0,58*	0,69*	0,29*	0,58*	0,58*	0,45*
Относительная средняя механическая мощность, Вт/кг	0,62*	0,69*	0,62*	0,76*	0,46*	0,49*	0,57*	0,56*	0,60*	0,22*	0,61*	0,42*	0,40*
Взрывная сила, Н/с	0,53*	0,50*	0,54*	0,55*	0,38*	0,28*	0,47*	0,40*	0,52*	0,21	0,47*	0,45*	0,39*
Относительное значение взрывной силы, Н/с/кг	0,25*	0,38*	0,26*	0,44*	0,15	0,22*	0,21*	0,26*	0,29*	0,1	0,36*	0,22*	0,27*
Среднее значение эксцентрической взрывной силы, Н/с	0,31*	0,34*	0,32*	0,41*	0,25*	0,29*	0,28*	0,26*	0,27*	0,05	0,27*	0,24*	0,22*

Примечание: * – показатели, имеющие статистически значимую связь при $p < 0,05$.

Из таблицы видно, что почти все показатели обоих тестов имеют статистически значимые взаимосвязи, которые являются исключительно положительными и в своем большинстве характеризуются как средние и сильные. В этой тенденции составляют исключение такие показатели Вингейт-теста, как относительная минимальная мощность и процентный показатель индекса утомления, а также тензодинамометрические показатели относительного значения взрывной силы, среднего значения эксцентрической взрывной силы, встречного и отрицательного импульса. Здесь между переменными присутствуют только слабые взаимосвязи либо статистически не значимые. Сюда можно было бы включить относительную взрывную мощность Вингейт-теста и относительное значение максимальной концентрической силы вертикального прыжка, однако они имеют по одной средней взаимосвязи с максимальной скоростью прыжка ($p=0,50$) и показателем относительной средней мощности ($p=0,58$) велоэргометрического теста соответственно. Всего две средние взаимосвязи имеются между показателем относительного среднего значения концентрической силы вертикального прыжка и относительными показателями мощности Вингейт-теста – пиковой ($p=0,52$) и средней ($p=0,61$).

Выявление структуры взаимосвязи высоты прыжка по длительности полета и по импульсу показало сильную корреляцию с абсолютными и относительными значениями пиковой ($p=0,70$ и $p=0,72$), ($p=0,70$ и $p=0,71$) и средней ($p=0,70$ и $p=0,72$), ($p=0,73$ и $p=0,74$) мощностями Вингейт-теста; среднюю – с минимальной мощностью (Вт) ($p=0,53$ и $p=0,54$), абсолютным ($p=0,66$ и $p=0,67$) и относительным ($p=0,61$ и $p=0,61$) показателем индекса утомления, абсолютным ($p=0,67$ и $p=0,68$) и относительным ($p=0,64$ и $p=0,64$) показателем падения мощности, а также с взрывной мощностью ($p=0,52$ и $p=0,55$) соответственно.

Вертикальная скорость отрыва от опоры в прыжке, рассчитанная по длительности полета и импульсу, имеет схожий характер взаимосвязей: сильные – с абсолютным ($p=0,70$ и $p=0,72$) и относительным средним ($p=0,72$ и $p=0,74$) значением пиковой мощности Вингейт-теста соответственно. Также вертикальная скорость по импульсу сильно коррелирует с относительной пиковой ($p=0,71$) и средней ($p=0,72$) мощностью. Вертикальная скорость по длительности полета с этими показателями имеет средние взаимосвязи – $p=0,69$ и $p=0,69$ соответственно. Средние взаимосвязи обоих показателей скорости также выявлены с минимальной мощностью (Вт) ($p=0,52$ и $p=0,54$), абсолютным ($p=0,65$ и $p=0,67$) и относительным ($p=0,60$ и $p=0,61$) показателем индекса утомления, абсолютным ($p=0,67$ и $p=0,69$) и относительным ($p=0,64$ и $p=0,64$) показателем падения мощности, а также с взрывной мощностью ($p=0,51$ и $p=0,56$) соответственно.

Связи только средней тесноты демонстрирует индекс реактивной силы со следующими показателями Вингейт-теста: абсолютными и относительными значениями пиковой ($p=0,56$ и $p=0,62$) и средней ($p=0,56$ и $p=0,67$) мощности, абсолютным и относительным показателем индекса утомления ($p=0,52$ и $p=0,51$), абсолютной ($p=0,56$) и относительной ($p=0,56$) скоростью падения мощности.

Значения импульса и положительного импульса сильно коррелируют с абсолютными значениями пиковой ($p=0,77$ и $p=0,72$) и средней ($p=0,76$ и $p=0,72$) мощности Вингейт-теста. Кроме того, импульс показал сильную взаимосвязь с индексом утомления – $p=0,70$. Средние взаимосвязи эти показатели прыжкового теста имеют с относительными значениями пиковой ($p=0,52$ и $p=0,57$) и средней ($p=0,52$ и $p=0,57$) мощности, минимальной мощностью (Вт) – $p=0,61$ и $p=0,58$, индексом утомления (Вт/с) – $p=0,64$ и $p=0,67$, взрывной мощностью (Вт/с) – $p=0,62$ и $p=0,63$. Такую же взаимосвязь имеют значения импульса прыжка с индексами утомления (Вт/кг, Вт/кг/с) – $p=0,53$ и $p=0,52$ соответственно.

Анализ корреляционной матрицы показал, что максимальная скорость прыжкового теста сильно взаимосвязана с абсолютными и относительными значениями пиковой ($p=0,73$ и $p=0,71$) и средней ($p=0,73$ и $p=0,74$) мощности Вингейт-теста.

Сильные взаимосвязи с абсолютными значениями пиковой и средней мощности Вингейт-теста наблюдаются у силовых показателей прыжкового теста: максимальных

значений силы ($p=0,71$; $p=0,72$) и концентрической силы ($p=0,71$; $p=0,72$), средних значений силы ($p=0,70$; $p=0,70$) и концентрической силы ($p=0,73$; $p=0,72$). Демонстрация связей средней силы этих тензометрических показателей наблюдается: между максимальными значениями силы, концентрической силы и относительными показателями пиковой и средней мощности ($p=0,52$ и $p=0,55$; $p=0,52$ и $p=0,55$), минимальной мощностью ($p=0,58$; $p=0,58$), величиной и скоростью падения мощности ($p=0,65$ и $p=0,61$; $p=0,65$ и $p=0,61$); взрывной мощностью ($p=0,55$; $p=0,56$); между средним значением силы и минимальной мощностью ($p=0,57$), величиной и скоростью падения мощности ($p=0,64$ и $p=0,60$), взрывной мощностью ($p=0,58$); между средним значением концентрической силы и относительными показателями пиковой и средней мощности ($p=0,55$ и $p=0,56$), минимальной мощностью ($p=0,56$), абсолютными и относительными значениями величины и скорости падения мощности ($p=0,68$, $p=0,52$; $p=0,65$, $p=0,51$ соответственно), взрывной мощностью ($p=0,55$).

Взаимосвязь средней силы имеют показатели среднего значения силы прыжка с абсолютными и относительными показателями пиковой ($p=0,63$ и $p=0,50$) и средней ($p=0,63$ и $p=0,53$) мощности, величиной и скоростью падения мощности ($p=0,58$; $p=0,58$). Такую же взаимосвязь имеют значения взрывной силы тензодинамометрии с абсолютными и относительными показателями пиковой ($p=0,53$ и $p=0,50$) и средней мощности ($p=0,54$ и $p=0,55$), а также со скоростью падения мощности ($p=0,52$).

Абсолютные значения максимальной и средней механической мощности тензодинамометрии имеют сильную взаимосвязь с абсолютными показателями Вингейт-теста: пиковой и средней мощностью ($p=0,78$ и $p=0,77$; $p=0,77$ и $p=0,77$ соответственно); величиной падения мощности ($p=0,73$ и $p=0,70$); скоростью падения мощности ($p=0,72$) (только показатель максимальной механической мощности). Среднюю тесноту связи демонстрируют следующие показатели: максимальная механическая мощность прыжка и относительные показатели пиковой, средней мощности, величины и скорости падения мощности ($p=0,61$, $p=0,62$, $p=0,58$ и $p=0,57$ соответственно), минимальная и взрывная мощность ($p=0,59$ и $p=0,60$) велоэргометрии; средняя механическая мощность прыжка и относительные показатели пиковой, средней мощности, величины и скорости падения мощности ($p=0,65$, $p=0,67$, $p=0,58$ и $p=0,58$ соответственно), минимальная и взрывная мощность ($p=0,60$ и $p=0,58$), а также скорость падения мощности (Вт/с) – $p=0,69$.

Корреляционная матрица для относительных значений максимальной и средней механической мощности тензодинамометрии имеет схожую тенденцию и выглядит следующим образом. Сильную взаимосвязь имеет относительное максимальное значение механической мощности прыжкового теста с относительными значениями пиковой и средней мощности велоэргометрии ($p=0,71$ и $p=0,75$), также относительное значение средней механической мощности с относительным значением средней мощности велоэргометрии ($p=0,76$). Взаимосвязи средней силы у относительного показателя максимального значения механической мощности выявлены со следующими данными Вингейт-теста: пиковой и средней мощностью ($p=0,69$ и $p=0,67$), абсолютным ($p=0,58$) и относительным ($p=0,63$) индексами утомления, а также абсолютной ($p=0,67$) и относительной ($p=0,64$) скоростью падения мощности. Такие же корреляционные связи выявлены в динамике значений относительной средней механической мощности со значениями пиковой мощности (Вт ($p=0,62$), Вт/кг ($p=0,69$)), средней мощности ($p=0,62$), индексами утомления ((Вт ($p=0,57$), Вт/кг ($p=0,56$), Вт/с ($p=0,60$), Вт/кг/с ($p=0,61$)).

Заключение

Анализ результатов тестирования спортсменов циклических видов спорта показал наличие положительной корреляционной зависимости показателей тензодинамометрического вертикального прыжка и Вингейт-теста. Преимущественно теснота связи между большинством анализируемых параметров характеризуется как средняя и сильная. Сильную взаимосвязь с показателями тензометрии больше всего демонстрируют абсолютные значения пиковой и средней мощности Вингейт-теста.

Однако, в обоих тестах имеется ряд показателей со слабой или статистически не значимой корреляционной зависимостью. Среди них показатели взрывной силы

прыжкового теста и взрывной мощности Вингейт-теста, имеющие важное значение для оценки уровня развития скоростно-силовых способностей.

Таким образом, для циклических видов спорта Вингейт-тест и прыжковый тензодинамометрический тест с противодействием не гомогенны. Показатели каждого теста важны для контроля динамики физической подготовленности спортсменов данной группы видов спорта и не могут быть генерализованы при проведении одного из сравниваемых тестов.

Список использованных источников

1. Вахитов, И. Х. Физиология физических упражнений: учеб. пособие / И. Х. Вахитов, А.Р. Гизатуллин, Т.А. Зефилов – Казань: Казанский (Приволжский) фед. ун-т, 2015. – 248 с.
2. Дедловская, М. В. Воспитание скоростно-силовых способностей конькобежцев / М. В. Дедловская, И. А. Золотухина // Проблемы современного педагогического образования. – 2018, № 58-3. – С. 93–97.
3. Яковлева, Н. В. Анализ развития скоростно-силовых способностей шорттрековиков 11–12 лет / Н. В. Яковлева, О. С. Доржиева // Вестник БГУ. – 2012. – №13. – С.182–185.
4. Тычина, Е. Г. Развитие скоростно-силовых качеств юных велосипедистов с использованием упражнений на растяжку / Е. Г. Тычина, К. С. Тихонова, А. В. Стрельников // Современные здоровьесберегающие технологии. – 2018. – № 3. – С. 63–71.
5. Программа научно-методического обеспечения подготовки спортивного резерва по велоспорту: практ. пособие / Н. В. Иванова [и др.]; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2018. – 50 с.
6. Полищук, Д. А. Силовые способности велосипедистов – необходимое условие использования повышенных передаточных соотношений / Д. А. Полищук // 7 Междунар. науч. конгр. «Современный олимпийский спорт и спорт для всех»: матер. конф. Москва, 24–27 мая 2003 г. – 2003. – Т. 3. – С. 218–219.
7. Способы педалирования, их эффективность и применение в подготовке велосипедистов высшей квалификации / Г. М. Мартынов [и др.] // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – 2011. – № 1. – С. 30–34.
8. Мехрикадзе, В. В. Тренировка юного спринтера / В. В. Мехрикадзе. – М.: «ФиС», 2011. – 150 с.
9. Никитушкин, В. Г. Легкая атлетика. Бег на короткие дистанции. Этапы спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства / В. Г. Никитушкин, Н. Н. Чесноков, В. Б. Зеличенок, Б. Ф. Прокудин. – М.: Советский спорт, 2004. – 88 с.
10. Холодов, Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М.: Академия, 2003. – 480 с.
11. Боровая, В. А. Особенности соревновательной деятельности в гребле на байдарках и каноэ / В. А. Боровая, М. Н. Лубкова, А. Е. Причинич // Здоровье для всех: материалы IV междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 26–27 апр. 2012 г.: в 3 ч., Ч. 2; редкол.: К. К. Шебеко [и др.]. – Пинск, 2012. – С. 138–140.
12. Лазуткин, В. М. Развитие скоростно-силовых качеств у студентов, специализирующихся в академической гребле / В. М. Лазуткин, В. В. Феофанов, С. К. Шляков // Физическая культура студентов: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13 июня 2019 г. / Ин-т физ. культуры, спорта и туризма С.-Петербургского политехнического ун-та Петра Великого; Нац. гос. ун-т физ. культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта. Санкт-Петербург. – 2019. – С. 330–331.
13. Чертов, Н. В. Физическая подготовка в гребле на байдарках и каноэ: учебное пособие / Н. В. Чертов, О. В. Чертов. – Таганрог: Изд-во Южного фед. ун-та, 2021. – 124 с.
14. Селькин, Ф. Е. Развитие взрывной силы пловца как фактор эффективности старта в спринтерском плавании / Ф. Е. Селькин // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2022. – № 6 (208). – С. 335–338.
15. Солонщикова, В. С. Методические аспекты проведения Вингейт-теста и их теоретическое обоснование / В. С. Солонщикова, Ф. А. Мавлиев, А. З. Манина // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 75–81.
16. Bar-Or, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity / O. Bar-Or // Sports Med publ. – 1987. – Vol. 4. – P. 381–394.
17. Almuzaini, K. S. Modification of the Standing Long Jump Test Enhances Ability to Predict Anaerobic Performance / K. S. Almuzaini, S. J. Fleck // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2008. – Vol. 22 (4). – P. 1265–1272.

18. Хроменкова, Е. В. Взаимосвязь показателей тензодинамометрического прыжкового теста и вингейт-теста спортсменов игровых видов спорта / Е. В. Хроменкова, Е. Г. Тычина, Е. М. Титова // Прикладная спортивная наука. – 2022. – № 1(15). – С. 41–50.

19. Методика биодинамического контроля двигательных способностей спортсменов игровых видов спорта методом тензодинамометрии: практ. пособие / Е. В. Хроменкова [и др.] – Минск: РНПЦ спорта, 2021. – 36 с.

20. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М: МедиаСфера, 2002. – 312 с.

30.05.2023

УДК 796.011.3+796.012.1

НОРМАТИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ: НАУЧНАЯ ОБОСНОВАННОСТЬ, СОВРЕМЕННОСТЬ И СИНХРОНИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Е. В. Хроменкова,

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы нормативности физической подготовленности в системе общего среднего образования Республики Беларусь. Представлены подходы к разработке и применению нормативов. Проведен сравнительный анализ нормативов физической подготовленности подрастающего поколения, применяемых для контроля эффективности физического воспитания в системе общего среднего образования: учебной программы «Физическая культура и здоровье» и Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса «Готов к труду и обороне» на ступенях «Олимпийские надежды», «Спортивная смена» и «Физическое совершенство».

STANDARDISATION OF PHYSICAL FITNESS: SCIENTIFIC JUSTIFICATION, RELEVANCE AND SYNCHRONISATION IN THE SYSTEM OF PHYSICAL EDUCATION OF THE YOUNGER GENERATION

E. Hromenkova,

Public Institution «Republican Scientific and Practical Center of Sports»

Abstract

The article deals with the issues of standardisation of physical fitness in the system of general secondary education in the Republic of Belarus. The approaches to the development and application of regulations are presented. The comparative analysis of the physical fitness standards used to control efficiency of physical education within secondary education system was carried out: «Physical Education and Health» curriculum and the State physical culture and health-improvement complex «Ready for Labour and Defence» at the stages «Olympic Hope», «Sports Shift» and «Physical Perfection».

Введение

Под нормативностью понимается свойство, характеризующее способность различных институтов и человека определять или соблюдать нормативы этой сферы [1]. В словаре С.И. Ожёгова «нормативность» – существительное от «нормативный», т.е. «устанавливающий норму, правила». В свою очередь, «норма» – «установленная мера, средняя величина чего-нибудь», «норматив» – «экономический или технический показатель норм, в соответствии с которыми производится работа» [2]. По мнению А.П. Матвеева, нормы влияют на отношение людей

к физической культуре, стимулируют и упорядочивают использование ее ценностей в интересах личности и общества [3].

С позиции общеподготовительного направления системы физического воспитания интерес представляют три из пяти направлений нормативности физической культуры и спорта, указанных Савосиной М.Н.: институализированные основы (затрагивают вопросы создания действенных стимулов физической активности населения); нормирование физических нагрузок для целей физического воспитания (затрагивают вопросы контроля и оценки физического состояния и здоровья, развития физических качеств и пр.), оздоровительные практики и личностные аспекты нормативности физической культуры и спорта (касаются личностного уровня освоения ценностей физической культуры, личностно ориентированного развивающего подхода и личной ответственности за собственное здоровье) [1].

Инструментом для реализации всех вышеперечисленных направлений нормативности в физической культуре служат нормы и нормативы, в частности, нормы и нормативы физической подготовленности, как одного из критериев оценки эффективности физической подготовки. Существует несколько разновидностей норм, позволяющих как преобразовать результаты, показанные в тестах, в очки и баллы, так и оценить их: сопоставительные (сравнение достижений в тесте людей, принадлежащих к одной совокупности, по какому-либо общему признаку), индивидуальные (сравнение результатов в тестах, показанных одним испытуемым в различные моменты времени), должные (прогнозируемые, часто опережающие действительные показатели) [4].

Интерес к оценке физической подготовленности в системе образования не случаен.

Во-первых, физическая подготовленность является интегральным показателем физического развития, уровень и гармоничность которого признаны критериями индивидуального и общественного здоровья. Период до 18–20 лет является наиболее бурным этапом биологического развития в онтогенезе, связанным с существенным увеличением морфофункциональных возможностей, сенситивными периодами развития всех физических качеств, на которые направленное влияние оказывает организованная двигательная активность в рамках усвоения учебного предмета, подготовки и проведения физкультурно-оздоровительных и спортивно-массовых мероприятий в системе общего среднего образования. Полученный в этот период «запас прочности» во многом определяет дальнейшую возможность и способы реализации в социуме, уровень здоровья, продолжительность активного долголетия, продолжительность жизни и пр. Физическая подготовленность и здоровье подрастающего поколения – стратегический запас государства в обеспечении национальной безопасности и стабильного социально-экономического развития государства.

В то же время, как показывает динамический анализ результатов тестирования жителей Республики Беларусь в возрасте от 6 до 60 и старше, проведенный нами в первый раз в 2011–2013 гг. и повторно в 2021–2022 гг., отмечаются негативные тенденции в возрастной динамике физической подготовленности населения. Так, динамика развития всех основных двигательных способностей характеризуется положительными цепными темпами прироста только до 17–18 лет (в некоторых случаях до 16, редко до 19–22), а затем, без периода относительной стабилизации, приобретает тенденции регресса. Кроме этого, положительные базисные темпы прироста всех двигательных способностей сохраняются только до возраста 60 лет (у некоторых двигательных способностей – до 50, 40 и даже 30 лет) [5, 6]. Возможно, «запаса», который формируется в результате биологического развития и общего физкультурного образования, не хватает для обеспечения более длительного периода активного долголетия. Кроме этого, видимо, физкультурное образование не в достаточной мере формирует физическую культуру личности, жизненной необходимостью которой является оптимальная привычная и организованная двигательная активность, обладающая для ее обеспечения соответствующими

знаниями, умениями и навыками, привычками. Закономерным результатом этого становится отсутствие подкрепления приобретенного уровня физической подготовленности необходимыми и достаточными стимулами в «поле собственной ответственности», а как следствия – его неминуемого снижения.

Во-вторых, уровень физической подготовленности – это и условие, и результат формирования жизненно важных умений и навыков, знаний. Следовательно, успешность решения всех задач физического воспитания, усвоения учебного материала по предмету «Физическая культура и здоровье» в определенной степени будут связаны с уровнем физической подготовленности.

Приведенные аргументы не исчерпывают всех обоснований актуальности и необходимости физической подготовки и контроля ее эффективности у подрастающего поколения, но на наш взгляд являются наиболее значимыми.

В современном обществе постоянно ведутся дискуссии об обоснованности и этичности применения нормативов в оценке эффективности физического воспитания в системе образования. Главным аргументом противников применения сопоставительных норм физической подготовленности является невозможность учета всех индивидуальных особенностей детей при их разработке (темпы биологического развития, тип телосложения и пр.), что делает совокупность, выделенную только по возрасту и полу, «не совсем» однородной. Сторонники такой позиции сравнивают сопоставительные нормативы с «прокрустовым ложем» [7]. Однако, согласно опросу учителей по физической культуре, большинство считают оценку, сделанную сопоставительным методом, главным ориентиром для учащихся, существенно повышающим их активность [8]. Исследователи указывают на возможность негативных последствий оценки эффективности физического воспитания по индивидуальной динамике, связанных, в первую очередь, с необязательностью выполнения норм физической подготовленности: субъективностью в выставлении оценок, искаженным представлением испытуемых о своих возможностях, сознательным обманом относительно реального уровня своих способностей и пр. [8, 9].

Решение противоречий, обеспечение эффективной, объективной и корректной оценки физической подготовленности, на наш взгляд, лежит в двух направлениях:

1. Научной обоснованности выбора тестов физической подготовленности; обеспечения стандартизации и объективности в проведении тестовых процедур; соблюдения метрологических требований в разработке норм и нормативов; учете необходимости синхронизации и преемственности норм и нормативов на всех ступенях образования; регулярной обновляемости (современности) нормативов физической подготовленности (раз в 4–5 лет).

2. Системном применении сопоставительных, индивидуальных и должных норм и нормативов; оценке физической подготовленности во взаимосвязи с другими результатами учебной и внеучебной физкультурной активности; неформальном, объективном отношении педагога к оцениванию, применению им педагогических технологий по мотивированию и стимулированию учащихся к саморазвитию, подготовке и выполнению норм и нормативов.

При этом, если последний пункт лежит в области компетенций педагога и разработчиков нормативных документов, то первый – специалистов, отвечающих за разработку норм и нормативов. Именно последних мы коснемся в нашей работе.

В практике оценки физической подготовленности в общеподготовительном направлении системы физического воспитания обычно используются от 3 до 7 тестовых упражнений. При этом, к тестовым заданиям предъявляется ряд требований: надежность, валидность, чувствительность, стандартизация. В качестве тестовых заданий обычно используются простые в выполнении упражнения, не требующие сложного оборудования и страховки. Батарея тестов не должна быть чрезмерной (включать эквивалентные тесты), но способствовать оценке основных двигательных способностей: выносливости, гибкости, координационных, силовых, скоростных и скоростно-силовых. Оценка результатов чаще происходит двумя способами: в каждом тесте отдельно и интегрально по батарее тестов [4, 9–13]. Однако,

заслуживает внимания еще один подход, согласно которому по разнице оценок в батарее тестов оценивается гармоничность физической подготовленности [5].

К разработке нормативов предъявляется ряд требований: репрезентативность, релевантность, современность. В разработке могут применяться пропорциональная, стандартная, прогрессирующая, сигмовидная и перцентильная шкалы. Однако доказанным фактом является, что 80 % медико-биологических показателей не подчиняются закону нормального распределения и требуют в своей обработке применения методов непараметрической статистики [14, 15]. Это касается и показателей физической подготовленности. Таким образом, наиболее «твердым» вариантом становится перцентильный метод, основанный на расчете перцентилей различного уровня [16, 17]. В практике встречаются шкалы с различными перцентильными интервалами, позволяющими выстраивать трех-, пяти- и десятибалльные шкалы [4, 18– 20].

При выборе интервалов соответствующих оценок (посильности выполнения) необходимо ориентироваться на задачи контроля: создание мотивации для развития, привлечения к сдаче нормативов и пр. Так, чтобы привлечь население к выполнению нормативов Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «ГТО», на начальных этапах было решено, что более 50 % населения должны быть способны завоевать бронзовый и серебряный знаки, т.е. нормативы должны быть ниже среднестатистического показателя уровня физической подготовленности. В результате, в каждом виде испытаний для соответствующих ступеней на бронзовый знак нормативы посильны 70 %, серебряный – 60 %, золотой – 20 % испытуемых [16, 17]. Кроме этого, важным является постепенное увеличение трудности нормативов повышающихся уровней, т.к. это может заинтересовывать выполняющих нормы к планомерному совершенствованию [17]. Так, некоторые авторы считают, что соотношение 70/60/20 в ВСК ГТО делает разрыв между «серебром» и «золотом» слишком большим, а соотношение в ГТО СССР – 60/40/20 – является более реальным и стимулирующим к достижению [17].

Немаловажным аспектом, на наш взгляд, является синхронизация и преемственность требований, предъявляемых к уровню физической подготовленности [21, 22]. Для создания должной мотивации необходима преемственность и определенность, системность и прозрачность, в применении норм и нормативов у разных половозрастных групп, форм реализации физического воспитания, образовательных учреждений.

В системе общего среднего образования Республики Беларусь нормативные требования к уровню физической подготовленности фигурируют в двух аспектах: в учебной деятельности при освоении учебного предмета «Физическая культура и здоровье» (далее – УП), а также вне учебной деятельности при подготовке и проведении соревнований по выполнению нормативов на получение значков «Алімпійскія надзеі», «Спартыўная змена», «Фізкультурнік Беларусі» Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса «Готов к труду и обороне» (далее – ГФОК ГТО). Аналогично – в Российской Федерации, где действует Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (далее – ВСК ГТО). Как в нашей стране, так и в Российской Федерации специалисты часто задаются вопросом о сопоставимости нормативов УП и ГФОК ГТО/ВСК ГТО, возможности их синхронизации и применения нормативов ГФОК ГТО/ВСК ГТО в учебной деятельности; сопоставляют нормативы ГФОК ГТО и ВСК ГТО между собой и с ГТО СССР. Некоторые авторы считают слишком высокими требования ГФОК ГТО, высказывают мнение о необходимости их снижения до уровня УП. Другие, наоборот, говорят о необходимости повышения требований УП для «подтягивания» уровня физической подготовленности до должного. Но почти все говорят о необходимости согласованности требований [17, 22–26].

Как разработчиков нормативных требований ГФОК 2014 и 2022 года для нас представляет интерес обоснование и изложение применяемых в работе подходов, а также изучение синхронизации разработанных нормативов с другими требованиями в системе общего среднего образования, т.е. УП.

В связи с этим, целью настоящего исследования стало научное обоснование нормативов ГФОК ГТО, а также изучение их синхронизации в системе общего среднего образования с требованиями УП.

Методы и организация исследования

Исследование осуществлялось методами анализа и обобщения данных литературы и нормативно-правовых документов, статистического анализа результатов тестирования, сравнительного анализа нормативных шкал оценивания уровня развития двигательных способностей.

Результаты исследования и их обсуждение

Нормативы ГФОК 2014 г. были разработаны в рамках выполнения в период 2011–2013 гг. научного проекта отраслевого назначения [29]. В 2021 году было принято решение о переработке нормативов. Основными причинами являлась низкая популярность комплекса, наличие мнений специалистов-практиков о непосильности нормативов в отдельных возрастных категориях, несовременности (10 лет). Организован централизованный сбор протоколов проведения спортивно-массовых мероприятий в рамках Всебелорусской недели по выполнению норм ГФОК, сформирована единая база данных с результатами тестирования около 70000 жителей всех регионов в возрасте от 6 до 59 лет и старше по программам соответствующих ступеней и половозрастных групп. Проведена очистка данных от ошибок первого и второго уровня, удалены данные, вызывающие даже малейшие сомнения в достоверности (построчно). В результате общий объем выборки испытуемых в возрасте от 6 до 18 лет составил 54410 человек: 22790 в возрасте 6–10 лет (9660 девочек и 13130 мальчиков), 24498 в возрасте 11–16 лет (13556 девочек и 10942 мальчика), 7122 в возрасте 17–18 лет (3135 девушек и 3987 юношей). Выборки включают результаты испытуемых всех регионов страны, проживающих в населенных пунктах с различной численностью населения. Изучение центральных тенденций и рассеяния признаков в выборках осуществлялось непараметрическими методами математической статистики, в соответствии с метрологическими требованиями. Для изучения популяционных тенденций физической подготовленности с целью дальнейшего обеспечения преемственности нормативов, проведен динамический анализ. Некоторые выводы проделанной работы уже опубликованы [7]. Полученные данные легли в основу разработки нормативов ГФОК. На основании опыта реализации ГФОК с 2014 года, выводов, сделанных в результате динамического и статистического анализов 2021 года, в методологию разработки нормативов были внесены изменения и ее основные черты стали следующими:

- расчет нормативов осуществляется перцентильным методом с расчетом 3, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 97 перцентилей;

- нормативная шкала выражается перцентильными интервалами: 1 балл – 3–10 %, 2 балла – 10–20 %, 3 балла – 20–30 %, 4 балла – 30–40 %, 5 баллов – 40–50 %, 6 баллов – 50–60 %, 7 баллов – 60–70 %, 8 баллов – 70–80 %, 9 баллов – 80–90 %, 10 баллов – 90–97 % (временные шкалы имеют обратный отсчет);

- нормативная шкала закрыта слева, т.е. наименьший результат ограничен 3-м перцентилем (97-м для показателей времени), справа осталась открытой;

- введены знаки трех уровней достоинства за выполнение нормативов ГФОК ГТО: «золотой» – высокий уровень (80-й перцентиль и выше), «серебряный» (60–80-й перцентили и «бронзовый» (60–40-ой перцентили), таким образом 60 % тестируемых могут получить бронзовый знак, 40 % – серебряный, 20 % – золотой;

- для обеспечения преемственности нормативов у испытуемых различного возраста перцентильные профили были проанализированы относительно друг друга и в рамках возрастной динамики медиан при необходимости сглажены (например, 10 баллов в возрасте $n+1$ лет не присуждается за худший или равный результат, по сравнению с возрастом n , если медиана результатов возраста $n+1$ увеличивается относительно n ; такая ситуация может произойти только в случае изменения возрастной тенденции, т.е. изменении знака цепных темпов прироста с «+» на «-»).

Разработанные нормативы были утверждены в 2022 году. Их работоспособность изучена в рамках проведения Всебелорусской недели сдачи норм

ГФОК в 2022 году. Было выявлено, что на «бронзу» в тесте на выносливость могли претендовать 60–70 %, в тесте на силовые способности мышц туловища – 60–70 %, на силовые способности мышц верхних конечностей – 70–80 %, гибкость – 60–70 %, скоростно-силовые способности – 70 % испытуемых [7]. Без изменений нормативы утверждены повторно в 2023 году при изменении названия комплекса [29].

Сопоставительный анализ нормативов УП и ГФОК проводился нами ранее [23]. В предыдущем анализе рассматривались УП 2017–2018 гг. и ГФОК 2014 г. В 2023 году были актуализированы оба документа, что и вызвало интерес к сравнению их нормативов [27, 28]. Как и в предыдущий раз, в сравнении будем применять теоретические методы, т.к. применение методов математической статистики для сравнительного анализа требует наличия первичных данных, информации о сопоставимости выборок, применяемых подходах и методах.

Изучение синхронизированности нормативов физической подготовленности ГФОК ГТО и УП было начато с сопоставления подходов к организации и проведению тестирования. Сопоставимость нормативных шкал УП и ГФОК по возрасту представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сопоставимость нормативных шкал УП и ГФОК по возрасту

УП «Физическая культура и здоровье»										
Ступени образования										
I Начальное образование			II Базовое образование				III Среднее образование			
Класс										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Возраст обучающихся, лет										
6–8	7–9	8–10	9–11	10–12	11–13	12–14	13–15	14–16	15–17	16–18
ГФОК «ГТО»										
Ступени										
«Олимпийские надежды»			«Спортивная смена»							
								«Физическое совершенство»		
Соответствующие возрастные нормативные шкалы, лет										
6, 7, 8	7, 8, 9	8, 9, 10	9, 10, 11	10, 11, 12	11, 12, 13	12, 13, 14	13, 14, 15	14, 15, 16	15, 16, 17–18	16, 17–18

Как видно из таблицы 1, в связи с различиями в подходах группирования тестируемых (по классу и по паспортному возрасту), для обучающихся каждого класса в соответствии с возрастом могут быть применимы 3 нормативные шкалы ГФОК, а в некоторых случаях могут различаться и сами тесты.

Сопоставимы по технике выполнения и возрасту испытуемых следующие тесты обеих программ: бег 30 м; прыжок в длину с места; челночный бег 4x9 м; наклон вперед из положения сидя; поднимание туловища у девочек (6–10 лет за 30 с., 11–18 лет за 60 с.); подтягивание из виса на высокой перекладине у мальчиков в возрасте 10–17 лет и сгибание рук в упоре лежа у мальчиков в возрасте 10–18 лет; бег на длинную дистанцию у мальчиков (1000 м в возрасте 8–14 лет, 1500 м – 15–16 лет) и девочек (800 м в возрасте 8–10 лет, 1000 м – 11–16 лет).

Наиболее интересными в сопоставлении нам представляются сквозные тесты, нормативные оценки которых можно рассмотреть с точки зрения не только синхронизации УП и ГФОК ГТО, но и возрастной преемственности в рамках каждого из них.

Сквозными в обеих программах тестирования являются:

- бег 30 м, с. – скоростные способности;
- прыжок в длину с места, см – скоростно-силовые способности;

- челночный бег 4х9 м, с. – координационные, скоростные и скоростно-силовые способности;
- наклон вперед из положения сидя, см – гибкость.

В сопоставительном анализе необходимо учесть, что отличаются условия проведения тестирований. По положению о ГФОК ГТО тестирование обязательно осуществляется соревновательным методом в условиях официальных спортивно-массовых мероприятий. В УП тестирование обычно происходит в рамках контрольных уроков или решения контрольных задач на комбинированных уроках (нормативных требований нет). В результате, будут отличаться задачи тестирования и степень замотивированности: в условиях соревнований – это победа, достижение максимально возможного результата; на уроке по предмету – для «анализа динамики индивидуального уровня развития физической подготовленности», без учета в промежуточной и итоговой аттестации [27, 28].

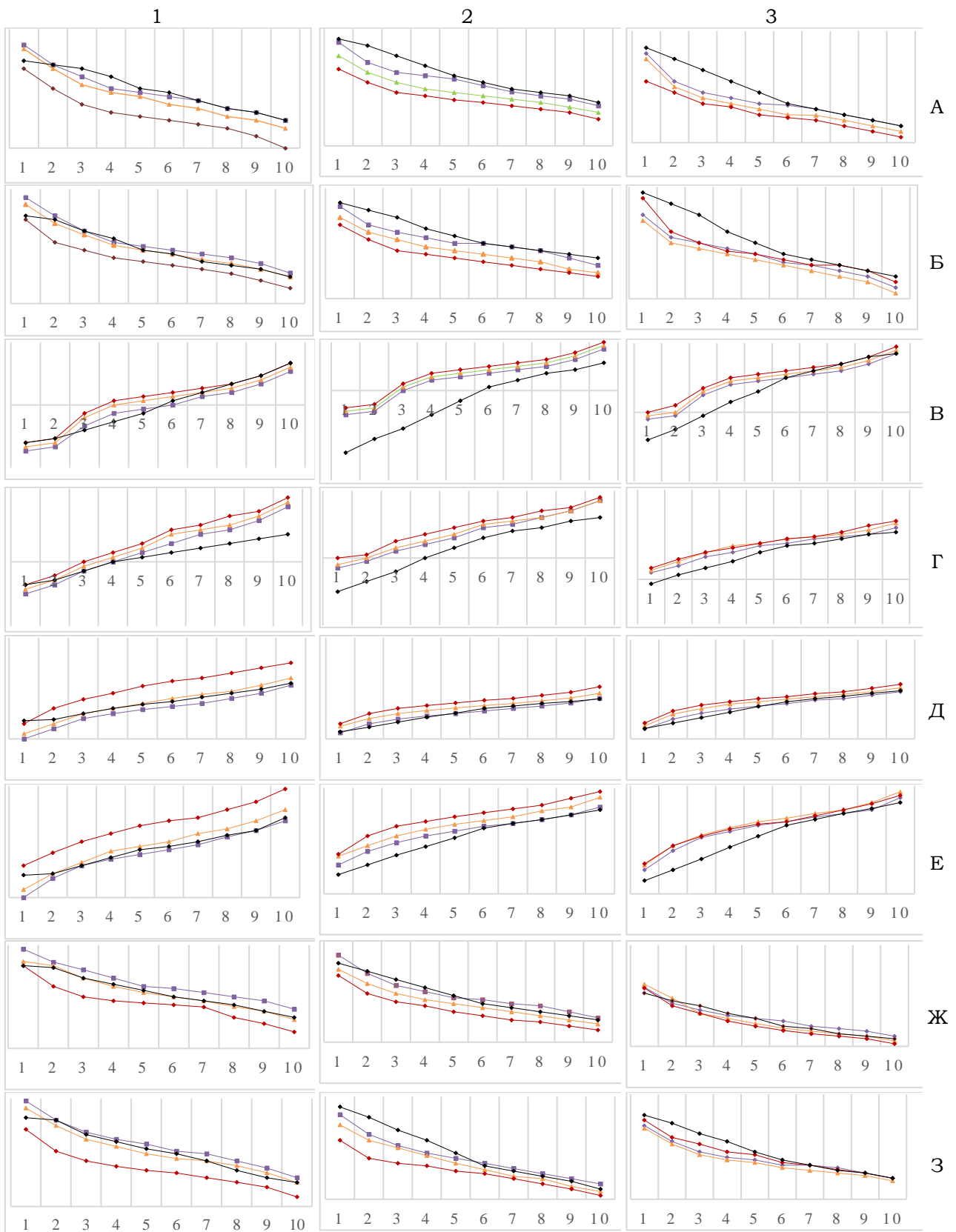
В рамках данной работы невозможно представить сравнительный анализ всех половозрастных групп даже по выбранным тестам. В связи с этим для визуализации результатов анализа мы остановили свой выбор на одной группе каждой ступени УП и ГФОК. На рисунке 1 представлены нормативные профили оценки уровня развития скоростных, скоростно-силовых, координационных способностей и гибкости в соответствии с УП первого, пятого и десятого классов в сопоставлении с профилями соответствующих возрастных групп ГФОК: для первого класса – 6, 7 и 8 лет, пятого класса – 10, 11 и 12 лет, десятого класса – 15, 16 и 17–18 лет. На графиках перцентильные шкалы возрастных групп обозначены по возрастающей: 1 – 6, 10 и 15 лет, 2 – 7, 11 и 16 лет, 3 – 8, 12 и 17 – 18 лет (рисунок 1).

Предположительно, в разработке нормативов УП и ГФОК ГТО применялись разные методы, о чем свидетельствует различная форма кривых нормативных шкал практически во всех сопоставляемых группах. Нормативные шкалы оценки результатов в тестах учащихся от 1 к 11 классу могут пересекаться, несмотря на общую тенденцию увеличения среднего значения ряда, что не встречается в нормативах ГФОК ГТО.

Нормативная шкала УП часто имеет выраженный излом на уровне 5–7 баллов, и часть кривой выше излома (6–10 баллов) ближе к перцентильным профилям ГФОК ГТО.

Тенденцию согласованности требований УП и ГФОК ГТО можно увидеть для младших возрастов классов: 1 класс – 6 и 7 лет, 5 класс – 10, 11 лет, 10 класс – 15, 16 лет. В отдельных сопоставляемых группах в разных частях нормативной шкалы встречаются более высокие требования то у ГФОК ГТО, то у УП, иногда они полностью совпадают. Однозначную тенденцию большей трудности нормативов ГФОК ГТО можно увидеть при сопоставлении требований УП и старшей возрастной группы, т.е. 1 класс – 8 лет, 5 класс – 12 лет, 10 класс – 17–18 лет. Значительно более низкие требования предъявляет УП к уровню развития гибкости ГФОК ГТО на ступени базового образования.

Таким образом, можно констатировать, УП и ГФОК ГТО на данный момент не синхронизированы в системе общего среднего образования, хоть и имеют схожие черты как в организации, так и в оценке результатов тестирования физической подготовленности. Важным моментом является принятие решения: какой должна быть эта синхронизация. На наш взгляд, УП – минимальный государственный заказ – содержание учебного материала и выполнение нормативных требований должны стать ступенью и способом подготовки к выполнению требований ГФОК ГТО. Поэтому тесты, нормы и нормативы ГФОК ГТО и УП должны быть согласованы и синхронизированы, последовательны, что не говорит об обязательной тождественности нормативов. Более важным фактором отсутствия синхронизации на данный момент является, на наш взгляд, отсутствие в содержании УП материала по мотивированию и подготовке учащихся к выполнению нормативов ГФОК ГТО.



1 – 1 класс, 2 – 5 класс, 3 – 10 класс

—▲— 1 —■— 2 —◆— 3 —●— 1, 5, 10 класс

А – бег 30 м (мальчики), Б – бег 30 м (девочки), В – наклон из положения сидя (мальчики),

Г – наклон из положения сидя (девочки), Д – прыжок в длину (мальчики),

Е – прыжок в длину (девочки), Ж - челночный бег 4x9 м (мальчики),

З – челночный бег 4x9 м (девочки)

Рисунок 1– Нормативные шкалы результатов в тестах

Заключение

1. Нормативность – неперенная составляющая отрасли «Физическая культура и спорт».

2. Несмотря на противоречия, нормы и нормативы физической подготовленности должны и могут решать задачи контроля эффективности физической подготовки, мотивации к направленному развитию и совершенствованию, мониторинга физической подготовленности населения как интегрального критерия индивидуального и общественного здоровья и пр.

3. Повышению эффективности применения нормативов в физическом воспитании подрастающего поколения, их объективности и корректности, кроме прочего, может способствовать соблюдение при разработке требований научной обоснованности, преемственности, последовательности и согласованности.

4. В системе общего среднего образования Республики Беларусь нормативные требования к уровню физической подготовленности заложены в учебной программе «Физическая культура и здоровье» и Государственном физкультурно-оздоровительном комплексе «Готов к труду и обороне».

5. Нормативные шкалы ГФОК ГТО обновлены в 2022 году. В разработке учтены современные метрологические требования к организации сбора, обработки и анализа данных, созданы условия для обеспечения преемственности и последовательности нормативов в рамках тенденций возрастной динамики двигательных способностей подрастающего поколения Республики Беларусь, эмпирическим методом проверена их работоспособность.

6. На данный момент подход к учету возраста, формированию тестовых программ, разработке нормативов УП «Физическая культура и здоровье» и ГФОК ГТО не синхронизированы; сопоставимые нормативы имеют как схожие, так и отличительные черты.

7. Решение вопросов нормативности физической подготовленности в системе общего среднего образования, на наш взгляд, лежит в согласованности действий по обеспечению научной обоснованности, современности и синхронизации нормативных требований, системности и корректности их применения, а также, что еще более важно – подготовки к их выполнению. От эффективности усилий в этом направлении зависит физическая подготовленность и здоровье подрастающего поколения, т.е. «золотой запас» национальной безопасности и стабильности социально-экономического развития нашей страны.

Список использованных источников

1. Савосина, М. Н. Нормативность в сфере физической культуры и спорта: развитие научных взглядов на проблему [Электронный ресурс] / М. Н. Савосина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20678>. – Дата доступа: 10.10.2022.

2. Ожегов, С. И. Словарь русского языка / С. И. Ожегов; под общ. ред. проф. Л. И. Скворцова. – М.: ООО «Издательство Оникс»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2004. – 534 с.

3. Матвеев, А. П. Теория и методика физической культуры. Введение в предмет / А. П. Матвеев. – СПб.: Лань, Омега-Л, 2004. – 113 с.

4. Годик, М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М.: ФиС, 1977. – 253 с.

5. Хроменкова, Е. В. Возможности мониторинга физической подготовленности населения Республики Беларусь посредством Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса / Е. В. Хроменкова, Р. А. Хроменков, А. Я. Хроменков // Мир спорта. – 2015. – № 1 (58). – С. 20–25.

6. Хроменкова, Е. В. Динамика физической подготовленности детей школьного возраста Республики Беларусь / Е. В. Хроменкова, Ю. И. Масловская // Прикладная спортивная наука, 2023. – №1 (17). – С. 48–57.

7. Шеенко, Е. И. О нормативах и нормах предметной области «Физическая культура» / Е. И. Шеенко, С. С. Пономорева, Н. В. Маковка, А. А. Нагорнов // NovaInfo.Ru - № 65. – 2017. – С. 358–361. – Режим доступа: <https://novainfo.ru/article/12897>. – Дата доступа: 10.10.2022.

8. Самолюк, О. Компетенции учителя физической культуры в выставлении оценки: проблемы и перспективы решения / О. Самолюк // Formarea continuă a specialistului de

cultură fizică în conceptul acmeologic modern: Materialele conferinței științifice internaționale, Ediția 1-a, 3 decembrie 2020, Chișinău, Republica Moldova. – Chișinău: Valinex, 2020. – P. 121–126. – Bibliogr. p. 126

9. Бабин, А. В. Методика оценки физической подготовленности школьников / А. В. Бабин // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. М. Герцина. – 2006. – № 23, Т. 5. – С. 109–112.

10. Симонов, С. Н. Организационно-метрологические аспекты построения нормативной базы физической подготовленности школьников / С. Н. Симонов, П. М. Грицков. – Томбов, 2012. – 11 с.

11. Лях, В. И. Тесты в физическом воспитании школьников / В. И. Лях. – М.: АСТ, 1998. – 227 с.

12. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике: учебное пособие для вузов физической культуры / В. П. Губа [и др.]. – М.: СпортАкадемПресс, 2002. – 211 с.

13. Зацюрский, В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. Зацюрский. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 258 с.

14. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М: МедиаСфера, 2002. – 312 с.

15. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – М., 1998. – 495 с.

16. Уваров, В. А. Теоретико-методологические основы научного обоснования всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО) / В. А. Уваров, В. В. Новокрещенов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 142–147.

17. Самсонов, Д. А. Анализ принципов формирования нормативных требований всероссийского физкультурно-спортивного комплекса ГТО [Электронный ресурс] / Д. А. Самсонов, Н. В. Ефремова // Интерактивная наука. – Режим доступа: <https://interactive-plus.ru/e-articles/206/Action206-17511.pdf>. – Дата доступа 10.10.2023.

18. Ляликов, С. А. Таблицы оценки физического развития детей Беларуси: методические рекомендации / С. А. Ляликов, С. Д. Орехов; М-во здравоохранения Респ. Беларусь. – Гродно, 2000. – 63 с.

19. Гримм, Г. Основы конституциональной биологии и антропометрии / Г. Гримм. – М.: Медицина, 1967. – 299 с.

20. Давыдов, В. Ю. Методика проведения общероссийского мониторинга физического развития и физической подготовленности учащихся общеобразовательных школ, ссузов, вузов: Учебно-методическое пособие / В. Ю. Давыдов, А. И. Шамардин. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2004. – 92 с.

21. Орехова, А. В. Методика разработки нормативов ГТО / А. В. Орехова, Ю. А. Данилкина, И. С. Москаленко // Символ науки. – 2015. – № 4. – С. 193–196.

22. Романов, К. Ю. Анализ программных нормативов физической подготовленности дошкольников, школьников и студентов [Электронный ресурс] / К. Ю. Романов // Проблемы и перспективы развития физической культуры, спорта и туризма в Республике Беларусь: электрон. сб. материалов Респ. науч.- практ. семинара, Новополоцк, 24 марта 2017 г. / Полоц. гос. ун-т; отв. за вып.: Е. Н. Борун. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2017. – С. 183–186. – 1 CD-ROM.

23. Хроменкова, Е. В. Государственный физкультурно-оздоровительный комплекс и учебная программа по предмету «Физическая культура и здоровье» как нормативно-правовая база физического воспитания детей и молодежи / Е. В. Хроменкова, Л. Я. Хроменков, Р. А. Хроменков // Прикладная спортивная наука. – 2018. – № 2(8). – С. 39–50.

24. Тихонова, К. С. Сравнительный анализ нормативов всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» с нормативами государственного физкультурно-оздоровительного комплекса Республики Беларусь / К. С. Тихонова, Е. Г. Тычина // Прикладная спортивная наука. – 2019. – № 1(9). – С. 95–105.

25. Аршинник, С. П. К вопросу об оценке физической подготовленности обучающихся общеобразовательных организаций на основе результатов выполнения нормативов комплекса «Готов к труду и обороне» [Электронный ресурс] / С. П. Аршинник, В. В. Лысенко, Е. Г. Костенко // Международный электронный научный журнал «Перспективы науки и образования», 2020. – № 4(46). – С. 203–2016. – Режим доступа: <https://pnojournal-files.wordpress.com/2020/08/2004pno.pdf>. – Дата доступа: 10.10.2023.

26. Самойлюк, Т. А. Результативность сдачи нормативов Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Т. А. Самойлюк, Т. С. Демчук // Формирование культуры безопасности жизнедеятельности и здорового образа жизни студенческой молодежи: материалы II Международ. науч.-практ. интернет-конф., 23–24 марта 2023 г., Минск / БГУ, фак. социокультурных коммуникаций,

каф. экологии человека; [редкол.: И. В. Пантюк (отв. редактор) [и др.]. – Минск: БГУ, 2023. – С. 198–204. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/298108>. – Дата доступа: 10.10.2023.

27. О Государственном физкультурно-оздоровительном комплексе Республики Беларусь «Готов к труду и обороне» [Электронный ресурс]: постановление Мин-ва спорта и туризма Респ. Беларусь, 27 февр. 2023 г., № 10 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://etalonline.by/-document/?regnum=W22339764>. – Дата доступа: 10.10.2023.

28. Учебная программа по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» для I–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания: постановление Мин-ва образования Респ. Беларусь, 19 июля 2023 г. № 199. – Режим доступа: https://adu.by/images/2023/08/fz/up_fk_1-11_rus.docx. – Дата доступа: 10.10.2023.

29. Разработать нормативные оценки физического статуса населения в возрасте от 6 до 60 лет и старше для Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса Республики Беларусь: отчет о НИР (заключит.): 76–11 / НИИ физич. культуры и спорта Респ. Беларусь; рук. Е. В. Хроменкова; исполн. М. К. Борщ [и др.]. – Минск, 2012. – 299 с. – № ГР 20112608.

20.11.2023

УДК 799.313

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ В СПОРТИВНОЙ СТРЕЛЬБЕ ИЗ СНАЙПЕРСКОЙ ВИНТОВКИ

Н. А. Юрчик, канд. пед. наук, доцент,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет
физической культуры»;

П. Ю. Кузьмин, аспирант,

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Аннотация

В статье приводятся результаты исследования по поиску ключевых технических компонентов, влияющих на результативность в стрельбе из снайперских винтовок калибром от 7,62 до 9 мм в упражнениях «Боевого раздела» при проведении соревнований по снайперской стрельбе.

Ключевые слова: снайперская стрельба, подготовка спортсменов-снайперов, боевое оружие, прикладной спорт, техника стрельбы, высокоточная стрельба, снайпинг.

KEY TECHNICAL COMPONENTS IN SPORTS SHOOTING FROM A SNIPER RIFLE

N. Yrchik,

Education Institution «Belarusian State University of Physical Culture»;

P. Kuzmin,

Education Institution «Military Academy of the Republic of Belarus»

Abstract

The article presents the results of the study aimed at identifying the key technical components that influence performance in shooting from sniper rifles of 7.62 to 9 mm calibre in «Combat Section» exercises during sniper shooting competitions.

Keywords: sniper shooting, sniper training, military weapons, applied sports, shooting technique, precision shooting, sniping.

Введение

Стрельба из снайперской винтовки наряду с другими дисциплинами прикладных видов стрелкового спорта является сложным видом спорта, где к двигательной деятельности, а также к координационным способностям

спортсмена-стрелка предъявляются высокие требования. Стрельба из нестандартных положений или просто удержание на весу современной снайперской винтовки калибром от 7,62 до 9 мм, оснащенной оптическим прицелом большой кратности и дополнительными элементами, требует значительных физических усилий, которые снайпер прилагает к контролю за двигательными действиями.

Совершенствование техники стрельбы из боевого или спортивного оружия всегда представляло ключевой интерес в многочисленных исследованиях различных стрелковых видов спорта [1–14].

Одним из основных компонентов техники стрельбы является изготовление спортсмена. Изготовление спортсмена-стрелка должна быть экономичной с точки зрения физических и нервных затрат. В статическом положении уменьшение колебаний ствола оружия и устойчивость тела спортсмена-стрелка на огневом рубеже, по отношению к мишени, может достигаться включением в систему «стрелок – оружие» специальной стрелковой одежды и экипировки, а также дополнительных приспособлений в виде ремня или «шампиньона» [2, 4, 9, 10, 13, 14]. На современном уровне развития спортивных результатов стрелки-винтовочники способны достигать минимальной кучности в стрельбе. Но в снайперской стрельбе, в виду «тяжелого» калибра, частой необходимости перемещения от одной огневой позиции к другой, существенного ограничения времени на выполнение выстрела и др. [7, 11], применение спортсменом-снайпером «ремня» или использование специальной стрелковой одежды, как правило, в спортивных соревнованиях по снайперской стрельбе не встречаются. Тем не менее, спортсмены-снайперы высокого класса на соревнованиях различного уровня способны выполнять серию точных выстрелов, удерживая оружие на весу, на фоне сильного физического и психологического утомления [7, 11].

Очевидно, что в действиях снайпера при производстве меткого выстрела присутствуют технические компоненты, отвечающие за сверхточную стрельбу даже при тяжелой комплексной нагрузке. Их глубокое изучение, анализ позволили бы значительно улучшить учебно-тренировочный процесс, ведь таким образом тренеры-преподаватели получили бы ответы на вопросы определенного формата и на что следует обратить особое внимание при технической подготовке спортсмена-снайпера [7].

Объект исследования: техническая подготовка спортсмена-снайпера.

Предмет исследования: методика совершенствования техники стрельбы из снайперской винтовки.

Целью настоящего исследования являлось решение актуальной научно-прикладной задачи по поиску и определению ключевых технических компонентов в стрельбе из снайперской винтовки.

Методы проведения исследования – опрос, экспертная оценка, тестирование.

Основная часть

Снайперская стрельба – это вид стрелкового спорта, где упражнения выполняются из снайперской винтовки калибром от 7,62 до 9 мм в ограниченный лимит времени по неподвижным, появляющимся, движущимся, габаритным и малоразмерным мишеням (целям) из неудобного или неустойчивого положения, на заведомо неизвестное и нелимитируемое расстояние, после перемещения различными способами, в любых погодных условиях и разное время суток [7].

Подготовка спортсмена-снайпера к таким спортивным соревнованиям – сложный, комплексный процесс [7]. Ввиду того, что упражнения держатся в тайне от участников соревнований до момента их старта, исключена заблаговременная подготовка спортсменов и превосходство кого-либо над другими участниками соревнований. Все это требует от спортсмена-снайпера включения в учебно-тренировочный процесс технической и огневой (стрелковой) подготовки, комплексного моделирования возможных стрелковых ситуаций с обширным количеством двигательных действий и дополнительных технических элементов [7, 11]. Поэтому совершенствование технико-тактической подготовленности и определение факторов качественной стрелковой производительности спортсмена-снайпера является приоритетной задачей для исследователей в этой области [7, 11].

Методы и организация исследования

Для определения ключевых технических компонентов в стрельбе из снайперской винтовки на первом этапе исследования на базе кафедры огневой подготовки учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» был проведен опрос 30 спортсменов-снайперов силовых подразделений страны, выступающих на соревнованиях по снайперской стрельбе международного уровня. Из них 24 спортсмена – высококвалифицированные снайперы (МС, МСМК по снайперской стрельбе); 6 спортсменов – действующие чемпионы международных Армейских игр по снайперской стрельбе (ожидающие присвоения спортивного звания «Мастер спорта Республики Беларусь международного класса»).

Опрос спортсменов показал, что:

1. На современном этапе подготовки спортсменов-снайперов для достижения высоких спортивных результатов в стрельбе необходимо целенаправленное развитие специфических умений и навыков, отрабатываемых на тренировках с оружием (без выстрела «вхолостую»). Выявлено, что 80 % респондентов ссылаются на доминирование технико-тактической подготовки, независимо от тренировочного стажа спортсмена. Определено, что 65 % опрошенных выполняют не более двух стрелковых тренировок в неделю. В отличие от других стрелковых дисциплин, снайперская стрельба требует от стрелка идеальной обработки каждого выстрела, включая сложные расчеты при стрельбе на максимальной дистанции, часто с высокой физической нагрузкой, с ограничением боеприпасов и др., что, в том числе, ведет к быстрому утомлению, как психологическому, так и физическому, и поэтому многие спортсмены-снайперы на стрелковой подготовке ограничиваются лишь небольшим количеством выстрелов (30–40).

2. Все опрошенные сходятся во мнении, что «настрел» [1] не способствует росту спортивной результативности, а для качественного совершенствования компонентов техники стрельбы нужна целенаправленная специальная подготовка.

3. Все опрошенные уделяют большое внимание одному из компонентов техники – точности прицеливания, т.к. от этого напрямую зависит меткость попадания в мишень (цель). Измерение точности прицеливания и ее эффективность стала возможна благодаря оптико-электронным тренажерам, которые регистрируют и измеряют перемещение ствола винтовки в течение всего времени прицеливания. Записанная траектория точки прицеливания затем используется спортсменами-снайперами для анализа и улучшения своих технических характеристик в стрельбе.

4. Ввиду лимита времени, ограничивающего выполнение упражнения, время спортсмена-снайпера на прицеливание также ограничено, что вызывает дополнительные трудности при выполнении упражнений по стрельбе.

5. В снайперской стрельбе стабильность точности прицеливания и общее время, затрачиваемое на прицеливание, во многом зависят и от уровня подготовленности спортсмена-снайпера. Поэтому большинство опрошенных считает, что время удержания оружия перед выстрелом напрямую влияет на спортивный результат в стрельбе и нуждается в постоянной тренировке.

6. Стабильность удержания оружия в стандартных и нестандартных положениях также была высоко отмечена анкетированными и выявлена прямая взаимосвязь с временем принятия изготровки в стрельбе из нестандартных положений.

7. К нестабильной стрельбе может привести разница в усилиях натяжения спускового крючка, ввиду того, что каждый спортсмен-снайпер сам регулирует ударно-спусковой механизм своей винтовки. Разнообразие и сложность снайперских упражнений, как правило, не позволяет изменять натяжение спускового крючка оперативно по ходу соревнований, следовательно, более тугое натяжение спускового механизма означает, что перед выстрелом необходимо спортсмену-снайперу приложить больше усилия к управлению спусковым механизмом. Следовательно, усилие приведет к большему риску и колебаниям ствола оружия во время стрельбы, поэтому все опрошенные уделили внимание качеству обработки спускового крючка перед выстрелом.

На основе опроса ведущих спортсменов и специалистов в области снайперской стрельбы, а также анализа научно-методической литературы по стрельбе из боевого и спортивного стрелкового оружия [1–14], авторами статьи было определено, что действия, выполняемые снайпером при производстве выстрела, тесно связаны с такими компонентами техники как: стабильность изготовления, время принятия изготовления, точность прицеливания, время прицеливания, стабильность удержания оружия, время удержания оружия, качество обработки спуска и время обработки спускового механизма.

Такой базовый компонент как *дыхание* и его варианты, применительно к стрелковым ситуациям подробно описан в работах выдающихся специалистов стрелкового спорта [2, 4, 9, 10, 13, 14] и в статье не рассматривался.

На втором этапе исследования специалистами в области стрельбы из боевого и спортивного стрелкового оружия было предложено кратко определить описание содержания определенных авторами компонентов техники стрельбы. Для получения необходимых данных был выбран метод экспертных оценок. В качестве экспертов были привлечены 5 тренеров-преподавателей высшей категории по стрельбе пулевой (имели спортивное звание МС, МСМК) и 5 инструкторов специальных подразделений силовых ведомств Республики Беларусь, занимающихся подготовкой снайперов (имели спортивное звание МС, МСМК).

Предложенные компоненты техники стрельбы экспертами были определены как составляющие в снайперской стрельбе, без изменений и сформулированы следующим образом:

Время принятия изготовления – время, за которое спортсмен-снайпер принимает изготовление для стрельбы и обеспечивает ее *стабильность*.

Стабильность изготовления – период, за который спортсмен-снайпер обеспечивает относительную неподвижность системы «стрелок – оружие».

Стабильность удержания оружия – способность стабильно (без резких колебаний) удерживать оружие в точке прицеливания.

Время удержания оружия – время, необходимое для *стабильного удержания оружия* в точке прицеливания на мишени.

Точность прицеливания – абсолютное совмещение прицельной линии с точкой прицеливания на мишени.

Время прицеливания – время нахождения прицельной линии в точке прицеливания на мишени.

Качество обработки спуска – нажим на спусковой крючок без нарушения *стабильности удержания оружия*.

Время обработки спуска – время, необходимое для *качественной обработки спуска*.

В ходе дополнительного обсуждения компонентов техники стрельбы с опытными тренерами и инструкторами, авторы и эксперты так же сошлись во мнении что:

1) *стабильность изготовления* стрелка имеет взаимосвязь со *стабильностью удержания оружия*, и что *стабильность удержания оружия* является более точным показателем, чем *стабильность изготовления* в виду частой стрельбы из нестандартных положений. Эти данные подтверждают ранее проведенные исследования в этой области [11];

2) *время принятия изготовления* обеспечивает *стабильность изготовления* и несет обеспечивающую функцию для повышения тактического преимущества при подготовке к выстрелу, но на сам выстрел не влияет, что так же подтверждают ранние исследования [11];

3) фактор *времени обработки спуска* индивидуален и зависит от выполняемых упражнений, взаимосвязан с *дыханием* и важен в стрельбе по движущимся мишеням (целям) или имеющим ограниченное (2–3 с. и менее) время показа.

На третьем этапе исследования 30 спортсменам-снайперам, участвовавшим в опросе первого этапа, была предложена специализированная анкета, разработанная нами, которая включала в себя два блока вопросов. Первый блок был посвящен общим

вопросам, определяющим возрастную группу, стаж подготовки, частоту выступлений на соревнованиях в годичном цикле, спортивные результаты в квалификационных упражнениях снайперских стрельб. Второй блок вопросов был посвящен технико-тактической подготовке спортсмена-снайпера. В нем необходимо было оценить предложенные ключевые технические компоненты по десятибалльной шкале.

По результатам анкетирования (рисунок 1) респондентами были оценены ключевые технические компоненты в стрельбе из снайперской винтовки, такие как: *стабильность удержания оружия, время удержания оружия, точность прицеливания, время прицеливания и качество обработки спуска.*

Оценка технических компонентов, баллы



Рисунок 1 – Результаты анкетирования

Выводы

Анализ техники стрельбы из снайперской винтовки калибром от 7,62 до 9 мм в стандартных и нестандартных изготовлениях позволил выявить и описать основные ее компоненты.

По результатам экспертной оценки и анкетирования спортсменов-снайперов высокого класса выявлено, что отдельные из них: время принятия изготовления, стабильность изготовления, стабильность удержания оружия, время удержания оружия, точность прицеливания, время прицеливания, качество обработки спуска – были определены как ключевые технические компоненты.

Таким образом, определение данных технических компонентов как основных, послужит базой для их дальнейших исследований, что в будущем позволит значительно улучшить техническую подготовку спортсменов-снайперов.

Такие технические компоненты как: *время принятия изготовления, стабильность изготовления и время обработки спуска* по результатам анкетирования не были приняты как ключевые, но также, как и *дыхание*, являются базовыми составными техническими компонентами в технико-тактической подготовке не только спортсменов-снайперов, но и всех стрелков из боевого и спортивного оружия.

Результаты настоящего исследования могут быть использованы тренерами и инструкторами при оценке технического состояния спортсменов-снайперов, их сильных и слабых сторон, а также в разработке учебно-тренировочных программ по совершенствованию отдельных компонентов техники стрельбы у спортсменов-снайперов при их подготовке к соревнованиям в стрелковой подготовке при снайперской стрельбе.

Список использованных источников

1. Благовестов, А. И. Анализ скрытых ошибок, влияющих на результативность стрельбы из пистолета Макарова / А. И. Благовестов, П. Ю. Кузьмин // Сб. науч. ст. воен. акад. – 2022. – № 42. – С. 22–29.
2. Жилина, М. Я. Методика тренировки стрелка спортсмена: учеб. -метод. пособие / М. Я. Жилина. – М.: ДОСААФ, 1986. – 104 с.

3. Корх, А. Я. Стрелковый спорт и методика преподавания: учеб. пособие / А. Я. Корх. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 144 с.
4. Корх, А. Я. Спортивная стрельба: учеб. для ин-тов физ. культуры / А. Я. Корх. – М.: ФиС, 1987. – 255 с.
5. Корх, А. Я. Критерии оценки специфических качеств, влияющих на результативность стрельбы / А. Я. Корх, Е. В. Комова // Научно-методическое обеспечение системы подготовки высококвалифицированных спортсменов и спортивных резервов: материалы Всесоюз. науч.-практ. конф. Москва, 19–22 июня 1990 г. – М., 1990. – Ч. 1. – С. 199–201.
6. Кузьмин, П. Ю. Развитие техники двигательных действий при обучении тактической стрельбе курсантов военных учебных заведений Республики Беларусь / П. Ю. Кузьмин, А. И. Благовестов, Д. Ч. Кучко // Вест. Воен. акад. Республики Беларусь. – 2022. – № 77. – С. 138–144.
7. Кузьмин, П. Ю. Комплексная подготовка снайперов Вооруженных Сил Республики Беларусь к соревнованиям по снайперской стрельбе / П. Ю. Кузьмин, А. И. Благовестов // Вест. Воен. акад. Республики Беларусь. – 2023. – № 78. – С. 108–117.
8. Кузьмин, П. Ю. Применение блочно-модульной технологии при подготовке подразделений сил специальных операций / П. Ю. Кузьмин, А. И. Благовестов // Сб. науч. ст. Воен. акад. – 2023. – № 44. – С. 55–63.
9. Пуллем, Б. Спортивная стрельба из винтовки: Руководство для стрелков и тренеров / Ф. Т. Хейненкрат, Б. Пуллем. Пер. с англ. и примеч. Д. Пуцьковича. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 272 с.
10. Юрьев, А. А. Пулевая спортивная стрельба / А. А. Юрьев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Физкультура и спорт, 1973. – 432 с.
11. Юрчик, Н. А. Поиск путей повышения эффективности стрельбы снайперов из нестандартных положений / Н. А. Юрчик, П. Ю. Кузьмин // Прикладная спортивная наука. – 2023. – № 1(17). – С. 104–108.
12. Юрчик, Н. А. Современный подход к организации учебно-тренировочного процесса квалифицированных спортсменов-стрелков: монография / Н. А. Юрчик. – Минск: БГУФК, 2014. – 114 с.
13. Юрчик, Н. А. Стрельба пулевая: учеб. пособие / Н. А. Юрчик, Т. Д. Полякова; Белорус. гос. ун-т физич. культуры. – Минск: БГУФК, 2019. – 451 с.
14. Юрчик, Н. А. Стрельба пулевая: учебник / Н. А. Юрчик, Т. Д. Полякова; Белорус. гос. ун-т физич. культуры. – Минск: БГУФК, 2023. – 480 с.

20.11.2023

УДК 799.313

ОБОСНОВАНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ-СНАЙПЕРОВ В СТРЕЛЬБЕ ИЗ НЕСТАНДАРТНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

Н. А. Юрчик, канд. пед. наук, доцент,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»;

П. Ю. Кузьмин, аспирант,

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Аннотация

В данной статье представлен материал по изучению вопроса, направленного на повышение эффективности стрельбы спортсменов-снайперов из нестандартных положений путем применения в учебно-тренировочном процессе универсального тренажерного устройства.

Ключевые слова: снайперская стрельба, снайпинг, боевой раздел, Армейские игры, снайперская подготовка, тренажерное устройство, тренировочная платформа.

JUSTIFICATION OF WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF SHOOTING FROM NON-STANDARD POSITIONS IN SHOOTING TRAINING OF SNIPER-ATHLETES

N. Yrchik,

Education Institution «Belarusian State University of Physical Culture»;

P. Kuzmin,

Education Institution «Military Academy of the Republic of Belarus»

Abstract

This article provides the study of the efficiency improvement of sniper-athletes' shooting from non-standard positions by using a universal training device in the training process.

Key words: sniper shooting, sniping, combat section, Army Games, sniper training, training device, training platform.

Введение

При обучении спортсмена–снайпера ведущую роль в формировании общего динамического стереотипа имеют умения и навыки, заложенные в основе техники производства меткого выстрела [2–6, 8 и др.].

Сущность стереотипа снайпера – длительный процесс развития условно-рефлекторных связей между органами чувств и центральной нервной системой, мышечным аппаратом и внутренними органами путем ответных реакций организма на определенные виды раздражителей (приемы и способы стрельбы; отдельные процессы в тонко дифференцированном управлении мышечным аппаратом, такие как управление спуском и удержание оружия в районе прицеливания; четких временных реакций при раздражении зрительного анализатора – благоприятное расположение прицельных приспособлений по отношению к мишени (цели), своевременная остановка и ритм дыхания и многое другое), конечная цель которого – комплексный набор приобретенных рефлексов, адаптированных под все виды стрелковой деятельности [2, 5, 6 и др.].

В учебно-тренировочном процессе снайперов силовых ведомств Республики Беларусь и гражданских организаций определенно недостаточно научно-обоснованных данных, содержание которых в состоянии раскрыть всю полноту и глубину требующихся знаний, умений и навыков для полного развития, и подготовки спортсменов, участвующих в соревнованиях по снайперской стрельбе [5–7, 10].

Кажущиеся на первый взгляд простые требования на практике имеют большой объем вопросов, требующих правильных решений, ведь снайперская стрельба – это разновидность стрелкового спорта, требующая быстрого, точного, контролируемого выстрела в любых погодных условиях, в любое время суток, при любом физическом и психологическом состоянии [5, 10].

Проведенные ранее исследования показали [5–7, 10], что в основе большого набора технико-тактических умений и навыков обязательно должны быть приемы и способы ведения быстрого и меткого огня из нестандартных положений, после перемещения, с неподготовленных огневых позиций. Дальность, точность, скорость – девиз снайперских соревнований. Сравнительный анализ чемпионатов мира и Европы по «Боевому разделу» снайперской стрельбы подтверждает это. Дальность – предельна, точность – максимальна, а скорость определяет победителя [6, 10].

На основании этого, авторами статьи рассмотрен вопрос о целесообразности разработки и внедрения в подготовку спортсменов-снайперов дополнительных тренировочных устройств и платформ, обучающих быстрому принятию изготровки для стрельбы из нестандартных положений в достижении тактического преимущества над соперником на соревнованиях.

Объект исследования: техническая подготовка спортсмена-снайпера.

Предмет исследования: методика совершенствования техники стрельбы спортсменов-снайперов из нестандартных положений.

Цель исследования – обоснование путей повышения эффективности стрелковой подготовки спортсменов-снайперов в стрельбе из нестандартных положений путем использования в учебно-тренировочном процессе специально разработанной универсальной стрелковой платформы.

Основная часть

Снайперская стрельба – вид стрелкового спорта, где спортсменам-снайперам предстоит проявить все свои умения и навыки ведения огня из стрелкового оружия в сложнейших условиях тактической обстановки, психологической и физической нагрузок. Спортивный результат во многом зависит от высокого уровня технико-тактической и физической подготовленности спортсмена-стрелка [4, 8, 9, 10, 12, 13].

В ходе изучения научно-методической литературы [2–6, 8 и др.] и проведения анкетирования высококвалифицированных спортсменов-снайперов [10], авторами были установлены определенные критерии по поиску наиболее эффективной и рациональной изготовки при производстве меткого выстрела из нестандартного положения с неподготовленной огневой позиции, определяющей эффективность выступления спортсменов-снайперов на соревнованиях по снайперской стрельбе [10]. Дальнейшим актуальным вопросом в процессе подготовки спортсменов-снайперов было определено направление по разработке эффективных средств и обучение принятию быстрой изготовки для точной стрельбы из нестандартных положений [10].

В соответствии с анализом полученных данных анкетирования и сформированными на их основе требованиями [10], была разработана универсальная, переносная, составная платформа «Пирамида» как тренажерное устройство для обучения принятию быстрой изготовки для стрельбы из нестандартных положений. Предложенное авторами тренажерное устройство состоит из базового блока (рисунок 1).

Базовый блок использовался как самостоятельный (одионый) объект для стрельбы из нестандартных и неустойчивых положений. Высота ступеней 30, 60, 90, 120 и 150 см определена согласно данным анкетирования высококвалифицированных спортсменов-снайперов [10]. Так же он используется и в составе конструкции, собранной из базового и дополнительных элементов (рисунок 2), что уже представляет собой вариативный комплекс, в различных видах и формах позволяющий отрабатывать стрелковые упражнения из нестандартных положений, с правого и левого плеча, в полевых условиях в зависимости от специфики выполняемых задач и уровня подготовленности спортсменов.

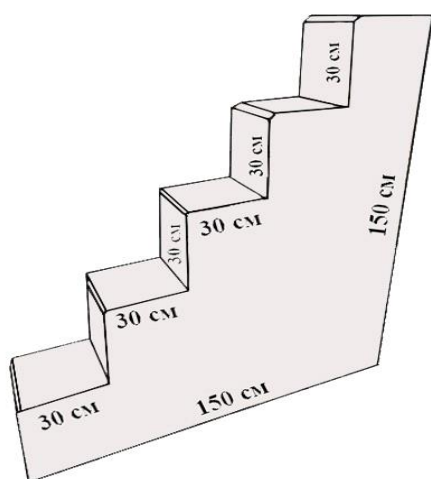


Рисунок 1 – Базовый элемент (блок) платформы



Рисунок 2 – Использование сборки из базового и дополнительного элементов

Учебно-тренировочные занятия с предложенным тренажерным устройством проводились в течение полугодичного макроцикла, во время учебно-тренировочных

сборов спортсменов-снайперов, отобранных в подразделениях для дальнейшей подготовки и отбора в сборную команду Республики Беларусь для участия в Конкурсе «Снайперский рубеж» Армейских международных игр (далее АРМИ). Отобранные спортсмены-снайперы в равной степени показывали высокие спортивные результаты в квалификационной стрельбе и физической подготовке согласно контрольно-нормативным требованиям.

Методы и организация исследования

Для участия в педагогическом эксперименте личный состав был разделен на две группы. Из сформированных групп методом случайного выбора одна группа была определена для участия в эксперименте (ЭГ), вторая стала контрольной (КГ).

Подготовка испытуемых спортсменов ЭГ (n=10) и КГ (n=10) проводилась командой инструкторов по снайперской стрельбе. В КГ планирование и периодизация стрелковых и технических тренировок осуществлялась согласно стандартному плану подготовки с учетом анализа недостатков, выявленных при выступлении на АРМИ прошедшего сезона. На основе смоделированного сценария выполнения упражнений проводились учебно-тренировочные занятия с направленностью на освоение более высокого темпа стрельбы и поддержания установленной высокой точности и кучности боя относительно центра мишени.

В ЭГ был изменен подход к построению комплексной подготовки стрелков-спортсменов на основе исследований, проведенных авторами в данной области [1, 5–7, 10]. Применение тренажерного устройства «Пирамида» в эксперименте позволило развить ответную реакцию организма стрелка на подсознательный поиск и принятие наиболее рационального положения при стрельбе, сформировать необходимый тактический стереотип, с требуемыми адаптационными способностями. Освоение новой техники стрельбы в подготовительном периоде на данной платформе проводилось в два этапа с учетом подготовленности спортсменов-снайперов.

Первый недельный микроцикл базового этапа был посвящен индивидуализации и поиску наиболее рационального положения-изготовки, обеспечивающего максимальную устойчивость системы «стрелок–оружие» с достижением (предельно точной) кучности стрельбы в геометрическом центре мишени (бумажная мишень стандарта международной конфедерации практической стрельбы, зона А) на дистанции стрельбы 300 м, из снайперских винтовок калибром от 7,62 до 9 мм.

Полученные результаты позволили определить изготовку, наиболее четко отвечающую требованиям устойчивости системы «стрелок–оружие» в нестандартных положениях, которая была включена как основной компонент техники стрельбы спортсменов с целью дальнейшего, максимально быстрого формирования у них необходимых навыков. Техническая подготовка спортсменов-снайперов с помощью универсальной платформы проводилась ежедневно, в течение трех недельных микроциклов на тренажере «SCATT» до получения удовлетворительных результатов, обеспечивающих требуемый технико-тактический уровень [4–6, 8 и др.].

На втором специально-подготовительном этапе для обеих групп в ходе двухмесячного мезоцикла проводились практические стрельбы на дистанции от 150 до 600 м (для испытуемых спортсменов ЭГ с использованием тренажерного устройства «Пирамида»). В ходе стрельбы, по мере роста спортивного результата, у спортсменов-снайперов усложнялись тактические и временные требования к выполнению стрелковых задач, что обеспечило высокий рост результативности ЭГ при стрельбе в различных условиях из нестандартных положений в ограниченное время.

После соревновательного периода (8 недель), проведенный рубежный контроль показал, что спортсменами КГ и ЭГ по результатам подготовки был достигнут высокий для участников снайперских соревнований АРМИ уровень. Отмечен прогресс в спортивных результатах спортсменов-снайперов, впервые участвующих в учебно-тренировочных сборах. Замечены положительные сдвиги и направления к преодолению стагнации у снайперов, принимавших ранее участие в отборе на снайперские соревнования.

Для определения стрелковой и технико-тактической подготовленности спортсменов-снайперов КГ и ЭГ в начале и в конце педагогического эксперимента была проведена контрольная стрельба по 3-м упражнениям личного зачета Конкурса «Снайперский рубеж» АРМИ для дальнейшего сравнительного анализа:

1. «Снайперская дуэль» – стрельба на дистанции (300 м) после ускоренного перемещения, с ограниченным боекомплектом (2 патрона).

2. «Стрельба из нестандартных положений» – стрельба с пяти уровней наиболее вероятных нестандартных положений на дистанциях: 150, 200, 300, 400, 500 м. Мишень (цель) – металлический силуэт 30×50 см, с ограниченным боекомплектом (5 патронов).

3. «Стрельба выносом точки прицеливания» – ведение огня по малоразмерным мишеням (целям) (белый лист формата А4) на различных дистанциях (150, 200, 300, 400, 500 м) с одной установкой прицела после смены пяти огневых позиций, с ограниченным боекомплектом (5 патронов).

Результат оценивался по количеству пораженных мишеней (целей) и времени, затраченного на выполнение упражнения. В результате тестирования спортсмены-снайперы КГ и ЭГ уверенно поражали все мишени (цели), и в зависимости от стрелковой подготовленности спортсмена его дальнейший результат напрямую зависел от времени, затраченного на выполнение упражнения, что подтверждает ранние исследования в этой области [6, 10].

Полученные результаты были обработаны методами математической статистики, вычислена средняя арифметическая величина, стандартное отклонение, средняя ошибка средней арифметической. Для проверки гипотезы о равенстве средних для двух выборок различных генеральных совокупностей использовался *t*-тест Стьюдента.

В начале эксперимента (таблица 1) статистические расчеты показали, что различия между средними арифметическими значениями по показателям времени в трех стрелковых упражнениях у спортсменов-снайперов ЭГ и КГ статистически не достоверны ($p > 0,05$). Данный факт свидетельствует о недостаточной технико-тактической подготовленности спортсменов-снайперов КГ и ЭГ в условиях увеличения влияния фактора времени на результат (при 100 % поражении мишеней). Контрольной стрельбой было подтверждено, что у спортсменов ЭГ и КГ сформированы устойчивые базовые навыки меткой стрельбы из снайперской винтовки (100 % пораженных мишеней (целей) для обеих групп), на основании которых возможно дальнейшее формирование высокого уровня стрелковой и технико-тактической подготовленности спортсменов-снайперов в условиях их дальнейшей подготовки и участия в спортивных соревнованиях снайперов АРМИ.

Таблица 1 – Статистические данные уровня подготовленности спортсменов-снайперов КГ и ЭГ в контрольных стрелковых упражнениях в начале эксперимента

Контингент тестируемых	Кол-во, n	Время в сек., $M \pm m$	Достоверность различий P_0
Упражнение «Стрельба выносом точки прицеливания»			
Спортсмены-снайперы КГ	10	96,47±0,59	>0,05
Спортсмены-снайперы ЭГ	10	96,00±0,91	
Упражнение «Стрельба из нестандартных положений»			
Спортсмены-снайперы КГ	10	76,25±1,01	>0,05
Спортсмены-снайперы ЭГ	10	76,88±0,81	
Упражнение «Снайперская дуэль»			
Спортсмены-снайперы КГ	10	21,73±0,47	>0,05
Спортсмены-снайперы ЭГ	10	22,37±0,46	

В конце эксперимента (таблица 2) спортсмены-снайперы ЭГ в квалификационных стрелковых упражнениях показали стабильно высокий результат,

но за более короткое время, что меньше времени КГ. При этом в ЭГ не снизились показатели высокой точности стрельбы при значительном сокращении времени, затраченного на само выполнение упражнения. Полученные результаты статически значимы ($p < 0,05$). Тактическим преимуществом явилось сокращение времени принятия рациональной изготовки для стрельбы.

Таблица 2 – Статистические данные уровня подготовленности спортсменов-снайперов КГ и ЭГ в контрольных стрелковых упражнениях в конце эксперимента

Контингент тестируемых	Количество, n	Время в сек., $M \pm m$	Достоверность различий
Упражнение «Стрельба выносом точки прицеливания»			
Спортсмены-снайперы КГ	10	68,61±1,40	<0,05
Спортсмены-снайперы ЭГ	10	50,52±0,64	
Упражнение «Стрельба из нестандартных положений»			
Спортсмены-снайперы КГ	10	57,59±0,71	<0,05
Спортсмены-снайперы ЭГ	10	38,45±0,40	
Упражнение «Снайперская дуэль»			
Спортсмены-снайперы КГ	10	13,87±0,45	<0,05
Спортсмены-снайперы ЭГ	10	7,32±0,16	

На рисунке 1 наглядно видно тактическое преимущество спортсменов-снайперов ЭГ при выполнении стрелковых упражнений по сравнению со спортсменами-снайперами КГ. Более высокие результаты ЭГ в сравнении с КГ в конце эксперимента указывают на эффективность использования в учебно-тренировочном процессе разработанного тренажерного устройства «Пирамида».

Сравнительный анализ выполнения упражнений КГ и ЭГ



Рисунок 1 – Показатели тактического преимущества спортсменов-снайперов ЭГ, использовавших в учебно-тренировочном процессе тренажерное устройство «Пирамида»

Выводы

Таким образом, в ходе изучения данного вопроса можно констатировать, что результаты проведенного исследования подтверждают, что кроме стрелковой подготовки, позволяющей вести результативную, точную стрельбу, повышение тактического преимущества спортсменов-снайперов возможно за счет сокращения времени, затрачиваемого снайпером на изготовку для производства меткого выстрела путем повышения уровня технико-тактической подготовленности.

В ходе педагогического эксперимента выявлено, что быстрое принятие устойчивой изготовки для стрельбы из неудобного положения является одним из важных технических факторов, влияющих на дальнейший точный выстрел снайпера. Подготовка спортсменов с помощью разработанного тренажерного устройства «Пирамида» позволяет значительно сократить время на быстрое формирование и дальнейшее развитие требуемых технико-тактических умений и навыков при стрельбе из нестандартных положений, а также поддерживать их на высоком уровне в процессе подготовки, что доказано высокими спортивными результатами спортсменов-снайперов Республики Беларусь на международной арене [14–17].

Список использованных источников

1. Благовестов, А. И. Анализ скрытых ошибок, влияющих на результативность стрельбы из пистолета Макарова / А. И. Благовестов, П. Ю. Кузьмин // Сб. науч. ст. Воен. акад. – 2022. – № 42. – С. 22–29.
2. Жилина, М. Я. Методика тренировки стрелка спортсмена: учеб. -метод. пособие / М. Я. Жилина. – М.: ДОСААФ, 1986. – 104 с.
3. Корх, А. Я. Стрелковый спорт и методика преподавания: учеб. пособие / А. Я. Корх. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 144 с.
4. Корх, А. Я. Спортивная стрельба: учеб. для ин-тов физ. культуры / А. Я. Корх. – М.: ФиС, 1987. – 255 с.
5. Кузьмин, П. Ю. Развитие техники двигательных действий при обучении тактической стрельбе курсантов военных учебных заведений Республики Беларусь / П. Ю. Кузьмин, А. И. Благовестов, Д. Ч. Кучко // Вест. Воен. акад. Республики Беларусь. – 2022. – № 77. – С. 138–144.
6. Кузьмин, П. Ю. Комплексная подготовка снайперов Вооруженных Сил Республики Беларусь к соревнованиям по снайперской стрельбе / П. Ю. Кузьмин, А. И. Благовестов // Вест. Воен. акад. Республики Беларусь. – 2023. – № 78. – С. 108–117.
7. Кузьмин, П. Ю. Применение блочно-модульной технологии при подготовке подразделений сил специальных операций / П. Ю. Кузьмин, А. И. Благовестов // Сб. науч. ст. Воен. акад. – 2023. – № 44. – С. 55–63.
8. Пуллем, Б. Спортивная стрельба из винтовки: Руководство для стрелков и тренеров / Ф. Т. Хейненкрат, Б. Пуллем. Пер. с англ. и примеч. Д. Пуцыковича. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 272 с.
9. Юрьев, А. А. Пулевая спортивная стрельба / А. А. Юрьев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Физкультура и спорт, 1973. – 432 с.
10. Юрчик, Н. А. Поиск путей повышения эффективности стрельбы снайперов из нестандартных положений / Н. А. Юрчик, П. Ю. Кузьмин // Прикладная спортивная наука. – 2023. – №1(17). – С. 104–108.
11. Юрчик, Н. А. Современный подход к организации учебно-тренировочного процесса квалифицированных спортсменок-стрелков: монография / Н. А. Юрчик. – Минск: БГУФК, 2014. – 114 с.
12. Юрчик, Н. А. Стрельба пулевая: учеб. пособие / Н. А. Юрчик, Т. Д. Полякова; Белорус. гос. ун-т культуры. – Минск: БГУФК, 2019. – 451 с.
13. Юрчик, Н. А. Стрельба пулевая: учебник / Н. А. Юрчик, Т. Д. Полякова; Белорус. гос. ун-т физич. культуры. – Минск: БГУФК, 2023. – 480 с.
14. Белорусы взяли золото конкурса «Снайперский рубеж» 2018 [Электронный ресурс] // Воен ТВ. – Режим доступа: <https://www.voentv.mil.by/ru/news-ru/view/belorusy-vzjali-zoloto-konkursa-snajperskij-rubezh-3296-2018/>. – Дата доступа: 23.07.2023.
15. Белорусские военнослужащие победили в конкурсе "Снайперский рубеж" 2019 [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Новости Беларуси. – Режим доступа: <https://www.belta.by/society/view/beloruskie-voennosluzhaschie-pobedili-v-konkurse-snajperskij-rubezh-358189-2019/>. – Дата доступа: 23.07.2023.
16. Победителей АрМИ – 2020 наградили на полигоне Брестский [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Новости Беларуси. – Режим доступа: <https://www.belta.by/society/view/pobeditelej-armi-2020-nagradili-na-poligone-brestskij-4056-43-2020/>. – Дата доступа: 23.07.2023.
17. Белорусские военные завоевали золото в конкурсе «Снайперский рубеж» 2021 [Электронный ресурс] // Sputnik Беларусь. – Режим доступа: <https://sputnik.by/20210902/beloruskie-voennye-zavoevali-zoloto-v-konkurse-snaiperskiy-rubezh-1056170203.html> /. – Дата доступа: 23.07.2023.

20.11.2023

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

УДК 796.966+796.015.093.82(076)+796.3

РАЗВИТИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ В ХОККЕЕ С ШАЙБОЙ: РОЛЬ АНТРОПОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

И. Ю. Костючик,

Н. Г. Кручинский, д-р мед. наук, доцент,

Учреждение образования «Полесский государственный университет»

Аннотация

Антропологические факторы, связанные с адаптацией, двигательной функцией и функциональными возможностями организма, дают нам представление о возможном потенциале спортсмена на различных этапах многолетней подготовки.

В статье представлены результаты информационно-корреляционного анализа, которые, на взгляд авторов, наиболее показательны отражают поструральную устойчивость, напрямую связанную с работой проприоцептивной сенсорной системы. Результаты проведенного корреляционного анализа морфологических признаков с кинестетической чувствительностью юных хоккеистов указывают на ведущую роль проприоцептивной сенсорной системы в развитии быстроты, выносливости и координации, а самое главное – игрового мышления, что является особо ценным в хоккее с шайбой.

Ключевые слова: антропология, проприоцептивная сенсорная система, морфологический статус, стабилметрия.

DEVELOPMENT OF SPECIAL ABILITIES IN ICE HOCKEY: THE ROLE OF ANTHROPOLOGICAL FACTORS

I. Kostyuchik, N. Kruchynsky,

Education Institution «Polessky State University»

Abstract

Anthropological factors associated with adaptation, motor function and functional capabilities of the body give us an idea of the possible potential of an athlete at various stages of long-term training.

The article presents the results of the correlation analysis that, in the authors' opinion, reflect postural stability, which is directly related to the work of the proprioceptive sensory system, in the most demonstrative way. The results of the correlation analysis of morphological characteristics with the kinesthetic sensitivity of young hockey players indicate the leading role of the proprioceptive sensory system in the development of speed, endurance and coordination, and most importantly, game thinking, which is especially valuable in ice hockey.

Key words: anthropology, proprioceptive sensory system, morphological status, stabilometry.

Введение

Современный спорт строится на индивидуальных особенностях каждого атлета и изначально предъявляет высокие требования к его антропометрическим данным и двигательному потенциалу.

Мы можем говорить о спортивной одаренности или спортивном таланте, который имеет генетические корни и позволяет соответствовать мировому уровню

спортивных достижений. Очень точно и емко, на наш взгляд, высказался Л.П. Сергиенко при определении значения спортивного таланта: «Спортивный талант – это высокий уровень способностей, определяющий успехи в спортивной деятельности» [8, с. 35].

Высший уровень развития центральной нервной системы (ЦНС) призван решать задачи, связанные с различными видами памяти, что в спортивной практике относится именно к когнитивным функциям развития спортсменов, лежащим в основе базового уровня физиологии спорта. В рамках занятий физической культурой и спортом на первое место выходит владение своим телом при выполнении любых двигательных локомоций. Эта двигательная или мышечная память формирует двигательное пространство спортсмена и позволяет развивать его техническое и тактическое мастерство, особенно в видах спорта, требующих быстрого принятия двигательных решений при моментальной смене игровой ситуации. Именно когнитивные функции являются фундаментом, определяющим координационную доминанту в спорте [3, 4, 8]. Все важные умения и навыки человека основаны на работе ЦНС. Возвращаясь к теме спортивного таланта, на рисунке 1 мы представляем его составные части, связанные непосредственно с когнитивной сферой [1, 3–5, 7].

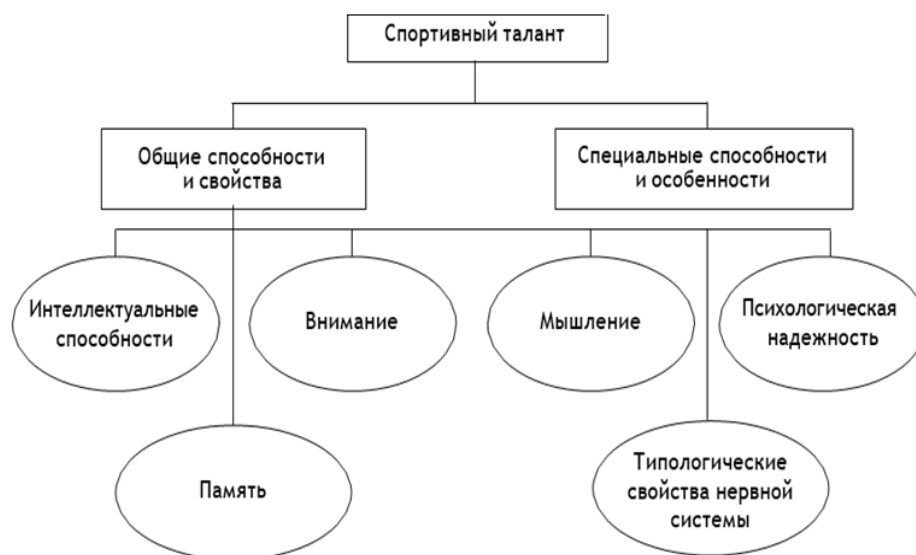


Рисунок 1 – Составные части спортивного таланта, связанные с когнитивными функциями

Более подробно отображение именно специальных способностей и особенностей, которые связаны с морфологией спортсмена, с развитием его функциональных способностей, возможностями адаптации в тренировочном процессе с акцентом на развитие двигательных способностей, которые мы детально анализируем далее на примере хоккея с шайбой, показаны на рисунке 2.

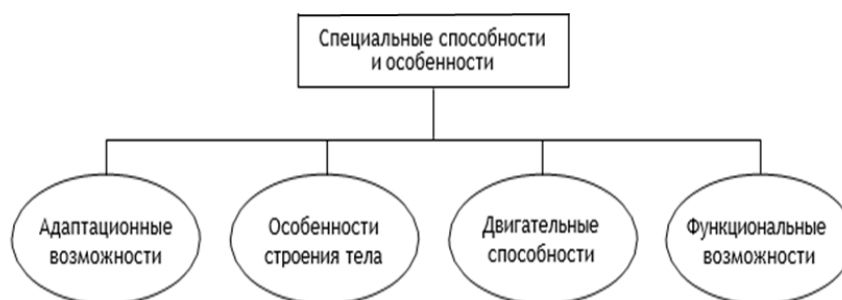


Рисунок 2 – Общая структура специальных способностей и особенностей спортивного таланта (по Л. П. Сергиенко [7])

Проведенные нами ранее обследования юных хоккеистов методами стабилло- и физиометрии привели к пониманию, на основании установленных корреляционных связей между морфологическими признаками, силовыми способностями и работой сенсорной системы спортсменов, того, что особое внимание в тренировочном процессе должно быть уделено управлению системой движения, которая в хоккее определяет как наличие двигательного таланта, так и возможности профессионального роста и развития начинающих хоккеистов [4, 5].

Общеизвестно, что работа мышечной системы при неограниченном выборе ситуативных моментов должна иметь доступ к «творческой» функции головного мозга, а эту функцию курирует именно когнитивная составляющая ЦНС [1]. Восприятие и переработка информации в ходе игры должна происходить в условиях жесткого дефицита времени на принятия того или иного решения. И уже при принятии оптимального решения спортсмен переходит непосредственно к осуществлению двигательной задачи, которая и позволяет реализовать это оптимальное решение. Поэтому так важны согласованность всех когнитивных функций: внимания, памяти, мышления. Играют роль и типологические свойства нервной системы, отражающие возбудимость и лабильность нервных процессов [7]. В ситуации игрового экстрима обостряются функции проприоцептивной сенсорной системы, и здесь особое внимание нужно обратить на сенсомоторную координацию, которая особенно хорошо работает при ограничении зрительного анализатора и позной неустойчивости тела [3].

При характеристике двигательных способностей особая роль принадлежит качеству ловкости, которая вбирает в себя практически все двигательные паттерны. Так, на рисунке 3 представлены основные свойства координационных способностей, напрямую и структурно связанные с ловкостью.



Рисунок 3 – Способности, входящие в структуру ловкости

Ловкость – это и есть те «творческие способности» головного мозга, о которых мы говорили ранее.

Двигательный ответ формируется с учетом скорости реакции, сформированного моторного поля, устойчивости тела, степени развития мышечной и межмышечной координации. Процессы взаимодействия всех сенсорных систем (зрительной, вестибулярной, проприоцептивной и др.) происходят синхронно [4]. Каждый раз ситуационные условия выдвигают для решения задач формирование новых нейронных связей в условиях ограниченного промежутка времени. И здесь необходимо отметить и возможности функциональной системы. Следует заметить,

что в игровых видах спорта, когда неопределенность выбора требует сохранения качества координации, скорости и мощности разного характера, а также тактической смекалки, выносливость определяет и возможности стабильности самой ЦНС [9].

Сегодня становится очевидным, что высоких спортивных результатов могут достичь атлеты, отличающиеся исключительными качествами и способностями. Одновременно оказывается, что отбор кандидатов для занятий игровыми видами спорта, основанный только на субъективных мнениях тренеров, является не эффективным и приводит к существенным ошибкам в оценке их перспективности [6]. Так, М. П. Шестаков [10] считает, что в системе управления движениями человека первоначальная задача состоит в определении внутренней структуры и правильной организации взаимодействия различных частей этой многокомпонентной системы.

Возможность исследования системы управления движениями спортсмена выделяет важные параметры, закономерности взаимосвязи свойств двигательных способностей; кинестетическую чувствительность и мышечную синергию, а также развитие мышц-стабилизаторов тела человека [5].

Сами измерения и исследования в спорте необходимы для сопровождения процесса спортивной тренировки. Точные и полученные в динамике результаты обследований дают понимание об уровне подготовленности и развитии физических качеств, психологической готовности к стартам, отвечают на вопросы по возможной коррекции плана подготовки с учетом индивидуальных характеристик спортсменов [2].

В этой ситуации метод компьютерной стабิโลграфии, оценивая управление системой движения, дает представление об отличительных особенностях этой системы, что для ситуационных видов спорта является приоритетным направлением подготовки [2, 4, 6, 10].

С учетом изложенного выше, целью исследования явилось продолжение уточнения роли факторов корреляции при оценке антропологических показателей и показателей уровня развития системы движения для выявления отличительных особенностей развития юных спортсменов, занимающихся хоккеем с шайбой.

Материалы и методы исследования

Первоначально были исследованы юные спортсмены (25 человек) 2013–2014 годов рождения, занимающиеся хоккеем в г. Пинске. Протокол обследования включал создание морфофункционального профиля хоккеистов с последующей оценкой состояния системы движения. В протокол антропометрических исследований входили: антропометрия, спиро- и динамометрия.

Методики проведения оценки управления движениями, проводимые на стабילוанализаторе с биологической обратной связью «Стабилан-01», были направлены на измерения позной устойчивости при проведении проб различной направленности. В частности, две пробы Ромберга с открытыми и закрытыми глазами, тест «Мишень» и тест с эвольвентой. Каждая из этих проб имела свою направленность измерения и отражала работу зрительной, проприоцептивной сенсорных систем и вестибулярного аппарата. По совокупности исследованных параметров мы могли наблюдать и оценивать как работу ЦНС, так и процессы возбуждения и торможения головного мозга, уровень владения телом и проработки мышечной системы при слежении за маркером,двигающимся по кривой, называемой эвольвентой.

Исследуемые параметры стабิโลметрического анализа [5]:

Постуральные характеристики спортсменов оценивались по следующим показателям статокинезиограммы:

KofeRom (%) – количественное определение использования органа зрения для постурального баланса в основной стойке.

IV – индекс скорости.

ELLS (мм²) – основная часть площади, занимаемой стабילוграммой, характеризует рабочую площадь опоры человека.

КФР (%) – качество функции равновесия. Этот показатель оценивает, насколько минимальна скорость центра давления (ЦД). Он рассчитывается в виде процентного

отношения площади, ограниченной функцией распределения длин векторов скоростей и некоторой константы, равной площади прямоугольника, ограниченного осями координат горизонтальной асимптотой функции кривой распределения длин скоростей и вертикальной границей.

SummErrX (мм) – суммарная ошибка слежения за маркером цели во фронтальной плоскости. Характеризует общее качество слежения.

Число набранных очков – оценивает качество выполнения задания удержания маркера в центре.

Результаты и обсуждение

Для выявления возможных корреляционных связей между исследованными параметрами были взяты ранее полученные результаты обследования юных хоккеистов [4, 5]. В таблице 1 представлены усредненные показатели морфологического профиля обследованных юных хоккеистов [5].

Таблица 1 – Морфологические показатели обследованных хоккеистов

Длина тела, см	Масса тела, кг	Обхват груди при вдохе, см	Обхват груди при выдохе, см	Экспираторная грудная клетка, см	ЖЭЛ, %	Сила правой кисти, кг	Сила левой кисти, кг
136,20±3,40*	30,50±2,30*	66,80±1,80*	61,00±1,40*	5,80±0,70*	2,20±0,30*	18,30±2,10*	18,10±2,30

Примечание: * – статистически значимые различия $p < 0,05$

Анализ полученных результатов показал, что такие морфологические параметры как рост (136,20±3,40 см) и вес тела (30,50±2,30 кг) у юных хоккеистов имели более высокие показатели для данной возрастной группы. Отмечена так же и разница в обхватах грудной клетки при вдохе и выдохе и жизненном объеме легких (5,8±0,7 и 2,2±0,3 см³ соответственно).

Игровые виды спорта и, в частности, хоккей с шайбой не ставят на первое место развитие дыхательной системы, для них показатели МПК не являются преобладающими при оценке таланта, но скоростно-силовой характер борьбы на льду лежит на основе выносливости и требует внимания к усиленному обеспечению кислородом всей ЦНС и всей мышечной системы.

Динамометрия выявила равновесие в показателях относительной мышечной массы для правой и левой руки (18,10±2,10 и 18,30±2,30 кг соответственно).

В таблице 2 представлены результаты, характеризующие состояние системы управления движениями обследованных хоккеистов.

Оценка системы движения дает нам понимание того, как включается в работу проприоцептивная сенсорная система, которая обеспечивает ловкость, сенсомоторную координацию, игровое мышление и антипацию. Она отражает уровень развития когнитивных способностей, которые в игровых видах спорта играют ведущую роль [2–5].

Коэффициент Ромберга для оценки качества функции равновесия показывает влияние зрительного анализатора в разных условиях (открытые и закрытые глаза) при выполнении усложненной пробы. Установленное при обследовании хоккеистов значение в 128,60±12,70 % свидетельствует о том, что устойчивость в определенной позе напрямую зависит от активности сенсорной зрительной системы и отражает невысокий уровень работы проприоцептивной сенсорной системы.

Таблица 2 – Показатели статокинезиограммы у обследованных хоккеистов [5]

Коэффициент Ромберга по КФР, %	Площадь эллипса (открытые глаза), мм ²	Площадь эллипса (закрытые глаза), мм ²	Индекс скорости (открытые глаза), у.е.	Индекс скорости (закрытые глаза), у.е.
128,60±12,70*	181,10±18,90*	258,50±21,40*	7,10±1,20*	10,60±1,90*
КФР (отк. гл.), %	КФР (зак. гл.), %	число набранных очков, у.е.	фронталь, SummErrX (мм)	саггиталь, SummErrY (мм)
74,70±4,70*	59,90±3,80*	813,00±4,10*	32564,00±6827,0*	33270,00±5896,0*

Примечание: * – достоверные различия $p < 0,05$

Площадь эллипса с открытыми ($181,10 \pm 18,90 \text{ мм}^2$) и закрытыми ($258,50 \pm 21,40 \text{ мм}^2$) глазами характеризует рабочую поверхность опоры спортсмена. Следовательно, увеличение площади свидетельствует об ухудшении устойчивости тела, что мы наблюдали и в тесте с закрытыми глазами.

Индекс скорости также в двух вариациях – с открытыми ($7,10 \pm 1,20 \text{ мм}^2$) и закрытыми ($10,60 \pm 1,90 \text{ мм}^2$) глазами – показывает энергозатратность поструральной устойчивости. Чем выше скорость, тем большее количество усилий необходимо приложить для удержания равновесия, что сказывается на выносливости игроков.

Кинестетическая чувствительность или по-другому – сенсомоторная координация создает предпосылки для формирования моторного поля спортсменов и показатель “качества функции равновесия” (КФР) в тесте с открытыми глазами – $74,70 \pm 4,70 \%$ имеет средние значения для данного вида спорта. Особенно низкие цифры выявлены в тесте с закрытыми глазами – $59,90 \pm 3,80 \%$. Низкие значения КФР указывают на функциональную усталость, низкую переносимость тренировочных нагрузок и недостаточное развитие координационных способностей (точность, скорость, экономичность, пространственная ориентация).

Тест с эвольвентой выявил очень низкий уровень проработанности мышц-стабилизаторов во фронтальной ($32564,00 \pm 6827,00 \text{ мм}^2$) и в сагиттальной ($33270,00 \pm 5896,00 \text{ мм}^2$) плоскостях. Проработка мышц пресса, спины и боковых мышц тела в процессе работы дает возможность решения сложной двигательной задачи, которая определяется многими составляющими, в частности, требованиями к согласованности одновременно и последовательно выполняемых движений. Достаточное развитие мышц брюшного пресса улучшает скоростные характеристики, способствует более экономичному расходу усилий для удержания равновесия и замедляет истощение функциональных систем.

Высокие среднегрупповые показатели статокинезиограммы указывают на недостаточный уровень баланса на льду при выполнении технических элементов и, соответственно, негативном влиянии на развитие технико-тактических компонентов в тренировочном процессе.

В таблице 3 представлены корреляционные связи, выявленные в результате обследования группы юных хоккеистов, между их морфологическим статусом (длина и масса тела), жизненным объемом легких и относительной мышечной массой (динамометрия) с показателями стабилотрии (проба Ромберга и тест с эвольвентой).

Таблица 3 – Показатели ранговой корреляции морфологических и стабилотрических параметров у обследованных хоккеистов (n=25)

Морфологический параметр	Стабилотрический параметр			
	КФР (откр. глаза), %	КФР (закр. глаза), %	Эвольвента (фронталь), мм	Эвольвента (сагитталь), мм
Длина тела, см	-0,10422	-0,40796	-0,20001	-0,04432
Масса тела, кг	0,015365	0,063109	0,153078	-0,00278
ЖЭЛ, %	-0,14349	-0,02436	-0,06084	0,082994
Динамометрия, кг	-0,02224	-0,46949	-0,45389	-0,19052

Анализируя полученные результаты, следует заметить, что в доступной литературе имеются расхождения во мнениях на предмет зависимости поструральной устойчивости от длины и массы тела [2, 5, 6, 10]. Представленная выше таблица показывает (на основании исследований ранговой корреляции Спирмена), что в условиях тренировочного процесса выявляются минимальные отрицательные значения корреляционной связи исследованных морфологических и стабилотрических параметров. При этом длина и масса тела, жизненный объем легких и показатели относительной силы не влияют на работу проприоцептивной сенсорной системы и не оказывают существенного влияния на развитие когнитивных способностей.

Заключение

В начале данной статьи мы оговаривали признаки спортивного таланта, который, в первую очередь, базируется на развитии двигательной системы. ЦНС же формирует двигательные паттерны и регулирует работу всех сенсорных систем.

В результате проведенного исследования сформулированы некоторые положения в развитии специальных способностей и влиянии на этот процесс антропологических факторов:

– установлена зависимость относительной мышечной силы рук и объема ЖЭЛ, что свидетельствует о необходимости увеличения объема легких и развития дыхательных мышц уже на начальных этапах подготовки хоккеистов;

– выявлено, что показатели длины и массы тела не сказываются заметным образом на функции равновесия, которая определяется функциональным состоянием нервной системы спортсмена, что дает возможность для существенного развития двигательных когнитивных способностей хоккеистов уже в 8–9 лет;

– параметры статокинеограммы отражают работу системы управления движениями и указывают на неопровержимое влияние проприоцептивной сенсорной системы на уровень быстроты, выносливости и координации, а самое главное – на развитие игрового мышления, что является особо ценным в хоккее с шайбой;

– формирование и развитие способности к проприоцептивным (от мышечных групп) ощущениям необходимо для способности восприятия текущего положения и перемещения собственного тела в пространстве.

Список использованных источников

1. Бернштейн, Н. А. О построении движений / Н. А. Бернштейн // ЛФК и массаж, спортивная медицина. – 2008. – № 9 (57). – С. 7–11.
2. Вашина, М. Г. Практика применения стабилметрического метода в спорте / М. Г. Вашина // Научные проблемы подготовки спортсменов Республики Беларусь к Олимпийским играм 2004 года: материалы науч.-метод. конф, Минск, 28 февр. 2003 г. – Минск, 2003. – С. 95–97.
3. Ровный, А. С. Роль сенсорных систем в управлении сложно-координированными движениями спортсменов / А. С. Ровный, О. А. Ровная, В. А. Галимский // Слобожанский научно-спортивный вестник. – 2014. – № 3. – С. 78–85.
4. Костючик, И. Ю. Перспектива влияния кинестетической чувствительности на развитие физических качеств в игровых видах спорта / И. Ю. Костючик // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя грамадскіх і гуманітарных навук: навука-практычны журнал. – 2021. – № 2. – С. 69–77.
5. Костючик, И. Ю. Особенности влияния когнитивных способностей на развитие физических качеств хоккеистов в группах начальной подготовки / И. Ю. Костючик, В. С. Боурош // Актуальные вопросы физического воспитания и спортивной тренировки: сборник материалов II Междунар. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых. – Брянск: РИСО БГУ, Издательство ИП Худовец Р.Г., 2022. – С. 120–128.
6. Лях, В. И. Координационные способности: диагностика и развитие / В. И. Лях. – М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.
7. Сальников, В. А. Возрастные и индивидуальные особенности в структуре развития двигательных способностей / В. А. Сальников, О. А. Сухостав // Современный олимпийский спорт и спорт для всех: VII Междунар. науч. конгр., Москва, 24–27 мая 2003 г. – М.: Спорт-АкадемПресс, 2003. – Т. 3. – С. 129–130.
8. Сергиенко, Л. П. Спортивный отбор: теория и практика: монография / Л. П. Сергиенко. – М.: Советский спорт, 2013. – 1048 с.
9. Пономарева, И. А. Физиология физической культуры и спорта: учеб. пособие / И. А. Пономарева; Южный федеральный университет. – Ростов н/Д; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 212 с.
10. Шестаков, М. П. Использование стабилметрии в спорте: монография / М. П. Шестаков. – М.: ТВТ Дивизион, 2007. – 112 с.

31.10.2023

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
СПОРТСМЕНОВ В ЛЫЖНЫХ ГОНКАХ, БИАТЛОНЕ,
ГРЕБЛЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ, ВЕЛОСПОРТЕ**

**Н. Б. Медянцева, С. О. Гаврилова,
И. А. Гилеп, канд. хим. наук, доцент,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр спорта»

Аннотация

В данной статье описывается сравнительный анализ показателей роста, веса, мощности работы в различных зонах энергообеспечения (концентрация лактата 2 ммоль/л, 4 ммоль/л, 6 ммоль/л), максимальной мощности, ЧСС в различных зонах энергообеспечения (концентрация лактата 2 ммоль/л, 4 ммоль/л, 6 ммоль/л), максимальное ЧСС, концентрация лактата на пике нагрузки, концентрация лактата в крови на 8 минуте восстановления у действующих кандидатов в мастера спорта, специализирующихся в лыжных гонках, биатлоне, гребле академической, велоспорте.

**COMPARATIVE PERFORMANCE PARAMETERS ANALYSIS OF ATHLETES
IN CROSS-COUNTRY SKIING, BIATHLON, ROWING AND CYCLING**

N. Medyantseva, S. Gavriloa, I. Gilep,

Public Institution «Republican Scientific and Practical Center of Sports»

Abstract

The article describes a comparative analysis of growth, weight, power indicators in various energy supply zones (lactate concentration 2 mmol/l, 4 mmol/l, 6 mmol/l), maximum power, heart rate in various energy supply zones (lactate concentration 2 mmol/l, 4 mmol/l, 6 mmol/l), maximum heart rate, lactate concentration at the peak of the load, lactate concentration in the blood at the 8th minute of recovery in acting Candidates for Master of Sports, specializing in cross-country skiing, biathlon, rowing, cycling.

Введение

В условиях неуклонно растущей конкуренции в спорте актуальным остается получение достоверных сведений о физической работоспособности и физиологических затратах спортсменов на тренировках и соревнованиях. Изучение критериев емкости, мощности и эффективности энергообеспечения физической работы необходимо для оценки и планирования тренировочного процесса.

Существуют различные тесты, направленные на определение уровня общей физической работоспособности спортсмена. Выбор теста зависит от поставленных целей и ожидаемых результатов.

Наиболее показательными и информативными критериями оценки общей физической работоспособности спортсменов в различных видах спорта являются концентрация лактата в крови и частота сердечных сокращений (ЧСС) в различных зонах энергообеспечения.

Известно, что в основе анаэробного энергообеспечения лежат два процесса: креатинфосфатный и гликолитический. Креатинфосфатный процесс является основным способом энергообеспечения при кратковременной работе, длящейся 10–15 с. с максимальной мощностью. Гликолитический процесс является основным способом энергообеспечения при физической нагрузке, длящейся от 30 с. до 3–5 мин. [1]. В ходе этого процесса глюкоза окисляется до молочной кислоты, из 1 моль глюкозы образуется 2 моль АТФ. Данный процесс активируется

при недостатке кислорода в мышцах. Молочная кислота в водном растворе частично диссоциирует на лактат анион и ион водорода (H⁺). Высокая концентрация H⁺ способствует возникновению ацидоза, противостоят которому буферные системы организма [1, 2]. Ацидоз является одним из факторов развития утомления в работающих мышцах. Косвенным показателем снижения pH среды, закисления и утомления организма является увеличивающаяся концентрация лактата.

В спортивной практике количественное изменение концентрации лактата используется для определения зоны интенсивности тренировочных нагрузок [3, 4]. Концентрация лактата в сыворотке крови характеризует уровень тренированности спортсмена и возможность переносить им различные виды физических нагрузок [5].

При стандартной тренировочной нагрузке в аэробном или аэробно-анаэробном режиме концентрация лактата в крови не высокая, так как преобладает аэробный способ энергообеспечения [1, 6]. При предельной анаэробной работе, выполняемой около 2–3 мин., высокие концентрации лактата свидетельствуют о развитии гликолитического способа энергообеспечения и буферных систем организма спортсмена [1]. Изменение концентрации лактата в сыворотке крови тесно коррелирует с интенсивностью гликолиза в работающих мышцах, следовательно, с мощностью выполненной работы [3].

В спортивной практике [7–9] выделяют 5 основных зон энергообеспечения по уровню лактата в крови. Мы акцентировали внимание на трех зонах энергообеспечения.

1) Аэробная зона энергообеспечения. Известно, что основным источником энергии является АТФ. При интенсивной мышечной деятельности имеющиеся запасы АТФ могли бы быть израсходованы в течение 2 с., так как содержание АТФ в мышцах незначительное. Однако этого не происходит благодаря непрерывному восстановлению (ресинтезу) АТФ, которое поддерживает концентрацию этого макроэргического вещества на относительно постоянном уровне [3]. При небольшой мощности физической нагрузки ресинтез АТФ преимущественно осуществляется аэробным процессом, суть которого сводится к образованию АТФ за счет окислительного фосфорилирования в митохондриях, где субстратами биологического окисления являются углеводы (гликоген мышц, печени, глюкоза) и липиды. Доля анаэробного гликолиза в ресинтезе АТФ невелика. Лактат, образующийся в процессе гликолиза, успевает окислиться, поэтому его концентрация и не превышает в аэробной зоне энергообеспечения 1–2 ммоль/л, а частота сердечных сокращений (ЧСС) составляет 120–140 уд/мин. Данная зона в основном используется для разминки, заминки и восстановления организма между более интенсивными отрезками на тренировке. Работа в данной зоне совершенствует аэробные способности, улучшает жировое энергообеспечение, капилляризацию и т.п.

2) Аэробная зона энергообеспечения на уровне анаэробного порога (АнП). При постепенно нарастающей мощности нагрузки кардиореспираторная система продолжает обеспечивать кислородом организм, и, в частности, мышечное сокращение, в достаточном количестве. Потребление кислорода составляет 85 % от максимального потребления кислорода (МПК). Мощность аэробного ресинтеза АТФ увеличивается. Основными источниками энергии являются окисляющиеся аэробно углеводы и липиды. Одновременно интенсивность гликолитического процесса ресинтеза АТФ увеличивается, концентрация лактата растет. Однако аэробное окисление остается преобладающим способом образования энергии. Лактат в небольших концентрациях является активатором ферментов аэробного окисления. Концентрация лактата в этой зоне энергообеспечения соответствует 3,5–4,5 ммоль/л, ЧСС – 140–160 уд/мин [7]. Тренировки в данной зоне энергообеспечения, в течение годичного периода подготовки, позволяют максимально развить выносливость спортсмена [9]. Долговременная адаптация к работе в этой зоне энергообеспечения выражается в увеличении запасов гликогена в мышцах и печени, росте активности аэробных митохондриальных ферментов, увеличении гемоглобина крови и миоглобина мышц.

3) Смешанная аэробно-анаэробная зона энергообеспечения. Мощность аэробных процессов максимальная, и МПК приближается к предельным величинам. При этом активность гликолиза возрастает, его доля в общем энергообеспечении увеличивается, концентрация лактата находится в пределах 4,5–6,0 ммоль/л, ЧСС – 160–180 уд/мин. Тренировка в этой зоне энергообеспечения направлена на повышение максимального потребления кислорода, с одновременным развитием гликолитических способностей организма [7, 9].

Нами проведен сравнительный анализ работоспособности спортсменов, специализирующихся в лыжных гонках, биатлоне, гребле академической, велоспорте трек-шоссе.

Цель исследования: провести сравнительный анализ работоспособности спортсменов циклических видов спорта, обладающих квалификацией кандидаты в мастера спорта, в трех зонах энергообеспечения.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе РНПЦ спорта в лаборатории биохимии.

В обследовании приняли участие 64 спортсмена мужского пола, специализирующихся в лыжных гонках, биатлоне, гребле академической и велоспорте трек-шоссе. Все обследованные – кандидаты в мастера спорта. Обследования проводили в специально-подготовительном периоде годового макроцикла. Возраст обследуемых спортсменов составил от 17 до 22 лет.

Тестирование общей физической работоспособности спортсменов проводилось в лабораторных условиях при выполнении велоэргометрической нагрузки со ступенчатым повышением ее мощности. Начальная мощность нагрузочного тестирования составляла 75 Вт. Обычная скорость педалирования соответствовала 60–65 об/мин. Каждую минуту мощность нагрузки увеличивали на 25 Вт. Нагрузочное тестирование проводилось без интервалов отдыха «до отказа», в ходе которого осуществлялся забор капиллярной крови из пальца на каждой четной минуте работы, на пике нагрузки, а также на 8-й мин. восстановления. В крови определяли концентрацию лактата. Фиксировали мощность выполняемой нагрузки и частоту сердечных сокращений при концентрации лактата 2 ммоль/л, 4 ммоль/л, 6 ммоль/л. Фиксировали показатели ЧСС и концентрации лактата на пике нагрузки и на 8-й мин. восстановления после нагрузки.

Определение концентрации лактата в периферической крови основывали на методе электрохимического анализа с помощью специально разработанных для этих целей чип-сенсоров, которые измеряют содержащийся лактат в пробе, преобразовывающийся с помощью иммобилизованного фермента – лактатоксидазы. В результате реакции выделяется пирувиноградная кислота и перекись водорода, которая регистрируется электродом, и ее количество пропорционально содержанию лактата в исследуемой пробе.

Обработка данных осуществлялась с использованием пакета программ «Microsoft Excel 2017». Использовали непараметрический метод, согласно которому выбросы идентифицируются в квартилях (нижний 25 % и верхний 75 %), данные представлены в виде медианы значений (Me).

Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica 7.0, с помощью непараметрического метода анализа «U-критерий Манна-Уитни». Вероятность справедливости нулевой гипотезы принимали при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Был проведен сравнительный анализ показателей роста, веса, мощности в различных зонах энергообеспечения (лактат 2 ммоль/л, 4 ммоль/л и 6 ммоль/л), максимальной мощности выполненной нагрузки, ЧСС в исследуемых зонах энергообеспечения, максимальная ЧСС в исследуемой выборке мужчин – действующих кандидатов в мастера спорта в изучаемых видах спорта: лыжные гонки (n=18), биатлон (n=14), гребля академическая (n=14), велоспорт трек-шоссе (n=18). Из полученных данных, представленных в таблице, видно, что имеются значимые различия между исследуемыми группами в показателях роста, веса, мощности работы, ЧСС, концентрации лактата на 8-й мин. восстановления.

Таблица 1 – Показатели физической работоспособности, содержания лактата и ЧСС у спортсменов КМС, специализирующихся в лыжных гонках, биатлоне, гребле академической, велоспорте

Вид спорта	Лыжные гонки	Биатлон	Гребля академическая	Велоспорт трек-шоссе
Количество человек	n=18	n=14	n=14	n =18
№ группы	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Рост, см	177,0* ³ (172,9; 180,7)	182,5 (179,1; 186,6)	186,5* ¹ (185,3; 189,5)	178,2 (174,0; 184,2)
Масса, кг	71,15 (66,50; 74,52)	75,80 (73,06; 78,75)	86,8* ⁴ (82,15; 90,37)	65,50* ³ (63,88; 69,35)
A (La 2,0), Вт	162,5* ² (150,5; 209,25)	240,0* ¹ (235,0; 260,0)	190,5 (176,0; 194,2)	219,0 (17,0; 249,0)
A (La 4,0), Вт	251,0* ² (232,8; 272,3)	307,5* ¹ (292,0; 317,3)	272,0 (265,0; 290,6)	297,5 (266,5; 314,3)
A (La 6,0), Вт	303,0 (267,0; 331,3)	346,0 (331,3; 357,8)	320,0 (315,0; 341,0)	342,0 (309,5; 362,0)
A max, Вт	337,5 (300,0; 375,0)	362,5 (325,0; 400,0)	350,0 (350,0; 375,0)	362,5 (331,3; 375,0)
ЧСС (La 2,0), уд/мин	151,0 (135,5; 158,0)	149,0 (143,0; 156,0)	132,5* ⁴ (126,0; 138,8)	152,0* ³ (140,0; 165,0)
ЧСС (La 4,0), уд/мин	169,5 (164,0; 178,8)	167,5 (162,0; 174,5)	164,0* ⁴ (154,5; 168,8)	176,5* ³ (173,0; 186,3)
ЧСС (La 6,0), уд/мин	181,0 (176,3; 185,5)	177,0 (171,0; 183,0)	175,5 (167,0; 182,0)	185,0 (178,5; 190,5)
ЧССmax, уд/мин	189,0 (187,3; 192,0)	184,0 (176,5; 187,8)	189,0 (176,0; 194,0)	186,0 (180,0; 192,5)
Лаmax, ммоль/л	9,62 (7,29; 10,87)	7,73 (6,18; 8,65)	8,16 (7,24; 11,86)	8,36 (6,97; 10,29)
Ла 8 мин. восстановления	7,99 (6,14; 10,10)	5,95* ³ (4,64; 6,94)	8,00* ² (5,52; 10,62)	6,44 (5,15; 8,52)

Примечание: * – значимые различия между группами по U-критерию Манна-Уитни, (P<0,05).

Спортсмены, специализирующиеся в гребле академической, в среднем по группе выше по росту и больше по массе тела спортсменов других изучаемых видов спорта. Однако значимые различия по росту наблюдаются только с группой спортсменов, специализирующихся в лыжных гонках. Значимые различия по массе тела выявлены между группами гребцов и велосипедистов. Это объясняется тем, что гребля – это вид спорта, в котором антропометрические данные (длинные руки и длинные ноги) являются преимуществом. Крупные гребцы обладают большой мышечной массой, что позволяет прикладывать большие усилия к веслам. Также особенностью спортсмена-гребца является движение в двух средах: воздушной и водной. Спортсмену данного вида спорта при выполнении гребка необходимо задействовать все группы мышц [10]. В велосипедном спорте вес тела влияет на аэродинамические характеристики, где преимущество получают спортсмены с более низким весом [11].

Анализ мощности выполняемой работы при концентрации лактата 2 ммоль/л показал, что самые высокие значения в группе биатлонистов, а самые низкие – в группе лыжников (таблица 1). Различия между группами лыжников и биатлонистов значимые (P<0,05). Эта закономерность сохраняется при анализе мощности работы на уровне АП. Мощность выполняемой работы биатлонистами выше, чем мощность выполняемой работы лыжниками при концентрации лактата 4 ммоль/л. Таким образом, обследованные нами биатлонисты, обладают лучшим развитием аэробных окислительных систем энергообеспечения, более высокой мощностью аэробных процессов и лучшей адаптацией к длительной работе на выносливость по сравнению со спортсменами, специализирующимися в лыжных гонках.

Показатели ЧСС в аэробной зоне энергообеспечения при концентрации лактата 2 ммоль/л в группах спортсменов, специализирующихся в лыжных гонках, биатлоне, велоспорте, были выше 140 уд/мин. Возможно, это связано с недостаточно высокой пропускной способностью центральной и периферической систем кровообращения и недостаточным развитием аэробной выносливости. Значимые различия в показателях ЧСС при концентрации лактата 2 ммоль/л наблюдались между группами велосипедистов и гребцов (таблица 1).

Показатели ЧСС в аэробной зоне энергообеспечения при концентрации лактата 4 ммоль/л во всех четырех группах были выше 160 уд/мин. Данные значения свидетельствуют о недостаточной адаптации сердечно-сосудистой системы к выполняемой работе. Однако в группе спортсменов, специализирующихся в академической гребле, наблюдались самые низкие показатели ЧСС АП, при сравнении с группой велосипедистов различия значимые (таблица 1).

В смешанной аэробно-анаэробной зоне энергообеспечения ЧСС должна составлять 160–180 уд/мин. Среднегрупповые значения ЧСС в этой зоне энергообеспечения у обследованных спортсменов слегка превышали допустимый диапазон. Значимых различий в группах не наблюдалось.

Показатели максимальной ЧСС во всех изучаемых группах соответствовали выполненной максимальной мощности работы (А max) и концентрации лактата при этой работе. Значимых различий между группами не обнаружено (таблица 1).

Максимальная концентрация лактата на пике нагрузки в целом по изучаемым группам самая высокая у лыжников, самая низкая у биатлонистов. Однако значимых различий в группах не обнаружено, что может свидетельствовать об одинаковом развитии гликолитического процесса ресинтеза АТФ в изучаемых группах.

Самые низкие показатели концентрации лактата на 8-й мин. восстановления наблюдаются у биатлонистов, однако у них восстановление лактата от максимального составило 20 %. У спортсменов, тренирующихся в лыжных гонках, восстановление лактата на 8-й мин. от максимального составило 17 %, в велоспорте – 23 %, в гребле академической – 2 %. Возможно, это связано с тем, что велоэргометрическая нагрузка является наиболее специфической для велосипедистов и наименее специфической для гребцов.

Заключение

Сравнительный анализ антропометрических и биоэнергетических показателей у спортсменов, специализирующихся в лыжных гонках, биатлоне, гребле академической, велоспорте трек-шоссе с присвоенной квалификацией КМС в различных зонах энергообеспечения показал, что мощность выполняемой работы в аэробных зонах энергообеспечения выше у биатлонистов. Однако лучшая адаптация сердечно-сосудистой системы к выполнению аэробной работы наблюдалась у гребцов.

Полученные данные позволяют оценить физическую работоспособность и адаптацию сердечно-сосудистой системы спортсменов, КМС, в вышеперечисленных видах спорта. Данные результаты исследования можно использовать для решения практических задач в циклических видах спорта, как ориентир в работе тренера для достижения поставленных результатов.

Список использованных источников

1. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
2. Биохимия мышечной деятельности в спорте: пособие / И. А. Гилеп [и др.] – Минск: БГУФК, 2019. – 168 с.
3. Петер Янсен. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость / Янсен Петер // Мурманск: Издательство «Тулома» – 2006. – 160 с.
4. Ширковец, Е. А. Биоэнергетические критерии и тесты работоспособности спортсменов высокой квалификации / Е. А. Ширковец, Е. Д. Митусова // Вестник спортивной науки. – 2020. – № 2. – С. 32–35.
5. Саввин, Г. А. Уровень лактата в кожном экстракте как показатель физической тренированности спортсменов / Г. А. Саввин, Е. В. Ушакова, О. Н. Перфильев // Теория практика физической культуры. – 2000. – № 1. – С. 1–3.

6. Ладанов, П. И. Управление развитием аэробной работоспособности с помощью индивидуализированных физических нагрузок в зоне аэробно-анаэробного перехода: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / П. И. Ладанов. – М., 2000. – 106 с.

7. Нехвядович, А. И. Автоматизированная система Биохим-эксперт как унифицированный метод биохимической оценки физической и функциональной подготовленности спортсменов высокой квалификации: практ. пособие / А. И. Нехвядович. – Минск: НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, 2014. – 66 с.

8. Федотова, Е. В. Оптимальные модели распределения нагрузки и использование целевых тренировочных зон в циклических видах спорта на (анализ зарубежных исследований) / Е. В. Федотова, П. А. Сиделёв // Теория и методика спорта высших достижений. – 2021. – № 6. – С. 17–22.

9. Дрепелев, Р. А. Классификация тренировочных нагрузок в циклических видах спорта преимущественно с проявлением выносливости / Р. А. Дрепелев, Н. Е. Хромцов // Образовательная деятельность ВУЗА в современных условиях: сб. тр. науч.-метод. конф.; Караваево, 26–27 мая 2018 г. – С. 129–135.

10. Гребной спорт: основы теории и практики: учеб.-метод. пособие / А. А. Лифанов [и др.]. – Казань: Казанский университет, 2021. – 48 с.

11. Горская, И. Ю. Анализ морфофункционального статуса гонщиков на разных этапах подготовки в экстремальном велоспорте ВИХ / И. Ю. Горская, Е. Н. Мироненко, А. А. Терещенко // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2021. – № 5(195) – С. 93–96.

04.07.2023

УДК 572.087

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ У ФУТБОЛИСТОВ 16–18 ЛЕТ РАЗЛИЧНЫХ ИГРОВЫХ АМПУА

**О. В. Свекла, аспирант,
В. А. Коледа, д-р пед. наук, профессор,
А. Ю. Асташова,**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

Аннотация

Проанализированы данные литературы и результаты собственных исследований антропометрических индексов у 142 юных футболистов группы спортивного совершенствования (юноши 16–18 лет), включающие индекс Кетле, весоростовой индекс, силовой показатель (СП), индекс массы тела (ИМТ), идеальную массу тела (ИдМТ), базальный метаболизм (БМ) по формуле Харриса и Бенедикта, отклонение фактической массы тела от идеальной (ОМТ) и индекс антропометрического масштаба (ИАМ). Установлена характерная зависимость распределения и формирования антропометрических индексов от игрового ампуа футболистов. В зависимости от индивидуальных морфофункциональных особенностей футболистов группы спортивного совершенствования обоснована необходимость формирования и планирования тренировочных и соревновательных нагрузок. Отмечена важность индивидуализации тренировочных программ для футболистов разных игровых ампуа.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ANTHROPOMETRIC INDICES IN FOOTBALL PLAYERS OF 16–18 YEARS OLD WITH DIFFERENT GAME ROLES

O. Svekla, V. Koleda, A. Astashova,
Education Institution «Belorussian State University of Physical Culture»

Abstract

Literature data and the results of our own studies of anthropometric indices in 142 young football players of the sports improvement group (boys 16–18 years old) were

analyzed, including Quetelet index, the weight-height index, the power index (PI), body mass index (BMI), ideal body mass index (IBMI), basal metabolism (BM) according to the Harris and Benedict formula, deviation of actual body mass from ideal body mass and anthropometric scale index (ASI). A characteristic dependence of the distribution and formation of anthropometric indices on the game role of football players was established. Depending on the individual morphofunctional characteristics of football players in the sports improvement group, the need to form and plan training and competitive loads is justified. The importance of individualizing training programs for football players of different game roles is highlighted.

Введение

Современные методы диагностики при различных патологических процессах, – в том числе при занятиях любым видом физической активности, невозможны без знания закономерностей строения и состава тела – принцип системности, известный со времен великого древнегреческого философа и ученого Аристотеля (384–322 гг. до н.э.), а также вариантов его формы и пространственных соотношений в структуре целого с особенностями динамического взаимодействия элементов, позволяющий провести «интеграцию местных изменений в общие и понимание их роли в реакциях целостного». Поэтому организм человека является ценным источником информации о состоянии здоровья и его развитии, а также риске развития многих заболеваний и нарушения состояния питания.

Антропометрические измерения представляют собой серию количественных измерений мышц, костей и жировой ткани, используемых для оценки состава тела. Антропометрия – наиболее простой, экономичный и распространенный метод получения информации, на основании которого можно судить об особенностях базового морфофункционального состояния организма в целом. Основными элементами антропометрии являются рост, вес, различные антропометрические индексы, окружности тела (талия, бедра и конечности) и толщина кожной складки. Эти измерения важны, потому что они представляют собой диагностические критерии физического состояния организма человека. Существует еще одна полезность в качестве показателя состояния питания людей различного возраста. Антропометрические измерения могут быть использованы в качестве основы для физической подготовки и для измерения прогресса физической подготовленности [4, 5, 9].

Метод индексов основан на соотношении отдельных признаков по оценочным индексам, он удобен тем, что позволяет дать балльную оценку уровню физического развития, является простым и доступным способом как в диагностике различных патологических состояний, так и в алгоритмах проведения терапии при различной патологии физического состояния.

Проанализировав совокупность антропометрических характеристик и индексов для исследуемой возрастно-половой группы, специалист в сфере спортивной подготовки может сделать первичное заключение о статусе индивида или группы. В целом он подтверждает либо отвергает предположение о наличии тех или иных отклонений и принимает решение о необходимости более углубленного исследования, что, в свою очередь, делает исследование антропометрических показателей спортсменов актуальным и достаточно информативным [6, 8, 9]. Поскольку антропометрия относительно дешева, ее легко измерить и она неинвазивна.

Цель исследования – выявить специфические особенности антропометрических индексов футболистов во взаимосвязи с их игровым амплуа.

Организация и методы исследования

В исследовании приняли участие 142 футболиста группы спортивного совершенствования (юноши 16–18 лет). Испытуемые имели продолжительный стаж (более 5 лет) спортивной тренировки, спортивную квалификацию (1-й, 2-й разряд), основную группу здоровья, а также характеризовались отсутствием перенесенных заболеваний, существенно влияющих на интерпретацию полученных результатов.

Обследование проходило в соревновательном периоде годичного тренировочного цикла.

Антропометрическое обследование включало измерение следующих параметров с применением общепризнанных методов [2, 3, 6, 9]:

– длина тела ростомером – вертикальная шкала с точностью измерения 0,1 см с перемещающейся по ней поперечной рейкой;

– масса тела определялась с помощью медицинских электрических весов ВЭМ-150 (ОАО «Зенит – БелОМО»);

– измерение диаметров тела проводилось в положении сидя толстотным циркулем (регистрировались поперечный диаметр дистальной части (ПДДЧ) плеча, предплечья, бедра и голени);

– измерение обхватов тела с помощью сантиметровой ленты в стандартном положении испытуемого и в горизонтальной плоскости (обхват плеча в спокойном состоянии, обхват предплечья, бедра и голени);

– измерение толщины кожно-жировой складки (КЖС) проводилось калипером (на задней и передней поверхности плеча, на предплечье, под лопаткой, на груди, на животе возле пупка, верхнеподвздошная складка, на верхней части бедра и голени);

– определение сжимающей силы мышц, сгибающих пальцы, обеих рук человека и функциональное состояние рук (кистевая динамометрия) с помощью кистевого динамометра (КД).

Компонентный состав тела (КСТ) рассчитывался по формуле Я. Матейко с применением системы соматотипирования У. Шелдона [2, 7, 10].

Аналізу подвергнута следующая панель комплексных антропометрических индексов:

1. Индекс Кетле:

$$\text{Индекс Кетле} = \frac{\text{масса тела}_{\text{кг}}}{\text{рост}_{\text{см}}}$$

Норма для мужчин: 350–400.

2. Весо-ростовой индекс:

$$\text{Весо – ростовой индекс} = \frac{\text{масса}_{\text{кг}} \cdot 100}{\text{рост}_{\text{см}}}$$

Норма: 37–40.

3. Силовой показатель (СП):

$$\text{Силовой показатель} = \frac{\text{сила кисти}}{\text{масса}_{\text{кг}}} * 100\%$$

Норма: 65–80 % для мужчин и 48–50 % для женщин.

4. Индекс массы тела (ИМТ):

$$\text{ИМТ} = \frac{\text{масса}_{\text{кг}}}{\text{рост}_{\text{м}}^2}$$

Норма: 18,5–25 у.е.

Избыток массы: 25–30 у.е.

Ожирение: >30 у.е.

5. Идеальная масса тела, как индикатор соответствия физического развития спортсменов возрастной норме (ИдМТ1, ИдМТ2):

$$\text{ИдМТ1} = \text{рост(см)} - 100 - (\text{рост} - 152) * 0,2$$

$$\text{ИдМТ2} = \text{рост(см)} - 100(105,110)$$

Следует учесть, что при росте 155–165 вычитаем 100. При росте 165–175 см – 105 единиц, а при росте 175–185 см – 110 единиц.

6. Базальный метаболизм (БМ) по формуле Харриса и Бенедикта:

$$БМ = 66,5 + (13,75 * \text{масса}(кг)) + (5 * (\text{рост}(см))) - (6,75 * \text{возраст}(лет)) * \text{коэффициент}$$

7. Коэффициенты в зависимости от типа активности исследуемого:

1) Пассивный тип (минимальная физическая активность или она вовсе отсутствует) – коэффициент 1,2.

2) Минимально активный тип (1–3 тренировки в неделю) – коэффициент 1,375.

3) Умеренно активный тип (3–5 тренировок в неделю) – коэффициент 1,55.

4) Активный тип (5–6 тренировок в неделю) – коэффициент 1,725.

5) Чрезмерно активный тип (профессиональный спортсмен или 6–7 тренировок в неделю) – коэффициент 1,9.

8. Отклонение фактической массы тела (ОМТ) от идеальной:

$$ОМТ = 100 * (1 - ФМТ / ИдМТ1(ИдМТ2))$$

9. Индекс антропометрического масштаба (ИАМ):

$$ИАМ = \text{масса}_{кг} * (\text{рост}/100)$$

Статистическая обработка полученных результатов исследования выполнена с использованием пакетов прикладных компьютерных программ «Microsoft Excel 2016» и «Statistica 10». Количественные признаки представлены в виде значения медианы. В сравниваемых группах достоверность различий между показателями определяли с помощью критерия Манна-Уитни. Различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$, а при $0,05 < p < 0,1$ – на уровне тенденции.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследования были проанализированы медианные показатели комплексных антропометрических характеристик.

На втором этапе исследования определялся численный состав выборки групп. Все обследованные спортсмены–футболисты распределились по индивидуальному игровому амплуа следующим образом: 10 (7,04 %) человек – вратари (ВР), 53 (37,32 %) – защитники (ЗЩ), 48 (33,8 %) – полузащитники (ПАЗЩ) и 31 (21,83 %) человек – нападающие (НАП).

Третий этап исследования заключался в выявлении особенностей антропометрических индексов у футболистов в группах, распределенных по игровым амплуа.

На заключительном, четвертом, этапе исследования проведен анализ достоверности различий распределения антропометрических индексов у обследованных футболистов в зависимости от их игрового амплуа с выявлением отклонений от нормального распределения, что потребовало применения критерия Манна-Уитни ($p < 0,05$).

Количественные значения исследованных антропометрических индексов представлены в виде значения медианы и их распределения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение антропометрических индексов футболистов в зависимости от игрового амплуа

Параметр ВСП	Подгруппы наблюдения по амплуа							
	ВР (подгруппа 1)		ЗЩ (подгруппа 2)		ПАЗЩ (подгруппа 3)		НАП (подгруппа 4)	
	медиана	р	медиана	р	медиана	р	медиана	р
Индекс Кетле	425,28 386,65–436,77	*2,3,4	389,17 373,58–411,2	*1,3	372,25 361,91–392,71	*1,2,4	390,86 371,88–402,7	*1,3
Весо-ростовой индекс	42,53 38,66–43,68	*2,3,4	38,92 37,36–41,12	*1,3	37,23 36,19–39,27	*1,2,4	39,09 37,19–40,27	*1,3
СП левой кисти	52,37 49,69–60		54,27 50,77–58,64	**3,4	56,55 51,6–61,57	**2	56,49 51,43–66,14	**2
СП правой кисти	60,83 57,21–65,67		59,29 53,53–63,85		62,06 56,26–67,12		62,99 54,72–69,49	
ИМТ	22,69 20,98–23,48	*3	21,55 20,84–22,82	*3	20,82 20,16–21,71	*1,2,4	21,67 20,75–22,28	*3
БМ (3–5 тренировочных дней в неделю)	3070,93 2863,62–3138,85	*2,3,4	2826,81 2652,44–2922,53	*1,**3	2743,31 2647,45–2861,74	*1,**2	2818,29 2700,68–2901,79	*1
БМ (5–6 тренировочных дней в неделю)	3417,656 3186,94–3493,23	*2,3,4	3145,97 2951,91–3252,49	*1,**3	3053,03 2946,41–3184,84	*1,**2	3136,48 3005,6–3229,42	*1
БМ (6–7 тренировочных дней в неделю)	3764,378 3510,25–3847,62	*2,3,4	3465,13 3251,38–3582,45	*1,**3	3362,76 3245,32–3507,93	*1,**2	3454,68 3310,51–3557,04	*1
ИдМТ1	80,12 77,6–81,6	*2,3,4	74,4 71,2–76,8	*1	74,52 70,4–77,6	*1	74,8 71,2–77,6	*1
ОМТ1	0,77 -2,45–8,1	*3	5,85 0,48–8,56	*3	8,98 5,54–12,31	*1,2,4	5,61 2,93–9,72	*3
ИдМТ2	77,15 74–79	*2,3,4	70 67,5–73	*1	70,15 66,5–74	*1	70,5 67,5–74	*1
ОМТ2	-2,98 -7,43–6,78		0,00 -4,1–5,72	*3	4,85 0,65–7,37	*2,**4	0,00 -2,54–7,25	**3
ОМТ3	-1,1 -4,94–6,98	*3	3,23 -1,81–7,02	*3	7,08 2,75–9,79	*1,2,4	2,81 0,05–9,32	*3
ИАМ	149,37 131,6–156,02	*2,3,4	127,37 113,36–135,78	*1,**3	120,72 112,36–130,92	*1,**2	127,43 116,52–133,59	*1

Примечание: * – достоверные различия ($p < 0,05$); ** – различия на уровне тенденции ($0,05 < p < 0,1$); в графах Р указаны различия с подгруппой наблюдения: например, подгруппа ВР по показателю ИМТ имеет в графе Р обозначение **4, что означает различие на уровне тенденции с подгруппой 4 (НП) и т.д. соответственно.

Значение показателей индекса Кетле и весо-ростового индекса у полевых игроков находятся в диапазоне значений популяционной нормы [7, 10]. У вратарей же значения этих индексов выше популяционной нормы, что, вероятно, свидетельствует о необходимости коррекции их массы тела в сторону ее уменьшения.

Показатели индекса ИМТ во всех подгруппах обследованных футболистов соответствуют популяционной норме. Между значениями ИМТ у ВР и полевых игроков выявлены статистически значимые различия ($p < 0,05$), а так же между полузащитниками и остальными амплуа футболистов ($p < 0,05$). Между защитниками и нападающими достоверных различий по ИМТ не наблюдалось.

Распределение силового показателя обеих кистей рук во всех обследованных подгруппах (т.е. по всем амплуа) оказалось ниже популяционной нормы, что свидетельствует о необходимости усиления тренировочной работы для повышения силовых показателей. В подгруппе ЗЩ прослеживается тенденция ($0,05 < p < 0,1$) различий по силовому показателю с полузащитниками и нападающими.

Показатели базального метаболизма отражают их большее значение у ВР по сравнению с другими амплуа, что вызывает необходимость более детальной оценки как рациона питания, так и профиля потребления калорий полевыми игроками. Следовательно, тренировочные и диетологические подходы для вратарей должны носить более индивидуальных характер. Имеются и различия по базальному метаболизму на уровне тенденции ($0,05 < p < 0,1$) у вратарей относительно остальных подгрупп полевых игроков. Также показатели, различия распределения которых прослеживаются на уровне тенденции ($0,05 < p < 0,1$), наблюдаются у защитников и полузащитников, что указывает на необходимость разноплановой нутриционной

поддержки к этим амплуа. У защитников и нападающих статистически достоверных различий по базовому метаболизму не наблюдалось.

По показателям отклонения фактической массы тела от идеальной с использованием значений идеальной массы тела, рассчитанным по двум различным формулам, установлена необходимость внесения изменений в тренировочных процесс с целью корректировки массы тела у футболистов всех амплуа, при этом вратарям стоит уменьшить значение данного показателя, а полевым игрокам – увеличить.

Анализ изменения индекса ИАМ показал наибольшую предрасположенность к ведению силовой борьбы у футболистов подгруппы вратарей: показатель был выше 130,00 у.е., что соответствует международным стандартам [5]. У полузащитников значение этого индекса было меньше в сравнении с остальными подгруппами, при этом оно достоверно отличалось от значения у ВР ($p < 0,05$) и на уровне тенденции у ЗЩ ($0,05 < p < 0,1$). Значение индекса ИАМ у ЗЩ и НП было практически идентичным, что может расцениваться как следствие однотипных требований, предъявляемых к силовой подготовленности у этих игровых амплуа. Ни в одной из подгрупп обследованных футболистов значение показателей ИАМ не было меньше 115,00 у.е., что соответствует международным стандартам [5].

Заключение

Проведенное антропометрическое обследование 142 футболистов 16–18 лет с последующим анализом результатов в зависимости от игрового амплуа обследованных позволило выявить следующие особенности:

- Подтверждена зависимость функционирования организма футболистов группы спортивного совершенствования во взаимосвязи с их игровым амплуа.
- Подчеркнута важность формирования и планирования программ подготовки (тренировочные и соревновательные нагрузки) спортсменов в зависимости от их индивидуальных морфофункциональных особенностей.

В связи со специфическими особенностями предъявляемых требований к подготовленности футболистов различного игрового амплуа, необходимости совершенствования тренировочного процесса футболистов в их медико-биологическом обеспечении при максимальной индивидуализации тренировочного процесса выявлены наиболее характерные зависимости таковых в распределении и формировании антропометрических индексов от игрового амплуа футболистов.

Полученные результаты предоставляют весьма важную информацию для тренеров и специалистов в области спортивной медицины и антропологии для оптимизации тренировочного процесса и повышения производительности футболистов различных игровых амплуа в период спортивного совершенствования.

Список использованных источников

1. Алексанянц, Г. Д. Морфологические характеристики квалифицированных футболистов различных амплуа / Г. Д. Алексанянц, Ю. А. Кудряшова, Е. А. Кудряшов, О. А. Медведева, О. В. Маякова // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2017. – С. 51.
2. Губа, В. П. Теория и методика современных спортивных исследований: монография / В. П. Губа, В. В. Маринич. – М.: Спорт, 2016. – С. 232.
3. Губа, В. П. Морфобиомеханические исследования в спорте / В. П. Губа. – М., – 2000.
4. Дорохов, Р. Н. Спортивная морфология / Р. Н. Дорохов, В. П. Губа – М.: СпортАкадемПресс, – 2002. – 230 с.
5. Капилевич, Л. В. Возрастная и спортивная морфология: практикум: метод. рекомендации / Л. В. Капилевич, А. В. Кабачкова. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009. – 69 с.
6. Мартиросов, Э. Г. Методы исследования в спортивной антропологии / Э. Г. Мартиросов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 199 с.
7. Мартиросов, Э. Г. Применение антропологических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе / Э. Г. Мартиросов, С. Г. Руднев, Д. В. Николаев – М.: Физическая культура, 2010. – 120 с.
8. Похиленко, В. Г. Спортивный отбор в многолетней подготовке юных футболистов / В. Г. Похиленко, А. Н. Изосимов // Постулат, № 7, – 2017. – С. 16–22.
9. Ширяев, Н. В. Основные антропометрические параметры игроков современных европейских футбольных команд / Н. В. Ширяев, В. В. Ширяев, М. П. Максимиак,

А. В. Лузин // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского: серия биология химия, том 21 (60), № 3. – 2008. – С. 212–219.

10. William H. S., The varieties of human physique: An introduction to constitutional psychology / H. S. William // New York: Harper & Brothers, – 1940. – 347 p.

10.11.2023

УДК 612.821

ПОСТУРАЛЬНЫЙ БАЛАНС У ФУТБОЛИСТОВ И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ

Н. А. Тишутин, аспирант,

И. Н. Рубченя, канд. биол. наук, доцент,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

Аннотация

В статье рассмотрены особенности зрительно-моторных реакций у футболистов во взаимосвязи с уровнем поддержания постурального баланса. Показано, что футболисты характеризуются более высокой скоростью и точностью сложной зрительно-моторной реакции по сравнению со студентами, не занимающимися спортом. Высокий уровень функциональных возможностей и высокая точность зрительно-моторной реакции сочетаются у футболистов с более эффективным поддержанием постурального баланса в условиях усложненных отключением зрительного контроля, небольшой площадью опоры, а также в динамических условиях.

Ключевые слова: простая зрительно-моторная реакция; сложная зрительно-моторная реакция; постуральный баланс; тест Ромберга; динамический тест; футболисты.

POSTURAL BALANCE IN FOOTBALL PLAYERS AND ITS CORRELATION WITH INDICATORS OF HAND-EYE REACTIONS

N. Tishutin, I. Rubchenya,

Education Institution «Belarusian State University of Physical Culture»

Abstract

The article considers the peculiarities of hand-eye reactions in football players with regard to the level of postural balance maintenance. It was shown that football players are characterized by higher speed and accuracy of complex hand-eye reaction compared to students who do not go in for sports. A high level of functionality and a high accuracy of the hand-eye reaction are combined in football players with more effective maintenance of postural balance under conditions complicated by visual control being turned off, a small area of support, and also in dynamic conditions.

Key words: simple hand-eye reaction; complex hand-eye reaction; postural balance; Romberg test; dynamic test; footballers.

Введение

В спортивной деятельности постуральный баланс (ПБ) рассматривается как базовая координационная способность, высокий уровень развития которой является необходимым компонентом для эффективного выполнения различных двигательных действий [1], а также снижения риска получения травм [2] и, соответственно, оказывающая положительное влияние на итоговый спортивный результат. Одним из наиболее распространенных видов спорта, предъявляющих высокие требования к уровню поддержания ПБ в статических и динамических условиях, является футбол.

Имеются сведения, что высокий уровень поддержания ПБ у футболистов необходим для нормального функционирования всех физиологических систем организма, оптимального распределения мышечных усилий и амплитуды движений, что, в свою очередь, обеспечивает экономичность и эффективность выполнения двигательных действий [3, 4]. В исследовании J.M. Bukowska et al. (2021) отмечается, что высокий уровень развития способности к поддержанию ПБ значительно влияет на эффективность выполнения технических действий, в том числе, дриблинга футболистов [5].

Типологические проявления свойств центральной нервной системы (ЦНС) считаются одной из важнейших психофизиологических характеристик человека. С целью их изучения используются тесты, направленные на оценку скорости простой и сложной зрительно-моторных реакций (ПЗМР, СЗМР). Результаты тестов ПЗМР и СЗМР позволяют дать оценку функциональному состоянию ЦНС исследуемого [6, 7], а также выявить его индивидуальные психофизиологические особенности [8].

Оптимальный уровень функционирования ЦНС характеризуется сбалансированностью процессов возбуждения и торможения, что в спортивной деятельности является необходимым условием для формирования программ двигательных действий и их реализации, а также принятия различных решений. В игровой деятельности футболистов важным является скорость реагирования в условиях нескольких альтернативных вариантов выбора, которые значительно усложняются обманными действиями соперника [9, 10].

К настоящему времени имеется достаточное количество косвенных доказательств, указывающих на наличие взаимосвязи стабилметрических показателей с психофизиологическими характеристиками человека [11–13]. Вместе с тем, отмечается малочисленность работ, в которых исследуются особенности взаимосвязи поструральных и психофизиологических характеристик человека [13]. Следовательно, весьма актуальным видится изучение особенностей взаимосвязи стабилметрических характеристик в различных условиях поддержания позы с показателями зрительно-моторных реакций у футболистов.

Цель исследования: изучение зрительно-моторных реакций у футболистов и их взаимосвязи с уровнем поддержания пострурального баланса в статических и динамических условиях.

Методы и организация исследования

В исследовании приняли участие 150 студентов Белорусского государственного университета физической культуры. Из них 100 студентов являлись действующими спортсменами-футболистами, выступающими за различные футбольные клубы Республики Беларусь, а также имеющие I спортивный разряд или II спортивный разряд, со стажем занятий футболом более 10 лет. Помимо футболистов также обследовано 50 студентов-сверстников, которые не занимаются спортом и не имеют спортивных разрядов. Для исследования зрительно-моторных реакций у футболистов, из всего числа обследованных, в программе Excel (функция Random) выбраны 50 футболистов (основная группа). В качестве группы контроля взяты данные 50 студентов-сверстников, не занимающихся спортом. Особенности взаимосвязи уровня поддержания ПБ и зрительно-моторных реакций были изучены по результатам, полученным у 100 обследованных футболистов. Все участники исследования были мужского пола в возрасте от 17 до 20 лет. Время обследования было схоже для всех исследуемых: 09:00–11:00.

Уровень поддержания ПБ в статических и динамических условиях определяли с использованием стабилметрической платформы ST-150 с программным обеспечением STPL (ООО Мера-ТСП, г. Москва). Все участники исследования выполняли три теста:

1) Тест Ромберга, который предполагал поддержание позы в вертикальной стойке с открытыми глазами (ОГ) и закрытыми глазами (ЗГ), проводился для оценки уровня ПБ в простой двухопорной стойке и в условиях с отсутствием зрительной афферентной информации. Оба положения с ОГ и ЗГ поддерживались в течение 54 с.

2) Тест в одноопорной стойке (ОС) представлял собой поддержание ПБ на одной ноге с параллельной фиксацией другой спереди с углами 90° в тазобедренном, голеностопном и коленном суставах [14]. Все исследуемые поддерживали ОС по два раза на каждой ноге в течение 55 с. За итоговый результат, характеризующий уровень поддержания ПБ в ОС, брались средние за четыре попытки стабилметрические данные.

3) Динамический тест проводился для оценки уровня поддержания ПБ в динамических условиях. Тест требовал от исследуемых в течение 1 мин. наведения метки центра давления (ЦД) на круги-мишени, которые появлялись в случайных местах на экране монитора после необходимого удержания метки ЦД в центральном круге [15, с. 16].

Результаты стабилметрических тестов описывались на основании следующих показателей: ОФР – оценка функции равновесия (баллы), V – скорость перемещений ЦД (мм/с), S – площадь перемещений ЦД (мм²), Am – удельный индекс уровня энергозатрат на килограмм веса (мДж/кг).

Исследование зрительно-моторных реакций осуществлялось с использованием программно-аппаратного комплекса «Нейрософт-психотест» (производство ООО «Нейрософт», г. Иваново). Все исследуемые выполняли два теста:

1. Тест для определения скорости простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) заключался в необходимости максимально быстрого нажатия на кнопку зеленого цвета при появлении аналогичного цветового сигнала (40 предъявлений). Данный тест позволяет оценить уравновешенность и лабильность нервных процессов в ЦНС, а также скорость реакции и уровень работоспособности [16]. Считается, что время сенсомоторной реакции является важной характеристикой функционального состояния организма [8]. Для интерпретации результатов, полученных по тесту ПЗМР, анализировались показатели скорости реакции (мс), среднеквадратического отклонения скорости реакции (мс), а также дополнительный показатель по Т. Д. Лоскутовой – уровень функциональных возможностей (УФВ) [17].

2. Тест для определения скорости сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР) отличается от теста ПЗМР необходимостью дифференциации цвета предъявляемого сигнала (зеленый или красный цвет). Инструкция, которая давалась исследуемым по данному тесту, схожа с таковой для ПЗМР, однако, отдельно отмечалась необходимость нажатия на кнопку того цвета, который предъявлялся (40 предъявлений). Интерпретация результатов данного теста осуществлялась по следующим показателям: скорость реакции (мс), среднеквадратическое отклонение скорости реакции (мс), коэффициент точности Уиппла (у.е.).

Полученные результаты обрабатывались с использованием статистических методов в программе Statistica 12 и Microsoft Excel 2016. Данные, имеющие ненормальное распределение по критерию Шапиро-Уилка, представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (Me [25 %, 75 %]), а с нормальным распределением – в виде среднего арифметического и его стандартного отклонения (Хср.±Ст.откл.). Достоверность межгрупповых различий определялась с использованием U-критерия Манна-Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Значения показателей, характеризующих результаты в тесте ПЗМР, не имели значительных различий у представителей основной группы и группы контроля (таблица 1). Скорость ПЗМР была схожей в обеих исследуемых группах и составляла 195 мс. Значения расчетного показателя УФВ были немного выше у представителей основной группы, однако значительных различий выявлено не было.

Тестирование сложной зрительно-моторной реакции, которое предполагает дифференциацию предъявляемого цветового стимула, позволило установить значительные различия между представителями основной группы и группы контроля. Скорость СЗМР была выше на 5 % ($p \leq 0,05$) в основной группе по сравнению с группой контроля. Среднеквадратичное отклонение скорости СЗМР было ниже на 8 % ($p \leq 0,05$) у представителей основной группы по сравнению с группой контроля. Данные

среднеквадратического отклонения свидетельствует о более развитой способности к длительному поддержанию высокой скорости зрительно-моторной реакции у представителей основной группы. Значения коэффициента точности Уиппла, отражающие количество точных цветовых нажатий к общему объему предъявлений, были также значительно выше у представителей основной группы по сравнению с группой контроля.

Таблица 1 – Результаты тестов простой и сложной зрительно-моторной реакции у представителей основной группы и группы контроля (Me [25 %; 75 %])

Показатель	Основная группа (n=50)	Группа контроля (n=50)	Достоверность различий
простая зрительно-моторная реакция			
Скорость реакции, (мс)	195 [187; 206]	195 [184; 206]	$p \geq 0,05$
Среднеквадратичное отклонение, (мс)	37 [26; 44]	38 [30; 45]	$p \geq 0,05$
Уровень функциональных возможностей, (у.е.)	3,96 [3,6; 4,4]	3,95 [3,6; 4,3]	$p \geq 0,05$
сложная зрительно-моторная реакция			
Скорость реакции, (мс)	302 [279; 325]	316 [297; 332]	$p \leq 0,05$
Среднеквадратичное отклонение, (мс)	66 [58; 72]	72 [64; 87]	$p \leq 0,05$
Коэффициент точности Уиппла, (у.е.)	0,89 [0,85; 0,94]	0,87 [0,82; 0,9]	$p \leq 0,05$

Примечание: p – достоверность межгрупповых различий по U-критерию Манна-Уитни.

Для исследования особенностей взаимосвязи стабилметрических характеристик в статических условиях с показателями сложной зрительно-моторной реакции взяты данные по коэффициенту точности Уиппла. Выбор коэффициента точности Уиппла обусловлен его широкой информативностью для характеристики устойчивости внимания, а также силы и уравновешенности нервных процессов в ЦНС [18].

На основании коэффициента точности Уиппла все обследованные футболисты разделены на 4 группы: высокая точность (36 %), средняя точность (27 %), низкая точность (25 %), очень низкая точность (12 %). Преобладающее число принявших участие в исследовании футболистов характеризовалось высоким уровнем точности в тесте СЗМР (коэффициент Уиппла $>0,93$). Подобная тенденция может быть обусловлена высокой значимостью в игровой деятельности у футболистов способности к длительной устойчивости внимания, поддержанию оптимальной силы и уравновешенности нервных процессов в ЦНС в связи с 90-минутной продолжительностью футбольного матча. Однако 37 % обследованных футболистов имели низкую и очень низкую точность в тесте СЗМР, что свидетельствует о несбалансированности силы и уравновешенности их нервных процессов в ЦНС и указывает на низкую устойчивость внимания.

Результаты тестирования уровня поддержания ПБ в статических условиях у футболистов с различной точностью в тесте СЗМР представлены в таблице 2. При поддержании ПБ в двухопорной стойке с ОГ достоверные различия выявлены при сравнении футболистов с высокой и низкой точностью. Так, показатели скорости и площади перемещений ЦД были на 16 % ($p \leq 0,05$) и 30 % ($p \leq 0,05$) ниже у футболистов с высокой точностью. Вместе с этим, между другими группами отмечается схожая тенденция, которая проявляется в меньших величинах скорости и площади девиаций ЦД у футболистов с более высокой точностью по сравнению с более низкой, однако без значительных различий.

Таблица 2 – Результаты стабилметрического тестирования в статических стойках у футболистов с различными значениями коэффициента точности Уиппла в тесте со сложной зрительно-моторной реакцией (Me [25 %; 75 %])

Показатель	Высокая точность (n=36)	Средняя точность (n=27)	Низкая точность (n=25)	Очень низкая точность (n=12)
тест Ромберга (открытые глаза)				
V, (мм/с)	6,2 [5,3; 7,6]	6,8 [5,7; 8,1]	7,4# [6,3; 8,9]	7,5 [5,9; 9,3]
S, (мм ²)	64 [44; 112]	101 [69; 145]	92# [72; 152]	100 [74; 115]
тест Ромберга (закрытые глаза)				
V, (мм/с)	8,5 [7,5; 12,4]	10,1 [7,6; 11,3]	11,2# [8,7; 14,4]	11,8 [7,8; 15,8]
S, (мм ²)	102 [56; 155]	121 [77; 154]	164# [103; 200]	141● [103; 222]
одноопорная стойка				
ОФР, (баллы)	34* [29; 40]	30 [24; 34]	29# [23; 34]	24● [23; 29]
V, (мм/с)	28 [24; 30]	26@ [25; 30]	31 [27; 40]	33^ [27; 36]
S, (мм ²)	337* [289; 437]	422 [338; 501]	403# [360; 510]	475● [410; 515]

Примечание: * – достоверность различий между группами с высокой и средней точностью ($p \leq 0,05$); # – достоверность различий между группами с высокой и низкой точностью ($p \leq 0,05$); ● – достоверность различий между группами с высокой и очень низкой точностью ($p \leq 0,05$); @ – достоверность различий между группами со средней и низкой точностью ($p \leq 0,05$); ^ – достоверность различий между группами со средней и очень низкой точностью ($p \leq 0,05$).

При отключении зрительного контроля и поддержании ПБ в стойке с ЗГ у футболистов с различной точностью в тесте СЗМР отмечаются достоверные различия в значениях стабилметрических показателей. Так, в группе футболистов с высокой точностью отмечаются достоверно более низкие значения показателей V (на 24 %; $p \leq 0,05$) и S (на 38 %; $p \leq 0,05$) по сравнению с группой футболистов с низкой точностью. Помимо этого, у футболистов с очень низкой точностью в тесте СЗМР отмечается на 38 % ($p \leq 0,05$) более высокая площадь перемещений ЦД, чем у футболистов с высокой точностью. В группе со средней точностью зафиксирована тенденция по показателям V и S, которая проявляется в их более высоких значениях по сравнению с группой с высокой точностью, однако в более низких, чем в группах с низкой и очень низкой точностью.

Поддержание ПБ у футболистов в ОС также характеризовалось некоторыми особенностями, которые характеризовались наибольшим количеством межгрупповых различий у футболистов с различной точностью в СЗМР. У группы футболистов с высокой точностью отмечаются наибольшие значения интегрального показателя ОФР в ОС (34 балла), которые на 13 % ($p \leq 0,05$), 17 % ($p \leq 0,05$) и 42 % ($p \leq 0,05$) превышают таковые в группах со средней, низкой и очень низкой точностью соответственно. Значения площади колебаний ЦД в ОС у футболистов с высокой точностью, напротив, были ниже на 20 % ($p \leq 0,05$), 16 % ($p \leq 0,05$) и 29 % ($p \leq 0,05$) соответственно по сравнению с группами футболистов, показавшими среднюю, низкую и очень низкую точность в тесте СЗМР. Показатель скорости колебаний ЦД у группы футболистов с высокой точностью оказался ниже на 10 % и 15 % по сравнению с группами, имеющими низкую и очень низкую точность соответственно, однако выше на 8 % по сравнению с футболистами со средней точностью. Также показатель V был на 16 % ($p \leq 0,05$) и 21 % ($p \leq 0,05$) ниже у футболистов со средней точностью, чем низкой и очень низкой соответственно.

Проведен анализ особенностей поддержания позы у футболистов при выполнении динамического теста в зависимости от уровня их функциональных

возможностей (УФВ), который является расчетным показателем по Т. Д. Лоскутовой в тесте ПЗМР (таблица 3). Показатель УФВ позволяет дать характеристику способности к формированию и продолжительному удержанию в соответствии с задачей определенного уровня функционального состояния [19]. Среди обследованных футболистов выделены группы по уровню функциональных возможностей: высокий УФВ – 58 %, средний УФВ – 42 %. То есть, преобладающее число обследованных футболистов характеризовалось высоким уровнем функциональных возможностей, а также развитой способностью к формированию и продолжительному поддержанию работы, соответствующей решаемой задаче функциональной системы [18].

Таблица 3 – Стабилометрические показатели при прохождении динамического теста футболистами с различным уровнем функциональных возможностей

Показатель	Высокий УФВ (n=58)	Средний УФВ (n=42)	Достоверность различий
ОФР, (баллы)	57±6,4	53±6,6	p≤0,05
V, (мм/с)	41 [36; 44]	38 [35; 42]	p≥0,05
Время реакции, (с.)	2,6 [2,4; 3,1]	2,9 [2,6; 3,2]	p≤0,05
Am, (мДж/кг)	716 [587; 898]	641 [529; 800]	p≥0,05

Примечание: p – достоверность различий по U-критерию Манна-Уитни между стабилометрическими показателями футболистов с различным уровнем УФВ.

В группе футболистов с высоким УФВ, при поддержании ПБ в динамических условиях, значения показателя ОФР были выше на 8% (p≤0,05) по сравнению с таковыми в группе со средним УФВ. По-видимому, более высокие результаты в динамическом тесте в группе футболистов с высоким УФВ обеспечивались скоростью реакции на появляющиеся метки, которая была выше на 10 % (p≤0,05) в группе с высоким УФВ по сравнению с таковой в группе со средним УФВ. Вместе с этим, в группе футболистов с высоким УФВ зафиксированы на 8 % (p=0,06) и 12 % (p=0,08) более высокие значения V и Am соответственно по сравнению с таковыми у футболистов со средним УФВ. Более высокие значения скорости колебаний ЦД и уровня энергозатрат у футболистов с высоким УФВ свидетельствуют о более напряженном функционировании постуральной системы, но и, вероятно, обеспечивает тем самым лучший результат в динамическом тесте.

Таким образом, в тесте ПЗМР с заранее известным цветовым стимулом не было значительных различий у футболистов и студентов-сверстников, не занимающихся спортом, причем, как по скорости реакции, так и по значениям расчетных показателей Т.Д. Лоскутовой. Результаты теста СЗМР позволили установить значительно более высокую скорость сложной зрительно-моторной реакции, ее точность, а также стабильность ее поддержания у футболистов по сравнению со студентами, не занимающимися спортом. Более высокая скорость реагирования у футболистов проявляется в условиях реакции выбора, которая характерна для специфики игровых видов спорта. По-видимому, высокая скорость реакции в данных условиях позволяет футболистам быстрее принимать верные решения и на их основе реализовывать различные технико-тактические действия.

Изучение взаимосвязи показателей зрительно-моторных реакций у футболистов с уровнем поддержания ПБ в статических и динамических условиях позволило установить некоторые особенности. При поддержании ПБ в двухопорной стойке с ОГ выявлена значительно меньшая скорость и площадь перемещений ЦД у футболистов с высокой точностью в тесте СЗМР по сравнению с низкой. Других достоверных межгрупповых различий выявлено не было, однако тенденция к более эффективному поддержанию позы все же отмечена у футболистов с более высокой точностью. При отключении зрительного контроля, более высокий уровень поддержания ПБ также отмечается у футболистов с высокими значениями

коэффициента точности Уиппла в тесте СЗМР, что выражается в значительно меньшей площади и скорости девиаций ЦД. Напротив, наиболее низкий уровень поддержания ПБ в стойке с ЗГ зафиксирован у футболистов с низкой и очень низкой точностью. С поддержанием ПБ в ОС аналогично лучше справлялись футболисты, которые имели высокую точность в тесте со СЗМР. У футболистов с очень низкой точностью по Уипплу, напротив, отмечается наименьший уровень поддержания ПБ в одноопорной стойке. С поддержанием позы в условиях выполнения динамического теста лучше справлялись футболисты, которые характеризовались высоким УФВ по сравнению с теми футболистами, которые имели низкий УФВ.

Наибольшая степень и количество межгрупповых различий в результатах стабилметрических тестов, в зависимости от показателей простой и сложной зрительно-моторных реакций, отмечаются в усложненных условиях поддержания позы. В двухопорной стойке с ОГ зафиксировано наименьшее количество межгрупповых различий по эффективности поддержания позы. По-видимому, это может быть связано с тем, что переход к поддержанию ПБ в более сложных поструральных условиях сопровождается необходимостью вовлечения центральных механизмов пострурального контроля (коры больших полушарий), а также большей мобилизацией когнитивных ресурсов, например, внимания [13, 20]. В этом случае низкая точность зрительно-моторных реакций и более низкий уровень функциональных возможностей ЦНС, по-видимому, не могут обеспечивать эффективное поддержание ПБ. Как следствие, данные футболисты хуже поддерживают ПБ в стойке с депривацией зрительного анализатора, меньшей площадью опоры, а также в динамических условиях.

Низкая точность зрительно-моторных реакций и меньший уровень функциональных возможностей в спортивной деятельности футболистов могут отрицательно влиять на формирование и длительное поддержание работы необходимой для решения конкретных задач функциональной системы. Вероятно, одной из таких задач является эффективное функционирование поструральной системы в усложненных условиях. Футболист, характеризующийся более низким уровнем функциональных возможностей и устойчивости внимания, обладает и менее развитой способностью к эффективному поддержанию позы. Следовательно, такой футболист будет чаще проигрывать в единоборствах, а также действовать менее эффективно при манипуляциях с мячом, что, в конечном счете, отрицательно скажется на результативности команды.

Заключение

Таким образом, футболисты характеризуются значительно более высокой скоростью зрительно-моторной реакции и ее точности, а также более развитой способностью к длительному поддержанию данной скорости по сравнению со студентами-сверстниками, не занимающимися спортом, однако данные различия выявлены только в тесте со сложной зрительно-моторной реакцией и отсутствовали при оценке скорости простой реакции.

Более высокие значения коэффициента точности Уиппла в тесте СЗМР у футболистов сочетаются с более высоким уровнем поддержания ПБ в стойках, усложненных отсутствием зрительной афферентной информации, а также небольшой площадью опоры по сравнению с теми футболистами, которые имели низкую и очень низкую точность. Высокий уровень функциональных возможностей в тесте ПЗМР у футболистов сочетался с более высоким уровнем поддержания позы в динамических условиях по сравнению с футболистами, которые имели средний уровень функциональных возможностей.

В спортивной деятельности футболистов высокий уровень функциональных возможностей, а также высокая скорость и точность зрительно-моторных реакций являются важными компонентами для решения любой двигательной задачи, в том числе поддержания ПБ в статических и динамических условиях. В свою очередь, эффективное поддержание пострурального баланса в различных условиях будет способствовать обеспечению высокой игровой эффективности в спортивной деятельности у футболистов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б23М-038).

Список использованных источников

1. Postural Stability in Athletes: The Role of Age, Sex, Performance Level, and Athlete Shoe Features / A. Andreeva [et al.] // Sports. – 2020. – Vol. 8 (6). – P. 89. DOI: 10.3390/sports8060089.
2. Paillard, T. Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience / T. Paillard // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. – 2017. – Vol. 72. – P. 129–152. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2016.11.015.
3. Губа, В. П. Теория и методика футбола: учебник / В. П. Губа, А. В. Лексаков. – М.: Спорт, 2015. – 568 с.
4. Лекомцев, Д. Ф. Стабилометрические показатели футболистов различного игрового амплуа / Д. Ф. Лекомцев // Актуальные проблемы теории и практики физической культуры, спорта и туризма : материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов, Казань, 24 апр. 2018 г. / Поволжская гос. академия физической культуры, спорта и туризма; под общ. ред. Ф. Р. Зотовой. – Казань, 2018. – С. 569–571.
5. Biomechanical Aspects of the foot arch, body balance and body weight composition of boys training football / J. M. Bukowska [et al.] // International Journal of Environmental Research and Health Public. – 2021. – Vol. 18 (9). – P. 5017. DOI: 103390/ijerph18095017.
6. Комплексная оценка нейродинамических и вегетативных показателей у подростков: возрастные, гендерные и типологические особенности / О. А. Тарасова [и др.] // Физиология человека. – 2017. – Т. 43, № 1. – С. 45–54. DOI: 10.7868/S0131164616060199.
7. Малиева, Е. И. Особенности функционального состояния танцоров высокой квалификации / Е. И. Малиева, Н. Н. Захарьева // Совершенствование системы подготовки в танцевальном спорте: материалы XVII Всерос. науч.-практ. конф., Москва, 9 февраля 2017 г. / под. ред. В. А. Александровой. – С. 36–39.
8. Захарьева, Н. Н. Влияние психоэмоционального напряжения на функциональное состояние танцоров / Н. Н. Захарьева, И. Д. Коняев. – М.: Издательство «ОнтоПринт», 2020. – 292 с.
9. Губа, В. П. Сравнительный анализ психофизиологических показателей юных спортсменов, занимающихся футболом и хоккеем / В. П. Губа, В. В. Маринич // Спортивный психолог. – 2014. – №2 (33). – С. 68–74.
10. Диагностика времени моторной реакции в различных видах спорта / А. И. Грушко [и др.] // Спортивный психолог. – 2016. – № 1(40). – С. 82–87.
11. Dumas, M. Working memory and postural control: adult age differences in potential for improvement, task priority, and dual tasking / M. Dumas, M. Rapp, R. Krampe // The Journals of Gerontology: Series B. – 2009. – Vol. 64B(2). – P. 193–201. DOI: 10.1093/geronb/gbp009.
12. Dual tasking and gait in people with mild cognitive impairment. The effect of working memory / M. Montero-Odasso [et al.] // BMC Geriatrics. – 2009. – Vol. 9. – P. 41. DOI: 10.1186/1471-2318-9-41.
13. Базанова, О. М. Исследования психофизиологических показателей пострального контроля. Вклад российской научной школы. Часть I / О. М. Базанова, А. В. Ковалева // Физиология человека. – 2022. – Т. 48, № 2. – С. 113–136. – DOI: 10.31857/S0131164622020023.
14. Тишутин, Н. А. Оценка пострального баанса спортсменов в одноопорной стойке / Н. А. Тишутин // Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф.; под ред. А. В. Сысоева [и др.]. – Воронеж, 2021. – С. 524–531.
15. Кубряк, О. В. Руководство по работе с программой STPL / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский, А. В. Доброродный. – М.: Мера-ТСП, 2016. – 34 с.
16. Шутова, С. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С. В. Шутова, И. В. Муравьева // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, №. 5–3. – С. 2831–2840.
17. Лоскутова, Т. Д. Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции / Т. Д. Лоскутова // Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова. – 1975. – Т. 6, № 1. – С. 3–12.
18. Щербакова, А. Э. Функциональное состояние центральной нервной системы и физиологические реакции на стресс у педагогов с признаками эмоционального выгорания (на примере преподавателей педагогического вуза) / А. Э. Щербакова, М. А. Попова, В. В. Чистова // Журн. мед.-биол. исследований. – 2020. – Т. 8, № 4. – С. 419–426. DOI: 10.37482/2687-1491-Z035.
19. Мыльникова, И. В. Психофизиологические характеристики центральной нервной системы детей сельской местности различных этнических групп Сибири / И. В. Мыльникова, Н. В. Ефимова, О. А. Дьякович // Экология человека. – 2018. – № 7. – С. 17–23.
20. Спектральный анализ колебаний тела человека при стоянии на твердой и податливой опорах в разных зрительных условиях / Б. Н. Сметанин [и др.] // Физиология человека. – 2016. – Т. 42, №. 6. – С. 49–57.

15.06.2023

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПРОФИЛАКТИКА ПАТОЛОГИЙ, СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

УДК [796.012.1:612]-057.275

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЛАЗИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, КАК КОМПОНЕНТА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ПРИ ДИСФУНКЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

**Ю. М. Досин, д-р мед. наук, доцент,
Е. Н. Игонина, Д. В. Зарубский, магистрант,**
Учреждение образования «Белорусский государственный
педагогический университет им. М. Танка»

Аннотация

В статье рассматривается вопрос гипермобильности суставов, связанный с дисплазией соединительной ткани (СТ). Недифференцированные дисплазии СТ у молодых людей могут привести к серьезным нарушениям опорно-двигательного аппарата (ОДА), которые ухудшают качество жизни, а также ограничивают возможности занятия физкультурой и спортом. В работе представлен анализ взаимосвязи типа телосложения и распространенности фенов НДСТ у студентов при наличии и без дисфункций КС.

STUDY OF MUSCULOSKELETAL DYSPLASIAS, AS A COMPONENT OF BODY COMPOSITION DUE TO KNEE JOINT DYSFUNCTION

Y. Dosin, E. Igonina, D. Zarubskii,
Education Institution «Belarusian State Pedagogical University
named after M. Tank»

Abstract

The article discusses the issue of joint hypermobility associated with connective tissue dysplasia. Undifferentiated connective tissue dysplasia in young people can lead to serious disorders of the musculoskeletal system, which worsen the quality of life and also limit the possibilities of physical education and sports for them. The paper presents an analysis of the relationship between body type and prevalence of signs of undifferentiated connective tissue dysplasia in students with and without knee joint dysfunction.

Введение

Опорный аппарат (скелет) состоит из соединительной ткани, определяющей наряду с массой мышц и жира тип телосложения, комплекс общих и частных морфофункциональных свойств организма, характеризующих его адаптивность [1, с. 75]. При перегрузке опорного аппарата могут возникать патологические изменения в суставах, дегенеративно-дистрофические процессы (остеоартрозы), частным вариантом которых является дисфункция коленных суставов (КС), гонартрозы (ГА) [2, 3]. Травмы КС, являясь относительно частым явлением при занятиях молодежью физической культурой и спортом являются основой патогенеза ГА, требуют профилактических мер [3, 4]. Решить данную проблему медицинскими мерами недостаточно, поэтому значительная часть профилактической работы должна быть связана с медико-биологическим образованием населения, и, в частности, студенческой молодежи [5]. Студенты должны обладать знаниями о своем телосложении и строении КС для выбора вида физических упражнений и развития желаемых физических качеств, т.е. необходим индивидуально-типологический

подход [6]. Следует учитывать, что именно соединительная ткань преобладает по массе над другими тканями и определяет крепость телосложения [10, с. 128]. Уместно также сказать о неспецифических дисплазиях соединительной ткани (НДСТ), от греч. *dysplasis* – нарушение образования. Возникнув во внутриутробном периоде, они создают предпосылки нарушений функции отдельных органов и тканей под влиянием внешней среды и могут проявляться после рождения [7]. В этом плане актуален интерес исследования НДСТ как компонента телосложения и фактора риска дисфункции КС. Интерес к данному аспекту связан с ростом числа наследственных дисплазий, обусловленных патологией соединительной ткани, нарушением прочности скелета, развития кожи, клапанов сердца, сосудов и других органов, в основе нарушений которых лежат мутации генов, отвечающих за синтез белка коллагена [9]. Согласно классификации, принятой на симпозиуме (г. Омск, 1990 г.), состояния, не имеющие проявлений наследственных болезней, но сходных с ними, были названы неспецифическими дисплазиями соединительной ткани (НДСТ) [10]. Для НДСТ не установлен конкретный код в МКБ-10, однако, при всей дискуссионности концепции, наличие симптоматики заставляет многих исследователей обращаться к данной проблеме. Раннее распознавание НДСТ связано с изучением фенотипа (фенов), особенностей строения органов и тканей в основном четырех систем: сердечнососудистой, (малые аномалии сердца и сосудов), мочевыделительной, (нефроптоз, поликистоз подковообразной почки), автономной нервной и локомоторной систем [10]. Локомоторные дисплазии включают вертеброгенный синдром (нарушение осанки, сколиоз), торако-диафрагмальный синдром, (деформация грудной клетки), плоскостопие, косолапость, О- и Х-образные ноги, синдром гипермобильности суставов [9–12]. Они обнаруживаются практически у всех лиц с признаками НДСТ, снижая стабильность суставов, приводя к развитию артропатий (МКБ-10, класс XIII) [1]. В настоящее время роль локомоторных дисплазий в патогенезе ГА находит отражение в поиске взаимосвязи данной патологии на уровне генетических исследований НДСТ и дегенеративно-воспалительных поражений КС, имеющих выраженный наследственный характер. [2, 12]. Первичные ГА рассматриваются как заболевания с аутосомно-доминантным и рецессивным наследованием (возможно, связанным с X-хромосомой), а также с мутацией гена коллагена II типа (COL2A1), контролирующего этот основной структурный белок матрикса суставного хряща [2, с. 573; 13]. Анализ специальной литературы позволяет все факторы риска возникновения ГА представить двумя группами: эндогенные факторы (возраст, пол, наследственность) и экзогенные факторы (травмы, избыток массы тела, макротравматизация КС) [2, с. 574].

Цель настоящего исследования состояла в оценке особенностей телосложения и частоты фенов НДСТ у студентов факультета физического воспитания при наличии и без дисфункций КС.

Задачи исследования:

1. Дать характеристику конституции обследуемым студентам, употребив индексную оценку телосложения, оценив наличие НДСТ, гипермобильность суставов для объективизации взаимосвязи исследованных показателей.

2. С учетом полученных результатов наметить образовательную программу для студентов по профилактике дисфункции КС.

Материал и методы исследования

Общая группа обследованных лиц состояла из 61 студента дневной формы обучения, из них 29 юношей (48 %) и 32 девушки (52 %). Средний возраст студентов был равен $19,9 \pm 0,33$ года.

Проводился опрос на дисфункцию КС, осмотр телосложения по классификации М.В. Черноруцкого с антропометрией (роста, см; массы тела, кг; окружности грудной клетки, см) и расчетом индексов Пинье (крепости телосложения), Кетле (упитанности), Брока-Бругши (должной массы тела), Эрисмана (узкогрудости), индекса массы тела, гипермобильности суставов (ГМС) [15]. Выявление фенов НДСТ проводилось по существующим признакам (фенам)

НСДТ [14, с. 12–14]. Методы исследования включали вариационную статистику с использованием программы Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Все студенты были разделены на 3 подгруппы: А – с наличием травм и жалоб на дисфункцию КС (31, 51 %); Б – с жалобами на дисфункцию КС, не имеющие травм (19, 31 %); В – без жалоб на дисфункцию КС (11, 18 %).

Все исследуемые показатели юношей и девушек достоверно отличались ($p < 0,001$). По оценке сигмальных отклонений ($\pm 1\sigma$) большинство (70 %), относилось к гармоническому физическому развитию. Допустимые отклонения в развитии ($\pm 2\sigma$) относились к дефициту и избытку массы тела.

Таблица 1 – Характеристика гармоничности развития обследованных студентов с учетом возраста и пола

Мужчины, n=28			Женщины, n=33		
Рост, см	Масса, кг	ОГК, см	Рост, см	Масса, кг	ОГК, см
180,1±1,4	79±3,0	98,3±1,7	166,7±0,9	61,4±1,9	89,1±1,3
172,6–187,5	63,3–94,7	89,3–107,3	161,4–172,0	50,5–72,2	81,9–96,3

По данным соматоскопии распределение было следующим образом: 28 нормостеников (48 %), гиперстеников – 14 (23 %), астеников – 9 (15 %). Производился расчет индексов телосложения. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика физического развития и исследуемых индексов

Исследуемый показатель	Нормостеники, n=28	Гиперстеники, n=14	Астеники, n=9
Рост, см	169,4±2,70	175,9±2,20	169,7±2,20
Масса, кг	62,5±1,27	74,7±1,96	53,3±1,57
ОГК, см	89,9±0,94	96,9±1,88	84,2±0,84
Индекс Пинье, ус. ед.	19,4±1,08	6,10±0,54	33±1,02
Индекс Эрисмана, ус. ед.	4,80 ± 0,80	8,9±0,79	-0,16±1,17
ИМТ, кг/м ²	21,5±0,60	24,09±0,32	19,1±0,24
Индекс Брока-Бругша, кг	15,9±1,60	70,2±1,89	63,4±1,57
Индекс Кетле, г/см	361,1±9,16	423,6±12,8	324,3±6,54

Студенты с избыточной массой тела (10 человек, 16 %) рассматривались отдельно. Показатели роста были равны 180,5±2,57 см, массы тела 95,6±4,30 кг, окружности грудной клетки 106,5±3,48 см. Избыток массы тела в среднем составил 23,4±1,91 кг.

Среди обследованных лиц преобладали спортсмены (40 студентов, 66 %). Группу физкультурников составил 21 студент (34 %).

Студенты группы А в анамнезе имели травмы КС (31 студент, 51 %), при этом 13 из них оперировались в связи с повреждением связочного и хрящевого аппарата. В большинстве случаев травмы были получены во время тренировок, соревнований (24 случая, 40 %). Характер жалоб на дисфункцию КС у студентов исследуемых подгрупп А и Б был связан с болью, хрустом, щелчками, скованностью, ограничением и нестабильностью движений (50 случаев, 82 %). Боль была разлитая и точечная (энтезопазии), носила стрессовый характер, усиливаясь при ходьбе. Отмечена высокая подвижность надколенника у 13 студентов (21 %), у некоторых – с периодическими подвывихами. «Посттравматический стаж» составлял у 17 студентов (28,0 % от месяцев до 5 и более лет), имея вялые обострения процесса.

Наряду с телосложением у студентов исследована частота фенотипов НДСТ (таблица 3).

Таблица 3 – Частота отдельных стигм НДСТ у обследованных студентов

<i>1. Общие фены</i>		Абс. чис., %
Кожа	тонкая, ранимая, стрии, веснушки, повышенное потоотделение	30 (49)
Волосы	сухие, редкие, низкий рост волос на лбу, шее, спинке носа, в ушах, ноздрях	15 (25)
Ногти	широкие, короткие, вогнутые	20 (32)
Мышцы	гипо-, гипертрофия	4 (6)
Череп (по лицевому индексу)	Долихоцефалия	11 (18)
	Мезоцефалия	9 (15)
	Брахицефалия	36 (59)
Ушные раковины	отсутствие мочки, приращение; большие и малые мочки, низко посаженные, оттопыренные уши	21 (34)
Глаза	миопия, гиперметропия, астигматизм, голубые склеры	25 (41)
Нос	короткий, клювовидный, искривление перегородки	20 (33)
Полость рта, твердое небо	губы толстые, тонкие, язык большой, малый, небо плоское, высокое, арковидное	36 (59)
Челюсти	про-, ретрогнатия, микро- или макрогнатия; диастема верхняя, нижняя	12 (20)
Зубы	неправильная форма и расположение; «рыбий зуб», диастема	13 (21)
Шея	короткая, длинная; кривошея	26 (43)
Живот	грыжи паховые, бедренные, белой линии живота	5 (8)
<i>2. Локомоторные фены</i>		
Осанка	лордотическая, кифотическая, плоская, выпрямленная, сутуловатая, сколиотическая	23 (38)
Грудная клетка	узкая, воронкообразная, плоская; сколиотическая	28(46)
Конечности	пальцы рук короткие, длинные, ноги X- или O-образной формы, плоскостопие, косолапость	38 (62)
Надколенник	высокая подвижность, подвывих	13 (21)
Гипермобильный синдром	3 и более баллов	34 (57)

Обращает на себя внимание высокая частота фенотипов со стороны кожи (гиперэластичность, истончение, склонность к келоидным рубцам), нарушения (миопия, астигматизм, выцветшая радужка, синдром голубых склер). В анамнезе у студентов имелись операции по поводу грыж (паховых, белой линии живота), пролапс митрального клапана. Наиболее высокая частота среди стигм НДСТ со стороны опорного аппарата была у гипермобильности суставов (57 %), свидетельствующая о слабости связок, возможной подверженности микротравматизации КС.

Наличие НДСТ определяется более 5–6 фенами [11]. Подсчитав их частоту, выраженную по каждой рубрике таблицы 3, приравненную к одному баллу, мы не выявили достоверной разницы наличия фенотипов НДСТ между подгруппами А, Б и В. Показатели соответственно были практически равными ($6,67 \pm 0,71$; $6,42 \pm 0,81$; $6,18 \pm 1,04$ баллов; $p > 0,1$). Разумеется, что даже сочетание отдельных фенотипов НДСТ не может быть мерилем связи риска дисфункции КС, так как они являются лишь частным компонентом телосложения. В этом плане нас заинтересовала связь следующих количественных показателей телосложения: наличия ГМС, НДСТ, дефицита и избытка массы тела, ассоциированных с некорректируемыми факторами (пол, возраст) и корректируемыми факторами (масса тела). В связи с вышесказанным

проведен анализ связи ГМС с учетом других эндогенных факторов риска развития ГА, в частности, с крепостью телосложения, полом, возрастом.

Таблица 4 – Данные крепости телосложения (индекса Пинье) и ГМС

Исследуемый показатель	Диапазон показателей индекса Пинье, у.е.			
	до 10	11–20	21–30	31 и свыше
Количество студентов	14	15	13	9
Индекс Пинье (ИП), у.е.	6,14±0,54	15,53±0,82	23,46±0,50	33,00±1,02
Гипермобильность суставов, баллы	2,93±0,55	4,00±0,42	4,15±0,58	5,22±0,37
Коэффициент ИП/ГС	2,09	3,88	4,15	6,32

В целом данные таблицы 4 отражают закономерность увеличения ГМС в диапазоне перехода от гиперстенического к астеническому телосложению, статистическая достоверность достигает уровня высокой значимости ($p < 0,001$). Крепкое телосложение связано с прочным опорным аппаратом, в то время как ГМС обуславливает уменьшение его крепости. Кроме того, нами выявлены достоверные различия между показателями ГМС у девушек и юношей ($3,94 \pm 0,36$; $2,96 \pm 0,33$ баллов; $p < 0,05$), выразившиеся в большей ГМС у девушек при выполнении тестов, а также имеется снижение показателей ГМС с увеличением возраста, что связано с утратой эластичности связочного аппарата суставов.

При сравнении показателей ГМС в возрастных группах 18–19 лет (девушки – $4,20 \pm 0,47$ балла; юноши – $3,54 \pm 0,62$ балла; $p > 0,1$), имелось более достоверное снижение ГМС у юношей в возрасте от 18–19 лет и 20 и более лет соответственно $4,10 \pm 0,54$ балла и $2,36 \pm 0,48$ балла; $p < 0,05$. С увеличением ГМС нарастает вероятность механической перегрузки суставов, учитывая сложное строение КС, относительную подвижность активного разгибания и активного сгибания (соответственно до 180° и до $130\text{--}150^\circ$) при объеме активных движений в других плоскостях в несколько градусов.

С учетом индексов массы тела, Брока-Бругши, Кетле выявлена прямая связь, проявляющаяся в зависимости ГМС от отклонения от должной массы тела, ее увеличение ($5,22 \pm 0,37$ баллов) при дефиците и снижение при избытке массы ($1,11 \pm 0,51$ баллов; $p < 0,001$).

Избыток массы тела в специальной литературе рассматривается как фактор риска развития дегенеративно-дистрофических процессов, происходящих в результате повышенной нагрузки, падающей на суставные поверхности КС, особенно при сочетании с нарушенной осанкой О- и Х-образной постановкой оси бедра к голени, плоскостопием, высокой подвижностью надколенника, с его рецидивирующими вывихами.

Выявленные наиболее низкие показатели ГС в данной группе студентов в отличие от лиц, имеющих дефицит массы тела, обусловлены снижением критического минимума подвижности, утратой естественной кинетической гибкости организма, требующей с физиологической точки зрения активного поддержания в соответствии с возрастом.

Студенты с тяжелыми травмами КС по показателям дефицита веса ($9,6 \pm 1,1$ кг), НДСТ ($9,0 \pm 1,4$ балл) и ГМС ($3,9 \pm 1,3$) мало чем отличались от студентов-астеников ($9,0 \pm 1,12$ кг; $7,6 \pm 1,5$ балл; $5,2 \pm 0,37$ балл соответственно; $p < 0,1$) и имели достоверные отличия у студентов с избытком массы тела ($23,4 \pm 1,9$ кг; НДСТ – $5,8 \pm 0,75$ балл; ГМС – $1,11 \pm 0,51$ балл; $p < 0,05\text{--}0,01$). Таким образом, особенностью студентов с тяжелыми травмами КС, было астеническое телосложение в сочетании с умеренной ГМС значительным количеством стигм с НДСТ, дефицитом массы тела.

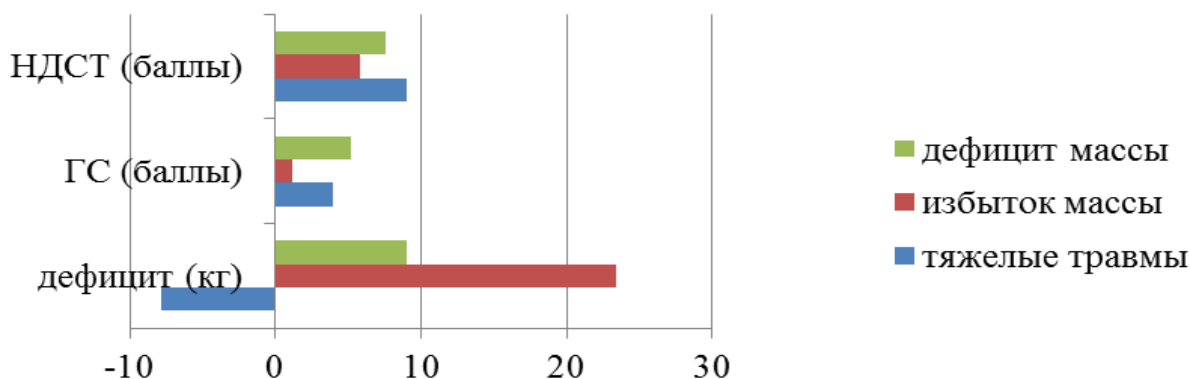


Рисунок 1 – Различия исследуемых показателей у студентов с высокой степенью травматизма, избыточным и дефицитом массы тела

Заключение

Результаты исследования могут быть сведены к следующим выводам:

- выявлены достоверные различия повышенной мобильности суставов у девушек по сравнению с юношами, снижающиеся с увеличением возраста;
- снижение крепости телосложения, дефицит массы тела сопровождается увеличением гипермобильности суставов, а избыток массы тела ведет к снижению мобильности, что может быть причиной дискомфорта коленных суставов у студентов, занимающихся ФК и СП;
- тяжелые травмы коленных суставов у студентов, занимающихся ФК и СП, обусловлены комплексом ассоциированных факторов риска (пол, возраст, телосложение, высокая частота локомоторных НДСТ, уровень гипермобильности суставов, отсутствие контроля за массой тела, сочетающегося с высокой двигательной активностью), что является предпосылкой развития ГА.

Комплексный подход, включающий изучение типа телосложения, проведения антропометрических измерений, индексных расчетов и выявление фенов НДСТ, дает наиболее полную картину предпосылок травматизации КС у студентов, занимающихся спортом.

Практические рекомендации по результатам исследования могут быть представлены образовательным компонентом, например, семинаром «Средства первичной профилактики дисфункции коленных суставов», тематический план которого должен включать ряд разделов по рассмотрению строения соединительной ткани, телосложения, морфологии коленного сустава, недифференцированных дисплазий соединительной ткани, гипермобильности суставов, спортивных травм коленных суставов.

Список использованных источников

1. Тегако, А. И. Антропология: учебное пособие / А. И. Тегако, Е. Кметинский. – М.: Новое знание, 2004. – 400 с.
2. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. X пересмотр. Том 1. – Женева: ВОЗ, 1995. – С. 643–656.
3. Ревматология: национальное руководство / под ред. Е. А. Насонова, В. А. Насоновой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 720 с.
4. Первичный гонартроз (состояние проблемы) / Ю. М. Досин [и др.] // Лечебное дело. – 2013. – № 2 (30). – С. 74–78.
5. Досин, Ю. М. Профилактика гонартрозов при спортивной деятельности (обзор проблемы) / Ю. М. Досин, В. Е. Ягур, Т. К. Соловых // Прикладная спортивная наука. – Минск: РНЦП спорта. – 2015. – № 1. – С. 67–75.
6. Зайцев, Г. К. Потребностно-мотивационная сфера физического воспитания студентов / Г. К. Зайцев // Теория и практика физической культуры. – 1993. – № 7. – С. 21–24.
7. Нечаева, Г. И. Дисплазии соединительной ткани: основные клинические синдромы, формулировка диагноза, лечение / Г. И. Нечаева // Лечащий врач. – 2008. – № 2. – С. 2–7.

8. Пищык, Н. Е. Богомолец: Серия биографий (Жизнь замечательных людей). – М.: Молодая гвардия, 1964. – 224 с.
9. Трисветова, Е. Л. Наследственные дисплазии соединительной ткани: учеб. пособие / Е. Л. Трисветова, А. А. Бова. – Минск: БГМУ, 2001. – 84 с.
10. Трисветова, Е. Л. Клинические проявления при недифференцированной дисплазии соединительной ткани / Е. Л. Трисветова // Здоровоохранение. – 2007. – С. 46–50.
11. Grahame, R. Joint hypermobility syndrome pain / R. Grahame // Curr Headache Rep. – 2009. – №13. – P. 427–433.
12. Exercise, self_efficacy, and mobility performance in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis / В. С. Focht [et al.] // Arthritis Rheum. – 2005. – 53(5). – P. 659–665.
13. Современные представления о генезе остеоартрита / А. В. Тюрин [и др.] // Медицинская генетика. – 2013. – № 12 (3.129). – С. 3–10.
14. Физиология человека: Рабочая тетрадь: в 1 ч. Ч.2 / Ю. М. Досин, Е. Н. Игонина. – Минск: БГПУ, 2021 – 55 с.

27.11.2023

УДК 617.586

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПЛОСКОСТОПИЯ У СПОРТСМЕНОВ

И. А. Малёваная, канд. мед. наук, доцент,
Т. Н. Лукьяненко, канд. мед. наук, доцент,
О. А. Трушко, А. И. Кошеленко, В. А. Мармузевич, Д. М. Бурда,
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр спорта»;
Д. В. Пепеляев,
Учреждение «Гомельская областная клиническая больница»

Аннотация

Плоскостопие – одна из распространенных ортопедических патологий. Современные методы диагностики позволяют визуализировать уплощение сводов стоп, функциональные изменения цикла шага, что способствует ранней диагностике плоскостопия, снижению спортивного травматизма, сохранению спортивного долголетия и улучшению спортивных результатов.

Ключевые слова: плоскостопие, спортсмены, диагностика.

ADVANCED METHODS OF DIAGNOSING FLATFOOT IN ATHLETES

I. Maliovanaya, T. Lukyanenka, V. Trushko, A. Kashalenka, V. Marmuzevich,
D. Burda,
Public Institution «Republican Scientific and Practical Center of Sports»;
D. Pepeliayeu, Gomel Regional Clinical Hospital, Minsk, Belarus

Abstract

Flatfoot is one of the most common orthopedic pathologies. Modern diagnostic methods allow visualising the flattening of the foot vaults and functional changes in the stride cycle, which contributes to the early diagnosis of flatfoot, reducing sports injuries, maintaining lifelong athletic potential and improving sports performance.

Keywords: flatfoot, athletes, diagnostics.

Введение

Плоскостопие – одна из самых распространенных ортопедических патологий, имеет медицинскую и социальную значимость, является мультидисциплинарной проблемой. В настоящее время наиболее актуальной является мультифакторная теория развития плоскостопия. Вместе с наследственными факторами, причинами развития плоскостопия могут быть повреждения анатомических структур стопы,

неврологическая патология, статические перегрузки и др. Важное значение имеет ношение нерациональной обуви и общая перегрузка нижних конечностей. Стоит отметить, что структурные изменения стопы в биомеханической цепи опорно-двигательной системы ведут к искажению восприятия сенсорной информации и формированию нарушения паттерна ходьбы [1–5, 10, 13].

Стопа человека – уникальный анатомический комплекс со сложной биомеханикой. Основными функциями стопы являются опорная, рессорная, балансирующая, толчковая. Благодаря своему строению стопа представляет собой рессорную структуру, которая является опорой всего тела. При этом основными точками опоры являются: спереди – головки плюсневых костей (преимущественно первой и пятой плюсневых костей), сзади – пяточная кость. Травматические повреждения пяточной кости, как одной из основных опорных структур стопы, способствуют уплощению сводов, развитию травматического плоскостопия. При этом происходит перегрузка вышележащих суставов: голеностопных, коленных и тазобедренных, перегружается мышечно-связочный аппарат, что проявляется болевыми синдромами нагрузочного характера. Уплощение сводов стопы напрямую зависит от массы тела: чем больше масса тела и, соответственно, нагрузка на стопы, тем более выражено уплощение. При рассмотрении анатомо-физиологических особенностей стопы важную роль играют возрастные особенности. В раннем возрасте (до 3-х лет) стопа эластичная, гибкая. Свод стопы формируется с возрастанием нагрузки на нижние конечности к 7–10 годам. Окончательное формирование стопы происходит к 12–14 годам. Отдельное внимание стоит уделить изучению плоскостопия у спортсменов. По статистическим данным, до 92 % спортсменов имеют изменения сводов стоп. В спортивной практике основная нагрузка во время соревновательного и тренировочного процесса приходится на нижние конечности. Таким образом, высокий уровень физических нагрузок на нижние конечности в раннем возрасте, с учетом воздействия на элементы биокинематической цепи опорно-двигательного аппарата, может потенциально влиять на развитие деформаций стопы и изменений паттерна ходьбы [1–5, 9, 10, 16].

Следовательно, ранняя диагностика состояния стопы у спортсменов и коррекция деформации имеют не только медицинскую значимость, но и являются одним из важнейших элементов учебно-тренировочного процесса для достижения спортивных результатов и сохранения спортивного долголетия [7].

В диагностике патологии стопы важную роль играет сбор анамнеза и жалоб, клинический осмотр, а также инструментальные методы диагностики, а именно: плантография, компьютерные оптические и педобарографические методы диагностики, ультразвуковая диагностика, рентгенография, рентгеновская компьютерная томография (РКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и др. Важен мультимодальный подход [2, 11, 12].

Компьютерные оптические и педобарографические методы диагностики эффективно используются для оценки анатомо-функциональных, анатомо-биомеханических изменений опорно-двигательного аппарата как в статике, так и в динамике. Метод без лучевой нагрузки является высокоинформативным и функциональным с возможностью проведения исследований в движении, как при первичных исследованиях, так и при мониторинге. Вместе с тем, в ряде случаев необходим комплексный мультимодальный подход в использовании вышеуказанных лучевых и нелучевых методов диагностики, особенно в оценке структурных изменений костей и суставов [17–19].

Современные комплексы на основе оптических компьютерных технологий позволяют уточнить характер функциональных нарушений при уплощении сводов стоп и решить вопросы объективной оценки консервативного и оперативного лечения патологии опорно-двигательной системы, способствуют контролю качества подбора индивидуальных ортопедических корректоров (стелек) для повышения качества медицинской помощи. Оптические компьютерные технологии позволяют оценить ранние нарушения в биомеханике цикла шага. Считается, что цикл шага – это промежуток, который начинается касанием пяткой одной ноги поверхности опоры до

момента следующего касания этой же пяткой опорной поверхности. Таким образом, цикл шага представляет собой сочетание шага правой и левой ногой. При этом происходит смена фазы опоры, фазы переноса и двойной опоры. Как правило, во время шага смещение центра тяжести происходит от наружного края пятки вдоль третьей плюсневой кости, далее между первым и вторым пальцем и уходит к первому пальцу стопы. При наличии уплощения сводов стопы, вальгусной деформации и укорочения ахиллова сухожилия, происходит смещение центра тяжести: перегрузка внутренней части пяточной области, а также головок второй и третьей плюсневых костей [7, 17, 21]. Деформационные изменения сводов стоп могут способствовать нарушению походки, смещению осей конечностей, перегрузке вышележащих суставов (голеностопных, коленных, тазобедренных), ранним проявлениям остеоартроза, изменениям в позвоночнике и зубочелюстной системе, а также развитию болевого синдрома, ранней утомляемости и формированию стрессового паттерна [8]. Все вышеперечисленное негативно сказывается на выносливости и результативности спортсмена на различных этапах годичного тренировочного цикла и соревновательного процесса.

При рассмотрении патологических состояний стопы у спортсменов, особый интерес занимает изучение многовекторных нагрузок в хоккее, конькобежном спорте, фигурном катании. В данных видах спорта стопа спортсмена с раннего возраста на протяжении длительного времени находится в стесненных условиях фиксации жестким коньком. При этом на протяжении ежедневных тренировок выполняются стереотипные движения скольжения и отталкивания по поверхности льда, смена ребер конька. Основные функции стопы выполняются на максимуме возможностей. С ростом спортивного стажа возрастает нагрузочная активность во время тренировочного процесса, увеличивается мышечная масса тела за счет укрепления мышц кора. Каждая тренировка и спортивное соревнование сопровождается вероятностью травматизма при общей перегрузке всех элементов опорно-двигательной системы спортсмена. Все это способствует появлению деформационных изменений в нижних конечностях. Своевременная диагностика патологической установки и деформации стопы у спортсмена является важным аспектом в профилактике спортивного травматизма, сохранении здоровья и спортивного долголетия [2, 4, 5, 9, 13].

Цель исследования – улучшить качество диагностики плоскостопия у спортсменов.

Материалы и методы исследования

На базе государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта» обследована группа спортсменов, включающая 50 человек. Доля детей с 7 до 11 лет составила 48 %, с 12 до 16 лет – 52 %. Получено информированное согласие на обследование у родителей спортсменов.

Подготовка исходной информации была основана на применении общеклинических и инструментальных методов. Общеклинический метод предполагал сбор и анализ анамнестических данных в обследованной группе пациентов путем их опроса и предварительного обследования: возраст, пол, антропометрические данные, жалобы и анамнез заболевания, вид спорта, анкетирование.

Для скрининга и дальнейшего обследования с целью выявления плоскостопия у спортсменов на базе лаборатории спортивного травматизма ГУ «РНПЦ спорта» разработана форма анкеты и QR-код для спортсменов и их родителей [2].

Проведен клинический осмотр с оценкой ортопедических показателей, обследование на оптико-топографическом комплексе для функционального анализа опорно-двигательного аппарата DIERS Famus. Наличие признаков мобильного плоскостопия оценивалось индексами Фридланда и КУ (индекса Штриттера) [1, 14, 15].

При визуальном осмотре, мануальном тестировании оценивались: вид стоп, признаки продольного и поперечного плоскостопия, кожные признаки перегрузки стоп, тесты мобильности – тест Штриттера и тест Jack, степень инверсии и эверсии стоп, тест мануальной коррекции, наличие гипермобильности суставов. Исследование проводилось при полной и частичной нагрузке на стопы, а также в разных

положениях тела. Количественно оценивалась высота стопы, длина стопы с пальцами и без пальцев, ширина передней, средней и задней частей стоп, угол Кларка и угол α (hallux valgus), общая площадь стопы и площадь зон давления стопы, с расчетом индексов, в том числе Фридланда, KY (индекса Штриттера) [1–2, 14].

Оптико-топографическое исследование выполнено на многофункциональном оборудовании для анализа опорно-двигательного аппарата DIERS Famus (DIERS Formetric 4D, DIERS Digiscan, DIERS Pedoscan, DIERS Pedogait) с комплексной оценкой параметров и интегральных индексов функционального состояния позвоночника, таза, мышечного корсета спины, движения нижних конечностей и циклов ходьбы, распределения нагрузки на различные участки стоп [17–21].

Статистическая обработка полученных в исследовании результатов проводилась с помощью пакета прикладных программ EXCEL, STATISTICA 10.0. Статистический анализ полученных данных проводили с применением параметрических и непараметрических методов в зависимости от характера распределения данных. Для характеристики групп с нормальным распределением данных вычисляли среднее арифметическое и стандартное отклонение, признаки, имеющие отличное от нормального распределения, оценивались непараметрическими методами и отражались в виде медианы и интерквартильного диапазона. За уровень статистической значимости принимался $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

При анкетировании и опросе родителей у спортсменов было выявлено сочетание деформации стоп с другой патологией органов и систем (миопия – 16 %, пролапс митрального клапана – 4 %). 62 % опрошенных имелиотягощенную наследственность по плоскостопию первой линии родства. При этом 46 % не предъявляло жалоб на наличие боли, усталости, визуальной деформации стопы. Большая часть случаев уплощения и патологической установки стоп определена впервые, что подтверждает факт отсутствия на начальном этапе развития плоскостопия клинических проявлений в виде болевого синдрома и визуальных нарушений.

Спортивный стаж в данной группе спортсменов составил от 4 до 8 лет. В группе спортсменов распределение по видам спорта представлено на рисунке 1.

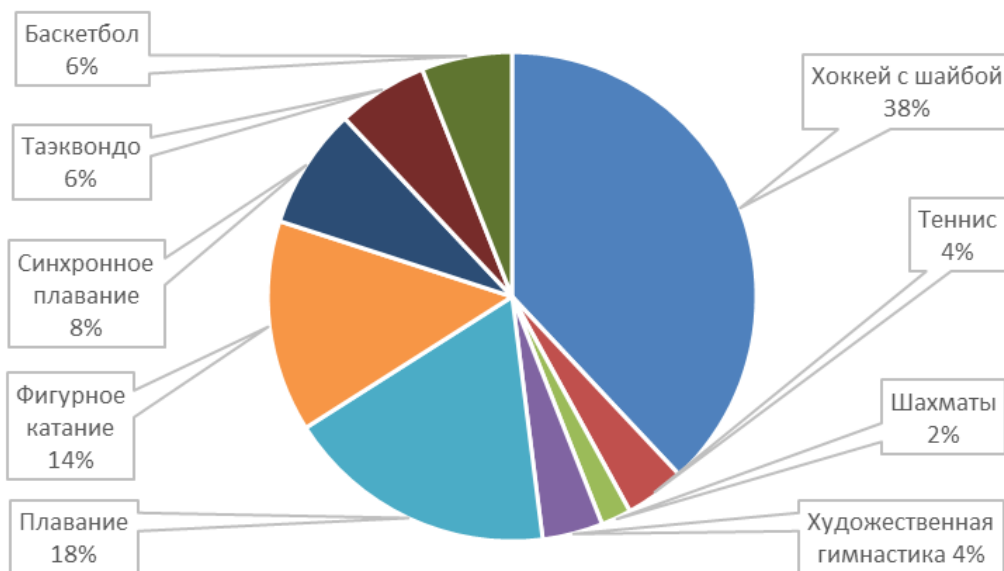


Рисунок 1 – Распределение спортсменов по видам спорта

Проведено углубленное исследование с использованием клинко-ортопедических и оптико-топографических методов на многофункциональном комплексе для анализа опорно-двигательного аппарата DIERS Famus 50 спортсменам различных видов спорта и их родителям с формированием базы данных результатов исследования.

Родителям спортсменов указанной группы выполнено оптико-топографическое исследование на DIERS Digiscan. При изучении данных родителей спортсменов получены следующие результаты: у 20 % обследуемых родителей выявлено вальгусная деформация, у 28 % – признаки продольного плоскостопия, у 8 % – признаки поперечного плоскостопия и у 8 % – признаки комбинированного плоскостопия.

При клинико-ортопедическом осмотре и оптико-топографических исследованиях у спортсменов уплощение сводов стоп сочеталось с иными деформациями, а именно: поперечная распластанность стоп – 16 %, приведенная стопа – 8 %, hallux valgus – 52 % случаев, сочетание поперечной распластанности с genu valgum – 4 %, hallux valgus с genu valgum – 4 %, с рекурвацией голени в 16 % случаев.

Распределение по виду стопы в данной группе следующее: египетская стопа – 64 %, греческая – 24 %, прямоугольная стопа – 12 %. При осмотре подошвенной поверхности стоп были выявлены кожные проявления перегрузки стоп, а именно: оомозолелости – 40 %, потертости – 12 %.

При проведении мануального тестирования выполнялись тест Штриттера и тест Jack, тест мануальной коррекции, оценка степени инверсии и эверсии стоп, наличие гипермобильности суставов. Значения тестирования Штриттер достигали до уровня Штриттер 1 ст. в 96 % случаев. Полученные данные также подтверждены тестом Jack, тестом мануальной коррекции, эверсией и инверсией стоп. При оценке индекса Фридланда плоскостопие наблюдалось в 16% случаев, пониженный свод стопы – в 76 % и высокий свод – в 8 % случаев. Гипермобильность суставов отмечалась у 48 % спортсменов.

Для комплексной оценки в отдельных клинических случаях использовали данные рентгенологического исследования с оценкой планиметрических показателей взаимоотношения сложных анатомо-биомеханических структур стопы (в том числе величина угла и высоты продольного свода стопы, угловые показатели среднего и переднего отделов стопы и др.), а также данные РКТ, МРТ с визуализацией изменений костей, суставов, мышц, капсулярно-связочного аппарата, что особенно важно при травматических изменениях, вариантах анатомического строения. Рентгенологические исследования незаменимы в экспертных вопросах. При рентгенологических исследованиях (в том числе в ортостатическом положении, при нагрузке, с выполнением функциональных исследований) оцениваются вышеуказанные показатели, однако метод несет лучевую нагрузку, что важно учитывать при мониторинге у детей и подростков. Данные рентгенологического исследования стоп представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Данные рентгенологического исследования стоп в прямой и боковых проекциях в ортостатическом положении под нагрузкой. Спортсмен 13 лет, стаж занятий спортом 6 лет (хоккей с шайбой)

Всем спортсменам проведено углубленное исследование с использованием оптико-топографических методов на многофункциональном комплексе для анализа опорно-двигательного аппарата DIERS Famus.

При оптико-топографическом исследовании с помощью системы DIERS Formetric 4D, DIERS Pedogait оценивали участки перегрузки обеих стоп, изменения центра тяжести тела, углы разворота стоп, площадь поверхности каждой стопы, распределение давления на передний и задний отделы стопы, правую и левую стопу в процентном соотношении, углы кифоза и лордоза, сколиотической деформации позвоночника.

Результаты оценки биомеханических нарушений опорно-двигательного аппарата с помощью системы DIERS Pedoscan у спортсменов представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1 – Показатели DIERS Pedoscan в возрастной группе 7–11 лет (n=24)

Показатель	Me	Q25	Q75	min	max
Нагрузка на передний отдел, %	46	33	52	27	54
Нагрузка на задний отдел, %	51	48,5	67,5	46	73
Нагрузка на левую стопу, %	50	42,5	58	46	61
Нагрузка на правую стопу, %	50	42	52,5	39	54
Площадь левой стопы, см ²	55	41,5	74,5	36	81
Площадь правой стопы, см ²	57	40	73	37	80
Ротация левой стопы, °	5	3	9,5	1	11
Ротация правой стопы, °	6	5	9,5	3	12

Таблица 2 – Показатели DIERS Pedoscan в возрастной группе 12–16 лет (n=26)

Показатель	Me	Q25	Q75	min	max
Нагрузка на передний отдел, %	45	37	52,5	28	64
Нагрузка на задний отдел, %	55	47	64	34	77
Нагрузка на левую стопу, %	50,5	48	52	46	57
Нагрузка на правую стопу, %	50	48	52	43	54
Площадь левой стопы, см ²	87	67	98,5	57	117
Площадь правой стопы, см ²	92	74	105	54	118
Ротация левой стопы, °	8	6	16	4	21
Ротация правой стопы, °	10	5	15	4	20

Распределение нагрузки на различные отделы стоп свидетельствует о перегрузках мышечно-связочного аппарата стопы, ударной нагрузке на амортизирующую функцию стопы в цепи биомеханических аспектов формирования плоскостопия.

Исследование стоп проводилось как в статическом положении с 100 % и 50 % нагрузкой (стоя на одной ноге поочередно и стоя на двух ногах), так и при ходьбе по движущейся дорожке со скоростью от 1,5 до 3 км в час. При этом использовались платформы Diers Digiscan, Diers Pedoscan, Diers Pedogait со встроенными сенсорными датчиками. Полученные данные анализировались программным обеспечением Diers Discan и были представлены в графическом формате в режиме реального времени в ходе проведения исследования. При оценке полученных данных у 48 % спортсменов преобладает перегрузка внутреннего отдела пяточной области со смещением центра тяжести медиально и увеличением опорной поверхности стопы в цикле шага. Опоропредпочтение на правую стопу. У 58 % спортсменов имела место неустойчивость на дорожке по данным стабилومتрии. При этом по полученным данным преобладает перегрузка передних отделов стопы с формированием вальгусной установки заднего отдела стопы, завалом стопы кнутри, характерной

походкой, укорочением фазы переноса и одиночной опоры цикла шага. Особое внимание обращает положение стоп хоккеистов и фигуристов, стопа которых с раннего детства находится в условиях жесткой фиксации в коньке. Стереотипные движения при скольжении на льду, выполняемые сотни и более раз за тренировку способствуют микротравматизации мышечно-связочного аппарата юного спортсмена и перегрузке сводов стопы, а при тенденции к плоскостопию данные нагрузки способствуют негативному влиянию на состояние связочного аппарата стоп и прогрессированию патологического паттерна ходьбы. Данные компьютерной оптической топографии (Diers Pedogait) представлены на рисунках 3 и 4.

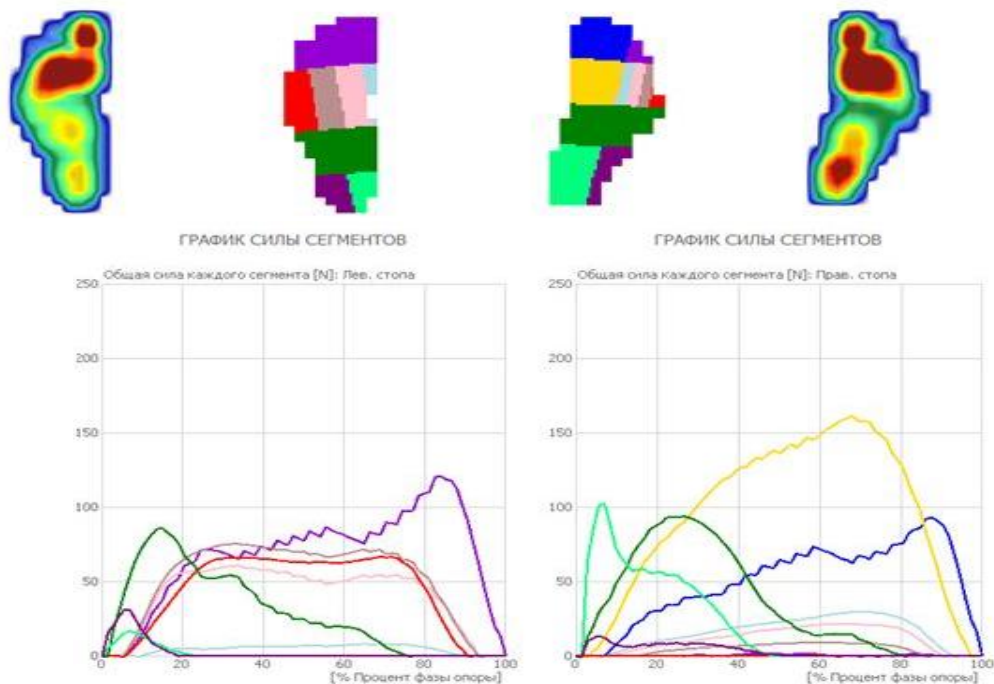


Рисунок 3 – Данные компьютерной оптической топографии (Diers Pedogait). Показатели давления сегментов стопы. Спортсмен 12 лет, стаж занятий спортом 6 лет



Рисунок 4 – Данные компьютерной оптической топографии (Diers Pedogait). Параметры цикла ходьбы. Спортсмен 12 лет, стаж занятий спортом 6 лет

Параллельно оценке стоп осуществлялась ранняя диагностика сочетания патологии стопы с нарушением осанки и деформацией позвоночного столба, учитывая асимметричные нагрузки и особенности поструральных установок в различных видах спорта (например – удержание спортивного инвентаря – клюшки, ракетки и др.) в течение всего тренировочного и спортивного времени. Отмечается корреляция плоскостопия с нарушением осанки и деформационными изменениями позвоночника ($r = 0,7$; $p < 0,05$).

Таким образом важна разработка программ по медицинской и педагогической профилактике возникновения и прогрессирования плоскостопия у спортсменов различных видов спорта, включающих комплексный подход обеспечения преемственности и рационального планирования диагностических, лечебных и профилактических мероприятий, в том числе индивидуальные рекомендации по соблюдению ортопедического режима, использование индивидуальных ортопедических корректоров, методов физиотерапевтического воздействия и лечебной физкультуры.

Заключение

Современные методы визуализации способствуют совершенствованию диагностических методик для оценки динамических характеристик цикла шага, изучения особенностей установки стопы в зависимости от наличия исходной патологии и влияния спортивной нагрузки на элементы стопы. Изучение характеристик цикла шага у спортсменов, получающих многовекторные нагрузки на нижние конечности, дает объективную оценку анатомо-функциональным особенностям развития плоскостопия и необходимости его ранней коррекции у спортсменов высоких достижений. На современном этапе развития медицины ранняя и качественная диагностика патологий опорно-двигательной системы играет важнейшую роль в спорте высших достижений. Применение современных технологий вносит значительный вклад в профилактику спортивного травматизма на разных этапах годичной подготовки спортсмена. Осведомленность спортивных врачей и тренерского состава о современных возможностях компьютерной диагностики деформаций стоп способствует ранней диагностике, профилактике прогрессирования деформаций стоп, продлению спортивного долголетия и повышению уровня спортивных достижений.

Список использованных источников

1. Болтрукевич, С. И. Современные аспекты диагностики и лечения деформаций стопы: моногр. / С. И. Болтрукевич, В. С. Аносов, А. Г. Мармыш. – Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2010. – 143 с.
2. Возможности визуализации закономерностей биомеханических аспектов формирования плоскостопия у спортсменов / И. А. Малеваная [и др.] // Прикладная спортивная наука: Междунар. науч.-теорет. журнал. – 2023. – № 1(17) – С. 97–103.
3. Джумок, А. А. Диагностика плоскостопия и проблема его коррекции у детей 9–10 лет, занимающихся большим теннисом / А. А. Джумок // Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2012. – № 11. – С. 24–28.
4. Диагностика уплощения сводов стоп у спортсменов на ранних этапах профессиональной подготовки / Т. Н. Лукьяненко [и др.] // Медицина и спорт: проблемы и перспективы: [тез.] Междунар. науч.-практ. конф., Ташкент, 13–14 окт. 2023 г. – [Опубл. в журн.] Тиббиёт ва спорт = Medicine and sport. – 2023. – № 3. – С. 151–152.
5. Затравкина, Т. Ю. Плоскостопие у детей: этиопатогенез и диагностика / Т. Ю. Затравкина, С. А. Рубашкин, М. М. Дохов // Саратов. науч.-мед. журн. – 2018. – Т. 14, № 3. – С. 389–395.
6. Исследование особенностей стопы у юных хоккеистов [Электронный ресурс] / А. И. Федосов [и др.] // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов, IV Всерос. форума мед. и фармацевт. ВУЗов «За качественное образование», Екатеринбург, 10–12 апр. 2019 г.: в 3-х т. – Екатеринбург, 2019. – Т. 1. – С. 804–808. – Режим доступа: https://elib.usma.ru/bitstream/usma/3857/1/USMU_Sbornik_statei_2019_1_185.pdf. – Дата доступа: 20.10.2023.

7. Лашковский, В. В. Количественная оценка педобарографических данных при плоско-вальгусной деформации стопы у детей / В. В. Лашковский, М. И. Игнатовский // Медицинские новости. – 2012. – № 7. – С. 69–71.
8. Матюнина, Ю. В. Применение индивидуальных стелек-ортезов Труфит-спорт для коррекции плоскостопия, как элемента комплексной профилактики спортивного травматизма / Ю. В. Матюнина, Э. В. Науменко, А. В. Фадеев // Методы оценки и повышения работоспособности у спортсменов: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 13–14 июня 2013 г. – СПб., 2013. – С. 52–54.
9. Налобина, А. Н. Состояние сводов стопы у хоккеистов / А. Н. Налобина, Д. С. Сулейманова, А. А. Крученко // Вестн. Моск. город. педагог. ун-та. Сер.: Естеств. науки. – 2021. – С. 79–86.
10. Особенности биомеханической и иннервационной структуры ходьбы у здоровых детей раннего возраста / Т. Т. Батышева [и др.] // Рос. журн. биомеханики. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 434–443.
11. Плоскостопие, диагностика, патогенез и военно-врачебная экспертиза / О. В. Слипченко [и др.] // Вопр. воен.-врачеб. экспертизы. – 2014. – № 3. – С. 45–49.
12. Райзер, М. Лучевая диагностика. Костно-мышечная система: пер. с англ. / М. Райзер, А. Баур-Мельник, К. Гласер; под общ. ред. Н. Б. Петровой. – М.: МЕДпресс-информ, 2011. – 384 с.
13. Ранняя диагностика и возможности реабилитации спортсменов с плоскостопием / И. А. Малёваная [и др.] // Инновационные технологии спортивной медицины и реабилитологии : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26–27 окт. 2023 г. / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: Т. А. Морозевич-Шилюк [и др.]. – Минск, 2023. – С. 140–145.
14. Самушия, К. А. Алгоритм оценки мобильных деформаций стоп спортсменов: учеб.-метод. пособие / К. А. Самушия, О. В. Петрова, Г. В. Попова. – Минск: БелМАПО, 2022. – 37 с.
15. Шерхова, Д. З. Плоскостопие. Клинические проявления, диагностика и лечение / Д. З. Шерхова, В. С. Гамаонова // Молодой ученый. – 2023. – № 4. – С. 137–139.
16. Carr, J. B. 2nd. Pediatric Pes Planus: a state-of-the-art review / J. B. Carr 2nd., S. Yang, L. A. Lather // Pediatrics. – 2016. – Vol. 137, № 3. – DOI: 10.1542/peds.2015-1230.
17. DIERS digiscan. Built-in podoscope and foot scan system [Electronic resource] // Diers Biomedical Solutions. – Mode of access: <https://diers.eu/ru/diers-digiscan/>. – Date of access: 20.10.2023.
18. DIERS formetric 4D. The pioneer technology for light-optical 3D/4D spine & posture analysis [Electronic resource] // Diers Biomedical Solutions. – Mode of access: <https://diers.eu/en/products/spine-posture-analysis/diers-formetric-4d/>. – Date of access: 20.10.2023.
19. DIERS pedoscan. Static and dynamic foot pressure measurement [Electronic resource] // Diers Biomedical Solutions. – Mode of access: <https://diers.eu/en/products/foot-analysis/diers-pedoscan/>. – Date of access: 20.10.2023.
20. Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review / H. A. Banwell [et al.] // J. of Foot and Ankle Res. – 2018. – Vol. 11. – P. 1–13.
21. Urry, S. R. Arch indexes from ink footprints and pressure platforms are different / S. R. Urry, S. C. Wearing // The Foot. – 2005. – Vol. 15, № 2. – P. 68–73.

27.10.2023

УДК 796.1: 612

РОЛЬ КРЕАТИНФОСФАТА В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

И. А. Гилеп, канд. хим. наук, доцент,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»,
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

Аннотация

В обзорной статье раскрывается роль креатинфосфата в обмене веществ и энергии. На основании литературных данных последних лет рассмотрены процессы образования креатинфосфата, его механизм действия, основные функции в организме. Описано влияние экзогенного креатинфосфата в сочетании с физической нагрузкой на организм.

THE ROLE OF CREATINE PHOSPHATE IN METABOLISM AND ENERGY REGULATION UNDER THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY

I. Gilep,

Education Institution «Belarusian State University of Physical Culture»,
Public Institution «Republican Scientific and Practical Center of Sports»

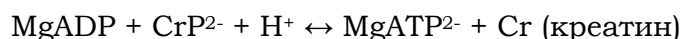
Abstract

The review article reveals the role of creatine phosphate in metabolism and energy regulation. Based on literary data of recent years, the processes of creatine phosphate formation, its mechanism of action, and main functions in the body are considered. The effect of exogenous creatine phosphate in combination with physical activity on the body is described.

Введение

Креатинфосфат впервые был выделен из мышечной ткани в 1927 году [1]. Однако изучение его роли и влияния на различные процессы в организме человека продолжается по настоящее время. Это объясняется тем, что креатинфосфат является энергетическим субстратом для быстрого синтеза АТФ в анаэробных условиях. То есть для образования АТФ не требуется кислород и участие митохондрий. В свою очередь АТФ является универсальным источником энергии в организме человека. Эта энергия необходима для синтеза веществ, мышечного сокращения, транспорта ионов [2, 3]. АТФ мало, около 4,5–5 ммоль/кг мышечной ткани. Поэтому в организме происходит постоянный его ресинтез [2]. Аэробный ресинтез осуществляется за счет окислительного фосфорилирования, анаэробный – гликолитического процесса, креатинфосфокиназной реакции. В основе креатинфосфокиназной реакции лежит синтез АТФ за счет гидролиза фосфамидной связи (N-P) креатинфосфата (CrP) [2].

Схематически эту реакцию можно записать в следующем виде:



Эта обратимая ферментативная реакция. Катализ осуществляет креатинкиназа (креатинфосфокиназа, КФК, СК) [4]. Еще в 1962 году было показано, что при

ингибировании креатинкиназы в экспериментальных моделях уровень АТФ быстро снижался, что приводило к блокировке мышечного сокращения [5].

В скелетных мышцах содержится около 90 % креатинфосфата организма человека. При этом соотношение креатинфосфата к свободному креатину составляет ~67 % к ~33 % соответственно [6, 7]. Около 2 % креатина в организме ежедневно теряется в результате неферментативного расщепления креатина до креатинина [8, 9].

Креатинфосфокиназная реакция обеспечивает быстрый синтез АТФ в ситуациях с высокой метаболической потребностью. Например, при физических нагрузках высокой мощности и интенсивности [3].

Цель данной обзорной статьи – детально раскрыть механизм креатинфосфокиназной реакции, описать роль креатинфосфата в обмене веществ и энергии и показать использование его при физических нагрузках, восстановлении и других клинических состояниях, основываясь на последних исследованиях.

Методы и организация исследования

Собраны и проанализированы результаты исследований, представленные в статьях зарубежных и отечественных авторов, касающиеся изучаемой темы. Данные о результатах исследований были систематизированы в соответствии с разделами обзорной статьи и позволили получить дополнительную интересную информацию о роли креатинфосфата.

Результаты исследования

Образование эндогенного креатинфосфата

По химической природе креатинфосфат является 2-[метил-(N'-фосфонокарбоимидоил)амино]уксусной кислотой. Синонимы – креатинфосфорная кислота, фосфокреатин. Схема строения представлена на рисунке 1 [2].

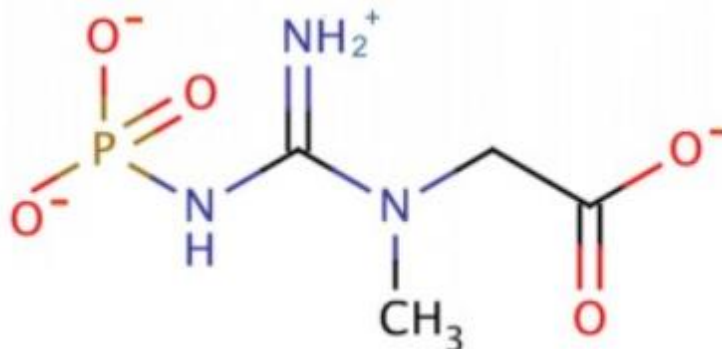


Рисунок 1 – Схема строения креатинфосфата

Образуется креатинфосфат путем фосфорилирования креатина в клетках организма человека. Большая часть его находится в цитозоле в виде относительно мобильного пула метаболитов. Спектроскопия ^1H и ^{31}P MAS ЯМР демонстрирует полный гидролиз креатинфосфата до креатина и неорганического фосфата примерно через 2 часа после удаления мышечной ткани [10]. Креатин синтезируется в почках, печени и поджелудочной железе посредством двухэтапного процесса с участием трех аминокислот: аргинина, глицина и метионина [6, 11].

Креатинфосфатный челнок

Внутри клеток креатинфосфат выполняет функции челнока между местом производства и использования АТФ. В митохондриях путем окислительного фосфорилирования образуется АТФ, который не может транспортироваться через наружную митохондриальную мембрану [12]. Поэтому в межмембранном пространстве митохондрий АТФ фосфорилирует креатин с образованием креатинфосфата. Он транспортируется через митохондриальную мембрану в саркоплазму клеток. В саркоплазме при необходимости (например, при сокращении миофибрилл) креатинфосфат взаимодействует с АДФ и образуется АТФ и креатин. Креатин возвращается в митохондрии, где повторно фосфорилируется. [13]. Этот

процесс получил название «креатинфосфатного челнока» (рисунок 2). Фермент «креатинфосфатного челнока» – креатинкиназа. Митохондриальные изоформы креатинкиназы катализируют образование креатинфосфата в митохондриях. А миофибрилярные изоформы данного фермента отщепляют фосфатную группу от креатинфосфата и переносят на АДФ с образованием креатина и АТФ [6].

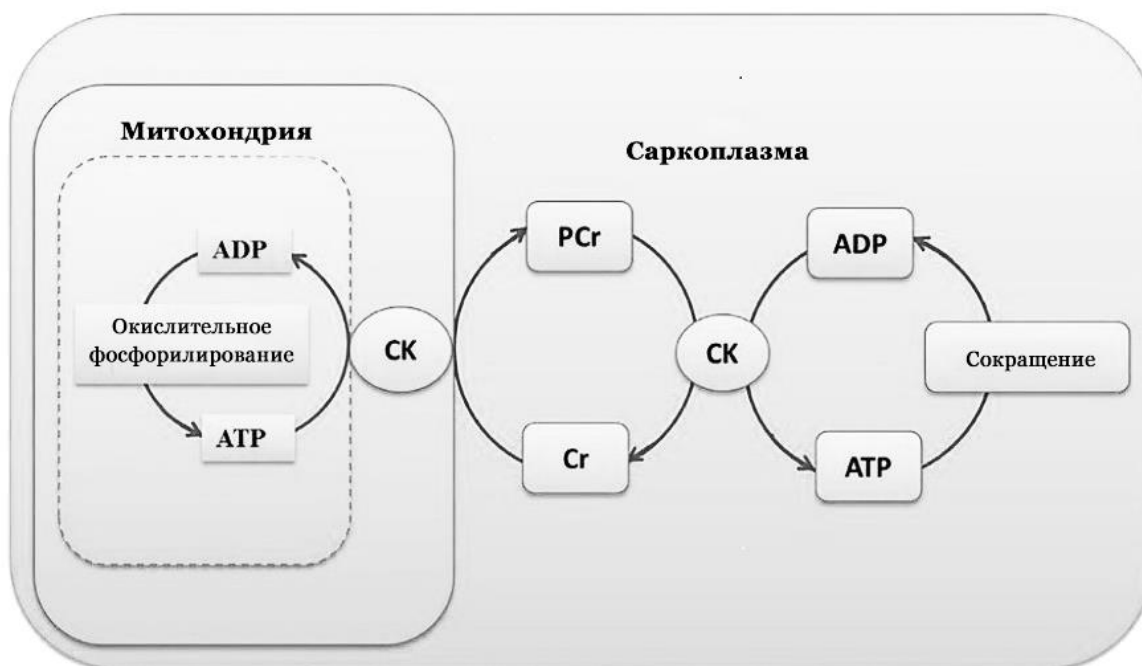


Рисунок 2 – Схема креатинфосфатного челнока

Креатинкиназа

Фермент креатинкиназа обладает тканевой и клеточной специфичностью. Основу тканевой специфичности составляют наличие двух субъединиц, из которых состоит креатинкиназа: М (muscle-type) и В (brain-type). В мышечной ткани содержится креатинкиназа, состоящая из двух М субъединиц (ММ-СК). В сердечной мышце преобладающей изоформой является гетеродимер креатинкиназы (МВ-СК). В головном мозге, почках, сперматозоидах, коже преобладает ВВ-СК изоформа. Описанная выше СК находится в цитоплазме клеток. Митохондриальная креатинкиназа расположена в межмембранном пространстве митохондрий и представлена в форме саркомерной mtСК (smtСК), экспрессируемой в основном в мышечной ткани, и универсальной mtСК (umtСК), экспрессируемой в большом количестве других клеток и тканей [14]. В головном мозге креатинкиназа наиболее интенсивно экспрессируется в областях с более высоким уровнем активности, таких как гиппокамп и мозжечок [15].

Основные функции в организме

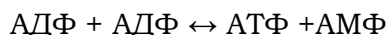
– Основная функция креатинфосфата – энергетическая. Уже на 0,5–0,7 с. интенсивной физической работы креатинфосфокиназный процесс достигает своей максимальной мощности – 3,8 кДж/кг/мин [3, 16] и на протяжении 15–30 с. играет решающую роль в энергообеспечении кратковременной работы предельной интенсивности [3]. Например, бег на 100 м, прыжки, метания, упражнения в тяжелой атлетике. Креатинфосфат быстро ресинтезируется при снижении мощности работы или в период отдыха после нагрузки, когда преобладает аэробный ресинтез АТФ. Он может полностью восстановиться за 60–120 с. [16, 17]. Повторное использование креатинфосфокиназного процесса может быть ограничено высокой концентрацией лактата и низкими значениями рН-среды, как ингибитора СК [3, 16, 18, 19]. Например, на финише легче ускориться, задействовав мощность креатинфосфокиназного процесса при беге на длинные дистанции, чем на короткие.

При этом было показано, что креатинкиназа специфически связана с гликолитическими ферментами, которые либо участвуют в образовании АТФ, например, пируваткиназа (ПК) [20], либо регулируют гликолиз, например, фосфофруктокиназа [21]. Таким образом, АТФ, которая образуется в гликолизе, может восстанавливать креатин до креатинфосфата. Это препятствует истощению креатинфосфата в анаэробных условиях и ингибированию фосфофруктокиназы (РФК), которая снижает активность при высокой концентрации АТФ. Так было показано, что мышцы пациентов с дефицитом РФК демонстрируют резкое замедление восстановления креатинфосфата после физической нагрузки [22].

– Креатинфосфат является энергетическим субстратом миокарда. Большое количество исследований сердечной недостаточности показывают истощение CrP при ишемии, аноксии, токсических кардиомиопатиях [1, 13, 24], при этом соотношение креатинфосфат/АТФ в миокарде уменьшается [23]. Также было показано, что соотношение креатинфосфат/АТФ в миокарде является значимым независимым предиктором смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (5 % при отношении CrP/АТФ>1,6; 10 % при соотношении CrP/АТФ<1,6) в многофакторном анализе пациентов с сердечной недостаточностью [24].

– CrP взаимодействует с мембранными фосфолипидами. Его противоположные заряды взаимодействуют с заряженными фосфолипидами, расположенными по обе стороны от сарколеммы [1]. Это приводит к защите и стабилизации мембраны, влияя на дополнительные мембранные процессы, такие как ионный гомеостаз и клеточная передача сигналов. Стабилизация клеточных мембран в свою очередь препятствует лизису клеток [25, 26]. Креатинфосфат и креатинкиназа стабилизируют проницаемость митохондриальных мембран [14]. Более того, показан антиоксидантный механизм действия креатинфосфата, подтвердив, что он действует на липидный бислой, организуя мембранные фосфолипиды в структуре мембраны [27]. Мембраностабилизирующий эффект креатинфосфата лежит в основе его способности защищать сердце от ишемических повреждений, окислительного стресса. Свободные кислородные радикалы считаются основными причинами повреждения миокарда, особенно при ишемии и реперфузии [1, 23].

– Креатинфосфат стабилизирует аденилаткиназную (миокиназную) реакцию. В спортивной биохимии ее рассматривают, как аварийный механизм, обеспечивающий ресинтез АТФ в условиях, когда другие пути ресинтеза АТФ малоэффективны [3]. Аденилаткиназная реакция заключается в образовании АТФ и АМФ за счет двух АДФ.



При этом АМФ легко дезаминируется с образованием инозиновой кислоты [2, 3]. Было показано, что креатинфосфат ингибирует ферменты катаболизма АМФ: АМФ-деаминазу и 50-нуклеотидазу [26]. При ингибировании активности 50-нуклеотидазы адениновая структура сохраняется в виде АМФ, а поскольку аденилаткиназная реакция образования АДФ обратима, АДФ и АТФ все равно образуются. Креатинфосфат также сохраняет пул адениновых нуклеотидов, воздействуя на синтез de novo. Креатинфосфат устраняет ингибирование АДФ фосфорибозилпирофосфатсинтазы (PRPP) – фермента, который катализирует образование фосфорибозилпирофосфата из рибозо-5-фосфата и АТФ, что приводит к ресинтезу адениновых нуклеотидов [26].

– Показано, что креатинфосфат и креатинкиназа являются основой для распределения энергии в фоторецепторах (зрение), важны для поддержания слуха [14], для нормальной работы кожных покровов [28], пролиферации и роста волос [29]. Креатинфосфат способствует термогенезу посредством стимуляции митохондриального оборота АТФ в бурой жировой ткани и связан с М2-поляризацией в макрофагах. Метаболизм креатинфосфата в белых адипоцитах нарушается в состоянии ожирения как у людей, так и у мышей. Это приводит к изменению

уровней АТФ/АДФ, что, в свою очередь, ослабляет активность 5'АМФ-активируемой протеинкиназы (АМРК). Этот фермент (АМРК) активирует транскрипцию различных провоспалительных генов, включая хемокин CCL2 [30].

Экзогенный креатинфосфат

Креатинфосфат может быть получен экзогенно с пищей. Однако он легко расщепляется в желудочно-кишечном тракте [31] и в организм человека поступает в виде креатина. К продуктам, богатым креатином, можно отнести рыбу, красное мясо, морепродукты [11, 32]. Как пищевую добавку для восстановления запасов креатинфосфата чаще используют моногидрат креатина [33]. Креатинфосфат вводится внутривенно (капельно) как быстрая энергетическая поддержка при различных стрессовых состояниях, в том числе при интенсивной физической нагрузке [1]. Чжан и др. (2015) показали, что введение CrP снижало высвобождение определенных воспалительных маркеров, таких как сывороточная креатинкиназа (СК), миелопероксидаза (МРО) и лактатдегидрогеназа (LDH) [34].

У гребцов на байдарках и каноэ с поражением опорно-двигательного аппарата, которые получали креатинфосфат болюсно по 1 г после тренировки в течение 21 дня, в регуляции сердечного ритма отмечалось увеличение тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что свидетельствовало о повышении уровня экономичности функциональных систем организма, снижении общего уровня напряжения в регуляторных механизмах адаптации [35].

Было исследовано влияние 28-дневного приема динатриевых солей креатинфосфата с экстрактом черники (PCDSB), креатина моногидрата и плацебо на показатели мышечной силы, мощности и выносливости. Во время контрольных посещений испытуемые выполняли тест на усталость Торстенссона и Карлссона, который состоял из 50 максимальных односторонних, концентрических, изокинетических разгибаний левой ноги при 180°. Показано, что 28-дневный прием PCDSB не повлиял на массу тела, однако привел к увеличению мышечной силы [36].

Многочисленные исследования применения креатиновых добавок свидетельствуют о повышении внутримышечного креатинфосфата, улучшении буферной емкости крови, усилении ресинтеза гликогена, уменьшении окислительного стресса и воспаления [37]. Таким образом, креатиновые добавки положительно влияют на силу, быстроту, выносливость. Ускоряют восстановление после нагрузок и улучшают биохимические показатели, связанные с состоянием утомления [37]. Однако считается, что креатиновые добавки способствуют задержке воды внутриклеточной и общей, что может приводить к увеличению массы тела [38].

Показано, что креатин может влиять на физическую работоспособность, увеличивая повторное поглощение кальция саркоплазматическим ретикулумом, тем самым усиливая цикличность миофибрилярных поперечных мостиков и развитие силы [39, 40]. Кроме того, креатинфосфат действует как внутриклеточный буфер, так как при его гидролизе расходуется ион водорода [6]. При выполнении ступенчатого велоэргометрического теста (увеличение на 30 Вт каждые 3 минуты) прирост лактата в крови в конце каждого этапа был ниже при употреблении креатина (4 раза в день по 5 г креатина + 15 г глюкозы) [41]. По мнению авторов, этот эффект обусловлен сочетанием снижения зависимости от анаэробного гликолиза (из-за большей зависимости от креатинфосфатной системы) и увеличения буферной емкости.

Кроме того, пловцы (n = 19), получавшие 10 г креатина в день (вместе с углеводами в течение 7 дней), улучшили свой результат последних 50 м во время заплыва на 400 м по сравнению с контрольной группой [42]. Кроме того, кратковременный прием креатина (6 г/день в течение 5 дней) повышал анаэробные показатели (спринтерские интервалы) на 18 % без ухудшения выносливости у триатлонистов и не влиял на потребление кислорода или уровень лактата в крови (оценивали после каждого интервала) [43].

Было показано, что добавки креатина в сочетании с физическими упражнениями улучшают мышечную деятельность у пожилых мужчин и женщин в постменопаузе [44, 45], а также повышают минеральную плотность костей у здоровых пожилых мужчин [46].

Но именно инфузионный креатинфосфат целесообразно использовать в качестве кардиопротектора для лечения и профилактики ишемических повреждений миокарда [47–49]. Исследования *in vitro* и *in vivo* на ишемизированном миокарде [1] показало, что концентрация экзогенного CrP 10 ммоль снижает накопление лизофосфатидилхолина и лизофосфатидилэтанолamina в клетках, тем самым стабилизируя клеточные мембраны миокарда и предотвращая аритмии. Креатинфосфат уменьшал некроз ткани миокарда и сохранял нормальный метаболический, энергетический баланс [1].

В настоящее время появляется все больше свидетельств того, что креатин может выступать в качестве антидепрессанта [50–52], так как нарушения в синтезе, хранении и использовании энергии мозга связаны с развитием и поддержанием депрессивных состояний.

Важно отметить, что креатинфосфат не включен в список запрещенных субстанций, не является допингом. В Республике Беларусь (РБ) зарегистрирован препарат Креатинфосфат (фосфокреатин, креатинфосфата динатриевая соль) 1 г – лиофилизат для приготовления раствора для инфузий (СП ООО «ФАРМАЭНД», РБ), который широко используется у пациентов кардиохирургического профиля [53] и может быть использован, с учетом имеющихся клинических и экспериментальных данных, в спортивной медицине.

Выводы

Таким образом, роль креатинфосфата в обмене веществ и энергии важна и многогранна. Он первым включается в энергопродукцию при физической нагрузке, поддерживает работу миокарда, защищает и стабилизирует клеточные мембраны. Данные литературы свидетельствуют о способности креатинфосфата предупреждать деструктивные воздействия физической нагрузки и стресса на мышечные волокна, корректировать ряд негативных последствий интенсивных тренировок у спортсменов и может рассматриваться в качестве помощи различного уровня как лекарственное средство, не обладающее свойствами допинга в тренировочном процессе и реабилитации.

Список использованных источников

1. Gaddi, A. V. Creatine Phosphate Administration in Cell Energy Impairment Conditions: A Summary of Past and Present Research / A. V. Gaddi, P. Galuppo, J. Yang // Heart Lung Circ. – 2017. – Vol. 26, № 10. – P. 1026–1035.
2. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория знаний, 2022. – Т. 2: Основы биохимии, Биоэнергетика и метаболизм. – 636 с.
3. Биохимия мышечной деятельности: учеб. для вузов физ. восп. и спорта / Н. И. Волков [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
4. Guimarães-Ferreira L. Role of the phosphocreatine system on energetic homeostasis in skeletal and cardiac muscles / L. Guimarães-Ferreira // Einstein (Sao Paulo). – 2014. – № 12(1). – P. 126–131.
5. Cain, D. F. Breakdown of adenosine triphosphate during a single contraction of working muscle / D. F. Cain, R. E. Davies // Biochem Biophys Res Commun. – 1962. – № 8. – P. 361–366.
6. Wyss, M. Creatine and creatinine metabolism / M. Wyss, R. Kaddurah-Daouk // Physiol Rev. – 2021. – Vol. 80. – P. 1107–1228. – Mode of access: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10893433/>. – Date of access: 10.09.2023.
7. Variables influencing the effectiveness of creatine supplementation as a therapeutic intervention for sarcopenia / Candow D [et al.] // Front Nutr. – 2019. – Mode of access: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31448281/>. – Дата доступа: 10.09.2023.
8. Ostojic, S. M., Perspective: creatine, a conditionally essential nutrient: building the case / S. M. Ostojic, S. C. Forbes // Adv Nutr. – 2022. – № 8. – P. 1334–1337.
9. Metabolic basis of creatine in health and disease: a bioinformatics-assisted review. D. A. Bonilla [et al.] // Nutr. – 2021. – Mode of access: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/4/1238/htm>. – Дата доступа: 10.09.2023.
10. Resolution of creatine and phosphocreatine ¹H signals in isolated human skeletal muscle using HR-MAS ¹H NMR. / J. H. Chen [et al.] // Magn Reson Med. – 2008. – № 59(6). – P. 1221–1224.

11. Functions and effects of creatine in the central nervous system / Andres R.H. [et al.] // *Brain Res. Bull.* – 2008. – № 76 – P. 329–343.
12. Bessman, S. P. The creatine-creatine phosphate energy shuttle / S. P. Bessman // *Ann Rev Biochem.* – 1985. – № 54. – P. 831–862.
13. Strumia, E. Creatine phosphate: pharmacological and clinical perspectives / E. Strumia, F. Pelliccia, G. D'Ambrosio // *Adv Ther.* – 2012. – № 29(2). – P. 99–123.
14. Wallimann, T. The creatine kinase system and pleiotropic effects of creatine / T. Wallimann, M. Tokarska-Schlattner, U. Schlattner // *Amino Acids.* – 2011. – № 40 (5). – P. 1271–1296.
15. 'Hot spots' of creatine kinase localization in brain: Cerebellum, hippocampus and choroid plexus / P. Kaldis [et al.] // *Dev. Neurosci.* – 1996. – № 18. – P. 542–554.
16. Hargreaves, M. Skeletal muscle energy metabolism during exercise / M. Hargreaves, L. L. Spriet // *Nat Metab.* – 2020. – №. 2(9). – P. 817–828.
17. The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man / R. C. Harris [et al.] // *Pflugers Arch.* – 1976. – № 367. – P. 137–142.
18. Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise // M. L. Parolin [et al.] // *Am. J. Physiol.* – 1999. – № 277. – P. E890–E900.
19. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise / Gaitanos, G. [et al.] // *C. J. Appl. Physiol.* – 1993. – № 75. – P. 712–719.
20. Dillon, P. F. The theory of diazymes and functional coupling of pyruvate kinase and creatine kinase / P. F. Dillon, J. F. Clark // *J Theor Biol.* – 1990. – № 143. – P. 275–284.
21. Coupling of creatine kinase to glycolytic enzymes at the sarcomeric I-band of skeletal muscle: a biochemical study in situ / T. Kraft [et al.] // *J Muscle Res Cell Motil.* – 2000. – № 21. – P. 691–703.
22. Impaired aerobic glycolysis in muscle phosphofructokinase deficiency results in biphasic post-exercise phosphocreatine recovery in ³¹P magnetic resonance spectroscopy / T. Grehl [et al.] // *Neuromuscul Disord.* – 1998. – № 8. – P. 480–488.
23. Беловол, А. Н. Энергетический метаболизм миокарда при сердечной недостаточности и возможности медикаментозной коррекции / А. Н. Беловол, И. И. Князькова // *Практична ангиологія.* – 2012. – № 1/2. – С. 11–18.
24. Cardiac high-energy phosphate metabolism in patients with aortic valve disease assessed by ³¹P-magnetic resonance spectroscopy / Neubauer S. [et al.] // *J Investig Med.* – 1997. – № 45(8). – P. 453–462.
25. Phosphocreatine Interacts with Phospholipids, Affects Membrane Properties and Exerts Membrane-Protective Effects / M. Tokarska-Schlattner [et al.] // *PLoS One.* – 2012. – № 7(8). – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3422282>. – Дата доступа: 10.09.2023.
26. Molecular cellular aspects of the cardio protective mechanism of phosphocreatine / V. A. Saks [et al.] // *Biokhimiia.* – 1992. – № 57(12). – P. 1763–1784.
27. Conorev, E. A. Improvement in contractile recovery of isolated rat heart after cardioplegic ischemic arrest with endogenous phosphocreatine: Involvement of antiperoxidative effect / E. A. Conorev, V. G. Sharov, V. A. Saks // *Cardiovasc Res.* – 1991. – № 25. – P. 164–171.
28. Zemtsov, A. Skin phosphocreatine / A. Zemtsov // *Skin Res Technol.* – 2007. – № 13. – P. 115–118.
29. Creatine kinase and creatine transporter in normal, wounded, and diseased skin / U. Schlattner [et al.] // *J Invest Dermatol.* – 2002. – № 118. – P. 416–423.
30. Impaired phosphocreatine metabolism in white adipocytes promotes inflammation / S. Maqdasy [et al.] // *Nat Metab.* – 2022. – № 4(2). P. 190–202. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8885409>. – Date of access: 10.09.2023.
31. Clark, J. F. Creatine and phosphocreatine: a review of their use in exercise and sport / J. F. Clark // *J Athl Train.* – 1997. – № 32(1). – P. 45–51.
32. Kreider, R. B. Bioavailability, efficacy, safety, and regulatory status of creatine and related compounds: a critical review / R. B. Kreider, R. Jäger, M. Purpura // *Nutrients.* – 2022. – № 14. – Mode of access: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35268011/>. – Date of access: 10.09.2023.
33. Creatine and creatine forms intended for sports nutrition / S. Andres [et al.] // *Nutr. Food Res.* – 2017. – Vol. 61. – № 6. – P. 1271–1296.
34. Zhang, W. Protective effects of phosphocreatine administered post-treatment combined with ischemic post-conditioning on rat hearts with myocardial ischemia/reperfusion injury / W. Zhang, H. Zhang, Y. Xing // *J Clin Med Res* – 2015. – № 7(4) – P. 242–247.
35. Лагутин, М. П. Влияние метаболического препарата неотон на регуляцию сердечного ритма у спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата – гребцов на

байдарках и каноэ / М. П. Лагутин, Н. Б. Котелевская // Адаптивная физическая культура. – 2015. – № 4 (64). – С. 10–14.

36. The effects of phosphocreatine disodium salts plus blueberry extract supplementation on muscular strength, power, and endurance / J. P. V. Anders [et al.] // J Int Soc Sports Nutr. – 2021. – № 18(1). – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8427883/>. – Date of access: 10.09.2023.

37. Creatine supplementation and endurance performance: surges and sprints to win the race / S. C. Forbes [et al.] // J Int Soc Sports Nutr. – 2023. – № 20(1). – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10132248/>. – Дата доступа: 10.09.2023.

38. Branch, J. D. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis / J. D. Branch // Int J Sport Nutr Exerc MetabInt J Sport Nutr Exerc Metab. – 2003. – № 13. – P. 198–226.

39. Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show? / J. Antonio [et al.] // J Int Soc Sports Nutr J of the Int Soc of Sports Nutr. – 2021. – № 18. – P. 1–17.

40. International society of sports nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine / Kreider RB. [et al.] // J Int Soc Sports Nutr J of the Int Soc of Sports Nutr. – 2017. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5469049/>. – Date of access: 10.09.2023.

41. Oral creatine supplementation's decrease of blood lactate during exhaustive, incremental cycling / J. M. Oliver [et al.] // Int J Sport Nutr Exerc MetabInt J Sport Nutr Exerc Metab. – 2013. – № 23. – P. 252–258. – Mode of access: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23164647/>. – Date of access: 10.09.2023.

42. Anomasiri, W. Low dose creatine supplementation enhances sprint phase of 400 meters swimming performance / W. Anomasiri, S. Sanguanrungsirkul, P. Saichandee // J Med Assoc Thail. – 2004. – № 87. – P. S228–S232.

43. Creatine supplementation in endurance sports / M. Engelhardt [et al.] // Med Sci Sport Exerc. – 1998. – № 30. – P. 1123–1129.

44. Creatine supplementation improves muscular performance in older men / L. A. Gotshalk [et al.] // Med Sci Sports Exerc. – 2002. – №. 34. – P. 537–543.

45. Creatine supplementation stimulates collagen type I and osteoprotegerin secretion of healthy and osteopenic primary human osteoblast-like cells in vitro / I. Gerber [et al.] // Bone. – 2008. – № 42. –P. S21.

46. Creatine monohydrate and resistance training increase bone mineral content and density in older men / P. D. Chilibeck [et al.] // J Nutr Health Aging. – 2005. – № 9. – P. 352–353.

47. Терещенко, С. Н. Эффективность неотона у больных с хронической сердечной недостаточностью в зависимости от фракции выброса левого желудочка. Субанализ исследования ВУНЕАТ. / С. Н. Терещенко, И. А. Черемисина, А. А. Сафиулина // Российский кардиологический журнал. – 2022. – № 27(11). – Mode of access: <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5276>. – Дата доступа: 10.09.2023.

48. Михин, В. П. Эффективность креатинфосфата в составе комплексной терапии у больных с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST / В. П. Михин, Т. А. Николенко, Н. И. Громнацкий // Лечебное дело. – 2020. – № 1. – С. 64–70.

49. Creatine deficiency and heart failure. / D. A. Franco [et al.] // Heart Fail Rev. – 2022. – № 27(5). – P. 1605–1616.

50. Creatine for the Treatment of Depression / B. M. Kious [et al.] // Biomolecules. – 2019. – № 9. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6769464/>. – Date of access: 10.09.2023.

51. Allen P. J. Creatine metabolism and psychiatric disorders: Does creatine supplementation have therapeutic value? / P. J. Allen // Neurosci. Biobehav. Rev. – 2012. – № 36. – P. 1442–1462.

52. Pazini F. L. The possible beneficial effects of creatine for the management of depression / F. L. Pazini, M. P. Cunha, A. L. S. Rodrigues // Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiatry. – 2019. – № 89. – P. 193–206.

53. Кежун, Л. В. Кардиометаболическая терапия при COVID-19 инфекции / Л. В. Кежун // Медицинские новости. – 2021. – № 9. – С. 30–34.

12.09.2023

АРГИНИН ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ: СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ, ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ

Д. К. Зубовский, канд. мед. наук,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

Аннотация

В статье дается обзор рисков использования спортсменами биологически активных добавок, на примере активного вещества аминокислоты аргинин, в качестве средств расширения адаптационных возможностей организма. Характеризуются способы трансдермального введения лекарств и возможности нового комплексного физиофармакологического метода функциональной реабилитации спортсменов – термомагнитофореза аргинина.

ARGININE FOR ATHLETES: STATE OF THE ISSUE, DEFINITION OF TASKS, TECHNOLOGY OF SOLUTION

D. Zubovskii,

Education Institution «Belarusian State University of Physical Culture»

Abstract

The article provides an overview of the risks of athletes using dietary supplements as a means of expanding the body's adaptive capabilities using the active ingredient amino acid arginine as an example. The methods of transdermal administration of drugs and the possibilities of a new complex physiopharmacological method of functional rehabilitation of athletes – arginine thermomagnetoforesis are characterized.

Известно, что интенсивные тренировочные и соревновательные нагрузки могут приводить к истощению адаптационных возможностей организма и к стагнации или снижению результатов спортсменов. Одним из путей преодоления этих ситуаций является применение средств, способствующих расширению границ адаптации организма к нагрузкам. Распространенными средствами обеспечения дополнительными энергоресурсами и питательными веществами для сохранения и улучшения спортивных результатов являются биологически активные добавки (далее – БАД): на их использование в период высоких нагрузок указывают от 80 % до 100 % опрошенных спортсменов [1, 2].

Несмотря на то, что спортсмены в приеме БАД проблемы не видят [2], в самом подходе к их применению содержится противоречие: с одной стороны, признаются возможности БАД в функциональной реабилитации спортсменов [3], а с другой – применение БАД таит опасности, которые могут привести не только к ухудшению функционального состояния спортсменов, но и нанести вред здоровью и спортивной карьере [4, 5].

Допинговые риски при бесконтрольном и бессистемном приеме БАД связаны, прежде всего, с возможным содержанием в них запрещенных в спорте веществ, не указанных на этикетках продукта [1, 6]. По различным данным это наблюдалось в 11,6 %–58 % протестированных легкодоступных БАД [1, 7]. Наиболее распространено загрязнение БАД анаболическими агентами: до 44 % образцов БАД, согласно статистике WADA [8]. Также часто присутствуют в БАД, составляя до 89 % всех случаев обнаружения запрещенных субстанций, стимуляторы центральной нервной системы [9, 10] и бета-2-агонисты (бронходилататоры) [11].

Следующий аспект проблемы связан с реально отмечаемым [12] содержанием в БАД фактических доз, превышающих дозировки, указанные на этикетке. Тем не менее, несмотря на то, что опасность приема БАД и специализированных пищевых

добавок признают подавляющее большинство спортсменов [13, 14], потребление БАД не снижается, т.к. большинство элитных спортсменов стремится достичь высокого результата, невзирая на риски для здоровья.

Одними из наиболее распространенных пищевых добавок, принимаемых спортсменами, являются аминокислоты, в том числе – из самых популярных эргогенных средств – аргинин [15, 16].

Проблемы применения аргинина в спорте

Известно, что ведущее значение в энергообеспечении интенсивной мышечной работы имеет состояние кислородтранспортной функции организма, ассоциированной, прежде всего, с эффективностью кардиореспираторной системы [17, 18]. Поэтому одно из основных направлений употребления БАД спортсменами связано с увеличением потенциала системы кровообращения для активизации доставки кислорода к тканям [15, 19].

Именно поэтому так привлекательны БАД, содержащие аминокислоту L-аргинин (далее – L-A), являющуюся источником синтеза монооксида (оксида) азота (далее – NO) – одного из наиболее важных меж- и внутриклеточных молекулярных мессенджеров в различных физиологических процессах и, прежде всего, в регуляции системы кровообращения [15, 16, 20]. По выражению JO. Lundberg [21] «Сердечно-сосудистую систему можно рассматривать как «каноническую систему NO...»

Таким образом, обоснованным аргументом в пользу приема спортсменом L-A является вызываемое NO расширение сосудов, активное усиление кровотока в тканях и повышение доставки к ним кислорода, что приводит к усилению энергопроизводительности мышц, улучшению их сократительной способности и отсрочке наступления утомления [16, 20, 22, 23]. Также актуальными для спорта считаются данные о стимуляции под влиянием L-A выработки гормона роста и, следовательно, возможности увеличения мышечной массы [24]. Отметим, что из L-A образуется промежуточный продукт агматин, являющийся ноотропом и нейропротектором, улучшающим когнитивные процессы и память [25]. Агматин также участвует в выработке в печени и почках карнитина, что говорит о его жиросжигающей функции и указывает на потенциальную пользу для спортсменов [26].

В клинической медицине вышеназванные эффекты L-A используются в терапии стенокардии, сердечной недостаточности, эректильной дисфункции и др.

Объяснение роли NO в многочисленных биологических процессах стало одним из самых важных открытий века в области физиологии: в 1991 году NO был назван Молекулой Года, а в 1998 году это открытие отмечено Нобелевской премией по медицине (R.Furchgott, L.Ignarro, F.Murad).

Среднесуточная потребность в L-A составляет $4,43 \pm 2,56$ г [27, 28]. Биосинтез эндогенного L-A осуществляется из цитруллина, который синтезируется из орнитина преимущественно в почках, легких, эндотелии, скелетных мышцах. Однако главным источником синтеза клетками NO является L-A, поступающий в организм с пищей [27].

Результаты исследований указывают на возможность эффективного применения L-A как ресурса NO по примеру содержащего нитраты свекольного сока, согласно консенсусному заявлению МОК, отнесенного к добавкам с хорошими или убедительными доказательствами «...достижения преимущества для производительности при использовании в конкретных сценариях» [29]. Тем не менее, многие аспекты использования в спортивной практике L-A, как и БАД в целом, еще до конца не изучены, малодоказательны и противоречивы [16, 30].

В большинстве публикаций это связывается с разнородностью протоколов приема L-A, из-за чего его адекватные дозировки и продолжительность употребления спортсменами L-A достоверно не установлены [11, 16]. Рекомендуемые дозировки L-A варьируются по различным данным от 6–8 г/сут. (115 мг/кг веса/сут/) до 24 г/сут. и даже 30 г/сут. в течение от 4 до 8 недель [16, 31]. Разнообразие дозировок связано с индивидуальным характером видов деятельности и состояний спортсменов [16].

Отмечается даже то, что безопасный в долгосрочной перспективе уровень введения L-А взрослым в настоящее время неизвестен [32].

Немаловажное значение в рассматриваемом вопросе имеет возможность развития осложнений при приеме L-А внутрь, в особенности, при употреблении его в высоких дозах. Описываются такие осложнения приема L-А, как гипотония, герпетическая инфекция, аллергические реакции и особо – желудочно-кишечные расстройства [33]. Проанализировав результаты большого массива исследований операций, G.K.Grimble [34] отметил, что при приеме L-А внутрь большинство осложнений возникали при дозах более 9 г/сут. (>140мг/кг). Следует, однако, заметить, что высокодозное и длительное употребление L-А продиктовано его низкой биодоступностью при приеме внутрь (не более 60 %) из-за его активного поглощения бактериями кишечника [35]. Это может усугубляться при часто наблюдаемых у спортсменов дисбактериозах [36].

Уместно отметить, что во многом эти противоречия связаны не только с низкой доказательной базой (или вообще с ее отсутствием) исследований по применению пищевых добавок в спорте [37, 38], но и со сложностью обоснованного применения любых средств восстановления в различных видах спорта, значительно отличающихся биоэнергетическими характеристиками.

Таким образом, определены проблемные аспекты:

- аргинин является основным источником NO, который модулирует сосудистый тонус и, следовательно, гемодинамику. NO играет ключевую роль в координации потребности тканей в энергии с ее продукцией митохондриями; отмечается мощное антиоксидантное, противовоспалительное и антитромботическое действие NO;

- в связи с недостаточным уровнем биосинтеза эндогенного L-А при физических нагрузках с позиций физиологии спорта, использование экзогенного L-А спортсменами обосновано и востребовано спортивным сообществом;

- в клинической медицине предпочтительным путем введения L-А в организм считается его внутривенное введение, что по понятным причинам для спортсменов неприемлемо;

- традиционный пероральный путь доставки L-А в организм для повышения энергопроизводительности мышц носит опасность для здоровья спортсменов и юридически небезупречен.

Трансдермальное введение лекарств

В клинической медицине развивается способ трансдермального (чрескожного) введения лекарств (далее – ТДВА), который исключает их возможное негативное воздействие на слизистую оболочку желудка и обеспечивает непрерывное с заданной скоростью введение лекарственного вещества (далее – АВ) в течение определенного времени [39, 40].

Пассивные способы ТДВА предполагают оптимизацию состава или носителя АВ для увеличения проницаемости кожи и практически непригодны для АВ с молекулярной массой > 500 дальтон и размером молекулы – > 200–300 ангстрем [41, 42, 43]. Также при этих способах ТДВА предусматривается использование АВ с выраженной липофильностью, т.е. способностью растворяться в жирах и липидах и, в силу этого, хорошо проникать через кожу (например, нитроглицерин, барбитураты, бензодиазепины, бета-адреноблокаторы и др.) [44]. При этом АВ назначаются в относительно небольших суточных дозах; отмечались также неравномерность скорости высвобождения препарата [39] и опасность передозировки препарата [45].

Для изменений физико-химических характеристик кожи и улучшения доставки в организм АВ с различной липофильностью и разнообразной молекулярной массой разрабатываются активные методы с использованием различных химических веществ и физических факторов [40, 41, 43, 46].

Сообщается, что применение в композициях для ТДВА различных химических усилителей проницаемости кожи (диметилсульфоксид, диметилформамид, монолаураты полиэтилен- и пропиленгликоля и др.) чревато их раздражающим

действием на кожу [42, 46]. Кроме того, неизвестно их соотношение со списком запрещенных субстанций и методов WADA при использовании у спортсменов [47].

В связи с этим активно разрабатываются технологии ТДВА, где применяются внешние воздействия (электрические, механические и другие физические факторы), которые не только повышают проницаемость кожи для биомолекул (по сравнению с их пассивной доставкой ЛВ путем местного нанесения на кожу), но и ускоряют терапевтическую эффективность доставляемых ЛВ [48, 49]. При этом, однако, указывается на сложность трансдермальных пластырей, устроенных по типу планшета или многослойной пластинки, включающих ЛВ, адгезивный матрикс, ингибиторы кристаллообразования и пр. [50].

По нашему мнению, существует более рациональное решение проблемы.

В медицине давно используются физиофармакологические методы, в основе которых лежит технология фореа – введения через кожу нанесенных на нее ЛВ и биологически активных веществ с помощью лечебных физических факторов (далее – ЛФФ). Это: электрические поля и, соответственно – электрофореа; ультразвук – фонофореа; лазерное излучение – лазерофореа; магнитное поле – магнитофореа и др. Комплексное действие на организм ЛФФ и вводимых с их помощью ЛВ позволяет получить необходимый результат при уменьшении дозировки доставляемых адресно ЛВ и, тем самым, снизить вероятность или исключить вызываемые ими побочные действия [51]. Предложен и активно разрабатывается электротерапевтический метод – электропораа – введение в организм веществ через кожу под действием высокоинтенсивного короткоимпульсного электрического поля [52].

Установлено экспериментально, что ЛВ проникают через неповрежденную кожу внутриклеточным путем через кератиноциты и корнеоциты для гидрофильных или полярных молекул и через межклеточные пространства (диффузия липофильных или неполярных растворенных веществ). Прохождение молекул может происходить также через придатки кожи (придаточный путь; appendage pathway) – потовые железы и волосяные фолликулы, которые составляют только лишь около 0,1 % поверхности кожи человека [53]. Тем не менее, при использовании физических усилителей проницаемости кожи для ЛВ именно по этому пути не только осуществляется транспорт ЛВ к более глубоким участкам кожи, но придатки кожи играют роль резервуаров для хранения вводимых ЛВ [43, 46].

Для часто использующегося для этих целей электрофореа характерно применение относительно узкого спектра лекарств-электролитов с учетом полярности ионов. При фонофореа ассортимент ЛВ и глубина их проникновения большие и, в зависимости от частоты используемых ультразвуковых колебаний, составляют от 1 до 1–4 см, при этом, однако, в ткани проникает не более 3 % препарата [46].

Среди ЛФФ выделяются импульсные магнитные поля (далее – МП), обладающие максимальным для ЛФФ числом регулируемых физико-технических характеристик, определяющих при низкой энергетической нагрузке значимые лечебные эффекты МП [54]: улучшение микрогемо- и лимфоциркуляции, реокорректирующий, спазмолитический, противовоспалительный и другие эффекты. Все эти процессы развиваются как под воздействием энергии внешних МП, так и индуцируемых в жидких средах и тканях низкочастотных электрических полей и токов, способных изменять физико-химические свойства клеток и активировать биохимические и биофизические процессы. Именно поэтому считается, что магнитофореа (далее – МФ) имеет ряд биологических преимуществ перед другими активными методами фореа ЛВ [55]. Подчеркивая роль МП в качестве внешней движущей силы для диффузии растворенного вещества через кожу, Murthy (1999) дал этому процессу термин «магнитокинез» [56] и подчеркнул безопасность этого воздействия на структуру кожи при использовании МП низкой интенсивности. Однако, несмотря на высказанное мнение [57] о том, что для ТДВА с помощью МФ можно использовать практически любые ЛВ, включая гомеопатические, клиническая эффективность введения фармпрепаратов при МФ оказалась невысокой [58, 59].

Эффективным усилителем для ТДВЛ является тепло [60]. Экспериментальные исследования продемонстрировали 2–3-кратное увеличение диффузии дигидротестостерона [61], метилпарабена и кофеина [62] на каждые 7–8°C повышения температуры поверхности кожи. Увеличение диффузии ЛВ через кожу – термофорез [63] полностью зависит от температуры, а не от изменений растворимости ЛВ [62], что крайне важно для молекул размером >500 дальтон.

Опираясь на один из основных принципов физиотерапии о взаимопотенцировании эффектов при сочетанном (одновременном) воздействии двух ЛФФ на одну и ту же область человеческого тела, следует рассчитывать на синергичность действия МП и теплового фактора. Объединяющим физиологическим феноменом локального воздействия МП и тепла является выраженная активизация микрогемии – лимфоциркуляции, что играет важную роль в улучшении доставки в организм ЛВ, наносимого на кожу [64]. Технологией, сочетающей также гемостимулирующий и иммуномодулирующий эффекты импульсной магнитотерапии (далее – МТ) с общеукрепляющим и трофико-регенераторным действием тепла является термомагнитотерапия (далее – ТМТ) [65].

Таким образом, можно рассчитывать с помощью новых технических решений, применительно к новому объекту – L-аргинину, используя известный метод физиотерапии – магнитофорез лекарств, расширить его возможности и для усиления действия низкоинтенсивного импульсного МП сочетать его с одновременным регулируемым воздействием теплового фактора и разработать метод термомагнитофореза (далее – ТМФ) L-A.

Основные теоретические предпосылки для ТМФ L-A

Для эффективной трансдермальной доставки требуется молекула лекарственного вещества, которая обладает сродством и к гидрофобному роговому слою, и к гидрофильной дерме. Молекула лекарства должна быть нейтральной, так как позитивный или негативный заряд молекулы может затормозить ее продвижение через гидрофобную среду. Чтобы обеспечить необходимую скорость продвижения молекулы, она должна обладать достаточной растворимостью в гидрофобной и гидрофильной среде и быть небольших размеров (молекулярный вес не должен превышать 500 Да) [66, 67, 68, 69]. Молекула L-A содержит алифатическую боковую цепь и, как все алифатические аминокислоты, является неполярной и гидрофобной [70]. С другой стороны, L-A является биполярным ионом (цвиттер-ионом) из-за присутствия в молекуле аминокислот функциональных групп кислотного (COOH) и основного (NH₂). Известно, что цвиттер-ионные соединения высокополярны и поэтому, как правило, обладают хорошей растворимостью в полярных растворителях (воде) [71, 72]. Химическая формула: C₆H₁₄N₄O₂; молекулярная масса 174,2 г/моль [73].

Принимая во внимание все вышеизложенное, мы полагаем, что применение ТМФ раствора L-A в анатомические мышечные группы конечностей спортсменов – представителей различных видов спорта позволит расширить возможности и качество недопинговых восстановительных технологий в спорте.

В доступной нам литературе сведений о таком подходе в медицинской и спортивной практике не обнаружено. Научная разработка комплексной физиофармакологической технологии восстановления и повышения работоспособности – термомагнитофореза аминокислоты L-аргинина, способной оказать активное коррекционно-модулирующее воздействие на ткани и органы спортсменов – представителей различных видов спорта и разного функционального состояния в условиях тренировочных и соревновательных, физических и психоэмоциональных нагрузок представляется актуальной и практически востребованной.

В настоящее время в рамках Государственной программы «Физическая культура и спорт» на 2021–2025 годы в УО «Белорусский государственный университет физической культуры» предусмотрено выполнение мероприятия «Разработать и внедрить методику термомагнитофореза L-аргинина для функциональной реабилитации спортсменов». Соисполнители: ГНУ «Институт

физиологии НАН Беларуси», ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси»
и ООО «Технология и Медицина 2030».

По итогам выполнения заданий мероприятия будет проведена комплексная оценка эффективности ТМФ L-A, сформулированы показания к его применению с помощью разработанного нового отечественного аппарата и предоставлены практические рекомендации о методике ТМФ L-A, направленной на стимуляцию срочного восстановления и, таким образом, повышение эффективности тренировочного процесса и успешного продолжения спортивной деятельности.

Авторы рассчитывают на высокую конкурентоспособность разработки, имеющей технические и функциональные преимущества перед используемыми методами трансдермального введения лекарственных веществ средствами и методами физиотерапии и биологически активными добавками.

Список использованных источников

1. Dietary Supplementation of High-performance Canadian Athletes by Age and Gender / K. A. Erdman [et al.] // *Clin J Sport Med.* – 2007. – Vol. 17, № 6. – P. 458–464.
2. Garthe, I. Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives / I. Garthe, R. J. Maughan // *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* – 2018. – Vol. 28. – P. 126–138.
3. Jones, A. M. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance / A. M. Jones // *Sports Med.* – 2014. – Vol. 44, suppl 1. – P. 35–45.
4. Outram, S. Doping through supplement use: A review of the available empirical data / S. Outram, B. Stewart // *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* – 2015. – Vol. 25. – P. 54–59.
5. «Food First but Not Always Food Only»: Recommendations for Using Dietary Supplements in Sport / G. L. Close [et al.] // *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* – 2022. – Vol. 2. – P. 371–386.
6. Undeclared Doping Substances are Highly Prevalent in Commercial Sports Nutrition Supplements / E. Duiven [et al.] // *J Sports Sci Med.* – 2021. – Vol. 20, Iss. 2. – P. 328–338.
7. Geyer, H. Anabolic agents: Recent Strategies for their Detection and Protection from Inadvertent Doping / H. Geyer, W. Schänzer, M. Thevis // *Br. J. Sports Med.* – 2014. – Vol. 48. – P. 820–826.
8. World Anti-Doping Agency (WADA) WADA Technical Document TD2018EAAS—Endogenous Anabolic Androgenic Steroids Measurement and Reporting. [(accessed on 20 June 2020)]. – Режим доступа: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/-files/td2018eaas_final_eng.pdf. – Дата доступа: 12.09.2023.
9. ElSohly, M. A. LC-MS-MS analysis of dietary supplements for N-ethyl- α -ethylphenethylamine (ETH), N, N-diethylphenethylamine and phenethylamine / M. A. ElSohly, W. Gul // *J. Anal. Toxicol.* – 2014. – Vol. 38. – P. 63–72.
10. Foodborne doping and supervision in sports / W. Chen [et al.] // *Food Science and Human Wellnes.* – 2023. – Vol. 12, Iss. 6. – P. 1925–1936.
11. Beta₂-adrenergic stimulation increases energy expenditure at rest, but not during submaximal exercise in active overweight men / J. Onslev [et al.] // *Eur J Appl Physiol.* – 2017. – Vol. 117, Iss. 9. – P. 1907–1915.
12. Starr, R.R. Too Little, Too Late: Ineffective Regulation of Dietary Supplements in the United States / R. R. Star // *Am J Public Health.* – 2015. – Vol. 105, Iss. 3. – P.478–485.
13. Self-Reported Attitudes of Elite Athletes Towards Doping: Differences Between Type of Sport / A. Alaranta [et al.] // *Int. J. Sport. Med.* – 2006. – Vol. 27. – P. 842–846.
14. Personal and Psychosocial Predictors of Doping Use in Physical Activity Settings: A Meta-Analysis / N. Ntoumanis // *Sport. Med.* – 2014. – Vol. 44. – P. 1603–1624.
15. L-arginine as a potential ergogenic aid in healthy subjects / T. S. Álvares [et al.] // *Sports Med.* – 2011. – Vol. 41. – P. 233–248.
16. Effects of Arginine Supplementation on Athletic Performance Based on Energy Metabolism: A Systematic Review and Meta-Analysis / A. Viribay [et al.] // *Nutrients.* – 2020. – Vol. 12, Iss. 5. – P. 1–20.
17. Boron, W. F. *Medical Physiology* / W. F. Boron, E. L. Boulpaep. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier Health Sciences, 2008. – P. 427–611.
18. Burtscher, M. Exercise Limitations by the Oxygen Delivery and Utilization Systems in Aging and Disease: Coordinated Adaptation and Deadaptation of the Lung-Heart Muscle Axis – A Mini-Review / M. Burtscher // *Gerontology.* – 2013. – Vol. 59, Iss. 4. – P. 289–296.

19. Bassett, D. R. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance / D. R. Bassett, E. T. Howley // *Med Sci Sports Exerc.* – 2000. – Vol. 32. – P. 70–84.
20. Gryglewsky, R. J. Nitric Oxide. Basic Research and Clinical Application / R. J. Gryglewsky, P. Minuz. – Amsterdam; Berlin; Oxford; Tokyo; Washington: IOS Press, DC, 2001. – 230 p.
21. Lundberg, J. O. Nitric oxide signaling in health and disease / J. O. Lundberg, E. Weitzberg // *Cell.* – 2022. – Vol. 185, Iss. 16. – P. 2853–2878.
22. Bloomer, R. J. Nitric oxide supplements for sports / R. J. Bloomer // *Strength and Conditioning Journ.* – 2010. – Vol. 32, Iss. 2. – P. 14–20.
23. Dietary Nitrate Supplementation Improves Exercise Tolerance by Reducing Muscle Fatigue and Perceptual Responses / T. S. Thurston [et al.] // *J. Appl Physiol.* – 2021. – Vol. 131. – P. 1691–1700.
24. Forbes, S. C. The acute effects of L-arginine on hormonal and metabolic responses during submaximal exercise in trained cyclists / S. C Forbes, V. Harber, G. J. Bell // *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* – 2013. – Vol. 23, № 4. – P. 369–377.
25. Neuroprotective Role of Agmatine in Neurological Diseases / X. Weilin [et al.] // *Current Neuropharmacology.* – 2018. – Vol.16. – P. 1296–1305.
26. Molderings, G. J. Agmatine (decarboxylated L-arginine): physiological role and therapeutic potential / G. J. Molderings, B. Haenisch // *Pharmacol Ther.* – 2012. – Vol. 133, Iss. 3. – P. 351–365.
27. King, D. E. Variation in l-arginine intake follow demographics and lifestyle factors that may impact cardiovascular disease risk / D. E. King, A. G. Mainous, M. E. Geesey // *Nutr Res.* – 2008. – Vol. 28. – P. 21–24.
28. The Association of Dietary l-Arginine Intake and Serum Nitric Oxide Metabolites in Adults: A Population-Based Study / P. Mirmiran [et al.] // *Nutrients.* – 2016. – Vol. 8. – P. 311–324.
29. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete / R. J. Maughan [et al.] // *Brit J Sports Med.* – 2018. – Vol. 52, Iss. 7. – P. 439–455.
30. Ojeda, H. Á. Efecto de la suplementación de L-arginina y L-citrulina sobre el rendimiento físico: una revisión sistemática // H. Á. Ojeda, A. Domínguez de Hanna, G. Barahona-Fuentes // *Nutr. Hosp.* 2019. – Vol. 36, № 6. – P. 1389–1402.
31. Effectiveness of acute L-arginine supplementation on physical performance in strength training: a systematic review and meta-analysis / Camila Pasa [et al.]. – *Dryad. F1000Research.* – 2022. – Режим доступа: <https://f1000research.com/articles/10-1072>. – Дата доступа: 26.09.2023.
32. Safety of dietary supplementation with arginine in adult humans / C. J. McNeal [et al.] // *Amino Acids.* – 2018. – Vol. 50, iss.9. – P. 1215–1229.
33. Holeček, M. Side Effects of Amino Acid Supplements / M. Holeček // *Physiol Res.* – 2022. – Vol. 71, suppl. 1. – P. 29–45.
34. Grimble, GK. Adverse gastrointestinal effects of arginine and related amino acids / G. K. Grimble // *The Journal of nutrition.* – 2007. – Vol.137, № 6. – P. 1693–1701.
35. Pharmacokinetics of intravenous and oral L-arginine in normal volunteers / O. Tangphao [et al.] // *Br J Clin Pharmacol.* – 1999. – Vol.47, suppl. 3.– P. 261–266.
36. The Athlete Gut Microbiome and its Relevance to Health and Performance: A Review / M. T. O'Brien [et al.] // *Sports Med.* – 2022. – Vol. 52, suppl. 1. – P. 119–128.
37. Campbell, B. I. The Ergogenic Potential of Arginine / B. I. Campbell, P. M. La Bounty, M. Roberts // *J Int Soc Sports Nutr.* – 2004. – Vol. 1, № 2. – P. 35–38.
38. Burke, L. M. Practical Issues in Evidence-Based Use of Performance Supplements: Supplement Interactions, Repeated Use and Individual Responses / L. M Burke // *Sports Med.* – 2017. – Vol. 47, suppl 1. – P. 79–100.
39. Drug-vehicle based approaches of penetration enhancement / DL. Dhamecha [et al.] // *Int. J. Pharmacy and Pharmaceutical sciences.* – 2009. – Vol.1. – P. 24–46.
40. Current status and future innovations in Transdermal Drug Delivery / S. Chhabaria [et al.] // *Intern. J. of Pharm. Sciences and Res.* – 2012. – Vol. 3, № 8. – P. 2502–2509.
41. Alkilani, A. Z. Transdermal Drug Delivery: Innovative Pharmaceutical Developments Based on Disruption of the Barrier Properties of the stratum corneum / A. Z. Alkilani, MT. C. McCrudden, R. F. Donnelly // *Pharmaceutics.* – 2015. – Vol. 7, Iss. 4. – P. 438–470.
42. Transdermal drug delivery systems: skin perturbation devices / M. B. Brown [et al.] // *Methods Mol. Biol.* – 2008. – Vol. 437. – P. 119–139.
43. Улащик, В. С. Проницаемость кожи и действие лечебных физических факторов / В. С. Улащик // *Здравоохранение.* – 2017. – № 5. – С. 36–44.

44. Vecchia, B. Evaluating the transdermal permeability of chemicals / B. Vecchia, A. Bunge // *Transdermal Drug Delivery* / eds. J. Hadgraft, R. Guy. – New York: Marcel Dekker, 2003. – P. 25–57.
45. Percutaneous permeation modifiers: enhancement versus retardation / D. Kaushik [et al.] // *Expert Opin Drug Del.* – 2008. – Vol. 5, № 5. – P. 517–529.
46. Улащик, В. С. Трансдермальное введение лекарственных веществ и физические факторы: традиции и инновации / В. С. Улащик. – Минск: Бел. навука, 2017. – 266 с.
47. Lenz, T. L. Transdermal patch drug delivery interactions with exercise / T. L. Lenz, N. Gillespie // *Sports Med.* – 2011. – Vol. 41, № 3. – P. 177–183.
48. Recent advances in transdermal drug delivery systems: a review / W. Y. Jeong [et al.] // *Biomaterials Research.* – 2021. – Vol. 25, art. № 24. P. 1–21.
49. Overcoming skin barriers through advanced transdermal drug delivery approaches / V. Phatale [et al.] // *Journ. of Controlled Release.* – 2022. – Vol. 351. – P. 361–380.
50. al Hanbali, O. A. Transdermal patches: Design and current approaches to painless drug delivery / O. A. al Hanbali // *Acta Pharm.* – 2019. – Vol. 69. – P. 197–215.
51. Улащик, В. С. Общая физиотерапия: учеб. / В. С. Улащик, И. В. Лукомский. – Минск, 2003. – 512 с.
52. Electroporation of mammalian skin - a mechanism to enhance transdermal drug-delivery / M. R. Prausnitz [et al.] // *Proc Natl Acad Sci U S A.* – 1993. – Vol. 90. – P. 10504–10508.
53. *Transdermal Drug Delivery: Opportunities and Challenges for Controlled Delivery* / B. D. Kurmi [et al.] // *Curr. Drug Metab.* – 2017. – Vol. 18. – P. 481–495.
54. Зубовский, Д. К. Применение магнитотерапии в спорте высших достижений: пособие для спортивных врачей / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик, Е. А. Лосицкий. – Минск: РИВШ, 2011. – 23 с.
55. Munaz, A. Recent advances and current challenges in magnetophoresis based micro magnetofluidics // A. Munaz, M. A. Shiddiky, Nam-Trung Nguyen // *Biomicrofluidics.* – 2018. – Vol. 12, Issue 3. – P. 1–23.
56. Murthy, S. N. Magnetophoresis: an approach to enhance transdermal drug diffusion / S. N. Murthy // *Pharmazie* / – 1999. – Vol. 54. – P. 377–379.
57. Белоусова, Т. Е. Методические рекомендации по низкочастотной магнитотерапии / Т. Е. Белоусова. – Режим доступа: <https://www.radugamed.ru/files/amt-02-instrukciya.pdf>. – Дата доступа: 22.09.2021.
58. Пономаренко, Г. Н. Низкочастотная магнитотерапия / Г. Н. Пономаренко, В. С. Улащик. – СПб: Человек, 2017. – 171 с.
59. Combination drug delivery system to enhance the transdermal drug delivery of bioactive molecules / Raquel de Melo Barbosa [et al.] // *Combination Drug Delivery Approach as an Effective Therapy for Various Diseases.* – Ed. Prashant Kesharwani. – New York; Oxford: Academic Press, 2022. – Ch. 4. – P. XXII, 441 – P. 65–80.
60. Breaching the Skin Barrier through Temperature Modulations / Y. Shahzad [et al.] // *J. Control. Release.* – 2015. – Vol. 202. – P. 1–13.
61. In vitro percutaneous penetration through hairless rat skin: influence of temperature, vehicle and penetration enhancers / P. Clarys [et al.] // *Eur J Pharm Biopharm.* – 1998. – Vol. 46. – P. 279–283.
62. Effect of heat on the percutaneous absorption and skin retention of 3 model penetrants / F. Akomeah [et al.] // *Eur J Pharm. Sci.* – 2004. – Vol. 2. – P. 337–345.
63. Mathur, V. Physical and chemical penetration enhancers in transdermal drug delivery system / V. Mathur, Y. Satrawala, M. S. Rajput // *Asian J Pharm Year.* – 2010. – Vol. 4, Issue 3. – P. 173–183.
64. Зубовский, Д. К. Сочетанные методы магнитотерапии в функциональной реабилитации спортсменов / Д. К. Зубовский // *Мир спорта.* – 2015. – № 2. – С. 55–60.
65. Зубовский, Д. К. Общая термомагнитотерапия в функциональной реабилитации спортсменов / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик, Т. Д. Полякова // *Эфферентная терапия в коррекции нарушений гомеостаза: мат. V Междунар. науч.-практич. конф., Гомель, 12 сентября 2008 г.* / редкол.: В. В. Кирковский (гл. ред.) [и др.]. – Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2008. – С. 25–26.
66. Device-assisted transdermal drug delivery / H. J. Lee [et al.] // *Adv Drug Deliv Rev.* – 2018. – Vol. 127. – P. 35–45.
67. Horsch, W. Transportmechanismen und Einflussfaktoren in den Systemen Salbe/Haut und Arzneistoff/Salbengrundlage / W. Horsch // *Pharmazie.* – 1984. – Bd. 39, № 9. – S. 598–605.
68. Prausnitz, M. R. Current status and future potential of trans-dermal drug delivery / M. R. Prausnitz, S. Mitragotri, R. Langer // *Nat. Rev. Drug Discov.* – 2004. – Vol. 3. – P. 115–124.

69. Skin drug delivery using lipid vesicles: A starting guideline for their development / A. J. Guillot [et al.] // Journ. of Controlled Release. – 2023. – Vol. 355. – P. 624–654
70. Arginine side chain interactions and the role of arginine as a gating charge carrier in voltage sensitive ion channels / C. Armstrong [et al.] // Sci Rep. – 2016. – Vol. 6, Art. 21759. – Режим доступа: [://doi.org/10.1038/srep21759](https://doi.org/10.1038/srep21759)
71. Price, W. D. Is Arginine a Zwitterion in the Gas Phase? // W. D. Price, R. A. Jockusch, E. R. Williams // J Am Chem Soc. – 1997. – Vol. 119 (49). – P. 11988–11989.
72. Arginine Zwitterion is More Stable than the Canonical Form when Solvated by a Water Molecule // S. Im [et al.] // J. Phys. Chem. – 2008. – Vol. 112, № 40. – P. 9767–9770.
73. Glasel, JA. Introduction to Biophysical Methods for Protein and Nucleic Acid Research / J. A. Glasel, M. P. Deutscher. – 1995. – USA, San Diego, Academic Press. – 527 P.

16.10.2023

УДК 796.015.86

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ ПО ОЦЕНКЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ПАТТЕРНОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

М. А. Холод, канд. пед. наук,

Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет»

Аннотация

В настоящей статье осуществлен анализ научных публикаций и исследований, в которых представлена общая характеристика двигательных паттернов (приседание с руками над головой, сгибание и разгибание рук в упоре лежа и др.), а также проведена оценка их применения для определения функционального состояния опорно-двигательного аппарата различных групп населения. Проведенный синтез научных работ позволил систематизировать изученные данные относительно использования паттернов движения как эффективного диагностического инструментария в работе специалистов сферы физической культуры и спорта (преподаватели физической культуры, инструкторы по физической культуре, тренеры по спорту, фитнес-тренеры и др.). Подчеркивается значимость и целесообразность оценки функционального состояния костно-мышечной системы, посредством скрининга техники выполнения двигательных паттернов, для рационального планирования и программирования процесса по физическому воспитанию (подбор средств и дозирование физических нагрузок).

SYSTEMATIC REVIEW OF PUBLICATIONS ON THE ASSESSMENT OF MOTOR PATTERNS TO DETERMINE THE FUNCTIONAL STATE OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM

M. Kholad,

Education Institution «Belarusian National Technical University»

Abstract

This article analyzes scientific publications and studies that present the general characteristics of motor patterns (squatting with hands above the head, bending and extending arms in the prone position, etc.), and also assesses their application in order to determine the functional state of the musculoskeletal system in various population groups. The conducted synthesis of scientific papers helped to systematize the studied data on the use of movement patterns as an effective diagnostic tool in the work of specialists in the field of physical training and sports (physical education teachers, physical education instructors, sports coaches, fitness trainers, etc.). The importance and expediency of the musculoskeletal system's functional state assessment by screening the technique of motor patterns for

rational planning and programming of the physical education process (selection of means and dosing of physical activity) is emphasized.

Введение

В сфере физической культуры и спорта подбор средств и физических нагрузок, как известно, основывается на целом ряде критериев и принципов, учет и соблюдение которых позволяет рационализировать и индивидуализировать применение физических упражнений и определить направленность их воздействия. Вместе с тем, оперативность и точность получения данных о состоянии систем и функций организма зачастую зависит от задействования сложных и дорогостоящих диагностических обследований. Указанная интенция актуализирует поиск эффективных систем диагностирования, обладающих высокой информативностью, прикладной значимостью и достаточной доступностью применения.

При более детальном и углубленном изучении обозначенного вопроса было установлено, что частным примером такой системы могут выступать некоторые скрининговые движения, которые в научной литературе закрепили за собой понятие «Двигательный паттерн» [1–8]. Указанная дефиниция означает двигательное действие (последовательная реализация совокупности движений), выполнение которого осуществляется в соответствии с определенным техническим шаблоном (образец/модель) [9]. Получаемые в ходе сопоставления результаты, по мнению ряда специалистов (M.A. Clark, G. Cook, J. Izraelski, A.G. Schneiders), позволяют дать качественную оценку состояния и функционирования костно-мышечной системы [1–12].

Таким образом, целью настоящей статьи выступил систематический обзор научных публикаций по оценке применения двигательных паттернов для определения функционального состояния костно-мышечной системы. Систематический обзор, как научное исследование, концептуализируется в последовательном выполнении определенных и взаимосвязанных этапов: поиск научно-методической литературы сообразно предмету исследования → критическая оценка отобранных источников посредством определенных критериев → категоризация полученных результатов (синтез) → анализ выявленного апостериорного материала с последующей формулировкой выводов и/или практических рекомендаций.

Методы и организация исследования

Достижение поставленной цели осуществлялось на основании применения следующих методов: систематический обзор; методы математико-статистического анализа данных; педагогический эксперимент; скрининг двигательных паттернов.

С организационной стороны исследование заключалось в поиске, отборе, систематизации и анализе научных публикаций из различных баз данных (eLIBRARY, КиберЛенинка, PubMed, Scopus, Академия Google, CORE и др.), а также в задействовании результатов, полученных в ходе проведения ряда собственных педагогических экспериментов [9, 13–16].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно одному из ведущих специалистов в области биомеханики позвоночного столба S.M. McGill, неправильная техника выполнения двигательных паттернов может приводить и/или зачастую свидетельствовать о различных заболеваниях в области спины. Профессор также отмечает, что: «Тренеры должны учитывать технику двигательных паттернов у клиентов и по умолчанию рассматривать начало тренировочной программы с корректирующих упражнений» [17, с. 33]. Отсюда следует, что *переход* от корректирующих физических упражнений к упражнениям тренирующего воздействия необходимо осуществлять только в случае реализации паттернов движения в виде правильно закрепленного навыка [17, 18].

Вместе с тем, сообразно исследованию A.E. Hibbs, отклонения в технике выполнения некоторых двигательных паттернов свидетельствуют о наличии дисбаланса в костно-мышечной системе в виде компенсаторных движений, детерминантой которых выступают недостаточно активные (гипотонус) мышцы-стабилизаторы (мышцы кора – мышцы, стабилизирующие таз, бедро и позвоночный

столб) и чрезмерно активные (гипертонус) мышцы-мобилизаторы (мышцы, выполняющие двигательное действие) [19].

Приведенные аспекты обуславливают целесообразность более подробного изучения способов оценки техники выполнения двигательных паттернов. Немаловажное значение в этой связи занимает наличие оценочных шкал, позволяющих интерпретировать получаемые результаты в доступном виде для работы специалистов сферы физической культуры и спорта.

В ходе систематического анализа было установлено, что в настоящее время наиболее востребованы следующие системы оценки двигательных паттернов:

- FMS (functional movement screen) – функциональная оценка движений;
- шаблоны по оценке движений, предлагаемые Американской национальной академии спортивной медицины (NASM).

Необходимо отметить, что существуют системы, позволяющие изучать физические характеристики (сила, растяжимость) отдельно взятых мышц: функциональное мышечное тестирование – система движений, разработанная И.Н. Макаровой и В.А. Епифановым, [20, 21]. Однако, с точки зрения прикладной значимости, указанная система выступает инструментом точечного воздействия избирательной направленности, которая востребована и целесообразна для тестирования определенных скелетных мышц, но, в свою очередь, уступает двигательным паттернам в скорости оценивания состояния и функций костно-мышечной системы в целом.

Возвращаясь к функциональной оценке движений, необходимо обозначить, что разработанная G. Cook система заключается в тестировании техники выполнения семи двигательных паттернов (deep squat (приседание в глубину); hurdle step (перешагивание через барьер); in-line lunge (линейный выпад вперед); shoulder mobility (подвижность плечевого пояса); active straight – leg raise (активный подъем прямой ноги); trunk stability push-up (стабильность корпуса при разгибании рук в упоре лежа); rotary stability (ротационная стабильность корпуса) с наличием в некоторых из них провокационных движений (импинджмент-тест). Максимальная отметка за реализацию каждого двигательного паттерна составляет 3 балла (если испытуемый чувствует болевое сопровождение при выполнении любого паттерна движения, то отметка составляет 0 баллов), а в случае положительного результата в импинджмент-тесте – 0. По выполнению всех семи двигательных паттернов проводится подсчет total FMS (суммарный показатель функциональной оценки движений (сумма результатов всех паттернов движения (в двигательных действиях, где исследуются в отдельности конечности (верхние, нижние, пары) – берется в расчет только один (наименьший) из двух зафиксированных результатов) [3–8, 13].

Согласно исследованию R.S. Chorbа, среди общего количества испытуемых, набравших в суммарном показателе функциональной оценки движений ≤ 14 баллов, около 69 % из них получили бесконтактную травму [22]. Уровень корреляции между полученными низкими баллами и травматизмом, в соответствии с С. Bishop, G. Cook, составляет $r=0,76$ [3–5, 23].

Эвристический потенциал функциональной оценки движений как критерия позволяет определить состояние следующих характеристик костно-мышечной системы: подвижность (выполнение двигательных действий в естественных амплитудах движения); асимметрия (мышечный дисбаланс); стабильность (стабилизация корпуса и звеньев тела при выполнении различных двигательных действий, постуральный контроль); моторика (нервно-мышечное управление) [3, 4, 12, 19, 24–26]. При сопоставлении полученных результатов возможно определить сегменты костно-мышечной системы с отклонениями в функциональном состоянии [12, 24, 27–30].

Специфика FMS, сообразно С. Bishop, P. H. Seidenberg, L. S. Bliss, K. Q. Dekart, также используется как предиктор возможности получения бесконтактной травмы, поскольку отклонения в биомеханике движений являются индикаторами травматизма [23, 30–32]. В соответствии с результатами исследований С. Bishop, наиболее значимыми маркерами подтверждения данного аспекта являются

двигательные паттерны «приседание в глубину» и «разгибание рук в упоре лежа», так как их степень корреляции составляет $r=0,33$ [23].

Важно также отметить, что результаты ретестирования FMS находятся в следующих параметрах: 0,91–0,99 – для каждого паттерна движения; 0,99 – для суммарного показателя функциональной оценки движений [7, 33, 34].

Наряду с вышеизложенным, в исследовании A.G. Schneiders предпринималась попытка вывести средние значения для total FMS. В результате было протестировано более двухсот физически активных людей в возрасте от 18 до 40 лет (108 женщин и 101 мужчина). Автором было установлено, что суммарный показатель функциональной оценки движений составил 15,7 баллов с 95 % доверительным интервалом между 15,4 и 15,9 баллами, при этом статистически значимой разницы между результатами женщин и мужчин выявлено не было [7].

В свою очередь, научные публикации отечественных специалистов (П. А. Григорьев, Г. И. Семёнова) показывают, что из 200 человек (в возрасте от 38 до 51 года) 58 имели результаты в total FMS ниже 14 баллов [12].

Результаты собственных исследований (педагогический эксперимент, проведенный в Белорусском национальном техническом университете в октябре 2020 года) позволили выявить, что у студентов университета технического профиля, отнесенных по показателям здоровья к основному и подготовительному учебным отделениям, данные суммарного показателя функциональной оценки движений в период обучения (от первого к четвертому курсу) снижаются: юноши ($n=200$) с 15,9 до 13,6 баллов; девушки ($n=200$) с 15,8 до 13,4 баллов. Установлено, что указанный аспект во многом обуславливает специфику образовательного процесса. Тем не менее, среднее значение показателя total FMS для указанного контингента (400 студентов (юноши и девушки 1–4 курсов)) составляет 14,4 балла. Кроме того, необходимо также обозначить, что из всех двигательных паттернов функциональной оценки движений наиболее существенную прикладную значимость в проведенном исследовании показали «приседание в глубину» и «разгибание рук в упоре лежа» [13].

Переходя к шаблонам по оценке движений, предлагаемым Американской национальной академией спортивной медицины, следует отметить наличие достаточно большого количества разнообразных и несколько отличных от FMS двигательных паттернов: standing row (жим гантелей над головой стоя); single-leg squat (приседание на одной ноге); pushing (жим стоя от груди вперед); pulling (тяга к животу стоя); push-ups (сгибание и разгибание рук в упоре лежа); overhead squat (приседание с руками над головой); treadmill walking (ходьба на беговой дорожке) и др. Отдельного внимания заслуживает тот факт, что в учебных изданиях NASM представлена детализированная оценка всех возможных двигательных компенсаций, устанавливаемых при выполнении паттернов движения посредством сопоставления техники их реализации с оценочными шаблонами. Каждое компенсаторное движение в том или ином двигательном паттерне обусловлено наличием сверхактивной и/или недостаточно активной скелетной мускулатурой, указание перечня которой достаточно подробно раскрывается [1, 2]. Следовательно, информация подобного содержания является практически значимой для специалистов сферы физической культуры и спорта, поскольку позволяет оперативно осуществлять рациональную корректировку подбора средств и дозирования физических нагрузок.

Указанной точки зрения придерживаются Г. И. Семёнова и П. А. Григорьев, которыми в исследованиях обосновано применение двигательного паттерна «приседания с руками над головой» в качестве эффективного способа определения функциональных отклонений в опорно-двигательном аппарате человека. Помимо этого, авторами были разработаны и предложены практические рекомендации для устранения дисфункций путем целенаправленного и управляемого корригирования локомоторной системы с целью снижения травматизма [11].

В другом исследовании Г. И. Семёнова и П. А. Григорьев также изучали двигательный паттерн «приседание с руками над головой». В результате было установлено, что при реализации данного паттерна движения происходит активация всех задействованных мышц в среднем на 4–7 % больше, чем при выполнении

приседания со штангой на плечах (женщины – 10 кг, мужчины – 20 кг). В качестве обследуемого контингента авторы задействовали 50 человек 1-го и 2-го периода зрелого возраста (34–53 года) [10].

Анализируя результаты собственных научных изысканий, следует отметить, что применение в рамках педагогического эксперимента (2021 год) двигательных паттернов (сгибание и разгибание рук в упоре, приседание с руками над головой) и шаблонов по оценке движений, предлагаемых Американской национальной академии спортивной медицины, наличие одного и/или нескольких компенсаторных движений было установлено у 75 % юношей (n=40) и у 62,5 % девушек (n=40) [9, 14–16]. Последующее более углубленное изучение полученных данных позволило подобрать требуемые средства и определить направленность воздействия физических нагрузок для осуществления регуляции костно-мышечной системы у студентов университета технического профиля.

Заключение

Резюмируя результаты проведенного систематического обзора публикаций по оценке применения двигательных паттернов для определения функционального состояния костно-мышечной системы правомочно констатировать следующее:

– скрининг техники выполнения двигательных паттернов с последующим анализом полученных результатов на основании технических шаблонов обладает значительным эвристическим потенциалом для эффективного изучения состояния и качества функционирования опорно-двигательного аппарата, что эмпирически обусловлено и подробно раскрыто в достаточно широком перечне научных публикаций, затрагивающих данный аспект;

– сообразно специфике указанного диагностического инструментария его применение является целесообразным не только в сфере спорта, фитнеса, но также и в образовательном процессе по учебной дисциплине «Физическая культура» в учреждениях высшего образования;

– функциональная оценка движений позволяет оценить качество функционирования не только определенных сегментов локомоторной системы, но и дать ей общую качественную оценку, выраженную количественным показателем. Вместе с тем, применение FMS в роли предиктора возможности получения бесконтактной травмы достаточно актуально и значимо, в особенности для сферы спорта;

– предлагаемые Американской национальной академией спортивной медицины двигательные паттерны и шаблоны *по оценке движений*, выступают эффективным инструментом скрининга костно-мышечной системы на предмет наличия двигательных компенсаций с подробной характеристикой детерминант со стороны скелетной мускулатуры в каждом из компенсаторных движений.

Таким образом, проведенное исследование обосновывает и актуализирует целесообразность применения двигательных паттернов для определения функционального состояния костно-мышечной системы, а также обуславливает их задействование специалистами сферы физической культуры и спорта для рационального планирования и программирования занятий физическими упражнениями (подбор средств и дозирование физических нагрузок).

Список использованных источников

1. Clark, M. A. NASM essentials of corrective exercise training / M. A. Clark, S. C. Lucett. – 1st ed., 2011. – 438 p.
2. Clark, M. A. NASM essentials of personal fitness training / M. A. Clark, S. C. Lucett, B. G. Sutton. – 4th ed. – 2012. – 652 p.
3. Cook, G. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function – part 1 / G. Cook, L. Burton, B. J. Hoogenboom, M. Voight // International journal of sports physical therapy. – 2014. – Vol. 9, iss. 3. – P. 396–409.
4. Cook, G. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function – part 2 / G. Cook, L. Burton, B. J. Hoogenboom, M. Voight // International journal of sports physical therapy. – 2014. – Vol. 9, iss. 4. – P. 549–563.

5. Cook, G. Movement: functional movement systems: screening, assessment, and corrective strategies / G. Cook, L. Burton, K. Kiesel, G. Rose, M. Bryant; foreword J. Torine. – on target publications: Santa Cruz, California, 2010. – 779 p.
6. Cook, G. The Functional Movement Screen / G. Cook, L. Burton, K. Fields, K. Kiesel. – Danville, VA: Athletic Testing Services Inc, 1998. – 248 p.
7. Schneiders, A. G. Functional movement screen normative values in a young, active population / A. G. Schneiders, A. Davidsson, E. Hörman, S. Sullivan // J. International journal of sports physical therapy. – 2011. – Vol. 6, iss. 2. – P. 75–82.
8. Izraelski, J. Movement: functional movement systems: screening, assessment, and corrective strategies / J. Izraelski // The journal of the Canadian chiropractic association. – 2012. – Vol. 56, iss. 2. – P. 158.
9. Холод, М. А. Обоснование шкал оценки состояния морфофункциональных характеристик мышц кора / М. А. Холод // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2022. – № 4 (206). – С. 475–482.
10. Семёнова, Г. И. Выявление дисфункций в организме и способы их устранения на основе функционального тестирования / Г. И. Семенова, П. А. Григорьев // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 2. – С. 27–29.
11. Семёнова, Г. И. Тест «приседания с руками над головой (overhead squat)» как способ выявления и устранения дисфункций (асимметрий) у людей зрелого возраста / Г. И. Семенова, П. А. Григорьев // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 6. – С. 36–43.
12. Григорьев, П. А. Функциональная оценка движения как средство снижения травматизма в фитнесе / П. А. Григорьев, Г. И. Семёнова // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – № 20-1. – P. 114–122.
13. Холод, М. А. Динамика показателей опорно-двигательного аппарата студентов в процессе получения высшего образования на основе результатов функциональной оценки движений / М. А. Холод, Р. Э. Зимницкая // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е, Педагогические науки. – 2021. – № 7. – С. 92–95.
14. Холод, М. А. Критерии определения состояния мышц кора, обуславливающие направленность физических нагрузок кор-тренировки со студентами / М. А. Холод // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12 (202). – С. 393–399.
15. Холод, М. А. Требования к отбору физических упражнений кор-тренировки со студентами / М. А. Холод, Р. Э. Зимницкая, С. О. Бурков // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12 (202). – С. 399–404.
16. Холод, М. А. Методика применения кор-тренировки для повышения уровня силовой выносливости студентов / М. А. Холод // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2022. – № 4 (206). – С. 469–475.
17. McGill, S. M. Core training: evidence translating to better performance and injury prevention / S. M. McGill // Strength and conditioning journal. – 2010. – Vol. 32. – P. 33–46.
18. McGill, S. M. Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation / S. M. McGill. – 2nd ed. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2002. – 328 p.
19. Hibbs, A. E. Optimizing performance by improving core stability and core strength / A. E. Hibbs, K. G. Thompson, D. French, A. Wrigley, I. Spears // Sports medicine. – 2008. – Vol. 38, iss. 12. – P. 995–1008.
20. Макарова, И. Н. Аутомиокоррекция / И. Н. Макарова, В. А. Епифанов. – М.: Триада-Х, 2002. – 160 с.
21. Табиев, А. М. Возможности функционального мышечного тестирования для диагностики системных мышечных нарушений / А. М. Табиев, А. М. Орел [и др.] // Мануальная терапия. – 2015. – № 1-57. – С. 59–69.
22. Chorba, R. S. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes / R. S. Chorba, D. J. Chorba, L. E. Bouillon, C. A. Overmyer, J. A. Landis // North American journal of sports physical therapy. – 2010. – Vol. 5, iss. 2. – P. 47–54.
23. Bishop, C. Assessing movement using a variety of screening tests / C. Bishop, P. Read, S. Walker, A. N. Turner // Professional strength and conditioning. – 2015. – Vol. 37. – P. 17–26.
24. Abdelraouf, O. R. The relationship between core endurance and back dysfunction in collegiate male athletes with and without nonspecific low back pain / O. R. Abdelraouf, A. A. Abdel-Aziem // International journal of sports physicaltherapy. – 2016. – Vol. 11, iss. 3. – P. 337–344.
25. El-Kerdi, A. Effects of Isolated core stability training on standing static postural control, recovery of standing postural control and kicking velocity in soccer athletes: doctoral dissertations and Theses (ETDs): 2141 / A. El-Kerdi // South Orange Seton Hall University. – 2016. – 193 p.
26. Willson, J. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury / J. Willson, C. Dougherty, M. Ireland, I. Davis // J. of the American Academy of orthopaedic surgeons. – 2005. – Vol. 13. – P. 316–325.

27. Bagherian, S. The effect of core stability training on functional movement patterns in college athletes / S. Bagherian, K. Ghasempoor, N. Rahnama, E. A. Wikstrom // J. of sport rehabilitation. – 2019. – Vol. 28, iss. 5. – P. 444–449.
28. Borghuis, J. The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training / J. Borghuis, A. L. Hof, K. A. Lemmink // Sports medicine. – 2008. – Vol. 38. – P. 893–916.
29. Boyaci, A. The effect of the core training to physical performances in children / A. Boyaci, Y. A. Afyon // J. of education and practice. – 2017. – Vol. 8, iss. 33. – P. 81–88.
30. Seidenberg, P. H. The hip and pelvis in sports medicine and primary care / P. H. Seidenberg, J. D. Bowen. – Springer Science+Business Media LLC, 2010. – 360 p.
31. Bliss, L. S. Core stability: the centerpiece of any training program / L. S. Bliss, P. Teeple // Current sports medicine reports. – 2005. – Vol. 4, iss. 3. – P. 179–183.
32. Dekart, K. Q. Test-re-test reliability of sahrmann lower abdominal core stability test for DII baseball athletes: graduate theses, dissertations, and problem reports:125 / K. Q. Dekart. – West Virginia University, 2014. – 58 p.
33. Bonazza, N. A. Reliability, validity, and injury predictive value of the functional movement screen: a systematic review and meta-analysis // N. A. Bonazza, D. Smuin, C. A. Onks, M. L. Silvis, A. Dhawan // The American journal of sports medicine. – 2017. – Vol. 45, iss. 3, – P. 725–732.
34. Hickey, J. N. Reliability of the functional movement screen using a 100-point grading scale / J. N. Hickey, B. A. Barrett, R. Butler, K. Kiesel, P. Plisky // Medicine and science in sports and exercise. – 2010. – Vol. 42. – P. 392.

18.07.2023

ОТРАСЛЕВОЙ ДАЙДЖЕСТ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СПОРТЕ: УГЛУБЛЕНИЕ И РАСШИРЕНИЕ ЗНАНИЙ, ПОИСК НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

На современном этапе развития спорта можно смело утверждать, что подготовка спортсменов высокой квалификации – это сложный многофакторный процесс, который невозможен без внедрения научных разработок в практику тренировок. В научных лабораториях РНПЦ спорта реализуется Концепция единой научно-исследовательской работы, направленная на разработку комплексного системного подхода к сопровождению спортивной подготовки белорусских атлетов. Специально разработанная батарея тестов для спортсменов национальных и сборных команд включает оценку физической, функциональной и психологической подготовленности.

Кроме этого, научные сотрудники выполняют исследования, направленные на:

- изучение функционального состояния опорно-двигательного аппарата с целью профилактики травматизма;
- оценку эффективности реабилитационных мероприятий у спортсменов после травм и реконструктивных операций;
- определение особенностей питания спортсменов и его влияния на результативность;
- изучение маркеров адаптационных возможностей кардиореспираторной системы спортсменов в ответ на специфические тренировочные и соревновательные нагрузки;
- разработку референтных значений различных сторон подготовленности спортсменов на отдельных этапах многолетней и годичной подготовки;

В ближайшей перспективе – расширение научных направлений:

- изучение особенностей сна спортсменов и его влияния на результативность;
- оценка потенциала клеточных технологий в лечении травм спортсменов;
- разработка отечественных программных и мобильных продуктов, позволяющих цифровизировать контроль и самоконтроль в подготовке спортсменов;
- объективизация инвазивного и неинвазивного мониторинга кумулятивных эффектов долгосрочных тренировочных воздействий;
- применение методов биологически обратной связи в психологической подготовке.

Editorial: Advances in Sport Science: Latest Findings and New Scientific Proposals / R. Maneiro [et al.] // Frontiers in psychology. – 2022. – №13. – P. 1–3

Редакционная коллегия исследовательского издательства и открытой научной платформы Frontiers в статье «Достижения спортивной науки: последние открытия и новые научные предложения» информирует, что за последние 10 лет объем научных исследований в области спортивных наук увеличился (по данным PubMed). В частности, за последнее десятилетие 2010–2020 гг. было опубликовано больше научных исследований, чем за весь предыдущий временной период с 1945 по 2009 гг. Редакторы акцентируют внимание на том, что спортивная наука находится на этапе динамического развития. Фундаментальная роль принадлежит спортивным ученым: с одной стороны, необходимо определить области, где можно продолжить углублять и расширять знания, с другой стороны, – постоянно осуществлять поиск новых направлений.

Normative cardiopulmonary exercise data for endurance athletes: the Cardiopulmonary Health and Endurance Exercise Registry (CHEER) / B.J. Petek [et al.] // European journal of preventive cardiology. – 2022. – Vol. 29,3. – P.536–544.

Целью исследования стала разработка референтных («эталонных») значений для интерпретации результатов кардиореспираторного нагрузочного тестирования спортсменов, тренирующих выносливость. Кроме того, исследователи провели сравнительный анализ собственных уравнений прогнозирования максимального потребления кислорода с разработанными ранее. Дальнейшие исследования применения кардиореспираторного нагрузочного тестирования у спортсменов должны быть направлены на разработку «модельных» характеристик с учетом пола, возраста, вида спорта, уровня квалификации. Кроме того, требуется валидация методов непрямого определения VO_{2max} (разработка уравнений прогнозирования) в когорте профессиональных спортсменов.



Рисунок 1 – Перспективные направления применения носимых устройств в спортивной кардиологии

An overview of the electrocardiographic monitoring devices in sports cardiology: between present and future / A. Pingitore [et al.] // Clin Cardiol. – 2023. – №46. – P.1028-1037.

Авторы статьи резюмируют, что использование носимых устройств приобретает все большую популярность не только в повседневной жизни, но и в медицине, в частности, в спортивной кардиологии. Это связано с тем, что синхронизированный анализ параметров физической активности, непрерывно регистрируемых физиологических показателей, в том числе ЭКГ, может повысить эффективность диагностики, мониторинга и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. С другой стороны, применение носимых устройств с возможностью мониторинга ЭКГ

позволит индивидуализировать нормирование нагрузок спортсменам и физически активным лицам с сердечно-сосудистыми заболеваниями (рисунок 1).

Тем не менее исследователи подчеркивают, что доказательность неоспоримых преимуществ данного метода в настоящее время недостаточна – существует общий научный интерес к его возможному использованию. В связи с этим ожидается большое количество научных исследований в спортивной кардиологии в ближайшие несколько лет.

Recovery of the autonomic nervous system following football training among division I collegiate football athletes: The influence of intensity and time / S. H. Wittels [et al.] // Heliyon. – 2023. – Vol. 9,7. – e18125.

Исследование было направлено на изучение взаимосвязи между продолжительностью, интенсивностью тренировок и восстановлением вегетативной нервной системы (ВНС) у спортсменов. Основной вывод исследования: высокоинтенсивные нагрузки приводят к увеличению периода восстановления ВНС, о чем могут свидетельствовать показатели вариабельности ритма сердца. Недостаточные интервалы отдыха между тренировками и играми (независимо от интенсивности нагрузки) у юных футболистов создают предпосылки к накоплению утомления. Авторы рекомендуют продолжить исследования по оптимизации стратегий постнагрузочного восстановления и изучению потенциальных кумулятивных эффектов выполнения нескольких последовательных тренировок различной интенсивности с целью определения времени полного восстановления ВНС.

Moderate intensity active recovery improves performance in a second Wingate test in cyclists / M. Gervasi [et al.] // Heliyon. – 2023. – Vol. 9,7. – e18168.

Целью исследования стало сравнение влияния активного и пассивного отдыха на результаты повторного Вингейт-теста у велосипедистов. Показано, что активный отдых в форме выполнения субмаксимальной нагрузки позволил увеличить показатели выполненной работы при второй попытке Вингейт-теста. Это свидетельствует о том, что активный отдых субмаксимальной интенсивности может повышать производительность при повторных максимальных анаэробных нагрузках, что важно при улучшении гоночных стратегий и подготовке конкурентоспособных велосипедистов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на выбор оптимальной интенсивности и продолжительности активного отдыха, в том числе в других видах спорта.

Narrative review: The role of circadian rhythm on sports performance, hormonal regulation, immune system function, and injury prevention in athletes / H. Nobari [et al.] // Heliyon. – 2023. – Vol. 9,9. – e19636.

Описательный обзор представляет исследование взаимосвязи циркадного ритма с эндокринным гомеостазом и иммунной системой, его влияние на функциональное состояние и координацию, соревновательный результат. В целом, в обзоре сделан акцент на том, что циркадный ритм играет важную роль практически во всех физиологических и биохимических процессах, протекающих в организме человека. Исследователи установили влияние нарушений сна и циркадного ритма на работоспособность, а, следовательно, возможность достижения оптимальных спортивных результатов и установления баланса между тренировкой и восстановлением (рисунок 2).

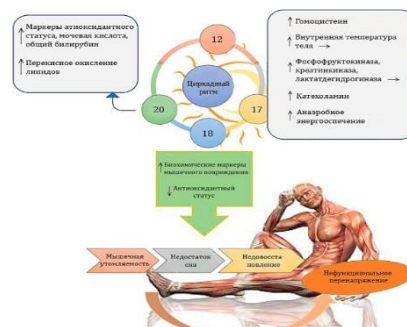


Рисунок 2 – Циркадный ритм и факторы нефункционального перенапряжения

VO₂max (VO₂peak) in elite athletes under high-intensity interval training: A meta-analysis / X. Ma [et al.] // Heliyon. – 2023. – Vol. 9,6. – e16663.

В представленном метаанализе проведено сравнение эффективности применения традиционных методов тренировки и метода высокоинтенсивной интервальной тренировки (ВИИТ) для повышения VO_{2max} у элитных спортсменов. Многочисленные исследования показали, что ВИИТ может улучшать спортивные результаты, а также аэробные и анаэробные способности спортсменов. Однако, тренерам следует разумно выбирать форму ВИИТ в соответствии с задачами подготовки, а для достижения повышения выносливости уделять внимание не только развитию аэробных, но и анаэробных способностей. Тем не менее результаты метаанализа (с учетом небольших объемов выборок исследований и различных протоколов ВИИТ) подтверждают необходимость дальнейшего изучения влияния ВИИТ на аэробную производительность спортсменов высокой квалификации.

Uric Acid and Cortisol Levels in Plasma Correlate with Pre-Competition Anxiety in Novice Athletes of Combat Sports / L.F.G. de Oliveira [et al.] // Brain sciences. – 2022. – Vol. 12,6. – P. 712.

Авторы исследования определяют, что на современном этапе недостаточно изучена взаимосвязь физиологических и метаболических маркеров стресса с восприятием тревоги в соревновательных условиях. При этом результаты предыдущих научных исследований демонстрируют взаимосвязь мочевой кислоты, как эндогенного антиоксиданта, с окислительным стрессом и тревогой. В настоящем исследовании проведена оценка взаимосвязи показателей тревожности, кортизола и биомаркеров окислительного стресса у юных единоборцев до и после их первых официальных соревнований. Полученные результаты подтвердили наличие взаимосвязи между уровнем мочевой кислоты и предсоревновательной тревогой у единоборцев. Авторы подчеркивают, что необходим дальнейший научный поиск в данном направлении для подтверждения причинно-следственной связи выявленных взаимодействий.

Heart Rate Variability-Derived Thresholds for Exercise Intensity Prescription in Endurance Sports: A Systematic Review of Interrelations and Agreement with Different Ventilatory and Blood Lactate Thresholds / S. Kaufmann [et al.] // Sports medicine. – 2023. – Vol. 9,1. – P. 59.

В систематическом обзоре сопоставлены подходы к определению индивидуальных пороговых значений интенсивности нагрузок на основе анализа показателей вариабельности ритма сердца, кинетики кислорода и углекислого газа при выполнении стресс-теста (вентиляторный порог), динамики лактата на ступенях нагрузочного теста (лактатный порог). Анализ данных продемонстрировал, что результаты, полученные при применении изучаемых методов, тесно, но не значимо, коррелируют между собой. Причиной таких результатов исследования может служить отсутствие единого стандартизированного подхода не только к выполнению, но и к интерпретации результатов применяемых методов. В связи с этим крайне актуальными остаются вопросы научного обоснования новых и стандартизация (унификация) традиционных подходов к определению индивидуальных пороговых значений интенсивности нагрузок у профессиональных спортсменов.

Predicting Injury and Illness with Machine Learning in Elite Youth Soccer: A Comprehensive Monitoring Approach over 3 Months / N. Haller [et al.] // Journal of sports science & medicine. – 2023. – Vol. 22,3. – P. 476–487.

Авторы исследуют возможности управления тренировочным процессом юных футболистов на основе применения метода машинного обучения с целью профилактики травм, заболеваний и перетренированности, за счет мониторинга параметров тренировочной и соревновательной деятельности, объективных и субъективных показателей состояния спортсмена. Изученный подход показал многообещающие возможности машинного обучения для прогнозирования травм и выявления заболеваний спортсменов. Дальнейшие исследования, по мнению авторов, должны охватывать более длительные временные отрезки для улучшения моделей машинного обучения, а также включать другие и/или дополнительные переменные, отражающие функциональное состояние спортсменов.

Таким образом, дайджест исследований в спорте подтверждает, что по-прежнему не теряют своей актуальности научные направления, связанные с объективизацией и стандартизацией мониторинга состояния спортсменов на всех этапах подготовки с применением современных технологий, методов и средств; дальнейшим углублением и расширением знаний об особенностях адаптации организма спортсменов к нагрузкам; разработкой модельных и нормативных характеристик различных сторон подготовленности атлетов; научной оценкой, изучением и пониманием спортивных результатов; разработкой стратегий оптимизации постнагрузочного восстановления и профилактики спортивных травм.

Информацию подготовили:

А. А. Захаревич – заведующий лабораторией медико-биологических исследований РНПЦ спорта,

Е. В. Хроменкова – заведующий лабораторией теории и методики спортивной подготовки РНПЦ спорта

ЛАБОРАТОРИЯ СПОРТИВНОГО ТРАВМАТИЗМА РНПЦ спорта оснащена современным многофункциональным устройством опико-топографического анализа DIERS FAMUS: Formetric 4D с системой DIERS Pedogait, Pedoscan, Digiscan, и полидинамометром DIERS Myoline.

Метод эффективно используется для оценки биомеханических нарушений опорно-двигательного аппарата.

Компьютерная оптическая топография – система оптического анализа позвоночника и осанки, является современной технологией в области определения 3D топографии поверхности спины и позвоночника.

Комплексное использование систем функционального анализа опорно-двигательного аппарата позволяет анализировать форму позвоночника, положение таза, распределение давления стоп на поверхность и определять центр давления тела.

Метод компьютерной оптической топографии не несет лучевую нагрузку. Является высокоинформативным и функциональным. Метод актуален при первичных исследованиях и при мониторинге в течение длительного времени.

ОПТИЧЕСКО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД «DIERS PEDOSCAN + DIGISCAN»

Система позволяет измерить характеристики давления стопы в положении стоя, определить смещения веса кпереди, кзади, вправо, влево; оценить геометрию изображения стопы с целью выявления плоскостопия.

Кому это нужно: спортсменам, имеющим неправильную установку и/или деформацию стоп, с целью их коррекции, в том числе для подбора индивидуальных ортопедических корректоров (стелек).



ОПТИЧЕСКО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД «DIERS FORMETRIC 3D, 4D + PEDOSCAN»



Метод является безлучевым, предоставляет полную информацию об осанке по трем плоскостям (фронтальной, сагиттальной, горизонтальной) и статике тела человека; позволяет оценить угол сколиотической деформации позвоночника, угол кифоза, лордоза, величину перекаса таза, величину ротации таза, наличие мышечного дисбаланса, а также деформации стоп. В ходе обследования формируется 3D модель позвоночника и стоп.

Кому это нужно: пациентам, имеющим сколиоз, гипер / гиполордоз, гипер / гипокифоз, перекаса таза; болевые синдромы, связанные с осанкой; дисфункцию височно-нижнечелюстного сустава; неврологические нарушения. Контроль динамики и результатов реабилитации.

ОПТИЧЕСКО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД «DIERS FORMETRIC 3D, 4D MOTION + 3D SIMULATION PLATFORM»

Система используется для оценки разницы в длине ног и неправильного положения стоп. С помощью платформы можно оценить перекаса плеч и таза, наклон таза и туловища, ротацию позвонков; моделировать компенсацию перекаса и разворота таза.

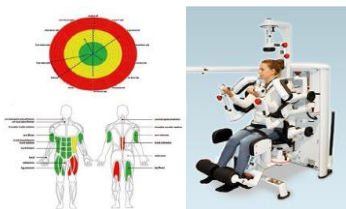
Кому это нужно: пациентам, имеющим сколиоз, гипер / гиполордоз, гипер / гипокифоз, перекаса таза (ротацию / торсию), болевые синдромы, связанные с осанкой. При необходимости – подбор стелек с целью коррекции разницы длины нижних конечностей.



ПОЛИДИНАМОМЕТРИЯ DIERS MYOLINE

Измерение изометрической силы мышц туловища (сгибание/разгибание туловища, наклоны туловища влево/вправо, ротация туловища влево/вправо); мышц нижних (сгибание/разгибание, сведение/отведение бедра) и верхних (сгибание/разгибание, внутренняя и внешняя ротация плеча) конечностей.

Кому это нужно: всем спортсменам для измерения уровня и баланса максимальной силы на этапах годичной тренировки, контроля реабилитационных мероприятий после травм.



КОНТАКТЫ: Лаборатория спортивного травматизма

+375 17 308 10 12, (17) 308 10 92; E-mail: sport_travma@medsport.by
<https://medsport.by/laboratoriya-sportivnogo-travmatizma>
220062, г. Минск, ул. Нарочанская, 8. Факс: +375 17 308 10 01
Регистратура +375 17 308 10 02, платные услуги +375 17 308 10 04
E-mail: info@medsport.by, www.medsport.by



Информация подготовлена заведующим лабораторией спортивного травматизма РНПЦ спорта **Т.Н. Лукьяненко**

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПУБЛИКАЦИЯМ В МЕЖДУНАРОДНОМ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ «ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА»

Международный научно-теоретический журнал «Прикладная спортивная наука» включен в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по трем отраслям наук:

- педагогические (теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры; техническое обеспечение физической культуры и спорта);
- биологические (восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия);
- медицинские (восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия).

(Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 28 ноября 2016 г. № 301)

Материалы в журнал представляются по следующим направлениям:

- Психолого-педагогические вопросы подготовки спортсменов и аспекты спортивной тренировки.
- Медико-биологические аспекты спортивной тренировки.
- Спортивная медицина: профилактика патологий, сохранение здоровья спортсменов.

Редакционная коллегия принимает статьи, написанные на высоком научно-теоретическом и методическом уровне, соответствующие современному состоянию рассматриваемой проблемы.

Статьи оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в Инструкции о порядке оформления квалификационной научной работы (диссертации) на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, автореферата и публикаций по теме диссертации, утвержденной постановлением Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 28.02.2014 и ГОСТ 2.105-95.

Для публикации необходимо направить:

- текст статьи в печатном оригинале (2 экземпляра) и электронную версию публикации. Второй экземпляр подписывается автором(ами), число которых не должно быть более 5 человек;
- официальное направление учреждения, в котором выполнена работа, содержащее сведения о возможности опубликования данных материалов ввиду отсутствия в них секретных сведений, не подлежащих разглашению;
- заявку на публикацию с указанием фамилии, имени, отчества автора(ов), полного названия организации, адреса, телефона, названия научного направления журнала, к которому относится статья.

Научная статья должна включать следующие элементы:

- индекс УДК;
- название статьи;
- фамилию и инициалы автора (авторов), ученую степень и звание, полное название организации;
- аннотацию;
- введение;
- основную часть, содержащую цель, методы, организацию, результаты исследований и их обсуждение;
- заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;
- список использованных источников;
- дату поступления статьи в редакцию.

Оформление статьи должно удовлетворять следующим требованиям:

Текст научной статьи должен быть набраным в редакторе Word, шрифт Times New Roman, 12 пунктов через 1 интервал с абзацным отступом 1,25 см. Объем научной статьи должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков), но не более 10 страниц.

Принятые сокращения расшифровываются непосредственно в тексте статьи. Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., т.д. и т.п.).

Название статьи печатается прописными буквами жирным шрифтом посередине первой строки без переноса. Ниже, через одну строку, по центру – инициалы и фамилия автора(ов), ученая степень и звание, полное название организации. Далее с абзаца через строку следует аннотация и затем основной текст статьи.

Аннотация (до 10 строк) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи.

Структура основного текста статьи. Такие элементы статьи, как «Введение», «Цель исследования», «Методы и организация исследования», «Результаты исследования и их обсуждение», «Заключение» должны быть выделены курсивом и начинаться с нового абзаца.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны нерешенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы и, если необходимо, указана ее связь с важными научными и практическими направлениями. Во введении следует избегать специфических понятий и терминов. Содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в соответствующей области.

Основная часть статьи должна содержать цель работы, описание методик, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

Таблицы (не более 2) применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей и располагают после первого упоминания в тексте. Все таблицы должны иметь название и порядковый номер. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (например: Таблица 1 – Результаты педагогического тестирования). Примечание в таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы. На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте. Текст таблицы печатается шрифтом Times New Roman, 10 пунктов.

Иллюстрации – рисунки, графики, диаграммы, фотографии (не более 2) располагают после первого упоминания в тексте. Все иллюстрации должны иметь наименование и при необходимости пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки (например: Рисунок 1 – Детали прибора).

Формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте.

В ссылках слова «таблица», «рисунок», «формула» приводятся полностью (без сокращения).

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения. При необходимости должны быть также указаны границы применимости полученных результатов.

Список использованных источников следует располагать в конце статьи в порядке появления ссылок в тексте либо в алфавитном порядке.

Список использованных источников должен быть составлен в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Список использованных источников в объеме статьи не включается.

Автор несет личную ответственность за направление в редакцию ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями.

В одном номере журнала может быть опубликовано не более двух статей одного и того же автора, включая статьи, написанные в соавторстве.

Все представляемые научные материалы подвергаются обязательному рецензированию и проверяются с помощью сервиса antiplagiat.ru. Доля авторского текста должна составлять не менее 70 %.

Публикация статей бесплатная.

Материалы, не удовлетворяющие вышеуказанным требованиям и тематике, не рассматриваются и обратно не высылаются.

Материалы представляются по адресу: 220062, г. Минск, ул. Нарочанская, 8, каб. 504. e-mail: post@medsport.by; тел. +375(17) 308 10 11; тел./факс +375(17) 308 00 01.