# ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

Международный
научно-теоретический журнал

№1 (15)

Минск
Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр спорта»
2022

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

№1 (15)

**2022 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*

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

Подписано в печать 20.06.2022.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная №1.
Усл.-печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 10,31.
Тираж 100 экз. Заказ 149

Отпечатано с оригинал-макета заказчика.

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

**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

**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
*Касымова 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», 2022

# СОДЕРЖАНИЕ


**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ И АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ**

**Акулич Л.И.**
ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК ПОСТРОЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ БЛИЖАЙШЕГО СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА ..... 5

**Белявский Д.Н.**
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМЕЙШН: КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПОДХОД ..... 10

**Булыга В.В.**
ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ С ПОМОЩЬЮ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ..... 21

**Кучеров Ю.Ю.**
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ КОНЬКОВОГО ХОДА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ ..... 27

**Мацюсь Н.Ю.**
АНАЛИЗ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЕЛОРУССКИХ БАТУТИСТОВ В ОЛИМПИЙСКИХ ЦИКЛАХ 2013–2016 и 2017–2021 гг. ..... 33

**Хроменкова Е.В., Тычина Е.Г., Титова Е.М.**
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕНЗОДИНАМОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЫЖКОВОГО ТЕСТА И ВИНГЕЙТ-ТЕСТА СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА ..... 41

**Цихань Ма, Парамонова Н.А., Борщ М.К.**
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ОЦЕНКЕ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЮНЫХ ГАНДБОЛИСТОВ ..... 50

**Чегерова Т.И., Нехай Е.В., Кручинский Н.Г.**
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ: СООБЩЕНИЕ 2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ..... 56

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ**

**Будко А.Н.**
ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ГОРМОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У СПОРТСМЕНОВ В ШОРТ-ТРЕКЕ И КОНЬКОБЕЖНОМ СПОРТЕ ..... 64

**Гаврилова С.О.**
ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ОБОСНОВАНИИ РЕФЕРЕНТНЫХ ИНТЕРВАЛОВ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ ..... 71

**Гилеп И.Л., Шведова Н.В.**
ПЕРЕНОСИМОСТЬ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ НАГРУЗОК В ПЛАВАНИИ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КРОВИ ..... 79

**Шкуматов Л.М., Мороз Е.А., Захаревич А.Л., Шантарович В.В.**
ОТБОР, ОРИЕНТАЦИЯ И СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ В ПОДГОТОВКЕ ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ СБОРНОЙ КОМАНДЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ..... 84

**СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПРОФИЛАКТИКА ПАТОЛОГИЙ, СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ**

**Загородный Г.М., Платонов А.В., Самушия К.А., Ясюкевич А.С.**
СОЧЕТАННАЯ PRP-ТЕРАПИЯ И ПРОФИЛАКТИКА РЕЦИДИВОВ ТРАВМ В СПОРТЕ ..... 91

**НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ**

**Бродяк О.П., Хожемпо С.В.**
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СТАРТОВОГО ПРЫЖКА В ПЛАВАНИИ ..... 100

**Загородный Г.М., Шведова Н.В., Акимов Е.С.**
МЕТОД СУХОЙ КАПЛИ КРОВИ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ АНТИДОПИНГОВОГО КОНТРОЛЯ В СПОРТЕ ..... 106

**Мухамова А.А.**
АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОГО ПСИХОЛОГА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ..... 113

**Юрчик Н.А**
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СТРЕЛКОВОГО СПОРТА В БЕЛАРУСИ ..... 119

*Дорогие коллеги!*

*Вы держите в руках первый в этом году номер нашего журнала. Первый – после последних нескольких лет, ознаменовавшихся серьезными политическими, экономическими и эпидемическими потрясениями. Несмотря на это специалисты в области спортивной науки и медицины продолжали активно трудиться и изучать изменения физиологических параметров у спортсменов различного уровня в новых реалиях.*

*Профессор Ю.К. Абаев писал: «В последнее время много говорят о психологическом «выгорании» медиков. У научных работников также встречается «выгорание» – «синдром заката научного потенциала». Развивается он постепенно и связан чаще всего с определенным самоуспокоением, бытовыми заботами, уменьшением юношеского азарта и здорового авантюризма, в результате чего активная научная деятельность постепенно сокращается.*

*Сфера физической культуры и спорта объединяет всех, кто вне зависимости от своей профессии и возраста выбирает активный образ жизни, сплоченность и волю к победе, позитивные тенденции развития. В нашей стране физическая культура и спорт являются неотъемлемой частью понятия культурный код нации, который включает также и направления спортивной медицины и науки.*

*Мы надеемся, что наш журнал поможет Вам сохранить интерес к активной научной деятельности и позволит остаться в строю. Не жалейте вложений в свою компетентность, развивайте себя, достигайте новых высот, не бойтесь раздражать смелостью и отвагой своих новых идей!*

*С уважением,*
*главный редактор* *Ирина Малёваная*

УДК 796.325+796.015.682

# ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК ПОСТРОЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ БЛИЖАЙШЕГО СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА

**Л. И. Акулич,**
Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

*Аннотация*

*В статье характеризуются теоретико-методологические предпосылки построения педагогического контроля специальной физической подготовленности волейболистов ближайшего спортивного резерва. Их изучение позволит тренерам, работающим с данным контингентом спортсменов, повысить эффективность управления учебно-тренировочным процессом путем грамотного построения и проведения педагогического контроля за уровнем специальной физической подготовленности своих подопечных.*

# CHARACTERIZATION OF THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PREREQUISITES IN THE FORMATION OF PEDAGOGICAL CONTROL OF SPECIAL PHYSICAL TRAINING IN VOLLEYBALL PLAYERS

*Abstract*

*The article characterizes the theoretic and methodical prerequisites of forming pedagogical control of special physical preparedness of volleyball players. Their study will allow coaches working with this group of athletes to improve the effectiveness of managing the training process by competently building and conducting pedagogical control of the level of special physical preparedness of their athletes.*

*Введение*

Для роста спортивных достижений в спорте создана система управления подготовкой спортсменов, и одним из ведущих звеньев этой системы является педагогический контроль [9, 11, 13]. Конкретизация его структуры и содержания с учетом специфики вида спорта является важнейшей предпосылкой повышения эффективности учебно-тренировочного процесса (УТП).

В настоящее время повысилось внимание специалистов к организации и проведению педагогического контроля не только спортсменов высокой квалификации, но и спортивного резерва. В частности, возросла роль педагогического контроля и в УТП ближайшего спортивного резерва в волейболе. Необходимость повышения его эффективности связана в первую очередь с возросшими требованиями к различным сторонам подготовленности спортсменов, в том числе к специальной физической [3, 14, 15].

При этом важным является изучение теоретико-методических основ педагогического контроля, что позволяет научно обосновать выбор средств для объективной оценки специальной физической подготовленности (СФП) и вносить соответствующие коррективы в УТП с направленностью на повышение сниженных показателей.

*Целью исследования* является изучение теоретико-методологических предпосылок построения педагогического контроля СФП волейболистов ближайшего спортивного резерва.

*Методы и организация исследования*

Для решения поставленной цели применялись следующие методы исследования: теоретико-библиографический анализ и обобщение данных научно-методической

литературы, анкетный опрос. В анкетном опросе приняли участие тренеры, работающие с различным контингентом волейболистов (Заслуженные тренеры Республики Беларусь; тренеры высшей категории, n=11) и тренеры-преподаватели, работающие на практических кафедрах учреждений высшего образования (Заслуженные тренеры Республики Беларусь, мастера спорта, кандидаты педагогических наук, n=9).

*Результаты исследования и их обсуждение*

Теоретико-библиографический анализ и обобщение данных научно-методической литературы позволили выявить следующие теоретико-методологические предпосылки построения педагогического контроля СФП волейболистов ближайшего спортивного резерва: изучение основных аспектов и методологической основы педагогического контроля; анализ имеющихся средств педагогического контроля СФП волейболистов; анализ современных тенденций развития волейбола; изучение мнения тренеров в отношении содержания и проведения педагогического контроля СФП волейболистов.

В настоящее время педагогический контроль как составная часть учебно-тренировочного процесса характеризуется в общетеоретическом, методическом, технологическом и методологическом аспектах (рисунок 1).

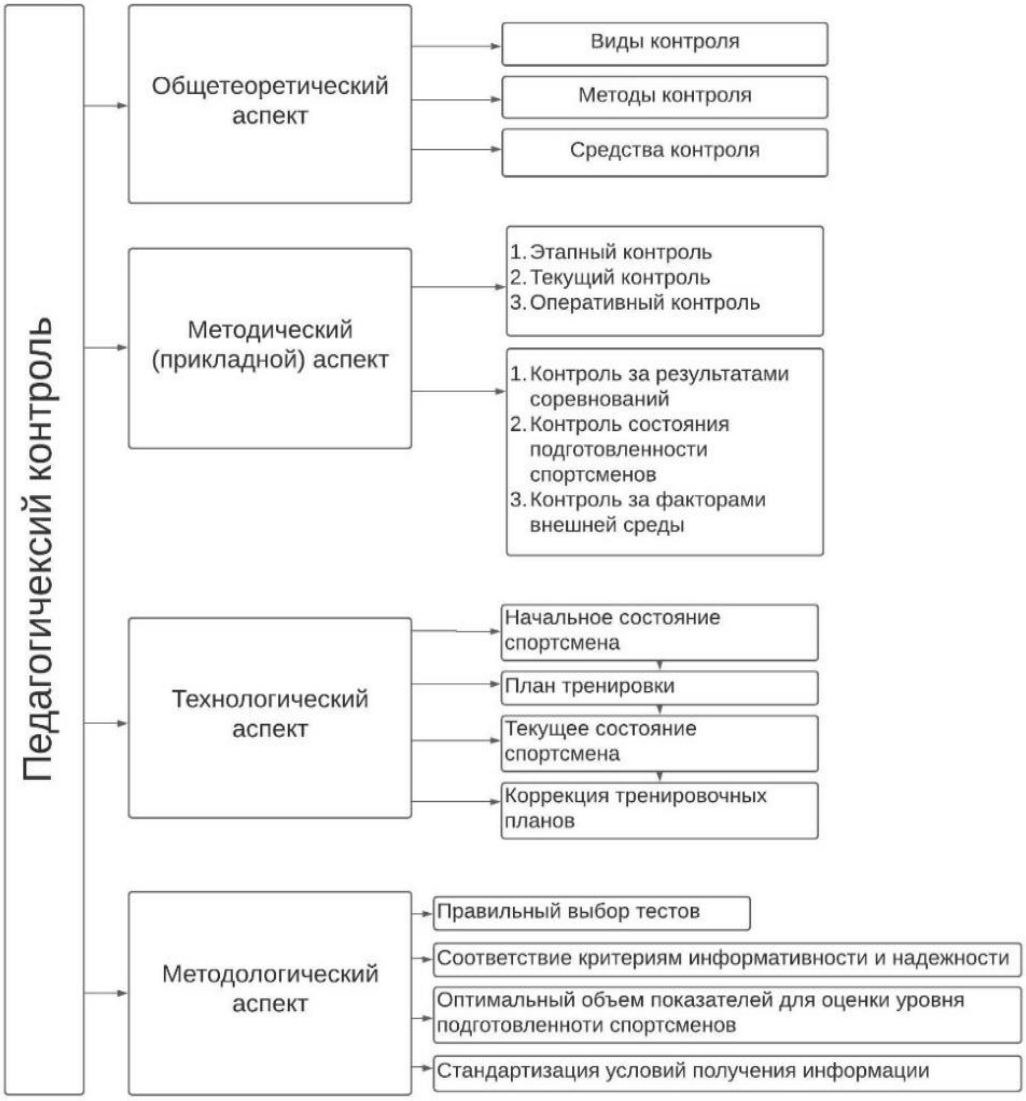



Рисунок 1 – Основные аспекты педагогического контроля

По мнению ряда специалистов [4, 5, 7, 10, 12] важным является методологический аспект педагогического контроля, предусматривающий: правильный выбор тестов и их соответствие критериям информативности и надежности; определение

оптимального объема показателей для оценки уровня подготовленности спортсменов; стандартизацию условий получения информации.

Начинская С. В. [12] выделяет такое понятие, как аутентичность (добротность) теста (рисунок 2).

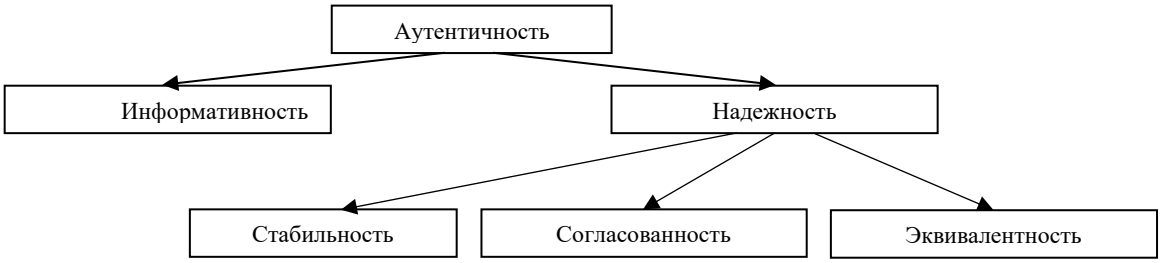



Рисунок 2 – Общая схема проведения тестирования (С.В. Начинская, 2013)

Аутентичность теста предполагает два рода деятельности: 1) пользование аутентичным тестом; 2) создание аутентичного теста. Пользование аутентичным тестом требует от исследователя исполнения тех условий, которые определяют аутентичность теста. Создание или доказательство аутентичности теста предполагает доказательство всех элементов аутентичности – информативности и надежности. Однако, результаты теоретико-библиографического анализа свидетельствует о том, что в научно-методической литературе не приводятся сведения о соответствии применяемых средств для оценки уровня СФП волейболистов критериям информативности и надежности. Отсутствует информация в отношении научно-обоснованных, с позиции теории тестов, средств педагогического контроля СФП и методики их применения в УТП ближайшего спортивного резерва в волейболе. Все это обуславливает необходимость поиска новых средств педагогического контроля и модификации имеющихся.

Одним из направлений педагогического контроля, на котором строится фундамент и управляющий механизм, является глубокий анализ современных тенденций развития волейбола.

Современный волейбол представляет собой динамическую систему, изменения в которой происходят постоянно и во всех ее составляющих.

Тенденции развития волейбола понимаются как основные ориентиры, затрагивающие эффективность настолько, насколько действуют изменения в игровых концепциях и элементах игры [6, 8].

Основываясь на данных анализа соревновательной деятельности современных мужских и женских команд высшей спортивной квалификации, в том числе и команд, входящих в мировую элиту волейбола, необходимо отметить следующее:

1. Одной из ярко выраженных тенденций современного волейбола является стремление тренеров сборных и клубных команд комплектовать составы игроками высокого роста и сверхвысокими (более 200 см).

2. По сравнению с предыдущими этапами развития современный волейбол характеризуется высокими требованиями к уровню СФП спортсменов. Это обусловлено тем, что соревновательная деятельность в волейболе протекает в условиях большой двигательной активности. По нашим данным, за одну игру волейболист высокой квалификации совершает в среднем 200 прыжков, 250 ускорений на короткие дистанции, 70 падений и около 130 силовых ударов по мячу. Функциональная нагрузка в период соревнований достигает в среднем 170 уд/мин [2]. Это предъявляет высокие требования к уровню развития специальных физических качеств.

3. Техника является наиболее консервативной составляющей частью системы «Волейбол». Вместе с тем в последнее время существенные изменения произошли и в технической подготовленности волейболистов высшей спортивной квалификации.

Основная тенденция в совершенствовании техники игры выражается в увеличении скорости и темпа выполняемых приемов. Доминирующим стал

острокомбинационный стиль игры, при котором отмечается проведение большого количества скоростных комбинаций с быстрых вторых передач, что позволяет осуществлять атаки при плохо организованном блоке, а иногда и вовсе без блока. Данная тенденция характерна для нападения из всех зон площадки. Вместе с тем выявлено, что в настоящее время волейбол характеризуется значительным усилением подачи. В мужском волейболе наиболее часто применяется силовая подача в прыжке с вращением (скорость полета мяча при силовой подаче у мужчин достигает 134 км/ч). Она значительно усложняет прием мяча игроками команды-соперницы и затрудняет дальнейшее проведение ими атакующих действий с подключением игроков первого темпа и быстрых передач на края сетки, что позволяет организовать эффективную защиту подающей команде. В связи с усложнением подачи увеличилась доля атак в противодействии групповому блоку после некачественного приема. Волейболисты, производящие атакующий удар из второй зоны, из глубины площадки и, особенно, из четвертой зоны, вынуждены атаковать с достаточно высоких и не всегда удобных вторых передач. Атакующие удары после идеального и хорошего приема игроки высокой квалификации выполняют с примерно равным использованием всех зон площадки.

Помимо силовой подачи в прыжке с вращением широко используются: планирующая силовая подача в прыжке; планирующая укороченная подача в прыжке; «накат» (укороченная подача). Следует отметить, что игроки ведущих команд мира имеют в своем арсенале 2–3 вида подач, которыми владеют в совершенстве и тактически успешно сочетают их в соревновательной деятельности. Использование различных видов подач предъявляет повышенные требования к специальной физической и технической подготовленности игроков, принимающих подачу.

Отмечается увеличение количества атакующих ударов с задней линии площадки – зона 1 и зона 6. Это позволяет во всех расстановках иметь трех активных нападающих, что значительно осложняет действия защищающейся команды при организации блокирования. Нападение становится все более силовым. Это объясняется стремлением комплектовать команды высокорослыми волейболистами, обладающими высоким уровнем развития специальных физических качеств.

В современном волейболе наблюдается усиление различий в структуре и содержании соревновательной деятельности волейболистов разного игрового амплуа. Функциональная специализация игроков в волейболе продолжается: в командах высокой квалификации среди игроков стали выделять тех, кто чаще других выполняет нападающие удары с задней линии, тех, кто наиболее часто участвует в блокировании (является как бы основным блокирующим команды) и тех, кто в большей степени, чем другие игроки, принимает мяч с подачи и при атакующих действиях соперника. Исходя из этого в современном волейболе по характеру проявления индивидуальных качественных способностей (длина тела, быстрота, прыгучесть, оперативное мышление) и роли в организации атакующих и защитных действий игроков, различают нападающих первого темпа (основные блокирующие), нападающих второго темпа («доигровщики» и «диагональные» игроки), «связующих» игроков и «либеро» (защитника). Соревновательная деятельность представителей различных игровых амплуа характеризуется усилением различий в своей направленности. Однако, анализ технико-тактических действий ведущих команд мира свидетельствует о том, что в последнее время возникла потребность в универсально подготовленных высококвалифицированных игроках. Это особенно важно и требует своей реализации при подготовке спортивного резерва, когда принцип универсализации является ведущим.

Такие изменения технико-тактической деятельности при реализации элементов нападения и защиты предъявляют повышенные требования к уровню СФП, которая в свою очередь оказывает существенное влияние на результативность соревновательной деятельности в волейболе.

В то же время, анализ системы подготовки волейболистов, существующей на сегодняшний день, позволяет утверждать, что ее содержание не в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к спортсменам в текущем периоде развития

волейбола. Выявлены расхождения между теоретическим, научно-методическим уровнем знаний как о спортивной подготовке в целом, так и о ее важном компоненте – специальной физической подготовке, и их практической реализацией. В настоящее время отсутствуют научные исследования, направленные на обоснование эффективности методик, применяемых в структуре специальной физической подготовки волейболистов. Исходя из этого, одной из основных проблем современного волейбола является поиск путей повышения уровня СФП как спортсменов высокой квалификации, так и спортсменов, составляющих ближайший спортивный резерв.

Таким образом, установленная зависимость результативности соревновательной деятельности от уровня развития у волейболистов специальных физических качеств обуславливает необходимость разработки не только эффективных методик повышения СФП волейболистов, но и методики педагогического контроля этой подготовленности на различных стадиях и этапах многолетней спортивной тренировки. Особенно актуален этот вопрос в отношении волейболистов ближайшего спортивного резерва, поскольку уровень клубных, сборных и национальных команд Республики Беларусь во многом определяет организация УТП именно этого контингента спортсменов.

Данные проведенного анкетного опроса показали, что педагогический контроль СФП волейболистов ближайшего спортивного резерва является важной составляющей системы управления их общей подготовкой. Педагогический контроль СФП этого контингента волейболистов целесообразно проводить для этапной оценки уровня развития специальных физических качеств. Полезным с практической точки зрения будет получение новых данных с использованием научно-обоснованных тестов для объективной оценки СФП волейболистов ближайшего спортивного резерва [1].

*Заключение*

Теоретико-библиографический анализ научно-методической литературы, обобщение передового опыта подготовки волейболистов и результаты проведенных исследований позволили выявить теоретико-методологические предпосылки построения педагогического контроля СФП волейболистов спортивного резерва. Педагогический контроль как составная часть УТП характеризуется в трех аспектах: общетеоретическом, методическом (прикладном) и технологическом. Методологическая основа педагогического контроля включает: правильный выбор тестов и их соответствие критериям информативности и надежности; определение оптимального объема показателей для оценки уровня подготовленности спортсменов; стандартизацию условий получения информации.

Изучение средств педагогического контроля СФП волейболистов показало, что в настоящее время отсутствует научная информация в отношении обоснованных с позиции теории тестов средств педагогического контроля и методики их применения в УТП спортивного резерва в волейболе.

Анализ современных тенденций развития волейбола, анализ научно-методической литературы относительно характеристики СФП позволяют утверждать, что по сравнению с предыдущими этапами развития, современный волейбол характеризуется высокими требованиями к уровню СФП спортсменов. Но, несмотря на резкое повышение ее значимости, в практике подготовки спортивного резерва в Республике Беларусь тренеры не уделяют должного внимания педагогическому контролю уровня развития специальных физических качеств волейболистов.

Анализ результатов анкетного опроса специалистов в области волейбола свидетельствует, что в настоящее время актуальность педагогического контроля повысилась в связи с возросшим уровнем СФП спортсменов и команд, занимающих лидирующее положение в спорте высших достижений. Это обуславливает необходимость всем, кто стремится попасть в спортивную элиту, или хотя бы по уровню своей подготовленности приблизиться к ней, повысить качество отбора тренировочных методов и средств, что невозможно без отбора эффективных средств педагогического контроля для оценки уровня СФП волейболистов, составляющих ближайший спортивный резерв.

*Список использованных источников*

1. Акулич, Л.И. Мнения специалистов о значении педагогического контроля в физической подготовке волейболистов / Л.И. Акулич // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму: материалы XI Междунар. сессии по итогам НИР за 2009 год, Минск, 15–16 апр. 2010 г. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: М.Е. Кобринский (гл.ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – С.3–6.
2. Акулич, Л.И. Современные тенденции развития волейбола / М.Е. Кобринский, Л.И. Акулич // II Европейские игры – 2019: психолого-педагогические и медико-биологические аспекты подготовки спортсменов: материалы междунар. науч.-практич. конф., Минск, 4–5 апр. 2019 г.: в 4 ч. / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь; Белорус. гос. ун-т физ. культуры; С.Б. Репкин [и др.]. – Минск, 2019. – Ч.1. – С.165–169.
3. Булыкина, Л.В. Выявление ведущих физических качеств волейболистов / Л.В. Булыкина, А.С. Ананьин // Теория и практика физической культуры. – 2018. – №6. – С.61–67.
4. Годик, М.А. Спортивная метрология: учеб. для ин-тов физ. культуры / М.А. Годик. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
5. Губа, В.П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике: учеб. пособие для вузов физической культуры / В.П. Губа, М.П. Шестаков, Н.Б. Бубнов, М.П. Борисенков. – 2-е изд. – М.: Физкультура и спорт, 2006 – 220 с.
6. Железняк, Ю.Д. Тенденции развития классического волейбола на современном этапе / Ю.Д. Железняк, Г.Я. Шипулин, О.Э. Сердюков // Теория и практика физ. культуры. – 2004. – №4. – С.30–33.
7. Зациорский, В.М. Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания / В.М. Зациорский. – 5-е изд. стериотип. – М.: Спорт, 2020 – 200 с.
8. Ивановский, В.Я. Некоторые тенденции развития современного волейбола / В.Я. Ивановский // Волейбол и теннис в современном спортивном движении: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23 февр. 2000 г. / Академ. физ. воспит. и спорта Респ. Беларусь. – Минск, 2000. – С.5–13.
9. Иванченко, Е.И. Теория и практика спорта: пособие: в 3 ч. / Е.И. Иванченко. – Минск: Белорус. гос. ун-т физ. культуры, 2018. – Ч.1: Фундаментальные аспекты теории спорта. – 180 с.; Ч.2: Виды спортивной подготовки. – 295 с.; Ч.3: Основы спортивной подготовки. – 206 с.
10. Коренберг, В.Б. Спортивная метрология: учеб. / В.Б. Коренберг. – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с.
11. Матвеев, Л.П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты: учеб. / Л.П. Матвеев. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Сов. спорт, 2010. – 340 с.
12. Начинская, С.В. Спортивная метрология: учеб. пособие / С.В. Начинская. – М.: Академия, 2012. – 240 с.
13. Платонов, В.Н. Основы управления в системе подготовки спортсменов олимпийском спорте / В.Н. Платонов // Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – М.: Физкультура и спорт, 2005. – С.567–576.
14. Фомин, Е.В. Структура специальной физической подготовки волейболистов: метод. пособие / Е.В. Фомин. – М.: РИО, 1989. – 26 с.
15. Фурманов, А.Г. Физическая подготовка / А.Г. Фурманов // Подготовка волейболистов. – Минск: МЕТ, 2007. – С.28–51.

*04.05.2022*

УДК 793.38:796.01

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМЕЙШН: КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПОДХОД

**Д. Н. Белявский,**
Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

*Аннотация*

*В статье рассматриваются теоретико-методические аспекты формейшн как вида танцевального спорта. Применение классификационного подхода при проведении исследования*

*позволило получить значимые результаты: дополнить и уточнить понятийно-терминологический аппарат формейшн; определить формы организации и функционирования формейшн, реализованные в мировой практике; разработать три авторские классификации. На основе предложенных классификаций разработан метод анализа динамичности спортивной программы формейшн, дающий возможность формализованного описания и сравнения спортивных программ. Проведенное исследование позволило выделить и сформулировать основные сущностные признаки формейшн как вида танцевального спорта.*

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION: CLASSIFICATION APPROACH

*Abstract*

*The article considers theoretical and methodological aspects of formation as a Dance sport. The application of classification approach for the research design has resulted in the following significant conclusions: the conceptual and the terminological units of formation have been supplemented and refined; the forms of organization and functioning of formation implemented worldwide have been determined; three author's classifications have been developed. Based on the suggested classifications the method of analyzing the dynamics of formation sport program has been elaborated, allowing formal description and comparison of sport programs. The conducted research provided an opportunity to identify and formulate the main essential features of formation as a dance sport.*

*Введение*

Танцевальный спорт (Dancesport) в настоящее время мультидисциплинарен. Он включает в себя не только традиционные соревнования по программам «Стандарт» и «Латина» среди танцевальных пар и команд, но и акробатический рок-н-ролл, буги-вуги, брейкинг, диско, хип-хоп, танцы на инвалидных колясках (пара танцевальный спорт), сальсу, смус и другие танцевальные направления [1].

Учитывая современное состояние и руководствуясь стратегией развития, определенной Всемирной федерацией танцевального спорта, автором было разработано и внедрено в практическую деятельность Республиканского общественного объединения «Белорусский альянс танцевального спорта» следующее определение: танцевальный спорт – сложно-координационный, технико-эстетический вид спорта, предусматривающий подготовку и участие танцевальных пар (команд танцевальных пар), а также иных танцоров (команд танцоров) в соревнованиях посредством исполнения танцевальных композиций (спортивных программ) на танцевальной площадке, с учетом требований к набору исполняемых танцев и музыкальному сопровождению [2].

В традиционных программах танцевального спорта «Стандарт» и «Латина», спортсмены имеют возможность участвовать в соревнованиях среди танцевальных пар, команд танцевальных пар, а также среди команд формейшн. Соревнования формейшн представляют собой синхронное осуществление командой танцоров разнообразных геометрических перестроений при исполнении попурри из танцев. Формейшн зародился в первой половине 19 века как вид бального танца, в процессе генезиса приобрел характеристики спортивной деятельности и на современном этапе является одним из традиционных видов танцевального спорта (чемпионаты мира среди команд формейшн проводятся с 1973 года).

В настоящее время формейшн достаточно широко развит, особенно в странах Европы и продолжает свое эволюционирование, основываясь при этом в основном на научной базе спорта в целом, методиках обучения конкретным танцам, а также опыте и интуиции тренеров. Анализ публикаций и электронных ресурсов, связанных с формейшн, показал, что теоретическая и методическая база этого вида танцевального спорта исследователями не сформирована, система подготовки команд формейшн высокого класса не описана, ученые разных стран занимаются исследованием отдельных аспектов спортивной подготовки.

*Цель исследования*

В связи с вышесказанным при формировании теоретико-методических основ формейшн, используя классификационный подход, целесообразно:

– уточнить и дополнить понятийно-терминологический аппарат формейшн;
– определить формы организации и функционирования формейшн в мире;
– предложить классификации базовых понятий формейшн;
– разработать метод исследования содержания соревновательного упражнения команд формейшн, основанный на предложенных классификациях;
– раскрыть природу формейшн, выделив его сущностные признаки.

Предлагается в понятийно-терминологический аппарат формейшн включить следующие уточненные и разработанные дефиниции:
– формейшн;
– команда формейшн;
– спортивная программа формейшн;
– рисунок спортивной программы формейшн;
– виды и элементы рисунков спортивной программы формейшн;
– динамичность спортивной программы формейшн.

*Результаты исследования и их обсуждение*

В международной практике, а также в различных мировых и отечественных литературных и других источниках дефиниция «формейшн» используется достаточно давно, однако не существует единого мнения к трактовке этого понятия. Проведенный контент-анализ определений «формейшн» позволяет сделать вывод, что комплексно сущность формейшн в предложенных определениях не отражена. В связи с этим, предлагается авторский взгляд на трактовку данного термина. *Формейшн* – вид танцевального спорта, включающий подготовку и участие команды, состоящей из танцевальных пар, в соревновании посредством синхронного, взаимозависимого исполнения на паркете мультитанцевальной композиции (спортивной программы), с учетом строго определенных требований к ее содержанию, музыкальному сопровождению и набору танцев.

Используя существующие общепризнанные подходы к классификациям видов спорта, можно утверждать, что формейшн является сложно-координационным, командным, технико-эстетическим, неолимпийским видом танцевального спорта. При изучении генезиса формейшн было выявлено, что этот вид танцевального спорта зарождался, эволюционировал и в настоящее время функционирует по-разному [3].

С учетом уровня его развитости, выстроив аналогии с социальными, филологическими и экономическими науками, следует выделить три формы организации и функционирования формейшн, реализованные в мировой практике (таблица 1).

Дискурсивная форма характеризуется значительным периодом развития в стране, который обеспечивает формирование фундамента вида спорта, включающего методологическую, методическую, техническую, коммуникативную и др. базы, а также высокую популярность формейшн и большой интерес к этому виду танцевального спорта у занимающихся. Существенное число команд обеспечивает высокую конкуренцию (не только между командами, но и между спортсменами за право стать членом более сильной команды). Для рассматриваемой формы характерны значительный численный состав тренерского штаба ведущих команд и большое количество принимаемых страной чемпионатов мира и Европы среди команд формейшн.

Диалогическая форма наиболее распространена в мире и характеризуется наличием относительно небольшого количества команд формейшн, меньшей соревновательной активностью внутри страны, более низкой популярностью среди населения. В таких странах нередко за год проводится лишь один национальный чемпионат, по итогам которого определяются представители на официальных международных соревнованиях. Особенностью диалогической формы является и то, что численный состав судейского корпуса может в значительной мере превышать тренерский. Анализ показал, что возможны варианты существования диалогической формы. Первый из них – форма, функционирующая на принципах паритетной олигополии, предполагающей наличие небольшого числа команд, имеющих

приблизительно одинаковый уровень подготовленности. Такие команды способны на равных конкурировать между собой за право представлять страну на официальных чемпионатах. Второй вариант – олигополия доминирования, предполагающая присутствие явного национального лидера и наличие относительно слабой конкуренции внутри страны. Фактически это означает наличие «гарантии» на звание чемпиона и на право представлять страну на чемпионатах мира и континентов.

Таблица 1 – Описание форм организации и функционирования формейшн

<table>
<tr><th colspan="2">Форма</th><th>Характерные признаки</th><th>Представители</th></tr>
<tr><td colspan="2">Дискурсивная<br>(абсолютной конкуренции)</td><td>– длительный период развития и сформированные традиции;<br>– высокая популярность;<br>– большое число команд, школ и клубов, в которых осуществляется их подготовка;<br>– большое количество турниров различных уровней, проводимых внутри страны в течение года;<br>– значительный численный состав тренерского штаба топ-команд;<br>– развитость судейского корпуса и его востребованность в судействе;<br>– активное участие в организации официальных турниров;<br>– востребованность тренеров на международной арене</td><td>Германия,<br>СССР (до 1991 г.),<br>Россия</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Диалогическая<br>(олигополистической конкуренции)</td><td>Паритетная<br>(отсутствие явного лидера)</td><td rowspan="2">– несколько команд, школ и клубов, в которых осуществляется их подготовка;<br>– один или несколько турниров среди команд формейшн проводимых внутри страны в течение года;<br>– несоответствие численности тренерского и судейского корпусов</td><td>Нидерланды и Австрия (латиноамериканская программа), Чехия, Словакия, Монголия</td></tr>
<tr><td>Доминирования<br>(наличие явного лидера)</td><td>Нидерланды<br>(программа «Стандарт» до 2017 г.), Венгрия<br>(программа «Стандарт»)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Монологическая<br>(монополистической конкуренции)</td><td>– одна команда формейшн;<br>– отсутствие турниров среди команд формейшн проводимых на национальном уровне;<br>– большое число титульных турниров формейшн, проводимых страной;<br>– соревновательная деятельность команды только на международной арене;<br>– преобладание численности судейского корпуса над тренерским</td><td>Литва,<br>Молдова, Республика Беларусь (программа «Стандарт» до 2011 г.)</td></tr>
</table>

При монологической форме функционирования в стране существует только одна команда формейшн, как правило, отличающаяся достаточно высоким уровнем подготовленности. Этот уровень может быть обеспечен высокой квалификацией тренера и спортсменов, традициями клуба, в котором осуществляется подготовка команды, значительной финансовой и/или государственной поддержкой, оказываемой спортсменам. Отличительной особенностью формы является прямое (без внутренних отборов) попадание команды на международный уровень. Несмотря на то, что данная форма не предполагает проведения национальных соревнований, популярность формейшн в стране может быть очень высокой в силу регулярного проведения

чемпионатов мира и Европы, а также благодаря популяризации внутри страны и признанию заслуг команды на государственном уровне.

Продолжим уточнение понятийно-терминологического аппарата. *Команда формейшн,* являясь основной соревновательной единицей, представляет собой спортивную команду, состоящую из восьми, семи или шести танцевальных пар. Команды формейшн соревнуются между собой, исполняя соревновательное упражнение, которое на практике специалисты называют по-разному. Всемирной федерацией танцевального спорта используется английский термин «formation routine». Для унификации предлагается использовать русскоязычный профессионализм (вариант) «спортивная программа формейшн», так как он наиболее точно передает смысл оригинального английского термина. Таким образом, *спортивная программа формейшн* – это музыкально-хореографическое произведение, построенное с обязательным использованием всех конкурсных танцев программ «Стандарт» (вальс, танго, венский вальс, слоуфокс и квикстеп) или «Латина» (самба, ча-ча-ча, румба, пасодобль и джайв) и включающее в себя вступление (презентацию), основную (соревновательную) часть и окончание (уход). Как и во многих технико-эстетических видах спорта спортивная программа формейшн, чаще всего, представляет собой завершенный творческий проект, со своей темой, которая раскрывается с помощью специально подготовленной музыкальной фонограммы, костюмов спортсменов, лексики и рисунка танца.

Рисунок танца – традиционно используемое в хореографии понятие, под которым понимается расположение и перемещение исполнителей по сценической площадке в определенной последовательности [4]. Однако, в спортивной программе команды формейшн рисунок имеет свои характерные особенности:

– фрагменты танцев в спортивной программе формейшн могут следовать друг за другом в любой очередности, также не лимитированы их продолжительность и количество повторений. Более того, в формейшн разрешены музыкальные фрагменты с ритмической структурой, отличной от принятой в танцах, входящих в соответствующую программу («Стандарт» или «Латина»). Поэтому спортивная программа формейшн характеризуется большим ритмическим разнообразием и значительной продолжительностью (правилами проведения соревнований определены максимально возможная продолжительность всей программы (6 минут) и ее основной (соревновательной) части (4,5 минуты));

– для формейшн исключительно важным является организация точных перестроений, выполняемых с различной скоростью и последовательностью, что определяет траектории движения танцоров команды и их разнообразие;

– спортивная программа команды строится с использованием базовых и усложненных танцевальных фигур. Объем танцевальной лексики большой, что требует от всех спортсменов команды высокого уровня подготовленности (одинаково качественно исполнять шаги и фигуры в начале и в конце спортивной программы) и синхронности исполнения всех танцевальных фигур и элементов.

Сказанное позволяет утверждать, что рисунок спортивной программы формейшн складывается из ритмического, геометрического и хореографического рисунков (рисунок 1).

Рисунок 1 – Составляющие рисунка спортивной программы формейшн

Под *ритмическим рисунком спортивной программы формейшн* следует понимать совокупность ритмических структур в исполняемых на протяжении спортивной программы шагах, соответствующих стандартизированным фигурам конкурсных танцев одной из танцевальных программ.

Поскольку основной отличительной особенностью выступления команды формейшн является осуществление разнообразных геометрических построений и перестроений при исполнении спортивной программы, основной интерес представляет собой геометрический рисунок спортивной программы формейшн и его составляющие.

Так, *геометрический рисунок спортивной программы формейшн* – это совокупность выстраиваемых спортсменами команды картин и их смен, исполняемых в течение спортивной программы. В танцевальном спорте геометрический рисунок характерен только для формейшн, поэтому для полного понимания этого понятия целесообразно раскрыть содержание его составляющих (рисунок 1). *Объект картины геометрического рисунка спортивной программы формейшн* – любое геометрическое образование, принятое за основу равнения участников команды друг относительно друга и с учетом точек танцевальной площадки при построении конкретной картины [5]. При этом под *картиной геометрического рисунка спортивной программы формейшн* следует понимать завершенное (упорядоченное) расположение спортсменов или танцевальных пар, выстроенное в соответствии с выбранным объектом картины. *Смена картины геометрического рисунка спортивной программы формейшн* представляет собой способ перехода танцоров или танцевальных пар команды из одной картины в другую.

Существует множество видов картин геометрического рисунка спортивной программы, однако в литературных источниках не встречается ни одной их классификации. Автором разработана классификация картин геометрического рисунка спортивной программы формейшн (рисунок 2) [5], использование которой способствует унификации профессиональной коммуникации в сфере танцевального формейшн, а также обеспечивает возможность проведения анализа содержания спортивной программы формейшн.

Зрелищность спортивной программы формейшн во многом определяют используемые смены картин. Всю совокупность существующих смен картин геометрического рисунка спортивной программы формейшн можно представить в виде классификации, содержащей два многокомпонентных блока (рисунок 3) [5].

Предложенная классификация систематизирует существующее разнообразие смен картин, используемых тренерами при создании спортивной программы формейшн. Реализация заложенных в геометрический рисунок программы смен картин повышает вариативность рисунка спортивной программы формейшн и способствует ее большей зрелищности.

*Хореографический рисунок спортивной программы формейшн* – это совокупность исполняемых танцевальных вариаций, свойственных танцам программ «Стандарт» или «Латина», а также, общих хореографических элементов, с помощью которых передается тема спортивной программы формейшн.

Профессионально спланированные и созданные рисунки спортивной программы формейшн при соответствующем уровне подготовленности команды повышают вероятность успешного выступления на соревнованиях. Методических пособий, правил или алгоритмов по составлению спортивной программы формейшн не существует, равно как и обязательных к исполнению танцевальных или «трюковых» элементов. Требования к спортивной программе формейшн Всемирной федерации танцевального спорта ограничиваются хронометражем и набором исполняемых танцев. Мастерство тренера/постановщика спортивной программы обеспечивается исключительно опытом его работы. В среде профессионалов есть негласная устная рекомендация о необходимых 40 сменах картин геометрического рисунка, но это также не объясняет как часто должны меняться музыкальные фрагменты, какие смены картин должна выполнить команда и др. Тем не менее, необходимость сравнения спортивных программ формейшн существовала всегда, в том числе и для обеспечения судейства соревнований.

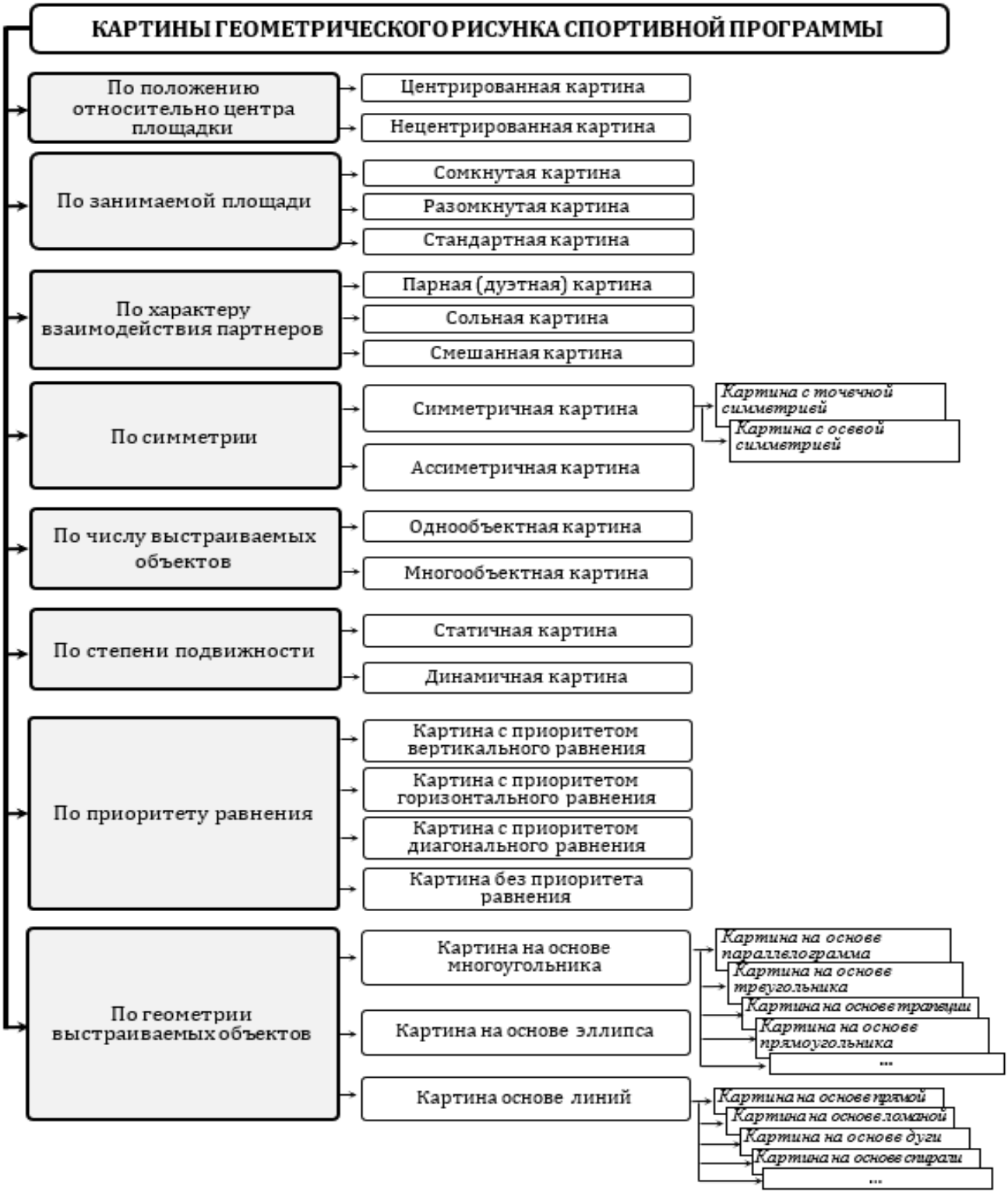



Рисунок 2 – Классификация картин геометрического рисунка спортивной программы формейшн

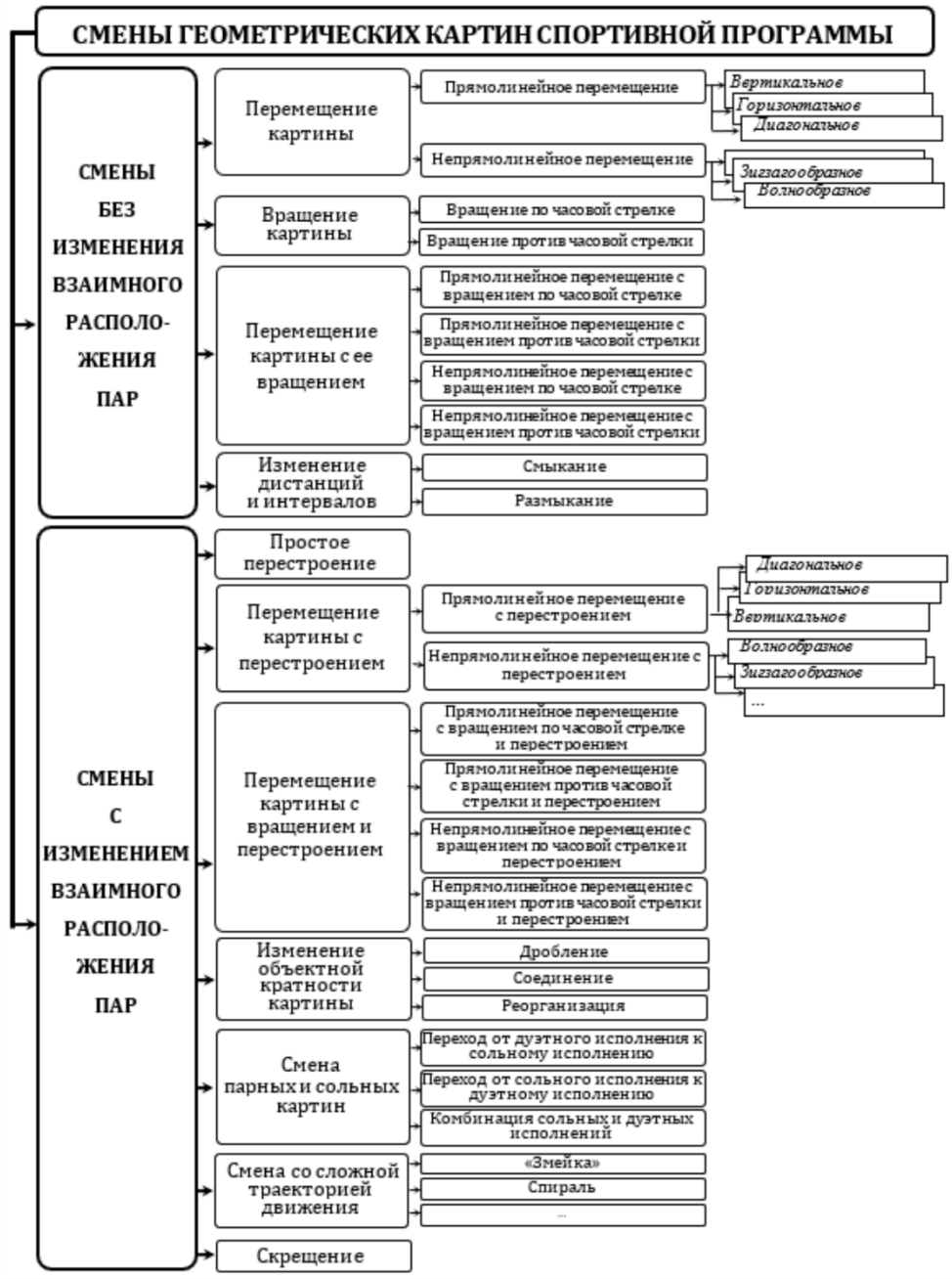



Рисунок 3 – Классификация смен картин геометрического рисунка спортивной программы формейшн

В качестве критерия сравнения можно использовать динамичность спортивной программы формейшн, как комплексную характеристику соревновательного упражнения. *Динамичность спортивной программы формейшн* определяется темпом смены музыкальных отрезков и танцев, темпо-ритмом смены выстраиваемых картин геометрического рисунка, а также характером изменений скорости движений и продолжительностью ускорений и замедлений. С учетом сущности понятия «динамичность спортивной программы формейшн» был разработан метод анализа, который базируется на авторских классификациях рисунка спортивной программы, картин геометрического рисунка, их смен (таблица 2).

Анализ динамичности спортивной программы формейшн следует начинать с анализа музыкальной фонограммы. Это позволяет оценить длительность фонограммы, ее основной (соревновательной) части, а также определить среднюю продолжительность одного фрагмента, как показателя динамичности музыкальной фонограммы (шаги А.1–А.5, таблица 2).

Таблица 2 – Алгоритм проведения анализа динамичности спортивной программы формейшн

| № п/п | Направление анализа /Показатель | | Обозначение / порядок расчета |
|---|---|---|---|
| А. | **АНАЛИЗ МУЗЫКАЛЬНОЙ ФОНОГРАММЫ** | | |
| А.1. | Общий хронометраж фонограммы | | $D_t$ |
| А.2. | Хронометраж соревновательной части фонограммы | | $D_c$ |
| А.3. | Количество фрагментов исполняемых конкурсных танцев | | $Fr_d$ |
| А.4. | Количество фрагментов иных танцев или других ритмических структур | | $Fr_{an}$ |
| А.5. | Средняя продолжительность одного музыкального фрагмента | | $\frac{D_t}{Fr_d + Fr_{an}}$ |
| Б. | **АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ СПОРТИВНОЙ ПРОГРАММЫ** | | |
| Б.1. | **Анализ геометрического рисунка спортивной программы формейшн**: | | |
| Б.1.1. | ***Динамичность геометрического рисунка*** | | |
| Б.1.1.1 | Общее количество картин геометрического рисунка | | $P_t$ |
| Б.1.1.2 | Средняя продолжительность одной картины | | $\frac{D_t}{P_t}$ |
| Б.1.1.3 | Общее количество смен картин | | $Ch_t$ |
| Б.1.2. | ***Вариативность геометрического рисунка*** | | |
| Б.1.2.1 | Оценка разнообразия выстраиваемых в программе картин, классифицированных по характеру взаимодействия партнеров *(Ppa):* | Удельный вес сольных картин *(s)* | $\frac{Ppa_s}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.2.2 | | Удельный вес парных картин *(c)* | $\frac{Ppa_c}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.2.3 | | Удельный вес смешанных картин *(m)* | $\frac{Ppa_m}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.2.4 | Оценка разнообразия выстраиваемых в программе картин, классифицированных по числу выстраиваемых объектов *(Pob):* | Удельный вес однообъектных картин *(Mono)* | $\frac{Pob_{Mono}}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.2.5 | | Удельный вес многообъектных картин *(Multi)* | $\frac{Pob_{Multi}}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.2.6 | Оценка разнообразия выстраиваемых в программе картин, классифицированных по занимаемой площади *(Psq):* | Удельный вес сомкнутых картин *(cl)* | $\frac{Psq_{cl}}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.2.7 | | Удельный вес стандартных картин *(st)* | $\frac{Psq_{st}}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.2.8 | | Удельный вес разомкнутых картин *(op)* | $\frac{Psq_{op}}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.2.9 | Оценка разнообразия выстраиваемых в программе картин, классифицированных по приоритету равнения *(Pal):* | Количество картин с приоритетом вертикального равнения *(v)* | $Pal_v$ |
| Б.1.2.10 | | Количество картин с приоритетом диагонального равнения *(d)* | $Pal_d$ |
| Б.1.2.11 | | Количество картин с приоритетом горизонтального равнения *(h)* | $Pal_h$ |
| Б.1.3 | ***Трудность геометрического рисунка*** | | |
| Б.1.3.1 | Удельный вес картин с приоритетом равнения | | $\frac{Pal_v + Pal_d + Pal_d}{P_t} \times 100\%$ |
| Б.1.3.2 | Удельный вес смен картин путем перемещения с вращением и перестроением (*mrr*) | | $\frac{Ch_{mrr}}{Ch_t} \times 100\%$ |
| Б.1.3.3 | Удельный вес смен картин путем скрещения (*cr*) | | $\frac{Ch_{cr}}{Ch_t} \times 100\%$ |
| Б.1.3.4 | Удельный вес смен картин путем изменения объектной кратности (*om*) | | $\frac{Ch_{om}}{Ch_t} \times 100\%$ |
| Б.2 | **Анализ хореографического рисунка спортивной программы формейшн** | | |

Продолжать изучение динамичности целесообразно проведением анализа содержания спортивной программы, ее геометрического и хореографического рисунков.

Анализ геометрического рисунка спортивной программы формейшн предполагает исследование динамичности, вариативности и трудности. Динамичность геометрического рисунка следует оценивать через расчет общего количества смен картин и определение средней продолжительности одной картины (шаги Б.1.1.1–Б.1.1.2, таблица 2).

Исследование вариативности геометрического рисунка направлено на установление разнообразия выстраиваемых в программе картин, изучаемое с использованием авторской классификации (шаги Б.1.2.1–Б.1.2.11, таблица 2). Структура геометрического рисунка по основным видам картин может быть представлена в виде диаграммы (рисунок 4). Увеличение интенсивности цвета в каждом кольце диаграммы говорит о возрастании сложности исполняемых картин.

В качестве показателей трудности геометрического рисунка спортивной программы формейшн помимо удельного веса картин с приоритетом равнения необходимо использовать количество скрещений, количество смен путем изменения объектной кратности, а также количество смен картин с перемещением, вращением и перестроением (шаги Б.1.3.1–Б.1.3.4, таблица 2 и рисунок 5). Необходимо отметить, что некоторые из перечисленных сложных видов смен картин могут одновременно соответствовать нескольким видам классификации смен картин с изменением взаимного расположения пар.

Рисунок 4 – Пример визуализации результатов анализа вариативности геометрического рисунка спортивной программы «Лучший момент времени!» («Best moment in time!») команды формейшн «Универс» (Республика Беларусь), количество картин

Анализ содержания хореографического рисунка (Б.2, таблица 2) должен быть направлен на изучение лексики каждого танца (доли базовых, усложненных, линейных фигур; фигур наивысшей сложности), иных хореографических, а также разрешенных к исполнению «трюковых» элементов. Детализация алгоритма проведения анализа хореографического рисунка может стать предметом дальнейших исследований специалистов.

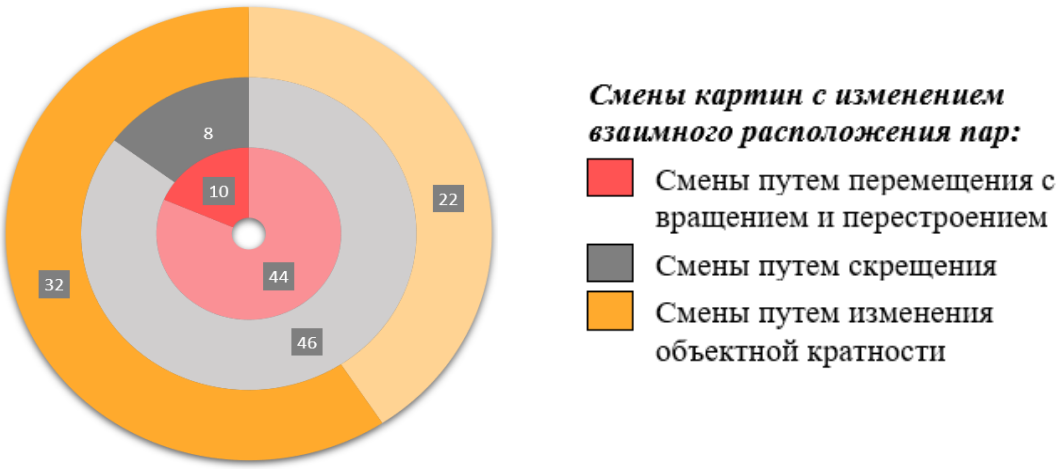



Рисунок 5 – Пример визуализации результатов анализа трудности геометрического рисунка спортивной программы «Лучший момент времени!» («Best moment in time!») команды формейшн «Универс» (Республика Беларусь), количество смен картин

*Заключение*

Предложенный метод анализа динамичности спортивной программы формейшн информативен, позволяет формализовано описать и наглядно представить любую спортивную программу формейшн [6]. Применение метода создает условия для сравнения и может служить основой для постановки новых спортивных программ в изучаемом виде танцевального спорта. Кроме того, результаты, полученные в ходе анализа динамичности спортивных программ формейшн, могут быть учтены при разработке обобщенных рекомендаций по постановке спортивных программ формейшн. В дальнейшем развитии Абсолютной системы судейства Всемирной федерации танцевального спорта использование предложенного метода позволит определить требования и количественно оценить уровень трудности спортивной программы формейшн.

Принимая во внимание правила проведения и судейства соревнований среди команд формейшн и обобщая все вышесказанное можно утверждать, что классификационный подход к исследованию формейшн позволил развить его теоретико-методические основы, в результате чего стало возможным выделение следующих сущностных признаков формейшн как вида танцевального спорта:

1. объединение в одной команде 6–8 танцевальных пар, взаимодействующих в различных системах («спортсмен» – «спортсмен», «спортсмен» – «пара(-ры)», «пара(-ры)» – «пара(-ры)»);

2. специфический способ исполнения спортивной программы, предполагающий сохранение равнения в выстраиваемых геометрических картинах и синхронности исполняемых элементов, при многократном изменении музыкального размера и темпа звучания фонограммы;

3. содержание спортивной программы и требования к ее музыкальному сопровождению, с обязательным наличием всех пяти стандартных или латиноамериканских танцев, а также регламентированная длительность спортивной программы и ее соревновательной части;

4. исполнение спортивной программы, предполагающее построение геометрических картин и осуществление их смен с ориентированием на обозначенные центр площадки и место расположения тренера;

5. разноуровневое размещение судейских бригад вокруг танцевальной площадки, позволяющее обеспечить оценку спортивной программы формейшн по особой системе судейства, характеризующейся своим набором программных компонентов (обще- и специально-технических);

6. наличие различных форм функционирования формейшн, реализованных в мировой практике, отличающихся уровнем развития, особенностями организации и типом конкуренции.

*Список использованных источников*

1. DanceSport Disciplines // World Dance Sport Federation [Electronic resource] – 2021. – Mode of access: https://www.worlddancesport.org/About/Dance _Styles/DanceSport_Disciplines – Date of access: 02.09.2021.

2. Правила проведения соревнований по танцевальному спорту в Республике Беларусь» РОО «Белорусский альянс танцевального спорта» (вид спорта: танцевальный спорт) // РОО «БАТС» [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: http://sportdance.by./images/-doc/blanks/Правила%20проведения%20соревнований%202021.pdf. – Дата доступа: 03.09.2021.

3. Белявский, Д.Н. Модели организации и функционирования танцевального формейшн: мировой опыт / Д.Н. Белявский // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму : материалы XIV Междунар. науч. сессии по итогам НИР за 2015 год, Минск, 12–14 апр. 2016 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: Т.Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2016. – Ч.2. – С.11–16.

4. Мелехов, А.В. Искусство балетмейстера. Композиция и постановка танца: учеб. пособие / А.В. Мелехов; Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2015. – 128 с.

5. Белявский, Д.Н. Формейшн в танцевальном спорте: сущность и особенности: учеб.-метод. пособие / Д.Н. Белявский. – Минск: БГУФК, 2015. – 158 с.

6. Белявский, Д.Н. Метод анализа динамичности спортивных программ / Д.Н. Белявский // Актуальные проблемы и перспективы развития современных танцевальных направлений: материалы Межрегион. науч.-практ. конф., Москва, 19 февр. 2021 г. / Моск. гор. пед. ун-т; редкол.: А.В. Скотникова, В.А. Александрова, Ив.И. Столов. – М: Издательство Лика, 2021. – С.3–7.

*11.03.2022*

УДК796.015:616-007.19

## ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ С ПОМОЩЬЮ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**В. В. Булыга, аспирант,**
Учреждение образования «Полесский государственный университет»

*Аннотация*

*В статье представлена диагностическая система оценки физического состояния и развития, направленная на своевременную донозологическую диагностику изменений, связанных с дисплазией соединительной ткани, а также оценку морфофункционального состояния и физической подготовленности спортсменов. Рассмотрены основные разделы и параметры, включенные в разработанную систему оценки физического состояния.*

## ASSESSMENT OF PHYSICAL CONDITION AND DEVELOPMENT USING A DIAGNOSTIC SYSTEM

*Abstract*

*The article presents a diagnostic system for the assessment of physical condition and development aimed at timely pre-nosological diagnosis of changes associated with connective tissue dysplasia, as well as the assessment of the morphofunctional state and physical fitness of athletes. The main sections and parameters included in the developed system of physical condition assessment are considered.*

*Введение*

Проведение мониторинга физического состояния и развития спортсменов является неотъемлемой частью тренировочного процесса, позволяющей отслеживать изменения и динамику показателей на всех этапах многолетней спортивной подготовки. Физическое состояние характеризуется совокупностью показателей физического развития, физической подготовленности и функционального состояния.

Оценка физического состояния спортсменов проводится с применением различных методов: антропометрии, методов функциональной диагностики,

медико-биологического контроля. В имеющихся на сегодняшний день подходах опосредованно используются методы выявления и анализа стигм дисплазии соединительной ткани с последующим углубленным анализом функционального состояния спортсмена [1, 2, 3].

Дисплазия соединительной ткани (ДСТ) представляет собой полиорганную и полисистемную патологию с прогредиентным течением, в основе которой лежат дефекты синтеза и/или катаболизма компонентов внеклеточного матрикса или регуляторов морфогенеза соединительной ткани [4].

Дисплазия соединительной ткани включает две группы. К первой группе относятся синдромы с известными согласованными диагностическими критериями, большинство из которых имеет молекулярно-генетическое подтверждение. Ко второй группе относят мультифакториальные не синдромные формы, не полностью соответствующие диагностическим критериям уже определенных синдромов, имеющие признаки наследственной патологии. К ним относят марфаноподобный фенотип, элерсоподобный фенотип, не классифицируемый фенотип [5].

Если при диагностике у обследованного выявляется меньшее число фенотипических признаков, которое не соответствует уже известным критериям синдромов и фенотипов, то это свидетельствует о накоплении признаков соединительнотканной дисплазии как неблагоприятных факторах развития. В этом случае необходимо своевременно проводить профилактические мероприятия по замедлению прогрессирования проявлений дисплазии соединительной ткани [4–6].

К фенотипическим признакам ДСТ, которые в литературе также получили название стигмы дизэмбриогенеза, относятся некоторые конституциональные особенности, которые в спорте играют важную роль и являются определенным преимуществом спортсмена. Однако в состоянии здоровья человека они являются определенными признаками дисплазии соединительной ткани, к которым, например, относятся гипермобильность суставов, преобладание продольных размеров тела над поперечными, аномалии развития лицевой части скелета, повышенная растяжимость кожи, пигментные пятна, и другие микроанамалии развития [6–8].

Соединительная ткань повсеместно распространена в организме и выполняет ряд биомеханических и метаболических функций, поэтому структурные и функциональные нарушения соединительной ткани сопровождаются формированием морфологических особенностей, приводящих к возникновению функциональных нарушений со стороны ведущих систем организма [8, 9].

Высокие физические и эмоциональные нагрузки в спорте, неадекватные функциональному состоянию спортсмена, могут привести к развитию патологических состояний, ассоциированных с дисплазией соединительной ткани. Так проявления соединительнотканных нарушений со стороны опорно-двигательного аппарата обуславливают слабость связочного аппарата, возникновение периатикулярных поражений, грыж, опущений внутренних органов. У спортсменов с накоплением признаков соединительнотканной дисплазии могут возникать неврологические нарушения, сопровождающиеся вегетососудистой дистонией, мигренью, высокой тревожностью и эмоциональной неустойчивостью [7–9]. Со стороны сердечно-сосудистой системы высока вероятность развития аритмий, атриовентрикулярных и внутрижелудочковых блокад, кардиалгий, риска возникновения внезапной сердечной смерти [9, 10].

Несмотря на то, что случаи внезапной сердечной смерти спортсменов во время выполнения физических нагрузок являются редким явлением (от 0,3 до 2,6 случаев на 100 тыс. спортсменов в год, по данным исследований разных стран и регионов), в большинстве случаев при проведении аутопсии выявлены структурные аномалии сердечно-сосудистой системы [11, 12].

Выявление лиц с фенотипическими признаками соединительнотканной дисплазии в практической деятельности вызывает ряд определенных трудностей в связи с отсутствием единых алгоритмов диагностики, сложностью проведения анализа большого набора показателей, требующих вычисления индексов и проведения балльной оценки [9, 13].

В исследовательских работах методы обследования атлетов и способы диагностики ДСТ разнятся. Так Н. К. Мурашко, А. С. Пянтковский [14] при обследовании спортсменов, занимающихся контактными видами спорта (борьба, самбо), используют критерии степени выраженности дисплазии соединительной ткани по Т. Ю. Смольновой (2003 г.). В. Э. Тимохина [15] фенотипические маркеры и степень тяжести ДСТ у юных атлетов выявляет на основании результатов физикального обследования, проведенного врачом в соответствии с диагностическими шкалами, представленными в Российских национальных рекомендациях «Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики. Тактика ведения». Исследователи А. А. Биндеева, В. А. Пронина [16] проводят проспективное исследование с помощью метода опроса (анкетные данные), включающего различные аспекты клинических проявлений ДСТ.

Диагностика дисплазии соединительной ткани в спортивной практике затруднительна, вероятно, как в связи с отсутствием установленных алгоритмов обследования, так и необходимых технических возможностей. Поэтому автоматизация процесса диагностики выявления признаков накопления соединительнотканной дисплазии с учетом функционального состояния, оценки рисков применительно к спорту является, с нашей точки зрения, важной задачей.

В связи с вышесказанным, актуальным является создание автоматизированной компьютерной программы для проведения диагностики физического состояния и развития, включающей донозологические изменения, связанные с соединительно-тканными нарушениями.

*Цель исследования:* оценка физического состояния и развития с помощью созданной автоматизированной диагностической системы, позволяющей провести анализ фенотипических признаков дизэмбриогенеза, функционального состояния и физической подготовленности.

*Методы и организация исследования*

Для построения и проектирования диагностической системы оценки физического состояния и развития использовался комплексный подход, включающий антропометрические, морфофункциональные показатели, показатели физической подготовленности и стигм дизэмбриогенеза.

Для автоматизации расчета комплексной диагностики велась разработка программного обеспечения, позволяющего вводить и автоматически обрабатывать данные внесенных показателей.

Для включения критериев фенотипических признаков дизэмбриогенеза проводился анализ имеющихся подходов к диагностике: Т. И. Кадуриной и В. Н. Горбуновой [4], В. М. Яковлева, Г. И. Нечаевой, Э. В. Земцовского [6, 8–10], Белорусские национальные клинические рекомендации «Диагностика и лечение наследственных и мультифакториальных нарушений соединительной ткани» (2014 г.) [5], Российские рекомендации «Наследственные нарушения структуры и функции соединительной ткани» (2009 г.) [17].

На основании проанализированных вариантов диагностики ДСТ и с учетом Белорусских национальных клинических рекомендаций, для включения в компьютерную программу использовали оценку степени тяжести дисплазии соединительной ткани по Кадуриной Т. И., Горбуновой В. Н. (2009 г.), как наиболее полный и комплексный анализ стигм дизэмбриогенеза.

Для диагностики дисплазии соединительной ткани в автоматизированную систему нами было включено 118 признаков (нозологических форм), наиболее часто встречающихся при ДСТ, каждому указанному признаку была присвоена диагностическая ценность в баллах:

1. кожные признаки, мышечные признаки (24 признака, максимально оценивались в 74 балла);
2. костные признаки, суставные признаки (20 признаков, максимально 67 баллов);
3. челюстно-лицевые признаки (9 признаков, 24 балла);

4. проявления дизэмбриогенеза со стороны сердечно-сосудистой системы (19 признаков, 55 баллов);

5. проявления дизэмбриогенеза со стороны зрительного анализатора (11 признаков, 44 балла);

6. проявления дизэмбриогенеза со стороны нервной системы (9 признаков, 22 балла);

7. проявления дизэмбриогенеза со стороны желудочно-кишечного тракта (10 признаков, 21 балл);

8. проявления дизэмбриогенеза со стороны половой системы (5 признаков, 4 балла)

9. проявления дизэмбриогенеза со стороны бронхолегочной системы (5 признаков, 22 балла);

10. проявления дизэмбриогенеза со стороны мочевыделительной системы (5 признаков, 12 баллов);

11. проявления дизэмбриогенеза со стороны иммунной системы (1 признак, 2 балла).

Определение степени тяжести ДСТ у каждого обследуемого проводилась по сумме баллов. Сумма баллов от 0 до 12 оценивалась как отсутствие дисплазии соединительной ткани, от 12 до 20 баллов – ДСТ легкой степени, от 21 до 40 – умеренной степени, свыше 41 балла – выраженная ДСТ.

Анализ антропометрических и морфологических данных в разработанной программе проводится по показателям: рост стоя, см; рост сидя, см; масса тела, кг; размах рук, см; длина кисти, см; длина среднего пальца кисти, см; длина стопы, см; морфологическая высота лица, см; скуловая ширина, см; показатели теста большого пальца; показатели теста запястья; показатели гипермобильности суставов, обхват грудной клетки в покое, см; обхват грудной клетки при полном вдохе, см; обхват грудной клетки при максимальном выдохе, см; обхват бедра, см; обхват талии, см; жизненная емкость легких, л; кистевая динамометрия, кг; (32 показателя).

Анализ функционального состояния оценивался по показателям: ЧСС в покое, уд/мин; АДсистолическое, мм рт. ст.; АДдиастолическое, мм рт. ст.; время восстановления ЧСС после 20 приседаний за 30 сек; показатели пробы Руфье; пробы Штанге; пробы Генчи; показатели ортостатической пробы (изменения ЧСС, АД); показатели электрокардиограммы (27 показателей).

Для оценки морфофункционального состояния проводилось вычисление индексов: индекс массы тела, соотношение длины кисти к росту; соотношение размаха рук к росту, соотношение длины стопы к росту, разность между размахом рук и ростом, соотношение верхнего сегмента тела к нижнему, соотношение размаха рук к росту, лицевой индекс, индекс Эрисмана, %; показатель процентного отношения мышечной силы к массе тел, %; разностный индекс, усл.ед; индекс массы тела, кг/м$^2$; жизненный индекс, мл/кг; индекс Руфье, усл.ед; показатель адаптационного потенциала (по Р. М. Баевскому), усл.ед; индекс Робинсона, усл.ед; вегетативный индекс Кердо, %.

Оценка уровня физической подготовленности проводилась согласно нормативам, утвержденным постановлением Министерства спорта и туризма Республики Беларусь: прыжок в длину с места, см; наклон вперед, см; сгибание и разгибание рук в упоре лежа, раз; поднимание туловища из положения лежа на спине за 60 с, раз; челночный бег 4х9 м, с; бег 30 м, с; бег 1500 м, мин; подтягивание на высокой перекладине, раз (9 показателей).

Технические характеристики программного обеспечения также позволяют провести оценку уровня здоровья (по экспресс-методу Л. Г. Апанасенко) и анализ физического и психического благополучия. Оценка уровня здоровья, заложенная в компьютерную программу, проводится по показателям: индекс массы тела; жизненный, силовой индекс, индекс Робинсона, показатель времени восстановления ЧСС после 20 приседаний за 30 секунд. Оценка физического и психического благополучия проводится по результатам анализа краткого опросника ВОЗ для оценки качества жизни (автоматически анализируются анкетные данные 26 вопросов).

*Результаты исследования и их обсуждение*

Оценка физического состояния и развития с помощью разработанной диагностической системы позволяет своевременно выявлять возможные риски развития различных патологических состояний, ассоциированных с дисплазией соединительной ткани, отслеживать изменения морфофункционального состояния и физической подготовленности.

Автоматизация процесса диагностики позволяет:

– вводить данные результатов комплексного обследования в базу данных программы (общие данные обследованного; антропометрические, морфологические, функциональные показатели; показатели физической подготовленности; признаки дизэмбриогенеза (рисунок 1));

– автоматически осуществлять расчет внесенных данных;

– автоматически формировать заключение (протокол) по результатам проведенного анализа данных.

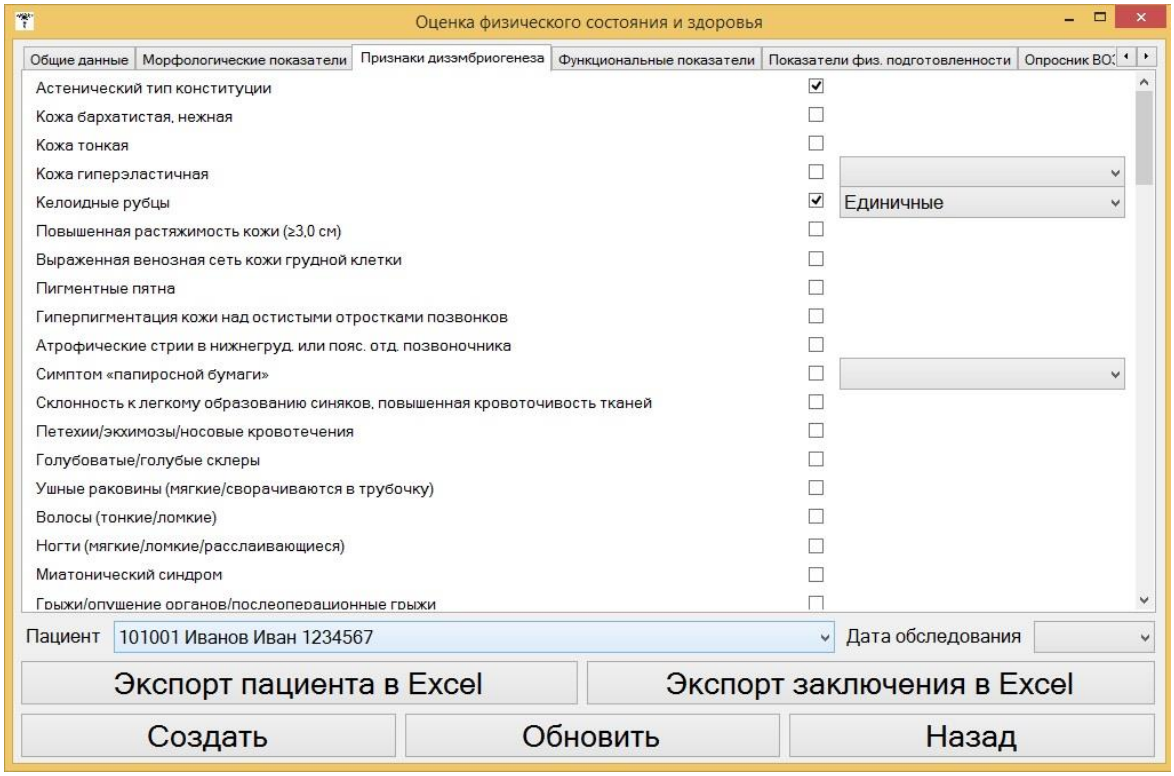



Рисунок 1 – Скриншот компьютерной программы «Оценка физического состояния и здоровья». Вкладка «Признаки дизэмбриогенеза»

Разработанная автоматизированная диагностическая система оценки физического состояния применима для спортсменов различных видов спорта, так как функциональные возможности программного обеспечения позволяют пользователю добавлять собственные показатели и критерии их оценки (в зависимости от пола, возраста, вида спорта, набора показателей оценки физической подготовленности). Также возможно изменять параметры оценки уже имеющихся показателей (менять критерии оценки функциональных показателей и индексов).

Использование разработанного программного обеспечения при проведении оценки физического состояния позволяет существенно снизить затраты времени на обработку большого количества данных, повысить скорость расчета составных аналитических показателей.

Диагностическая система оценки физического состояния, положенная в основу разработанной компьютерной программы, не требует применения дорогостоящего оборудования для проведения обследования, а автоматизация процесса расчета данных позволяет упростить процесс оценки состояния организма спортсменов.

Компьютерная программа «Оценка физического состояния и здоровья» зарегистрирована в Национальном центре интеллектуальной собственности: свидетельство о регистрации и депонировании объекта авторского права №1486-КП от 12.03.2022.

*Заключение*

В спортивной практике важным является раннее выявление спортсменов с имеющимися соединительнотканными нарушениями на основе анализа набора фенотипических признаков, что позволяет применить индивидуально-дифференцированный подход к построению тренировочной нагрузки.

Помимо своевременного выявления стигм дизэмбриогенеза, важно проводить анализ физического состояния и адаптационных возможностей, поскольку соединительнотканные нарушения могут осложнять адаптацию организма спортсмена к современным тренировочным и соревновательным нагрузкам.

У спортсменов с выявленными фенотипическими признаками дисплазии соединительной ткани необходимо проводить углубленное медико-биологическое обследование, метаболическую коррекцию и контроль тренировочного процесса в связи с высокой предрасположенностью к развитию ассоциированных патологических состояний вследствие неадекватной состоянию организма нагрузки.

Комплексная оценка физического состояния и своевременная донозологическая диагностика в спортивной практике возможна благодаря использованию в тренировочном процессе компьютерной программы, позволяющей автоматизировать процесс анализа большого количества параметров и показателей, а также упростить анализ диагностики соединительнотканных нарушений.

*Список использованных источников*

1. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – М.: Советский спорт. – 2004. – С.136–211.

2. Ландырь, А.П. Тесты с дозирующей физической нагрузкой в спортивной медицине / А.П. Ландырь, Е.Е. Ачкасов, И.Б. Медведев. – М.: Спорт, 2019. – 256 с.

3. Булыга, В.В. Подходы к оптимизации физической нагрузки для лиц с наследственными нарушениями соединительной ткани / В.В. Булыга, Л.Л. Шебеко // Вестник ВГМУ. – 2021. – Том 20, №4. – С.75–80.

4. Кадурина, Т.И. Дисплазия соединительной ткани / Т.И. Кадурина, В.Н. Горбунова. – СПб. – 2009. – 704 с.

5. Диагностика и лечение наследственных и мультифакториальных нарушений соединительной ткани/ Национальные клинические рекомендации. – Минск, 2014. – 69 с.

6. Евтушенко, С.К. Дисплазия соединительной ткани в неврологии и педиатрии (клиника, диагностика, лечение): руководство для врачей / С.К. Евтушенко, Е.В. Лисовский, О.С. Евтушенко. – М.: Из-дат. А.Ю. Заславский, 2009. – С.85–95.

7. Фадеева, Т.С. Дисплазия соединительной ткани: новые горизонты проблемы: монография /Т.С. Фадеева. – Чебоксары: ИД «Среда», 2018. – 76 с.

8. Нечаева, Г.И. Основные направления в лечении пациентов с дисплазией соединительной ткани / Г.И. Нечаева [и др.] // Лечащий врач. – 2014. – №8. – С.70–75.

9. Земцовский, Э.В. Соединительнотканные дисплазии сердца / Э.В. Земцовский. – СПб.: Политекс, 2000. – 115 с.

10. Земцовский, Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. – СПб.: Гиппократ, 1995. – 448 с.

11. Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognizing changes suggestive of cardiomyopathy / J.A. Drezner [et al.] // Br.J. SportsMed. – 2013. – Vol.47(3). – P.137–152.

12. Макаров, Л.М. Внезапная смерть в спорте: причины и пути профилактики / Л.М. Макаров // Физкультура в профилактике, лечении, реабилитации. – 2009. – №4. – С.17–22.

13. Булыга, В.В. Оценка физического состояния и здоровья студентов вуза с использованием автоматизированной информационной системы, перспективы развития исследования / В.В. Булыга // Техническое обеспечение спортивной деятельности: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БНТУ, 2018. – С.88–92.

14. Мурашко, Н.К. Дисплазия соединительной ткани/ Н.К. Мурашко, А.С. Пянтковский // Проект «Дистанційненавчання». – Випуск 3/2011. – С.46–49.

15. Тимохина, В.Э. Адаптация кардио-респираторной системы к физическим нагрузкам у молодых спортсменов с дисплазией соединительной ткани: дис. … канд. мед. наук: 14.03.03 / Варвара Эдуардовна Тимохина. – Екатеринбург, 2020. – 124 с.

16. Биндеева, А.А. Исследование недифференцированных форм дисплазии соединительной ткани и диагностика их маркеров как предикатор развития заболевания / А.А. Биндеева, В.А. Пронина// Устойчивое развитие науки и образования. – 2018. – №7. – С.276–281.

17. Наследственные нарушения структуры и функции соединительной ткани. Российские рекомендации / Всероссийское научное общество кардиологов // М. – 2009. – № 8(6). – С.24.

*10.05.2022*

УДК 796.015

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ КОНЬКОВОГО ХОДА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

**Ю. Ю. Кучеров, аспирант,**
Учреждение образования «Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова»

*Аннотация*

*В статье представлен анализ особенностей структурных элементов техники конькового хода высококвалифицированных лыжников-гонщиков Норвегии (Й. Клэбо) и России (Д. Спицов). Это современный способ решения двигательной задачи передвижения на лыжах свободным стилем, который оптимально соответствует параметрам техники, позволяющим лыжнику-гонщику повышать экономичность и результативность соревновательной деятельности. С помощью метода видеоанализа, прорисовки кинограмм, расчета кинематических и угловых показателей, выявлены современные тенденции техники, ее структурные особенности, которые могут быть использованы для разработки новых методик обучения технике конькового хода лыжников-гонщиков.*

## FEATURES OF THE STRUCTURAL ELEMENTS OF THE SKATE SKIING TECHNIQUE OF HIGHLY SKILLED CROSS-COUNTRY SKIERS

*Abstract*

*The article presents an analysis of the structural elements of the skate skiing technique of highly qualified cross-country skiers from Norway (J. Klebo) and Russia (D. Spetsov). It is a modern way of solving the motor problem of freestyle skiing, which optimally corresponds to the technical parameters that allow the cross-country skier to increase efficiency and performance during competitions. Using the method of video analysis, kinematic diagrams, and kinematic and angular calculations, current trends in technique and its structural features have been identified. They can be used to develop new methods of teaching skate skiing technique to cross-country skiers.*

*Введение*

На современном этапе развития лыжных гонок индивидуальная техническая подготовка высококвалифицированных спортсменов является объектом для изучения специалистов и спортсменов. Техническое мастерство и совершенствование движений спортсмена играет значимую роль для его спортивного роста. Специальная техническая подготовка является процессом, направленным на рационализацию, совершенствование системы двигательных действий в сочетании с развитием физических качеств.

С точки зрения специалистов (В. В. Ермаков, А. В. Гурский, Н. Б. Новикова, Г. А. Сергеев), изучающих проблему совершенствования техники в лыжных гонках, биомеханическое и экспериментальное обоснование инновационных средств выходит на новый уровень развития [1, 6]. Решение проблемы совершенствования техники и поиска рациональных способов передвижений на лыжах во многом определяется разработкой, внедрением и использованием современных методов, в том числе

и биомеханического анализа. Метод видеоанализа, прорисовка кинограмм, расчет кинематических и угловых показателей, позволяют выделить современные тенденции техники спортсменов высокой квалификации ведущих лыжных держав Норвегии – Й. Клэбо, России – А. Большунов, Д. Спицов, Финляндии – И. Нисканен. Выявленные новые эталонные показатели двигательной структуры в настоящее время крайне необходимы для корректировки технической подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации, для выявления ошибок в технической структуре движений при совершенствовании технико-тактической подготовленности, для разработки методик обучения технике конькового хода белорусских лыжников-гонщиков. Помимо этого проблемным остается вопрос поиска путей экономизации и адаптации техники к новым правилам соревнований, более сложным условиям их проведения.

Современная техника у лыжников-гонщиков высокой квалификации достаточно вариативна. Она изменяется в зависимости от внешних условий, уровня физической и функциональной подготовленности. Основные элементы техники – это отталкивание и свободное скольжение. Однако одна и та же скорость может быть достигнута при различном сочетании частоты и длины шагов, направлении скольжения, симметричности движений конечностями. В связи с этим особый интерес представляют информативные показатели техники, характеризующие экономичность движений при высокой скорости передвижения.

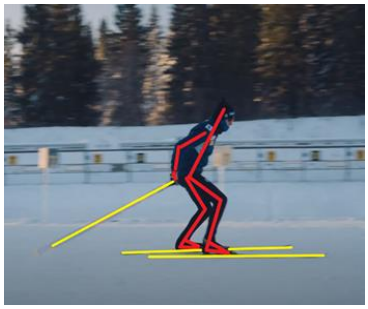
В настоящее время у многих специалистов вызывает особый интерес успешное выступление пятикратного олимпийского чемпиона Й. Клэбо преимущественно на спринтерских дистанциях. Нестандартная техника конькового хода этого спортсмена отличается по ряду характеристик от общепринятой, которые и явились предметом настоящего исследования. Предполагалось, что анализ особенностей двигательной (кинематической) структуры техники конькового хода наиболее успешного норвежского лыжника-гонщика современности Й. Клэбо, расчет кинематических и угловых показателей отдельных двигательных действий позволит определить информативные оптимальные параметры конькового хода, благодаря которым спортсмену удается развивать наибольшую скорость передвижения.

*Цель исследования:* провести сравнительный анализ двигательной структуры техники конькового хода лидеров норвежской и российской сборных команд по лыжным гонкам.

*Методы и организация исследования*

В ходе исследования проанализированы протоколы этапов кубка Мира (сезонов 2016–2019 гг.), где лидером общего зачета был норвежский лыжник-гонщик Й. Клэбо. Был выполнен видеоанализ соревнований, доступных на интернет-ресурсах с участием норвежца Й. Клэбо, россиян А. Большунова, Д. Спицова [7].

На основании результатов видеоанализа, раскадровки видео и онлайн соревнований по лыжным гонкам, прорисовки кинограмм, а также расчета кинематических и угловых показателей была сопоставлена кинематическая структура техники коньковых ходов (одновременного одношажного и одновременного двухшажного). Качественный биомеханический анализ техники одновременного одношажного хода лыжника выполнен с использованием анализа движений в двух плоскостях (рисунок 1), описанного в публикациях ранее [3, 4].



а

б

Рисунок 1 – Фиксация одноопорного скольжения лыжника в сагиттальной (а) и фронтальной (б) плоскостях

С помощью прорисовки кинограмм определены векторы скольжения, анализ которых позволил выявить положительные и отрицательные стороны современной техники конькового хода Й. Клэбо.

Сопоставлены технические характеристики движений Й. Клэбо в коньковом ходе, опробованы на практике. Выявлены современные тенденции, которые позволяют этому лыжнику-гонщику развивать наибольшую скорость при передвижении свободным стилем.

Результаты исследования обработаны с помощью методов математической статистики.

*Результаты исследования и их обсуждение*

В настоящее время в лыжных гонках техника передвижения свободным стилем значительно изменилась по кинематическим характеристикам. Олимпийский чемпион 2017 года Йоханнес Клэбо продемонстрировал всему миру условно новый стиль передвижения коньковым ходом. Эффективность его техники изменила взгляд на техническую подготовку лучших лыжников мира. Эта тенденция связана в основном с положением тела во время передвижения, постановкой ног, углами наклона рук и ног, постановкой палок.

Изучение документов соревновательной деятельности, видеоанализ и расчет биомеханических параметров позволили нам выявить некоторые, по-нашему мнению, значимые особенности техники Й. Клэбо.

С точки зрения закономерностей взаимосвязи движений в пространстве и во времени – двигательной (кинематической) структуры, в цикле движений заметных изменений не произошло. Однако изменения коснулись длины цикла, длительности цикла, его средней скорости движения и направления движения в момент одноопорного скольжения.

Анализ движений техники Й. Клэбо показал, что за счет увеличения скорости передвижения уменьшилась длина цикла, и сократилось время, в течение которого совершаются все движения в цикле, в частности это касается движений рук. Все движения в цикле у лыжников-гонщиков стали заметно короче и быстрее, однако у Й. Клэбо значительно уменьшилось время цикла работы рук. Амплитуда движения рук осуществляется сжато, в основном находясь в статодинамическом режиме работы.

Анализируя результаты исследований российских ученых А. В. Меликова, Р. А. Поборцева, Е. Г. Андреевой в статье «Основные ошибки конькового хода: 1. Несоответствие вектора отталкивания палками направлению движения лыжи» [5], мы выявили еще одну важную отличительную особенность техники Й. Клэбо, которая, по нашему мнению, усовершенствовала уже установленный учеными кинематический аспект техники.

В данной статье авторы на основе изучения видеограммы техники конькового хода российских лыжников-гонщиков выявили элементы двигательных навыков, снижающие коэффициент полезного действия (КПД), который показывает эффективность преобразования энергозатрат в скоростной результат. Результаты исследования указанных авторов позволили установить типичную ошибку (рисунок 2 а и б), которую совершают 82% испытуемых: «несоответствие векторов приложения сил и вектора направления движения» [5]. Авторы подчеркивают, что эта ошибка наблюдается у всех лыжников на постсоветском пространстве.

Данный аспект говорит о том, что советская школа лыжного спорта сохраняет свои методики обучения техники и в настоящее время. При всем уважении к тренерам, имеющим свой богатый соревновательный опыт, все же отметим, что довольно сложно сломать стереотипы мышления по структуре техники конькового хода у тех тренеров, которые используют в методиках обучения свои методические наработки и собственный опыт, которому более двадцати лет.

а б в

а) типичная ошибка; б) корректная техника передвижения;
в) направление векторов прямо по ходу движения спортсмена

Рисунок 2 – Векторы приложения сил отталкивания руками и ногами и направления движения лыжников коньковым ходом

По нашему мнению, техника передвижения на лыжах, также как и на автомобиле, имеет свои прогрессивные отличия, которые существенно меняются по мере технического усовершенствования самих средств передвижения, т.е. лыж и способов их смазки. Тот высокий уровень скольжения, который достигается путем значительного снижения силы трения, позволяет вносить существенные коррективы и в саму структуру техники.

Разрабатывая методики обучения технике, следует отдавать предпочтение тем критериям, которые, прежде всего, ориентируют двигательное действие спортсмена не на силе отталкивания, а на ее скоростно-силовых характеристиках. Необходимо также принимать во внимание специфику инерционной силы поддержания скорости во время самого движения.

В ходе изучения исследований вышеуказанных авторов и анализа структуры техники И. Клэбо [8], мы выявили отличительную особенность техники спортсмена. Особенность заключается в направлении силы отталкивания, которая задает вектор скольжения прямо по ходу движения (рисунок 2 в) как в подъем, так и на равнине, а не в сторону, как отмечают авторы вышеуказанной статьи. При этом отмечается меньшее сопротивление силы трения и поддержание высокой скорости передвижения.

Проанализировав кинограмму техники конькового хода Й. Клэбо, мы определили направление векторов приложения сил руками, вектор приложения сил ногами и вектор направления движения по отношению к фронтальной плоскости. Можно сказать, что положение корпуса в момент отталкивания направлено вперед по вектору движения. Проекция силы отталкивания и направление общего передвижения направлены прямо по вектору движение вперед, что создает эффект поддержания скорости скольжения и снижает силу сопротивления, минимизируя при этом затраты мышечных усилий. Соответственно КПД работы мышц выше, а энергозатраты организма лыжника ниже. Если вектор приложения сил ногами и вектор приложения сил руками не будут совпадать между собой и с фронтальной плоскостью, то эффективность передвижения вперед будет снижаться, так как проекция сил отталкивания лыжником будет уходить в бок, а не прямо по вектору направления движения, соответственно энергии будет тратиться больше, а время преодоления дистанции будет увеличиваться (рисунок 2 в).

На рисунке 3 зафиксировано положение тела спортсмена во время преодоления подъема коньковым ходом при отталкивании на каждый шаг. При этом следует обратить внимание на постановку опорной правой ноги Йоханнеса Клэбо, которую он ставит прямо, под прямым углом, носок прямо по направлению движения, а у других спортсменов положение носка слегка развернуто в сторону, что и задает определенный вектор движения в сторону, а не прямо.

а б

Рисунок 3 – Положение тела во время преодоления подъема и направление движения по отношению к фронтальной плоскости

Благодаря этой особенности техники у Йоханнеса сохраняется скорость передвижения и скольжение лыж при преодолении подъема, в отличие от других спортсменов, которые ставят стопу и лыжу не под прямым углом, а разворачивают, создавая угол постановки в сторону. Спортсмены переносят общий центр тяжести на опорную ногу и уезжают в сторону, а не вперед, как это делает Клэбо. В этот промежуток времени за счет этой особенности он сокращает дистанцию и снижает сопротивление при скольжении, а другие лыжники увеличивают сопротивление и дистанцию скольжения, что отражается на потере в скорости.

На рисунке 3 мы видим наглядное подтверждение постановки стопы, колена, бедра и самой лыжи под прямым углом вперед. Наглядно вырисовывается параллель постановки ног под прямым углом прямо на подъеме Йоханнеса Клэбо в отличие от призера Олимпийских игр Дениса Спицова, у которого постановка ноги уходит в сторону.

Еще одной отличительной особенностью техники знаменитого норвежца является постановка палок. Сравнительный анализ кинематических характеристик движений спортсмена при преодолении подъема показал, что эффективными углами постановки палок являются углы 90,1° и 123,7° (рисунок 4).

Рисунок 4 – Передвижение Й. Клэбо в подъем одновременным двухшажным ходом с постановкой правой палки под углом 90,1° и 123,7°

Угол 123,7° левой или правой палки служит углом для атаки. Под этим углом намного проще осуществлять сам толчок, при этом наблюдается минимальное усилие и, соответственно, тратится незначительное количество энергии. Одновременное отталкивание под углом 123,7° рукой и ногой дают максимальный эффект проявления силы и минимальную затрату энергии.

При напрыгивании на опорную ногу, во время преодоления подъема, постановка палки под углом 90,1° создает опору для правильного переноса корпуса, веса тела и задает вектор движения вперед.

Если векторы приложения силы отталкивания и направления движения не совпадают, то заметно снижается эффективность продвижения вперед. Чтобы компенсировать поперечное направление отталкивания лыжнику необходимо

балансировать на опорной ноге во время скольжения. Сохранение равновесия требует дополнительных энерготрат, которые он бы мог потратить на увеличение скорости. Именно своевременная постановка палки под углом 90,1° и перенос корпуса в прямом направлении вектора движения вперед в коньковых ходах позволяют лыжнику удерживать равновесие в период одноопорного скольжения. Это положение не дает заваливать и перегружать ногу всем весом тела, распределяя его вперед, тем самым поддерживая силы инерции. При этом общий центр тяжести находится по центру над опорной ногой и направлен вперед по вектору движения.

Многие авторы в своих публикациях делают акцент на том, что кинематические характеристики не зависят от антропометрических данных спортсмена. Однако мы имеем свою точку зрения на данное суждение. У каждого спортсмена антропометрические данные отличаются по длине и строению кости, массе мышц, их композиции и по другим показателям строения тела и его положения во время выполнения упражнения, например, по размаху рук, амплитуде движения. Следовательно, собственно-мышечный фактор играет значительную роль в технике передвижения. Это соотношение быстрых и медленных мышечных волокон, сила их сокращения, величина максимального усилия при отталкивании, которая в большей степени зависит от силы сокращения быстрых мышечных волокон. Если же данный компонент мышц не справляется, то эта нагрузка распространяется на другие мышечные волокна, промежуточные или медленные. Следовательно, очень важным аспектом технической подготовки спортсмена-лыжника является целенаправленная силовая подготовка. Ее отличительным признаком является избирательное воздействие на мышечные группы. Систематическое локальное силовое воздействие постепенно формирует пропорции телосложения спортсмена, что является одним из факторов в подготовке определенных мышечных групп к преодолению мышечного напряжения экономно и продуктивно во время соревнования. Сравнивая определенные параметры телосложения Й. Клэбо с другими спортсменами, следует заметить, что у него нет значительной гипертрофированности мышц. Тем не менее, те мышцы, которые несут основную нагрузку во время выполнения упражнения, а именно, в техническом исполнении этого спортсмена, все же более гипертрофированы, чем остальные. Следовательно, особенности техники тесно взаимосвязаны с тактикой и силовой подготовкой лыжника-гонщика [2].

*Заключение*

Техника конькового хода Й. Клэбо – это современный способ решения двигательной задачи передвижения на лыжах свободным стилем, который оптимально соответствует эталонным параметрам техники, позволяющей лыжнику-гонщику повышать экономичность и результативность соревновательной деятельности.

Использование отличительных особенностей техники конькового хода и изучение кинематических характеристик структуры передвижения Й. Клэбо позволит повысить эффективность методики технической подготовки спортсменов белорусской школы лыжных гонок.

Для обучения коньковому ходу тренерам желательно использовать наглядные средства – раскадровку или сравнение техники и ее отдельных элементов с помощью видеозаписей.

Следует применять специально-подготовительные упражнения, которые соответствуют уровню физической подготовленности спортсмена, заранее формируя определенные параметры телосложения методом статодинамических упражнений.

Кроме того минимизировать или устранить из методики обучения технике конькового хода отталкивание ребром лыжи и соответствующее скольжение в сторону, несоответствие векторов приложения сил и вектора направления движения, затягивание отталкивания с выпрямлением рук.

*Список использованных источников*

1. Ермаков, В.В. Биодинамика двигательных действий лыжников-гонщиков / В.В. Ермаков, А.В. Гурский. – Смоленск: СГАФКС и Т, 2017. – 308 с.

2. Кучерова, А.В. Научно-методические основы физической подготовки лыжников-гонщиков в подготовительном периоде: монография / А.В. Кучерова. – Могилев: МГУ имени А.А. Кулешова, 2019. – 224 с.

3. Кучеров, Ю.Ю. Качественные биомеханические особенности одновременного одношажного хода лыжника / Ю.Ю. Кучеров, В.И. Загревский // Актуальные вопросы физиологии мышечной деятельности: сб. науч. тр. I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Ульяновск, 9 февр. 2021 г. / Под. ред. Л.Д. Назаренко. – Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2021. – С.305–310.

4. Кучеров, Ю.Ю. Особенности кинематических показателей техники конькового хода Й. Клэбо. / Ю.Ю. Кучеров // Молодая наука – 2019: регион. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов Могилев. обл.: материалы конф., Могилев, 25 апр. 2019 г. / МГУ им. А.А. Кулешова; под ред. О.А. Лавшук. – Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2019. – С.195–196.

5. Меликов, А.В. Основные ошибки конькового хода: 1. Несоответствие вектора отталкивания палками направлению движения лыжи [Электронный ресурс] / А.В. Меликов, Р.А. Поборцев, Е.Г. Андреева // Ученые записки университета П.Ф. Лесгафта. – 2017. – №9(151). – Киберленинка – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-oshibki-konkovogo-hoda-1-nesootvetstvie-vektora-ottalkivaniya-palkami-napravleniyu-dvizheniya-lyzhi/viewer – Дата доступа 24.05.2019.

6. Новикова, Н.Б. Особенности техники попеременного двухшажного хода лыжников-гонщиков мировой элиты на длинной дистанции / Н.Б. Новикова, Г.А. Сергеев // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – №5(135). – С.177–184.

7. Проблемы совершенствования техники коньковых ходов квалифицированных лыжников-гонщиков [Электронный ресурс] // Киберленинка – Режим доступа: https://-cyberleninka.ru/article/n/17199237. – Дата доступа: 31.08.2019.

8. Johannes Høsflot Klæbo – Hall of Fame [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://m.youtube.com/watch?feature=youtu.be&v=sRqlo0IQGyE. – Дата доступа: 02.10.2019.

*02.03.2022*

УДК 796.418.6:796.093(476)

## АНАЛИЗ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЕЛОРУССКИХ БАТУТИСТОВ В ОЛИМПИЙСКИХ ЦИКЛАХ 2013–2016 и 2017–2021 гг.

**Н. Ю. Мацюсь, канд. пед. наук,**
Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

*Аннотация*

*В статье приводятся результаты соревновательной деятельности белорусских батутистов за период двух олимпийских циклов. Анализируются компоненты соревновательных оценок спортсменов и их динамика на протяжении исследуемого периода.*

## ANALYSIS OF COMPETITIVE ACTIVITY OF BELARUSIAN TRAMPOLINERS DURING 2013–2016 AND 2017–2021 OLYMPIC CYCLES

*Abstract*

*The article presents the results of competitive activity of Belarusian trampoliners during two Olympic cycles. The components of athletes' competitive scores and their dynamics during the researched period are analyzed.*

*Введение*

Прыжки на батуте являются одним из зрелищных сложнокоординационных видов спорта, дисциплина которого – индивидуальные прыжки – относительно недавно стала членом гимнастической олимпийской семьи. Начиная с первых соревнований по этому виду спорта на Играх XXVII Олимпиады 2000 года (Сидней, Австралия), белорусские спортсмены стабильно выступают в индивидуальных прыжках среди мужчин и женщин. При этом в соревнованиях у мужчин наблюдается положительная

динамика спортивных результатов – последние два главных старта четырехлетия именно белорусы доказывают свое превосходство в прыжках на батуте (рисунок 1).

Рисунок 1 – Места, занятые белорусскими спортсменами на Играх Олимпиад в индивидуальных прыжках на батуте у мужчин

Как и во многих спортивных видах гимнастики, в прыжках на батуте каждый олимпийский цикл происходит изменение международных Правил соревнований, что является инструментом управления развитием вида спорта [1].

Важно отметить, что после Игр Олимпиады 2008 года (Пекин, Китай) мировую известность получили спортсмены из Китая, которые начали активно штурмовать как олимпийский пьедестал, так и пьедесталы мировых первенств, и демонстрировать сложные соревновательные программы, насчитывающие многократные комбинированные вращения. Своеобразный тренд на «тройное сальто» сильно отразился на оценке трудности «D», значительно возросшей за счет применения к сложным прыжкам определенных коэффициентов. Причинами, повлиявшими на увеличение окончательной оценки, стали повышение сложности соревновательных программ, а также введение новых компонентов оценки – длительности полета (оценка «Т», введена в Кодекс оценок с 2010 года), горизонтального перемещения по сетке батута (оценка «Н», введена в Кодекс оценок с 2016 года), которые оцениваются с помощью электронных систем, повышающих объективность судейства.

Если сравнивать соревновательные оценки спортсменов различных периодов развития прыжков на батуте, то следует отметить, например, что первый олимпийский чемпион 2000 года, рекордсмен по количеству выигранных чемпионатов мира, представитель краснодарской школы прыжков на батуте А. Москаленко (Российская Федерация) победил с результатом 41,700 балла. В то время как на Играх Олимпиады в Лондоне (2012) китаец Донг Донг победил уже с результатом 62,990 балла [2].

*Результаты исследования и их обсуждение*

Предметом изучения спортивных результатов чемпионатов мира и Олимпийских игр за период 2013–2021 гг. стало наиболее активное противоборство в этот период белорусских и китайских батутистов [2]. Так, в олимпийском цикле 2013–2016 гг. наблюдалась динамика судейских оценок у трех призеров Игр Олимпиады в Рио-де-Жанейро: Владислава Гончарова (Республика Беларусь), Донг Донга и Гао Лея (КНР) (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты (оценка в баллах) выступлений в индивидуальных прыжках у мужчин на чемпионатах мира 2013–2015 гг. (фрагмент)

| Чемпионат мира 2013 (София, Болгария) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Компоненты судейской оценки | В. Гончаров | | | Донг Донг | | | Гао Лей | | |
| | К | П | Ф | К | П | Ф | К | П | Ф |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Оценка трудности «D» | 17,400 | 17,400 | 7,900 | 17,100 | 17,100 | 17,100 | 17,100 | 17,600 | Не вышел |
| Оценка исполнения «E» | 22,500 | 23,700 | 9,600 | 25,200 | 24,900 | 25,200 | 21,900 | 22,500 | |
| Оценка времени «Т» | 17,270 | 17,375 | 7,295 | 17,800 | 18,305 | 18,495 | 17,735 | 18,565 | |
| Окончательная оценка | 57,170 | 58,475 | 24,795 | 60,100 | 60,305 | 60,795 | 56,735 | 58,665 | |
| Занятое место | 5 | 7 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | |
| Чемпионат мира 2014 (Дейтона-Бич, США) | | | | | | | | | |
| Оценка трудности «D» | 15,600 | 17,100 | 17,600 | 17,100 | 17,800 | 17,800 | 17,700 | 2,200 | Не вышел |
| Оценка исполнения «E» | 24,000 | 24,600 | 25,500 | 26,100 | 26,400 | 25,200 | 25,000 | 2,700 | |
| Оценка времени «Т» | 17,100 | 17,405 | 17,290 | 18,000 | 17,940 | 17,890 | 18,940 | 1,985 | |
| Окончательная оценка | 56,700 | 59,105 | 60,390 | 61,200 | 62,140 | 60,890 | 61,640 | 6,885 | |
| Занятое место | 14 | 6 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 22 | |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Чемпионат мира 2015 (Оденсе, Дания) | | | | | | | | | |
| Оценка трудности «D» | 17,300 | 17,300 | 17,300 | 17,100 | 17,100 | Не вышел | 17,700 | 17,700 | 18,400 |
| Оценка исполнения «E» | 25,500 | 26,700 | 26,100 | 24,600 | 25,800 | | 24,000 | 26,400 | 25,500 |
| Оценка времени «T» | 17,870 | 17,720 | 18,340 | 17,975 | 17,905 | | 18,095 | 18,205 | 18,345 |
| Окончательная оценка | 60,670 | 61,720 | 61,740 | 59,675 | 60,805 | | 59,795 | 62,305 | 62,245 |
| Занятое место | 1 | 3 | 2 | 4 | 4 | | 2 | 1 | 1 |
| Примечание: К – квалификационные соревнования; П – полуфинал; Ф – финал. | | | | | | | | | |

Белорусский спортсмен В. Гончаров на протяжении всего цикла выступлений на чемпионатах мира в преддверии Олимпиады–2016, входил в число финалистов соревнований, в то время как китайским спортсменам бороться за медали удавалось не всегда. Причинами этого становились лимит на квоту участников финала от страны, а также неудачное выступление в полуфинале.

Анализируя отдельные показатели соревновательных оценок, можно отметить, что трудность произвольной комбинации всех троих спортсменов в квалификации на протяжении этого цикла оставалась достаточно стабильной (оценки в пределах 17,1–17,8 балла). От старта к старту можно наблюдать у спортсменов увеличение показателей техники исполнения элементов, что отразилось на оценках. Причем улучшение данного показателя у В. Гончарова с 2013 по 2014 год позволило значительно повысить свой личный результат, в том числе принести долгожданную для нашей страны с 1999 года награду чемпионата мира – бронзовую медаль.

Лидером по всем компонентам соревновательной оценки оставался опытный китаец Донг Донг, который по результатам чемпионатов мира 2013 и 2014 годов завоевал золото и серебро.

Особо значимым для спортсменов стал чемпионат мира 2015 года, который проводился в Дании в предолимпийский сезон. Сравнивая компоненты судейских оценок рассматриваемых батутистов, отметим, что лидером по трудности комбинации был Гао Лей, оценки исполнения в предварительных соревнованиях и финале варьировались у всех спортсменов. Тем не менее, в финале соревнований именно высокий коэффициент трудности комбинации позволил китайскому спортсмену выиграть золото. Вместе с тем, В. Гончаров значительно превосходил китайца по качеству техники исполнения и на равной с Гао Леем высоте исполнял свою комбинацию, однако белорусскому спортсмену не хватило чуть больше 0,5 балла для опережения соперника, который рискнул, увеличив трудность соревновательной комбинации.

За своеобразным реваншем белорус и китайские спортсмены снова встретились, но на этот раз на главном старте четырехлетия в Рио-де-Жанейро (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты (оценка в баллах) выступлений в индивидуальных прыжках у мужчин на Играх XXXI Олимпиады в Рио-де-Жанейро, 2016 (фрагмент)

| Компоненты окончательной оценки | В. Гончаров | | Донг Донг | | Гао Лей | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | К | Ф | К | Ф | К | Ф |
| Оценка трудности «D» | 17,300 | 17,300 | 17,800 | 17,800 | 17,700 | 18,400 |
| Оценка исполнения «E» | 25,500 | 26,400 | 25,500 | 25,200 | 24,300 | 23,700 |
| Оценка времени «T» | 17,660 | 18,045 | 17,470 | 17,535 | 18,375 | 18,075 |
| Окончательная оценка | 60,460 | 61,745 | 60,770 | 60,535 | 60,375 | 60,075 |
| Занятое место | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| Примечание: К – квалификационные соревнования; Ф – финал. | | | | | | |

Анализируя результаты предварительных соревнований на Олимпийских играх в Бразилии, следует отметить, что В. Гончаров не имел преимущества по трудности соревновательной комбинации, однако снова превосходил своих соперников по «чистоте» исполнения элементов. У всех троих спортсменов наблюдались достаточно высокие показатели времени нахождения в полете, причем явным фаворитом по этому критерию являлся Гао Лей. Китаец, аналогично ситуации на последнем чемпионате

мира, пошел на риск, увеличив на 0,7 балла трудность своей соревновательной комбинации после предварительного выступления, однако без технических сбавок пройти упражнение в финале главного старта четырехлетия не удалось: оценка исполнения «Е» оказалась значительно ниже, чем демонстрируемая ранее на мировых первенствах. Донг Донг соревновательное упражнение не усложнял, что позволило ему получить достаточно высокую оценку исполнения, которая, однако, больше балла уступала таковой В. Гончарова. В финале Игр XXXI Олимпиады 2016 года высочайшее качество техники исполнения комбинации продемонстрировал именно Владислав: его показатели оценки «Е» и времени полета «Т» позволили более балла отыграть у китайских батутистов (окончательная оценка белоруса – 61,745 балла, китайцев – 60,535 и 60,075 балла соответственно) и завоевать первую в истории золотую медаль в прыжках на батуте для Республики Беларусь.

Не менее значимой для изучения стала динамика выступлений белорусских и китайских спортсменов при подготовке к Олимпийским играм в Токио. С момента введения в действие Кодекса оценок 2017–2020 гг. в прыжках на батуте появился еще один компонент соревновательной оценки – горизонтальное перемещение по сетке батута «Н», что повысило требования к уровню подготовленности спортсменов, в частности, к технике исполнения элементов, которые необходимо демонстрировать строго в определенных зонах сетки батута. Фрагменты результатов выступлений на чемпионатах мира 2017–2019 гг. представлены в таблице 3.

На чемпионате мира 2017 г. (София, Болгария) в тройку лучших батутистов мира вошли олимпийские призеры Рио-2016 Донг Донг (3-е место) и Гао Лей (1-е место). В финале соревнований Гао Лей вновь продемонстрировал наивысшую сложность упражнения и лучший результат времени полета, что позволило ему, несмотря на огрехи в технике исполнения и перемещении по сетке, завоевать золото чемпионата мира. У Донг Донга все три этапа соревнований наблюдается стабильность техники исполнения программы, трудность упражнения в финале была увеличена, что, однако, не позволило опередить соперников из-за отставания по компонентам перемещения и времени полета. Олимпийский чемпион В. Гончаров с выступлением в рамках предварительных соревнований справился достаточно хорошо и третьим квалифицировался в финал, однако, досадная ошибка в финале не позволила взойти на пьедестал. В итоге наш спортсмен остановился только на 6-й позиции.

В 2018 году на чемпионате мира (Санкт-Петербург, Российская Федерация) противоборство белорусских и китайских спортсменов продолжилось. Гао Лей удерживал первенство как в предварительных соревнованиях, так и в финале. Очередное золото чемпионата мира оказалось в копилке опытного китайского спортсмена. Донг Донг вышел в полуфинал с 4-м результатом, однако на этом этапе соревнований и в финале сумел удержать вторую позицию. Белорусский спортсмен В. Гончаров удерживал третью позицию по результатам предварительных соревнований, а в финале снова стал только 6-м: оценки перемещения по сетке и времени полета не позволили спортсмену оказаться в тройке лучших. Отметим, что на этом старте среди белорусов дебютировал будущий олимпийский чемпион И. Литвинович, который выполнял относительно несложное упражнение (оценка «D» составила всего 16,2 балла), однако по остальным компонентам оценки имел стабильные результаты и занял на своем первом чемпионате мира среди взрослых 7-е итоговое место.

Напряженная борьба развернулась в 2019 году на чемпионате мира, который проводился в Токио в преддверии Игр Олимпиады–2020. По результатам квалификации 1-е и 4-е промежуточные места заняли белорусы В. Гончаров и И. Литвинович, на 2-м и 3-м расположились опытнейшие китайцы Гао Лей и Донг Донг. Борьба за выход в финал также выдалась напряженной. Гао Лей уверенно квалифицировался с первым результатом, на втором месте оказался белорус И. Литвинович, который на этом чемпионате мира усложнил свою соревновательную комбинацию почти на 1,0 балл. Третьим в финал квалифицировался китаец Донг Донг. В. Гончаров в полуфинале уступил по компонентам техники исполнения элементов и горизонтального перемещения по сетке и в финал не вошел, остановившись на 13-й позиции. В финальных соревнованиях этого чемпионата мира золото вновь досталось Гао Лею, спортсмен продемонстрировал стабильность своих выступлений и повысил оценку времени полета. Серебряную медаль завоевал белорус

И. Литвинович, который получил самые высокие баллы за технику исполнения произвольной комбинации (его оценка «Е» – 17,000, у соперников – 16,700 и 16,500 соответственно) и превзошел по высоте своих прыжков даже чемпиона Гао Лея (оценка «Т» И. Литвиновича – 17,920, Гао Лея – 17,905). Титулованный Донг Донг в финале увеличил трудность своей комбинации, однако проиграл по компоненту техники исполнения и времени полета своим конкурентам, заняв в итоге 3-е место.

Таблица 3 – Результаты (оценка в баллах) выступлений в индивидуальных прыжках у мужчин на чемпионатах мира 2017–2019 гг. (фрагмент)

| Чемпионат мира 2017 (София, Болгария) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ФИО спортсмена | Гао Лей | | | Донг Донг | | | В. Гончаров | | | О. Рябцев | | |
| Компоненты судейской оценки | К | П | Ф | К | П | Ф | К | П | Ф | К | П | Ф |
| Оценка трудности «D» | 17,500 | 17,500 | 18,200 | 17,100 | 17,100 | 17,800 | 17,300 | 17,300 | 15,500 | 17,100 | 17,100 | 10,700 |
| Оценка исполнения «Е» | 16,300 | 16,300 | 16,400 | 16,600 | 16,800 | 16,800 | 17,000 | 17,200 | 15,100 | 15,800 | 16,000 | 10,400 |
| Оценка времени «Т» | 18,285 | 18,470 | 18,530 | 17,615 | 17,790 | 17,890 | 17,980 | 17,855 | 16,255 | 17,075 | 17,335 | 11,320 |
| Оценка перемещения «Н» | 9,600 | 9,350 | 9,150 | 9,650 | 9,450 | 9,050 | 9,150 | 9,200 | 7,85 | 9,350 | 9,350 | 5,550 |
| Окончательная оценка | 61,685 | 61,620 | 62,280 | 60,965 | 61,140 | 61,540 | 52,280 | 61,555 | 54,705 | 49,975 | 59,785 | 37,970 |
| Занятое место | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 6 | 9 | 9 | 7 |
| Чемпионат мира 2018 (Санкт-Петербург, Российская Федерация) | | | | | | | | | | | | |
| ФИО спортсмена | Гао Лей | | | Донг Донг | | | В. Гончаров | | | И. Литвинович | | |
| Оценка трудности «D» | 17,500 | 17,500 | 17,500 | 17,100 | 17,100 | 17,100 | 17,300 | 17,300 | 17,300 | 16,200 | 16,200 | 16,200 |
| Оценка исполнения «Е» | 16,500 | 16,300 | 17,000 | 16,800 | 16,500 | 16,800 | 16,800 | 16,600 | 16,800 | 16,500 | 16,600 | 16,500 |
| Оценка времени «Т» | 17,825 | 18,095 | 18,255 | 17,220 | 17,605 | 17,885 | 17,455 | 17,065 | 17,560 | 17,760 | 17,570 | 17,850 |
| Оценка перемещения «Н» | 9,400 | 9,600 | 9,500 | 9,500 | 9,500 | 9,400 | 9,600 | 9,100 | 8,900 | 9,400 | 9,100 | 8,900 |
| Окончательная оценка | 61,225 | 61,495 | 62,255 | 60,620 | 60,705 | 61,185 | 61,155 | 60,065 | 60,56 | 59,860 | 59,470 | 59,450 |
| Занятое место | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 6 | 5 | 9 | 7 |
| Чемпионат мира 2019 (Токио, Япония) | | | | | | | | | | | | |
| ФИО спортсмена | Гао Лей | | | Донг Донг | | | В. Гончаров | | | И. Литвинович | | |
| Оценка трудности «D» | 17,500 | 17,500 | 17,500 | 17,100 | 17,100 | 17,800 | 17,900 | 17,700 | Не вышел | 17,100 | 17,100 | 17,100 |
| Оценка исполнения «Е» | 16,700 | 16,500 | 16,700 | 17,500 | 16,200 | 16,500 | 16,700 | 15,300 | | 16,700 | 16,400 | 17,000 |
| Оценка времени «Т» | 17,705 | 17,760 | 17,905 | 17,185 | 17,090 | 17,050 | 17,250 | 16,755 | | 18,035 | 17,700 | 17,920 |
| Оценка перемещения «Н» | 9,900 | 9,700 | 9,600 | 9,700 | 9,800 | 9,700 | 9,700 | 8,700 | | 9,400 | 9,100 | 9,500 |
| Окончательная оценка | 61,805 | 61,460 | 61,705 | 61,485 | 60,190 | 61,050 | 61,550 | 58,455 | | 61,235 | 60,300 | 61,520 |
| Занятое место | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 1 | 13 | | 4 | 2 | 2 |
| Примечание: К – квалификационные соревнования; П – полуфинал; Ф – финал. | | | | | | | | | | | | |

Важно указать на то, что довольно успешное выступление на предолимпийском чемпионате мира белорусских спортсменов позволило нашей команде завоевать долгожданное золото, тем самым прервав гегемонию китайских, российских и японских батутистов впервые (!) с 1998 года.

Конец 2019 и начало 2020 годов ознаменовались обрушившейся на спортивный мир пандемией коронавируса, повлекшей за собой перенос Олимпиады, а также практически отменившей международные старты, что привнесло свои коррективы в подготовку спортсменов со всего мира. Тем не менее, преодолев все трудности, в августе 2021 года

в борьбу за олимпийские медали Токио в индивидуальных прыжках у мужчин вступили уже хорошо знакомые спортивному сообществу батутисты. Среди 16-ти лучших традиционно выделим Донг Донга и Гао Лея, а также В. Гончарова и И. Литвиновича. Результаты квалификации и финальных соревнований на летней Олимпиаде представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты (оценка в баллах) выступлений в индивидуальных прыжках у мужчин на Играх XXXII Олимпиады в Токио 2021 (фрагмент)

| Олимпийские игры 2021 (Токио, Япония) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ФИО спортсмена | И. Литвинович | | Донг Донг | | В. Гончаров | | Гао Лей | |
| Компоненты судейской оценки | К | Ф | К | Ф | К | Ф | К | Ф |
| Оценка трудности «D» | 18,200 | 18,200 | 17,100 | 17,800 | 17,500 | 17,900 | 3,400 | Не вышел |
| Оценка исполнения «E» | 15,300 | 16,500 | 16,400 | 16,600 | 15,900 | 16,300 | 2,100 | |
| Оценка времени «T» | 17,640 | 17,915 | 16,675 | 17,135 | 17,420 | 17,365 | 3,575 | |
| Оценка перемещения «H» | 8,900 | 9,100 | 9,200 | 9,700 | 9,400 | 9,000 | 1,500 | |
| Окончательная оценка | 60,040 | 61,715 | 59,375 | 61,235 | 60,220 | 60,565 | 10,575 | |
| Занятое место | 1 | 1 | 5 | 2 | 2 | 4 | 14 | |
| Примечание: К – квалификационные соревнования; Ф – финал. | | | | | | | | |

Анализируя этап предварительных соревнований, следует отметить, что И. Литвинович превосходил всех 16 участников главного старта четырехлетия по трудности своей произвольной комбинации. Важно указать также, что белорус с 2018 года от старта к старту усложнял свое упражнение (оценка «D» – 16,2 балла на чемпионате мира в 2018 г., 17,1 балла – в 2019 г., 18,2 – Игры XXXII Олимпиады). Более того, свою произвольную комбинацию в квалификации Иван выполнил выше всех: оценка «T» (17,640 балла) также была выше, чем у остальных участников. Вторым квалификацию прошел В. Гончаров, который успешно справился с выполнением обязательного и произвольного упражнений. Донг Донг также выполнил квалификационный норматив и вышел в финал под 5-м номером. И самым неожиданным моментом предварительных соревнований стало выступление Гао Лея, который в произвольной комбинации допустил ошибку и вылетел за пределы батута уже на третьем элементе, получил соответствующую оценку и остался вне финала, закрепив за собой всего лишь 14-ю позицию.

Неожиданной получилась развязка финала Олимпийских игр в Токио. Восьми лучшим спортсменам вновь необходимо было демонстрировать произвольную соревновательную комбинацию, при этом трое из них, включая основных претендентов на медали Донг Донга и В. Гончарова, увеличили трудность финального упражнения. Выступление батутистов в этой стадии соревнований предполагает обратный результатам квалификации порядок. Учитывая, что белорусы первыми выполнили норматив, их выступления завершали соревнования в индивидуальных прыжках у мужчин.

Анализ судейских оценок в финале позволяет утверждать, что по компоненту техники исполнения элементов (оценка «E») четверка лучших батутистов продемонстрировала схожий результат (16,300–16,500 балла), наибольшая оценка трудности «D», как упоминалось выше, наблюдалась у И. Литвиновича, оценка времени полета «T» также была выше у И. Литвиновича. По данному компоненту белорус превосходил Донг Донга на 0,78 балла, В. Гончарова – на 0,55 балла, новозеландца Д. Шмидта – на 0,94 балла. Большой разброс наблюдался в оценке горизонтального перемещения «H»: здесь И. Литвинович показал третий результат (9,100 балла), опередив лишь другого белоруса В. Гончарова (9,000 балла), но уступив по данному компоненту Донг Донгу, показавшему лучший результат (9,700 балла), и Д. Шмидту (9,600 балла). Судьба медалей решалась по окончательной оценке финалистов, которая наивысшей оказалась у И. Литвиновича: за счет компонентов трудности и времени полета белорус смог на 0,48 балла опередить титулованного китайца. В. Гончаров всего 0,11 балла уступил бронзовому призеру, при том что по показателям трудности и времени полета он превосходил Д. Шмидта, а оценка исполнения «E» у обоих

спортсменов была равной. Решающим компонентом в случае В. Гончарова стала электронная оценка «Н», которая на 0,600 балла оказалась ниже, чем у бронзового призера.

Завершающим стартом необычного «удлиненного» олимпийского цикла стал чемпионат мира 2021 года (Баку, Азербайджан), в котором также приняли участие белорусские батутисты, однако без опытного В. Гончарова, пропустившего соревнования по причине болезни. Обновленную команду после Олимпийских игр представили также китайские спортсмены, в которой не было титулованных Донг Донга и Гао Лея. Результаты выступлений отдельных спортсменов представлены в таблице 5. Анализируя результаты предварительных соревнований Бакинского чемпионата, отметим, что наивысший балл за упражнения показал И. Литвинович, выполнивший свою произвольную комбинацию лучше других участников и получив самую высокую оценку трудности «D». Вторым квалификацию прошел молодой китайский спортсмен Ян Лангью, который выполнил свою произвольную комбинацию с меньшим коэффициентом трудности, но достаточно чисто и точно, что видно по оценкам «Е» и «Н» соответственно. Еще один китайский спортсмен Бао Тонг прошел в полуфинальную стадию соревнований с 5-м результатом, однако ошибка на этом этапе не позволила выйти в финал.

В полуфинале предварительного этапа соревнований досадную ошибку допустил и лидер белорусской сборной И. Литвинович, чем сразу лишил себя права на выход в финал. Тем не менее, белорусы все же уверенно прошли в заключительную стадию соревнований. С третьим результатом квалифицировался опытный О. Рябцев, четвертым номером вышел в финал молодой спортсмен А. Буйлов, для которого старт в Азербайджане стал первым в категории «взрослые». Лидером полуфинальных соревнований стал китайский спортсмен Ян Лангью, который прибавил во втором круге в своих оценках исполнения «Е» и времени полета «Т».

Таблица 5 – Результаты (оценка в баллах) выступлений в индивидуальных прыжках у мужчин на чемпионате мира 2021 в Баку (фрагмент)

| Компоненты судейской оценки | И. Литвинович (РБ) | | | О. Рябцев (РБ) | | | А. Буйлов (РБ) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | К | П | Ф | К | П | Ф | К | П | Ф |
| Оценка трудности «D» | 18,200 | 4,300 | Не вышел | 17,800 | 17,800 | 17,800 | 17,500 | 17,500 | 17,500 |
| Оценка исполнения «Е» | 16,100 | 3,000 | | 15,800 | 16,200 | 16,300 | 15,500 | 16,100 | 15,800 |
| Оценка времени «Т» | 17,705 | 3,705 | | 16,610 | 17,080 | 17,285 | 17,065 | 17,075 | 17,500 |
| Оценка перемещения «Н» | 9,400 | 1,600 | | 9,500 | 9,600 | 9,000 | 9,500 | 9,700 | 9,400 |
| Окончательная оценка | 61,405 | 12,405 | | 59,710 | 60,680 | 60,385 | 59,565 | 60,375 | 60,200 |
| Занятое место | 1 | 23 | | 4 | 3 | 3 | 8 | 4 | 4 |
| | Ян Лангью (КНР) | | | Бао Тонг (КНР) | | | Нишиока Рюсей (Япония) | | |
| Оценка трудности «D» | 17,100 | 17,100 | 17,800 | 17,100 | 13,800 | Не вышел | 17,500 | 18,000 | 18,900 |
| Оценка исполнения «Е» | 16,600 | 17,000 | 17,000 | 16,000 | 12,700 | | 15,300 | 15,800 | 15,500 |
| Оценка времени «Т» | 17,405 | 17,495 | 17,425 | 17,080 | 13,635 | | 16,515 | 16,890 | 16,920 |
| Оценка перемещения «Н» | 9,600 | 9,500 | 9,600 | 9,700 | 7,400 | | 9,200 | 9,400 | 9,300 |
| Окончательная оценка | 60,705 | 61,095 | 61,285 | 59,880 | 47,535 | | 58,515 | 60,090 | 60,620 |
| Занятое место | 2 | 1 | 1 | 5 | 17 | | 11 | 5 | 2 |
| Примечание: К – квалификационные соревнования; П – полуфинал; Ф – финал. | | | | | | | | | |

Характеризуя выступления батутистов в финале чемпионата мира, завершающего достаточно сложный соревновательный сезон, отметим, например, японского спортсмена Нишиока Рюсей. Завершив первую стадию соревнований лишь на 11-й позиции, спортсмен увеличил трудность произвольной комбинации, повысил каждый компонент оценки и в финал вышел под 5-м номером. В финале японец вновь увеличил трудность комбинации, демонстрируя самую высокую сложность упражнения (оценка «D» в квалификации – 17,500 балла, в финале – 18,900 балла). Огрехи в технике исполнения и высоте прыжков не препятствовали тому, чтобы за счет коэффициента трудности Н. Рюсей завоевал серебро чемпионата мира. Китайский спортсмен также сделал акцент на трудности произвольной комбинации, с которой справился успешно

как по компоненту исполнения «Е», так и высоте и точности (оценки «Т» и «Н») и уверенно стал чемпионом мира 2021 года. Не менее успешными будем считать финальные выступления белорусов, где бронзовую медаль мирового первенства в индивидуальных прыжках впервые в своей карьере завоевал неоднократный чемпион мира и Европы в синхронных прыжках О. Рябцев. Белорусский спортсмен по трудности комбинации был на равных с китайским, однако уступил победителю по остальным компонентам соревновательной оценки. При этом отметим, что О. Рябцев значительно превзошел по оценкам исполнения и времени полета серебряного призера из Японии. Успешным следует назвать дебют белорусского спортсмена А. Буйлова, который на своем первом взрослом старте остановился лишь в шаге от пьедестала. Трудность соревновательной комбинации у Андрея всего на 0,3 балла меньше, чем у бронзового призера О. Рябцева и чемпиона мира Я. Лагнью, а компонент времени полета выше, чем у всех (!) представителей тройки победителей. Исполнение и горизонтальное перемещение у белорусского спортсмена превосходят компоненты серебряного призера. Полагаем, что к опытным и титулованным членам белорусской команды вскоре может добавиться еще одно имя. К слову, А. Буйлов и О. Рябцев на этом чемпионате завоевали золото в синхронных прыжках, а также вместе с И. Литвиновичем и А. Дудоровым подтвердили «золотой» статус Республики Беларусь в командных соревнованиях, как и в 2019 году.

*Заключение*

Таким образом, с уверенностью можно утверждать, что результаты белорусских батутистов в период двух олимпийских циклов 2013–2016 и 2017–2021 гг. характеризуются как успешные и стабильные. Среди наиболее главных достижений обеих циклов считаем дубль золотых медалей на Играх XXXI и XXXII Олимпиад, долгожданное золото чемпионатов мира в командных соревнованиях 2019 и 2021 годов, а также улучшение спортсменами компонентов соревновательных оценок от старта к старту.

Отметим, что изменения правил соревнований, а также увеличение объективизации судейства в прыжках на батуте повысили требования к подготовке спортсменов. Каждый компонент судейской оценки может оказаться решающим в медальной борьбе. Так, в 2016-м году судьбу олимпийских медалей разрешили оценки техники исполнения «Е» и времени полета «Т», в 2021-м – оценка трудности «D» и горизонтального перемещения «Н», а также времени полета «Т». При этом важно указать на то, что определенную роль в демонстрации стабильных спортивных результатов играют не только уровень физической и технической, но и психологической подготовленности спорстменов, что нередко является именно решающим фактором.

Подчеркнем также, что с 1 января 2022 года в силу вступил новый Кодекс оценок. Среди наиболее значимых изменений в международных правилах соревнований отметим то, что, начиная с возрастной группы 4 (17–21 год) и для спортсменов, выступающих в категории «взрослые», соревновательные комбинации имеют открытую трудность и в них не присутствуют элементы специальных требований [3]. Данный факт позволяет прогнозировать то, что трудность обеих комбинаций будет значительно увеличена, возрастет роль безукоризненной техники исполнения более сложных элементов, что, безусловно, может оказать влияние и на величину горизонтального перемещения, и на высоту исполнения прыжков. Все это увеличивает вклад каждого отдельного компонента в окончательную оценку судей.

Белорусские батутисты уверенно вступают в новый олимпийский цикл на пути к Парижу–2024, чтобы отстаивать честь белорусской школы прыжков на батуте на мировых и континентальных стартах. На анализ их соревновательной деятельности в сезоне 2022–2024 будут направлены дальнейшие исследования.

*Список использованных источников*

1. Караваева, И.В. Теория и практика системы подготовки спортсменов в прыжках на батуте / И.В. Караваева, А.Н. Москаленко, Н.Н. Пилюк // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2008. – №2. – С.16–19.

2. FIG. Results [Electronic resource] / Fédération internationale de gymnastique. – Mode of access: / Fédération internationale de gymnastique. – Mode of access: https://www.gymnastics.-sport/site/events/searchresults.php. – Date of access: 29.12.2021.

3. 2022–2024 Code of points. Trampoline Gymnastics [Electronic resource]: [rules]: approved by the FIG Executive Committee on February 2020 / Fédération internationale de gymnastique. – 2021. – Mode of access: https://www.gymnastics.sport/-publicdir/rules/files/en_TRA%20CoP%202022-2024.pdf. – Date of access: 12.01.2022.

*13.03.2022*

УДК 796.012.1

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕНЗОДИНАМОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЫЖКОВОГО ТЕСТА И ВИНГЕЙТ-ТЕСТА СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА

**Е. В. Хроменкова, Е. Г. Тычина, Е. М. Титова,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация*

*В статье представлен анализ взаимосвязи показателей двух наиболее часто применяемых скоростно-силовых анаэробных тестов – Вингейт-теста и тензометрического прыжкового теста с противодействием.*

## INTERRELATIONSHIP OF COUNTERMOVMENT JUMP TEST AND WINGATE TEST SCORES OF ATHLETES IN COMPETITIVE SPORTS

*Abstract*

*This article presents an analysis of the relationship between the performance of the two most commonly used anaerobic force-velocity tests: The Wingate test and the countermovement jump test.*

*Введение*

Особенностью игровых видов спорта является большое количество соревновательных действий, характеризующихся разнообразием: ходьба, бег разной интенсивности с резкими остановками, рывками, ускорениями, прыжки, броски мяча с места и в прыжке, удары, различные силовые элементы и т.п. Изменение структуры движений и их интенсивности происходит во время игры многократно и непрерывно. Кроме того, игровики неоднократно выполняют сложные двигательные действия (например, пас, защита и захват) под давлением и при утомлении.

Так, за игру баскетболист высокой квалификации преодолевает расстояние 5–7 км, делая при этом 130–140 прыжков, 120–150 ускорений и остановок [1–3]; игроки в хоккей на траве осуществляют приблизительно 30 спринтов на дистанции от 10 до 30 м (от 1,8 до 4,1 сек) и от 20 до 60 ускорений в борьбе с противодействием общей протяженностью 700–1000 м [4–7]; гандболист вступает в активное единоборство с игроками соперника не менее 40 раз, пробегает короткими отрезками от 250 до 890 м, и совершает около 30 прыжков [8–12]; футболист выполняет 40–70 спринтов протяженностью от 5 до 30 м, 45–80 рывков, 15–40 прыжков и единоборств, пробегая за игру до 10 км [13–18]; теннисист на протяжении иногда более трех часов многократно преодолевает с максимальной скоростью, взрывным началом и мгновенными остановками ломанные отрезки от 0,5 до 19 м [19]; хоккеист за одну смену выполняет от 4 до 12 технико-тактических действий, 1–3 ускорения на 10–15 метровых отрезках (2–3 с), 1–2 торможения [20].

В результате в игровой деятельности предъявляются определенные требования к специальным качествам и способностям спортсмена, от которых зависит эффективность выполнения технико-тактических элементов и комбинаций. В большинстве своем игровые виды спорта характеризуются выраженной *скоростно-силовой* направленностью [21, 22], а для выполнения такой нагрузки в течение

игрового времени без снижения интенсивности помогает анаэробная и аэробная выносливость [13].

Закономерным является, что большую долю времени в тренировочном процессе спортсменов игровых видов спорта занимает целенаправленное или интегральное развитие силовых, скоростно-силовых и скоростных способностей и анаэробной выносливости. Тестирование этих двигательных способностей для оценки динамики физической подготовленности, а также отбора на различных этапах подготовки давно является «золотым стандартом» у многих тренеров и исследователей. С этой целью применяют разнообразные тесты в лабораторных и «полевых» условиях с применением специальных технических устройств и без. Наиболее часто встречается применение краткосрочной высокоинтенсивной циклической нагрузки, а также выполнение прыжковых тестов. В лабораторных условиях такими тестами является в первом случае – Вингейт-тест, втором – прыжок вверх с места с применением тензоплатформы.

Прыжки вверх с места можно классифицировать по критерию техники выполнения на прыжки на двух и на одной ноге. Чаще в практике встречаются прыжки на двух ногах. Среди них можно выделить: прыжок без и с махом рук, с полуприседа, с глубокого приседа, после спрыгивания в глубину, с отягощением, с фиксацией безопорной фазы, с одного шага, с нескольких шагов. Чаще в практике применяются прыжок из полуприседа, в глубину и с противодействием. При однократном выполнении последнего можно определить уровень развития скоростной силы, обеспечивающейся алактатными анаэробными возможностями, оценкой следующих показателей: пиковой (максимальной силы, проявленной в данном двигательном действии), взрывной (способности развивать максимальную силу (пиковую) в минимальный отрезок времени, первые 0,2–0,3 с движения) и амортизационной силы (способности в минимальное время завершать фазу уступающего режима работы мышц), реактивных свойств мышц (способность к быстрому «переключению» между уступающим и преодолевающим режимами работы мышц) разгибателей (m.quadriceps) и сгибателей (m. biceps femoris) ноги. Длительность теста (прыжка) в среднем не превышает 2–3 с. Чаще выполняют 3–4 попытки с учетом лучшей, с ординарным интервалом отдыха. При серийном выполнении или выполнении по методике Боско перечисленные тесты позволят выявить уровень развития как алактатных, так и лактатных анаэробных способностей. Результатом в таком случае являются показатели скоростной силы (по первому прыжку) и скоростно-силовой выносливости (по усредненных показателям прыжков, разнице показателей первого и последнего прыжков и пр.). Длительность теста может определяться временем (чаще до 30–60 секунд) или количеством повторений (чаще 10–30 раз) [23, 24].

Вингейт-тест заключается в выполнении на велоэргометре тридцатисекундного ускорения с максимальной интенсивностью, с преодолением сопротивления, рассчитанного в процентах от массы тела. В результате определяют максимальную и среднюю мощность, их величину относительно веса тела, процент падения мощности и устойчивость к утомлению. Тест считается простым в исполнении, безопасным и надежным. Что касается испытательной нагрузки, то одни исследователи используют нагрузку, составляющую 10% от массы тела, другие – 7,5–9,0% от массы тела [25–27].

По данным литературы, доля анаэробного алактатного и анаэробного гликолитического метаболизма в Вингейт-тесте составляет 31,1% и 50,3% соответственно [28, 29]. Считается, что пиковая мощность (Peak power) отражает алактатные анаэробные процессы и обеспечивается главным образом за счет фосфагенной системы энергообеспечения. Пиковая мощность отражает способность мышц к производству большого количества механической энергии за короткий период (максимальной мышечной мощности), позволяет косвенно оценивать уровень силовой подготовленности мышц спортсмена или количество миофибрилл, активных в данном тесте мышц (больших ягодичных мышц, полуперепончатой, двуглавой, медиальной и латеральной широкой, прямой мышц бедра, медиальной и латеральной икроножных, камбаловидной, передней большеберцовой), иначе говоря, локальную мышечную работоспособность. Средняя мощность (Average power) характеризует степень

анаэробного гликолиза в работающих мышцах и косвенно отражает уровень развития скоростно-силовой выносливости [30].

По мнению некоторых авторов, в т.ч. В. С. Солонщикова, пиковая мощность и время ее достижения, максимальная скорость, время ее удержания и мощность на максимальной скорости являются мерами взрывной силы и определяют развитие алактатной системы энергообеспечения [31].

Некоторые исследователи предлагают вычислять дополнительный параметр – взрывную мощность (Вт/с), как способность достижения пиковой (максимальной) мощности в минимальное время, иногда называя его «взрывной силой» [32].

На наш взгляд, определение термина «взрывная сила» в связи с выполнением Вингейт-теста последних двух авторов больше отражает «сложности перевода» (взрывная сила, дословно – explosive force (F, N/s), взрывная мощность, дословно – explosive power (P, W (Nm/s)). В англоязычных источниках в контексте понятия «взрывная сила» употребляется термин «explosive power». Однако, в соответствии с понятийно-терминологическим аппаратом физики (раздел механики), термины «сила» и «мощность» отражают два разных понятия. Кроме этого, в нашем случае оба понятия имеют различную физиологическую основу, т.к. в Вингейт-тесте пиковая (максимальная) мощность преимущественно достигается в течение 5–6 с теста с циклическим повторением движений, связанных с фазами сокращения и расслабления мышц, а определение взрывной силы предполагает максимально быстрое наращивание мышечного усилия, происходящее в течение первых 0,2–0,3 с движения.

В практике этапных комплексных обследований спортсменов высокой квалификации игровых видов спорта в РНПЦ спорта применяются оба теста. Закономерно возник вопрос: насколько взаимосвязаны получаемые в результате тестирования данные, насколько они внутренне эквивалентны и специфичны, возможна ли генерализация получаемых результатов – это и стало *целью исследования.*

*Методы и организация исследования*

Исследование проводилось на базе научных лабораторий государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта» с участием 149 спортсменов мужского и женского пола в возрасте от 15 до 35 лет (футбол, хоккей и теннис). Главным условием включения спортсменов в исследование было отсутствие травм и жалоб, связанных с мышечным утомлением. Так как предметом тестирования не являлся уровень подготовленности спортсменов, а интерес представляла только взаимосвязь показателей двух тестов, спортсмены не делились на группы с учетом пола, возраста и специализации.

Тестирование проводилось с утра, до утренней тренировки. Все спортсмены были проинформированы о цели и особенностях исследования (подписано информированное согласие). Желательным являлось проведение прыжкового и велоэргометрического тестов в разные дни, при невозможности такого подхода прыжковое тестирование выполнялось первым, а велоэргометрическое – после ординарного интервала отдыха.

Тензодинамометрическое тестирование выполнялось с применением аппаратно-программного комплекса CONTEMPLAS TEMPLO (Германия) прыжком с противодействием с фиксацией рук (Counter movement (CMJ) в соответствии с разработанной ранее стандартизированной методикой [24].

Перед тестированием спортсмен выполнял разминку, включающую велоэргометрическую нагрузку умеренной интенсивности (5 мин) и общеразвивающие динамические упражнения для мышц всего тела, с акцентом в конце на мышцы туловища и нижних конечностей, выполнением с субмаксимальной интенсивностью 3–5 пробных тестовых прыжков (5 мин). Техника прыжка заключалась в следующем: спортсмен, стоя на платформе с зафиксированными на поясе руками, выполняет максимальное выпрыгивание вверх с предварительным приседом до угла в коленных суставах 90°. Последовательно с небольшими интервалами в 1–2 мин выполнялось 4 попытки. 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.

Для проведения Вингейт-теста применялся велоэргометр с механическим тормозным усилием Monark 894E Ergomedic Peak Bike (Monark, Швеция), который был подготовлен с учетом индивидуальных антропометрических данных спортсмена: отрегулированы рукоятки руля и высота сидения, зафиксированы стопы в педалях. Перед началом исследования каждый спортсмен был подробно проинструктирован о методике тестирования, регистрируемых параметрах и правилах безопасного поведения. Тестирование осуществлялось по стандартному протоколу Вингейт-теста. Предварительно рассчитывалось и устанавливалось отягощение, составляющее 7,5% от массы тела. С целью адаптации спортсмена к устройству, тест начинался с короткой, но интенсивной разминки без отягощения (при поднятой корзине). После подтверждения готовности спортсмена к проведению тестирования, испытуемый начинал наращивать скорость педалирования и, при достижении 90 оборотов в мин, корзина с грузом опускалась, создавая сопротивление, что соответствовало началу теста. Далее спортсменом осуществлялся разгон до максимально возможной скорости с последующим удержанием интенсивности педалирования в течение 30 с [33].

С помощью программного обеспечения велоэргометра регистрировались следующие показатели: 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; время достижения пика мощности, мс. 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).

База данных была предварительно очищена от выпадающих значений, связанных с ошибками первого и второго уровня. Статистическая обработка данных проводилась с применением ПО StatSoft Inc. Statistica 10.

При выборе методов математического анализа основным фактором стал вид распределения данных в выборке: по многим показателям он отличался от нормального. Так как непараметрические методы могут применяться в равной степени как для нормально, так и не нормально распределенных данных, то наше предпочтение было отдано методам непараметрической статистики. Эквивалентность тестов оценивалась по коэффициенту корреляции между показателями тестов – коэффициенту эквивалентности. Наиболее мощным из имеющихся методов для оценки взаимосвязей, по мнению многих специалистов, является расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена. При анализе полученных данных исходили из того, что коэффициент ранговой корреляции в рамках 0,5–0,69 является признаком средней взаимосвязи, 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 принимались в расчет статистически не значимые (при $p<0,05$) и слабые ($\rho<0,49$) взаимосвязи [34].

Наличие средней и сильной взаимосвязи между тестами говорит об их эквивалентности, в таком случае они называются гомогенными. Отношение к высокой эквивалентности зависит от сложности и громоздкости тестов, степени необходимой

точности тестирования и т.д. С одной стороны, если тесты эквивалентны, их совместное применение повышает точность оценок; с другой – может оказаться полезным применить только один из тестов: это упростит тестирование и лишь незначительно снизит информативность тестирования [35]. При применении современных программно-аппаратных комплексов в каждом тестировании фиксируется и рассчитывается большое количество показателей, отражающих прямо или косвенно разновидности двигательных способностей. В таком случае оценка эквивалентности тестов предполагает выявление взаимосвязи всех получаемых в ходе тестирования показателей.

*Результаты исследования и их обсуждение*

Схематично логика анализа эквивалентности Вингейт-теста и прыжкового теста с противодействием у спортсменов игровых видов спорта представлена на рисунке 1; корреляционная матрица, лежащая в основе анализа, представлена в таблице 1.

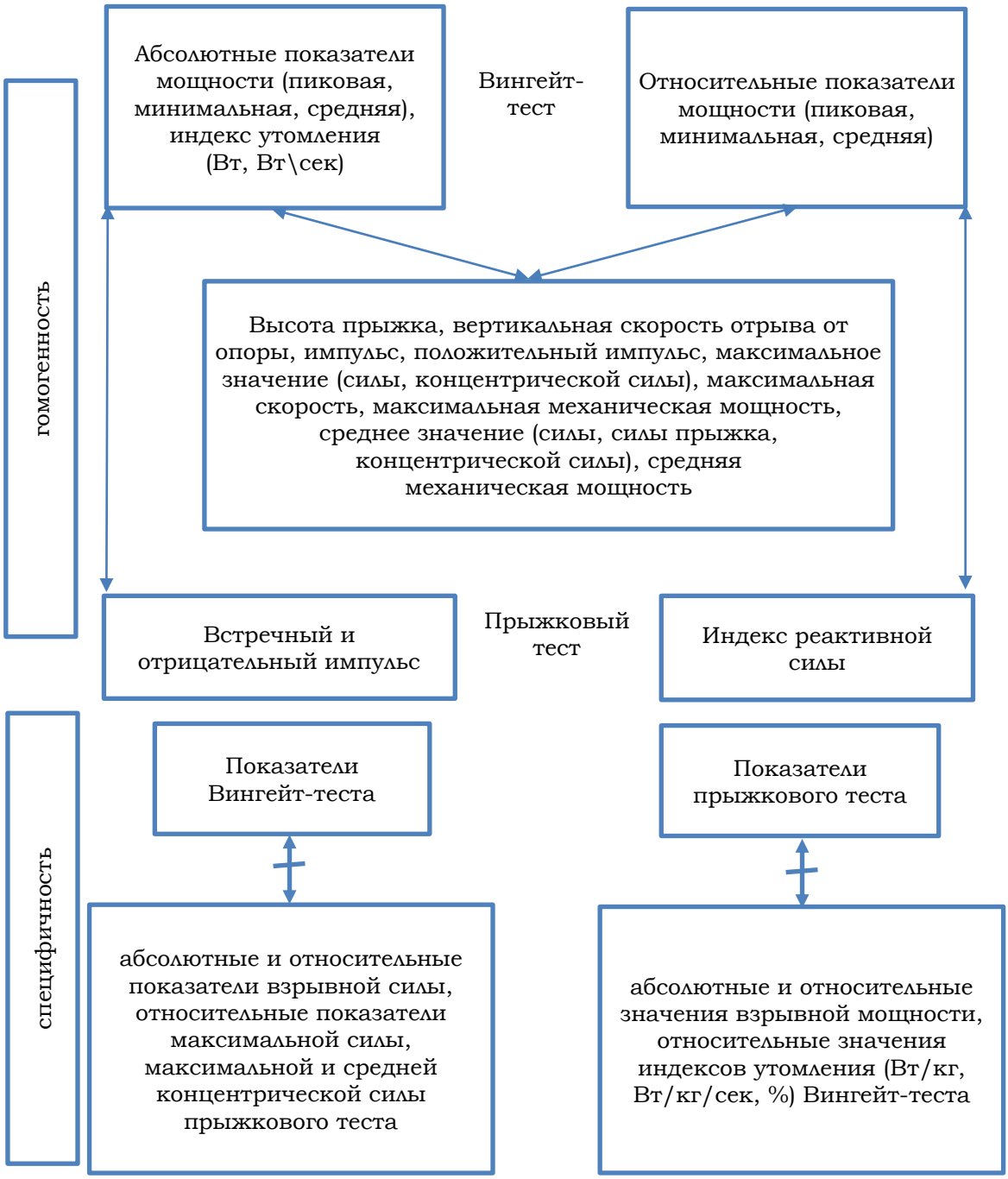



Рисунок 1 – Взаимосвязь показателей Вингейт-теста и прыжкового теста с противодействием у спортсменов игровых видов спорта

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

| Показатели вертикального прыжка | Показатели 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/сек | Индекс утомления, % | Индекс утомления, Вт/кг/сек | Взрывная мощность, Вт/с | Взрывная мощность, Вт/с/кг |
| Высота прыжка (по длительности полета), см | **0,70*** | **0,65*** | **0,72*** | **0,77*** | **0,67*** | **0,63*** | **0,53*** | 0,34* | **0,53*** | -0,01 | 0,34* | 0,26* | 0,12 |
| Высота прыжка (по импульсу), см | **0,73*** | **0,67*** | **0,74*** | **0,79*** | **0,69*** | **0,64*** | **0,55*** | 0,35* | **0,55*** | 0 | 0,35* | 0,28* | 0,13 |
| Вертикальная скорость отрыва от опоры (по длительности полета), м/с | **0,70*** | **0,65*** | **0,72*** | **0,77*** | **0,67*** | **0,63*** | **0,53*** | 0,34* | **0,53*** | -0,01 | 0,34* | 0,27* | 0,13 |
| Вертикальная скорость отрыва от опоры (по импульсу), м/с | **0,73*** | **0,67*** | **0,75*** | **0,79*** | **0,69*** | **0,65*** | **0,55*** | 0,34* | **0,55*** | 0 | 0,34* | 0,28* | 0,13 |
| Индекс реактивной силы *(реактивной способности)* | 0,49* | **0,51*** | 0,49* | **0,56*** | 0,46* | 0,47* | 0,37* | 0,29* | 0,37* | 0 | 0,28* | 0,24* | 0,18* |
| Встречный импульс, Нс | **0,67*** | **0,41*** | **0,67*** | 0,48* | **0,66*** | **0,44*** | **0,50*** | 0,21* | **0,50*** | -0,03 | 0,21* | 0,32* | 0,13 |
| Положительный импульс, Нс | **0,89*** | **0,58*** | **0,92*** | **0,76*** | **0,88*** | **0,63*** | **0,65*** | 0,28* | **0,65*** | -0,06 | 0,27* | 0,36* | 0,11 |
| Отрицательный импульс, Нс | **0,65*** | 0,27* | **0,67*** | 0,42* | **0,64*** | 0,33* | **0,52*** | 0,11 | **0,52*** | -0,05 | 0,11 | 0,22* | -0,01 |
| Импульс, Нс | **0,92*** | **0,65*** | **0,94*** | **0,82*** | **0,87*** | **0,65*** | **0,69*** | 0,34* | **0,69*** | -0,02 | 0,34* | 0,34* | 0,1 |
| Максимальная скорость, м/с | **0,75*** | **0,67*** | **0,77*** | **0,81*** | **0,72*** | **0,65*** | **0,57*** | 0,35* | **0,57*** | -0,01 | 0,35* | 0,28* | 0,12 |
| Максимальное значение силы, Н | **0,87*** | **0,55*** | **0,89*** | **0,72*** | **0,87*** | **0,63*** | **0,61*** | 0,23* | **0,61*** | -0,1 | 0,23* | 0,37* | 0,13 |
| Относительное значение максимальной силы, Н | 0,40* | 0,32* | 0,42* | 0,43* | 0,45* | 0,44* | 0,22* | 0,08 | 0,22* | -0,13 | 0,07 | 0,02 | 0,06 |
| Максимальное значение концентрической силы, Н | **0,87*** | **0,55*** | **0,90*** | **0,73*** | **0,87*** | **0,63*** | **0,61*** | 0,23* | **0,61*** | -0,1 | 0,23* | 0,37* | 0,13 |
| Относительное значение максимальной концентрической силы, Н/кг | 0,41* | 0,33* | 0,43* | 0,44* | 0,45* | 0,45* | 0,22* | 0,08 | 0,22* | -0,14 | 0,08 | 0,22* | 0,16 |
| Максимальная механическая мощность, Вт | **0,91*** | **0,67*** | **0,93*** | **0,83*** | **0,86*** | **0,66*** | **0,68*** | 0,34* | **0,68*** | -0,03 | 0,34* | 0,34* | 0,1 |
| Относительное максимальное значение механической мощности, Вт/кг | **0,70*** | **0,62*** | **0,71*** | **0,76*** | **0,66*** | **0,62*** | **0,51*** | 0,30* | **0,51*** | -0,02 | 0,30* | 0,25* | 0,11 |
| Среднее значение силы, Н | **0,89*** | **0,54*** | **0,91*** | **0,71*** | **0,87*** | **0,58*** | **0,65*** | 0,26* | **0,65*** | -0,06 | 0,25* | 0,34* | 0,08 |
| Среднее значение силы прыжка, Н | **0,78*** | **0,56*** | **0,79*** | **0,68*** | **0,75*** | **0,55*** | **0,58*** | 0,29* | **0,58*** | -0,02 | 0,29* | 0,34* | 0,14 |
| Среднее значение концентрической силы, Н | **0,88*** | **0,58*** | **0,91*** | **0,75*** | **0,86*** | **0,63*** | **0,63*** | 0,26* | **0,63*** | -0,08 | 0,26* | 0,33* | 0,09 |
| Относительное среднее значение концентрической силы, Н/кг | 0,39* | 0,39* | 0,40* | 0,48* | 0,39* | 0,42* | 0,24* | 0,16 | 0,24* | -0,08 | 0,16 | 0,13 | 0,08 |
| Средняя механическая мощность, Вт | **0,89*** | **0,65*** | **0,91*** | **0,81*** | **0,86*** | **0,67*** | **0,65*** | 0,31* | **0,65*** | -0,06 | 0,31* | 0,34* | 0,11 |
| Относительная средняя механическая мощность, Вт/кг | **0,61*** | **0,58*** | **0,63*** | **0,69*** | **0,60*** | **0,58*** | **0,53*** | 0,28* | **0,53*** | -0,05 | 0,28* | 0,24* | 0,14 |
| Взрывная сила, Н/с | 0,45* | 0,27* | 0,44* | 0,34* | 0,45* | 0,32* | 0,30* | 0,11 | 0,30* | -0,08 | 0,1 | 0,22* | 0,13 |
| Относительное значение взрывной силы, Н/с/кг | -0,05 | 0 | -0,07 | -0,04 | -0,01 | 0,05 | -0,08 | -0,04 | -0,08 | -0,08 | -0,04 | 0,06 | 0,13 |
| Среднее значение эксцентрической взрывной силы, Н/с | 0,33* | 0,25* | 0,32* | 0,27* | 0,34* | 0,27* | 0,23* | 0,11 | 0,23* | -0,05 | 0,11 | 0,22* | 0,16 |

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

Обращает на себя внимание наличие большого количества статистически значимых сильных и средних прямых взаимосвязей между показателями тестов. Схожие и различные тенденции можно отметить в корреляции абсолютных и относительных значений показателей мощности Вингейт-теста с показателями прыжка.

Средние и сильные взаимосвязи отмечаются у абсолютных и относительных показателей максимальной, средней и минимальной мощности Вингейт-теста с высотой прыжка, вертикальной скоростью отрыва от опоры, импульсом и положительным импульсом, максимальными значениями силы, концентрической силы, скорости и мощности, средними значениями силы, силы прыжка, концентрической силы и мощности, полученными в прыжковом тесте. При этом, у абсолютных показателей максимальной, средней и минимальной мощности Вингейт-теста отсутствует значимая или выраженная корреляция с индексом реактивной силы, а у относительных – со встречным и относительным импульсами.

Динамика абсолютных значений пиковой мощности Вингейт-теста с большой и средней долей вероятности прямо связана с динамикой значений высоты вертикального прыжка и вертикальной скорости отрыва от опоры, рассчитанных по длительности полета (p=0,70) и по импульсу (p=0,73), значений импульса (p=0,92), встречного (p=0,67), положительного (p=0,89) и отрицательного (p=0,65) импульсов, максимального и среднего значений силы (p=0,87 и p=0,89), максимального и среднего значений концентрической силы (p=0,87 и p=0,88), среднего значения силы прыжка (p=0,78), максимальной скорости (p=0,75), абсолютных и относительных величин максимальной механической мощности (p=0,91 и p=0,70), абсолютных и относительных величин средней механической мощности (p=0,89 и p=0,61). Корреляционная матрица для относительного значения пиковой мощности Вингейт-теста выглядит немного иначе: прямая взаимосвязь отмечается со значениями высоты вертикального прыжка и вертикальной скорости отрыва от опоры, рассчитанными по длительности полета (p=0,70) и по импульсу (p=0,73), значениями импульса (p=0,92) и положительного импульса (p=0,89), максимальным и средним значениями силы (p=0,87 и p=0,89), максимальным и средним значениями концентрической силы (p=0,87 и p=0,88), средним значением силы прыжка (p=0,78), максимальной скоростью (p=0,75), абсолютной и относительной величинами максимальной механической мощности (p=0,91 и p=0,70), абсолютной и относительной величинами средней механической мощности (p=0,89 и p=0,61), индексом реактивной силы (p=0,51).

Аналогичная тенденция наблюдается с абсолютными и относительными значениями средней пиковой мощности. Средние и сильные прямые взаимосвязи абсолютного значения отмечаются со значениями высоты вертикального прыжка и вертикальной скорости отрыва от опоры, рассчитанными по длительности полета (p=0,72) и по импульсу (p=0,74 и p=0,75), значениями импульса (p=0,94), встречного (p=0,67), положительного (p=0,92) и отрицательного (p=0,67) импульсов, максимальным и средним значениями силы (p=0,89 и p=0,91), максимальным и средним значениями концентрической силы (p=0,90 и p=0,91), средним значением силы прыжка (p=0,79), максимальной скоростью (p=0,77), абсолютными и относительными величинами максимальной механической мощности (p=0,93 и p=0,71), абсолютными и относительными величинами средней механической мощности (p=0,91 и p=0,63). Прямая взаимосвязь относительного значения средней мощности отмечается со значениями высоты вертикального прыжка и вертикальной скорости отрыва от опоры, рассчитанными по длительности полета (p=0,77) и по импульсу (p=0,79), значениями импульса (p=0,82) и положительного импульса (p=0,76), максимальным и средним значениями силы (p=0,72 и p=0,71), максимальным и средним значениями концентрической силы (p=0,73 и p=0,75), средним значением силы прыжка (p=0,68), максимальной скоростью (p=0,81), абсолютной и относительной величинами максимальной механической мощности (p=0,83 и p=0,76), абсолютной и относительной величинами средней механической мощности (p=0,81 и p=0,69), индексом реактивной силы (p=0,56).

Средняя и сильная корреляция выявлена у абсолютного значения минимальной мощности, проявленной в Вингейт-тесте, со значениями высоты вертикального

прыжка и вертикальной скорости отрыва от опоры, рассчитанными по длительности полета (p=0,67) и по импульсу (p=0,69), значениями импульса (p=0,89), встречного (p=0,66), положительного (p=0,88) и отрицательного (p=0,64) импульсов, максимальным и средним значениями силы (p=0,87), максимальным и средним значениями концентрической силы (p=0,87 и p=0,86), средним значением силы прыжка (p=0,75), максимальной скоростью (p=0,72), абсолютными и относительными величинами максимальной механической мощности (p=0,86 и p=0,66), абсолютными и относительными величинами средней механической мощности (p=0,86 и p=0,60). Корреляционные взаимосвязи относительного значения минимальной мощности выглядит следующим образом: однонаправленная взаимосвязь отмечается со значениями высоты вертикального прыжка и вертикальной скорости отрыва от опоры, рассчитанными по длительности полета (p=0,63) и по импульсу (p=0,64 и p=0,65), значениями импульса (p=0,65) и положительного импульса (p=0,63), максимальным и средним значениями силы (p=0,63 и p=0,58), максимальным и средним значениями концентрической силы (p=0,63), средним значением силы прыжка (p=0,55), максимальной скоростью (p=0,65), абсолютной и относительной величинами максимальной механической мощности (p=0,66 и p=0,62), абсолютной и относительной величинами средней механической мощности (p=0,67 и p=0,58), индексом реактивной силы (p=0,50).

Корреляционная матрица абсолютных показателей индекса утомления в Вингейт-тесте аналогична матрице абсолютных значений мощности. При этом, коэффициенты корреляции Спирмена для индексов утомления с учетом и без учета времени идентичны и отражают прямую взаимосвязь средней силы с высотой прыжка (p=0,53 и p=0,55), вертикальной скоростью отрыва от опоры (p=0,53 и p=0,55), импульсом (p=0,69), встречным (p=0,50), отрицательным и положительным импульсами (p=0,52 и p=0,65), максимальными значениями силы (p=0,61), концентрической силы (p=0,61), скорости (p=0,57), абсолютной и относительной мощности (p=0,68 и p=0,51), средними значениями силы (p=0,65), силы прыжка (p=0,58), концентрической силы (p=0,63), абсолютной и относительной мощности (p=0,65 и p=0,53), полученными в прыжковом тесте.

Не обладают статистически значимой или обладают слабой взаимосвязью абсолютные показатели взрывной силы, относительные показатели взрывной, максимальной силы, максимальной и средней концентрической силы прыжкового теста со всеми показателям Вингейт-теста, а также показатели абсолютных и относительных значений взрывной мощности, относительных значений индексов утомления (Вт/кг, Вт/кг/сек, %) Вингейт-теста со всеми показателями прыжкового теста.

*Заключение*

Таким образом, Вингейт-тест и прыжковый тензодинамометрический тест с противодействием не гомогенны. Результаты подобных тестов могут быть генерализованы только, если задачей тестирования стоит оценка скоростной силы и анаэробных способностей в целом. Чаще в таком случае речь идет о тестировании без применения современных аппаратно-программных комплексов или абстрагировании. Однако на современном уровне научных исследований, при возможности применения высокотехнологического оборудования и получения большого количества показателей, отражающих разновидности двигательных способностей, применение в практике контроля подготовленности спортсменов игровых видов спорта обоих тестов не будет излишним. Так Вингейт-тест не позволит генерализацией своих результатов оценить уровень проявления взрывной силы (абсолютных и относительных значений), относительных значений пиковой, средней и пиковой концентрической сил, а прыжковое тензодинамометрическое тестирование с противодействием – относительных показателей утомления и взрывной мощности.

Объединяет оба теста принцип нормирования нагрузки: максимальная интенсивность и краткосрочность, а, следовательно, общая направленность: тестирование скоростно-силовых способностей и анаэробных возможностей. Специфичность тестов определяет в первую очередь биомеханическая структура двигательных действий – циклическая и ациклическая. Обе структуры представлены

в фонде технических элементов игровых видов спорта – каждое имеет свою ценность. Вторым фактором, разнящимся у тестов, является их продолжительность: в случае прыжкового теста – 2–3 с, Вингейт-теста – 30 с. Первый связан с алактатным энергообеспечением, второй – в большей степени лактатным энергообеспечением. В результате прыжковый тест среди наиболее значимых позволяет оценить пиковую, взрывную и реактивную силу, Вингейт-тест – пиковую и взрывную мощность, скоростно-силовую выносливость. Все эти показатели важны для контроля динамики физической подготовленности и отбора спортсменов игровых видов спорта и не могут быть генерализованы при проведении одного из сравниваемых тестов.

*Список использованных источников*


1. Нестеренко, Н. Скоростно-силовая подготовка юных баскетболистов 13–14 лет в зависимости от игрового амплуа / Н. Нестеренко, А. Соловей // Наука в олимпийском спорте. – 2016. – №2. – С.39–44.

2. Петрова, Т.А. Влияние развития скоростно-силовых способностей у юных баскетболистов на эффективность выполнения технических приемов защиты / Т.А. Петрова, А.Л. Вавилов // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2020. – №2(18). – С.138–148.

3. Скворцова, М.Ю. Методика проведения занятий по физической подготовке баскетболистов: учеб. пособие / М.Ю. Скворцова; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2007. – 112 с.

4. Hassan, IHI Relationship between strength, speed and change direction performance in field hockey players / IHI Hassan // MOJ Sports Med. – 2018 – №2(1). – P.54–58.

5. Barun Hanjabam Study of ball hitting speed and related physiological and anthropometric characteristics in field hockey players / Barun Hanjabam, Jyotsna Kailashiya // AARJMD. – 2014. – Vol.17, №1. – P.2319–2801.

6. Singh, Jasdev Effect of plyometric training on speed and change of direction ability in elite field hockey players / Jasdev Singh, Brendyn B. Appleby, Andrew P. Lavender // Sports (Basel). – 2018. – Vol.6(4). – P.144.

7. Lemmink, Kapm Evaluation of the reliability of two field hockey specific sprint and dribble tests in young field hockey players / Kapm Lemmink, MT Elferink-Gemser, C. Visscher // British Journal of Sports Medicine. – 2004. – Vol. – 38. – P.138–142.

8. Wagner, H. Specific physiological and biomechanical performance in elite, sub-elite and in non-elite male team handball players / H. Wagner, P.X. Fuchs, S.P. von Duvillard // The journal of strength & conditioning research: – 2019. – Vol.33(4). – P.1056–1064.

9. Michalsik, L. B. Physiological capacity and physical testing in male elite team handbal / L.B. Michalsik, K. Madsen, P. Aagaard // The journal of sports medicine and physical fitness – 2015. – Vol.55(5). – P.415–429.

10. Игнатьева, В.Я. Подготовка игроков в гандбол в спортивных школах / учеб.-метод. пособие / В.Я. Игнатьева. – М.: Советский спорт, 2013. – 288 с.

11. Кириченко, В.Ф. Характерные особенности современного гандбола / В.Ф. Кириченко, О.С. Шалаев, А.А. Гераськин // Физическая культура и спорт в жизни студенческой молодежи: материалы науч.-практ. конф. с междунар. уч., посвящ. 70-летию победы в Великой Отечественной войне, Омск, 25 мая 2015 г. / Омский гос. ин-т сервиса. – Омск, 2015. – С.9.

12. Методика подготовки гандболистов на основе их анатомофизиологических и индивидуальных особенностей: [учеб. пособие] / А.П. Попович, Г.И. Мехович, Т.А. Коломийчук, С.Д. Кунышева, Е.А. Гончарова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 136 с.

13. Silva, MLD Anaerobic power analysis and training methods in professional soccer athletes / MLD Silva, RCA Ferreira // Int Phys Med Rehab J. – 2019. – №4(4). – P.198–202.

14. Sporis, G. The Anaerobic Endurance of Elite Soccer Players Improved After a High-Intensity Training Intervention in the 8-Week Conditioning Program / G. Sporis, L. Ruzic, G. Leko // J. of Strength and Conditioning Research. – 2008. – Vol.22, №2 – P.559–566.

15. Mohr, M. Comparison between two types of anaerobic speed endurance training in competitive soccer playersи / M. Mohr, P. Krustrup // J Hum Kinet. – 2016. – №51. – P.183–192.

16. Лалаков, Г.С. Структура и содержание тренировочных нагрузок у футболистов различного возраста / Г.С. Лалаков. – Омск, 2000. – 120 с.

17. Развитие физических качеств в игровых видах спорта: учеб. пособие / Д.Г. Сидоров [и др.]; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2019. – 125 с.

18. Гидара, С. Динамика скоростно-силовой подготовленности футболистов в соревновательном периоде и средства ее стабилизации: автореф. дис. …канд. пед. наук: 13.00.04 / С. Гидара; Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта и туризма – М., 2004. – 5 с.

19. Диц, С.Г. Содержание подготовки спортсменов в теннисе: учеб.-метод. пособие / С.Г. Диц, И.К. Рихтер, А.Р. Бикмуллина; Казан. ун-т – Казань, 2020. – 70 с.

20. Савин, В.П. Теория и методика хоккея: учеб. для студ. академий и вузов физической культуры / Савин В.П. – М.: Академия, 2004. – 398 с.

21. Bishop, DJ Determinants of team-sport performance: implications for altitude training by team-sport athletes / DJ Bishop, O Girard // British Journal of Sports Medicine – 2013. – №47. – P.i17–i21.

22. Гурин, Я.В. Базовые физические качества, физиологические, педагогические и организационные особенности спортивной подготовки при группировке видов спорта / Я.В. Гурин, О.А. Башмаков, К.И. Братков // Евразийское научное объединение. – 2018. – №8–2(42). – С.63–67.

23. Сергиенко, Л.П. Определение развития силовых и анаэробных способностей в прыжковых тестах: классификация, методология измерений и нормативы оценки прыжков вверх с места / Л.П. Сергиенко // Слобожанський наук.-спортивний вісник. – Харків: ХДАФК, 2015. – №5(49). – С.105–117.

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

25. The Test-Retest Reliability of New Generation Power Indices of Wingate All-Out Test / Ozgur Ozkaya [et al.] // J Sports Publ. – 2018. – №6. – 31 p.

26. Effects of Load on Wingate Test Performances and Reliability / H. Jaafar [et al.] // J. Strength Cond. Res. – 2014. – №28. – P.3462–3468.

27. Dotan, R. Load optimization for the Wingate Anaerobic Test / R. Dotan, O. Bar-Or // Eur J Appl Physiol Publ. – 1983. – № 51. – P. 409–417.

28. Wingate anaerobic test reference values for male power athletes / E. Coppin // J Sports Physiol Perform. – 2012. – №7. – P.232–236.

29. How anaerobic is the wingate anaerobic test for humans? / R. Beneke [et al.] // European Journal of Applied Physiology. – 2002. – Vol.87, №4–5. – P.388–392.

30. Исследование скоростно-силовых способностей футболистов высокой квалификации / А.Н. Бердникова [и др.] // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2017. – №12(154). – С.27–33.

31. 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.

32. Explosive muscle power assessment in elite athletes using Wingate anaerobic test / Dea Karaba Jakovljević [et al.] // Rev Bras Med Esporte. – 2018. – Vol.24, №2. – P.107–111.

33. Driss, T. The measurement of maximal (anaerobic) power output on a cycle ergometer: a critical review / T. Driss, H. Vandewalle // BioMed Research International. – 2013. – Vol.2013. – P.40.

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

35. Спортивная метрология: Учеб. для инс-тов физ. культ. / Под ред. В.Н. Зациорского. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.

*12.05.2022*

УДК 796.015.686

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ОЦЕНКЕ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЮНЫХ ГАНДБОЛИСТОВ

**Ма Цихань,**
**Н. А. Парамонова, канд. биол. наук, доцент,**
**М. К. Борщ,**
Республиканское инновационное унитарное предприятие
«Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

*Аннотация*

*В статье представлены результаты тестирования юных спортсменов, специализирующихся в гандболе, с использованием аппаратно-программного комплекса Speed Court. Данный комплекс позволяет оценить уровень развития координационных способностей, свойств внимания и влияния этих показателей на качества, лимитирующие соревновательный результат в спортивных играх. Показаны особенности проявления*

*физических и психических качеств, зависящих от развития организма спортсмена в подростковом возрасте.*

## TECHNICAL MEANS IN ASSESSING THE MOTOR-COORDINATION POTENTIAL OF YOUNG HANDBALL PLAYERS

*Abstract*

*The article presents the results of testing young athletes specializing in handball using the Speed Court hardware and software complex. This complex allows us to assess the level of development of coordination abilities, attention properties and the influence of these indicators on the qualities that limit the competitive result in sports games. The features of the manifestation of physical and mental qualities that depend on the development of the athlete's body in adolescence are shown.*

*Введение*

Соревновательная деятельность в современных спортивных играх проходит в условиях жесткой конкурентной борьбы, предъявляющей высокие требования к комплексному проявлению всех двигательных способностей и психических функций, таких как мышление, внимание, восприятие, эмоции и др. В основе технико-тактической подготовленности спортсменов лежит потенциал в развитии и поддержании должного уровня координационных способностей (КС).

Координационные способности дифференцируют на отдельные виды по особенностям проявления, критериям оценки и факторам, их обусловливающим. Опираясь на результаты ряда исследований, выделяют следующие относительно самостоятельные виды координационных способностей:

- регуляция динамических и пространственно-временных параметров движений;
- статическое и динамическое равновесие;
- ритмичность движений;
- ориентирование в пространстве и во времени;
- внутримышечная и межмышечная координация;
- изменение направления движения и двигательной программы [7, 9].

В тренировочной и соревновательной деятельности все указанные способности проявляются не в чистом виде, а в сложном взаимодействии. В конкретных ситуациях одни координационные способности играют ведущую роль, другие – вспомогательную, при этом возможно мгновенное изменение роли различных способностей в связи с изменившимися внешними условиями [2, 3, 7, 9, 12].

С одной стороны, координационные способности во многом зависят от моторной (двигательной, мышечной) памяти – свойства центральной нервной системы запоминать движения и воспроизводить их в случае необходимости [1]. С другой стороны, под влиянием тренировки существенно изменяется проприоцептивная чувствительность, формируется избирательность применительно к специфике вида спорта, техническому арсеналу конкретного спортсмена. В игровых видах спорта особое значение придают способности к реакции, ориентированию, кинестезическому дифференцированию, соединению (связи и комбинированию) [7, 9].

Способность к перестроению – это умение быстро преобразовывать выработанные формы двигательных действий или переключаться от одних к другим соответственно меняющимся условиям, в теории и методике физического воспитания эта способность рассматривалась как одна из двух основных способностей, характеризующих ловкость [7, 9]. Чем выше двигательная база спортсмена, чем обширнее арсенал координационных упражнений из различных видов спорта, тем лучше будет способность перестраивать двигательную деятельность в целом. В качестве дополнительных средств развития этой комплексной способности могут использоваться задания, развивающие интеллектуальные, перцептивные и сенсо-моторные процессы, а также воспитывающие такие волевые качества, как смелость, решительность, инициативность.

Разные виды координационных способностей развиваются гетерохронно. Так, по данным В. П. Филина, А. А. Гужаловского, Л. В. Волкова и В. И. Ляха сенситивным периодом для развития способности к ориентированию в пространстве у юношей

является возраст 13–15 лет, способности к перестроению двигательных действий – 13–14 лет [2, 3, 7, 9, 12]. Это основные из координационных способностей, которые проявляются в игровых видах спорта, в частности, в гандболе. Для целенаправленной тренировки КС необходима объективная информация об уровне их развития. В настоящее время в практике спорта применяется широкий спектр аппаратурных или инструментальных методов, позволяющих получить точные количественные оценки уровня развития КС и их отдельных компонентов.

Для оценки биомеханических показателей спортсмена в процессе вертикальной позы в положении стоя или сидя, а также для изучения взаимодействия зрительной, вестибулярной и мышечной систем при обеспечении функции равновесия используется метод компьютерной постурографии (стабилометрии). Реализацию данного метода обеспечивает стабилометрическая платформа – прибор для анализа способности спортсмена управлять позой тела и обеспечения биологической обратной связи по опорной реакции.

Стабилоплатформа применяется для:

– количественной оценки проприоцепции и стабильности позы;

– оценки параметров внимания и времени реакции;

– проведения тренировок по принципу биологической обратной связи;

– проведения реабилитационных упражнений, направленных на развитие мобильности и точности координации нижних конечностей;

– контроля симметричности нагрузки во время выполнения упражнений;

– отбора на этапах спортивной подготовки, определение координационных способностей спортсменов (способность к поддержанию статического и динамического равновесия) и др. [11].

Еще одним методом, позволяющим оценить уровень развития координационных способностей спортсменов, является электромиография (ЭМГ). Метод основан на регистрации биоэлектрической активности мышц у спортсменов в состоянии покоя и при выполнении произвольных движений для исследования потенциальных двигательных способностей скелетной мускулатуры. Его применение позволяет существенно расширить знания о структуре и физиологических процессах нервно-мышечного аппарата, а также механизмах управления движениями различной координационной сложности. Получаемые с помощью мобильных (беспроводных) аппаратно-программных средств регистрации и обработки поверхностной ЭМГ параметры позволяют как качественно, так и количественно оценивать степень и характер согласованности и соразмерности вовлечения двигательных единиц в последовательность выполнения контролируемого двигательного действия, получить косвенную характеристику координации движений, установить степень нарушений функционального состояния и утомления нервно-мышечного аппарата. При этом спортсмен может выполнять различные упражнения без каких-либо ограничений в обстановке, максимально приближенной к реальной [5].

Среди аспектов обеспечения эффективного проявления координационных способностей важное место занимает психофизиологическая диагностика состояния спортсменов, направленная на оценку регуляции психофизиологических функций организма и поведение спортсмена. Использование в тренировочном процессе данной методики контроля позволяет осуществлять контроль функционального состояния организма спортсмена перед тренировкой и в ее процессе для предотвращения состояния переутомления и травматизма с целью выработки оптимальных тренировочных режимов нагрузки и восстановления; определять психомоторные свойства (время простой двигательной реакции, теппинг, тремор, координацию и т.д.), нейродинамические свойства (баланс нервных процессов, силу и выносливость нервной системы, функциональную подвижность нервных процессов, особенности межполушарной асимметрии), свойства внимания (концентрацию и устойчивость, помехоустойчивость, избирательность, объем, переключаемость и распределение), а также отдельные свойства восприятия, памяти, мышления [6]. Все перечисленные выше показатели оказывают значительное влияние на эффективность тренировочной и соревновательной деятельности с точки зрения качества выполнения двигательных действий.

Вместе с тем, большинство используемого оборудования не позволяет комплексно оценить уровень развития различных видов координационных способностей и психофизиологических качеств, влияющих на их проявление, в процессе двигательной активности.

*Целью настоящего исследования* являлось обоснование использования современных технических средств в оценке двигательно-координационного потенциала гандболистов.

*Методы и организация исследования*

В практике спортивных игр нашел широкое применение интерактивный учебно-спортивный тренажер Speed Court, отличающийся своей универсальностью, а также возможностью как индивидуальной, так и групповой подготовки спортсменов любой квалификации (рисунок 1).

Рисунок 1 – Пример выполнения задания на Speed Court

Удобное программное обеспечение позволяет пользователю быстро редактировать и задавать упражнения для конкретных видов спорта. Функциональные возможности данного тренажера позволяют целенаправленно воздействовать на скоростные и координационные способности, а также совершенствовать навыки, необходимые в сложных ситуациях, возникающих в игровых видах спорта. В работу со Speed Court можно интегрировать различные группы и тренажеры. Например, можно выполнять задания, указанные на экране, одновременно взаимодействуя со спортивным инвентарем (мячом). После выполнения теста на экран выводится протокол с пространственно-временными характеристиками (время контакта с опорой, пройденный путь, общее время теста, количество ошибок, высота прыжка, время контакта правой/левой ногой и др.) [10]. Посредством настоящего комплекса можно не только осуществлять тренировку спортсменов, но и точно диагностировать отдельные компоненты координационных способностей.

В исследовании принимали участие 13 представителей гандбола в возрасте 13–14 лет. Спортсмены выполняли ряд заданий, состоящих из отдельных упражнений:

1. Упражнение «Математика – 5 примеров». На экране монитора спортсмену предлагается решить математическое выражение и встать на площадку с числом ответа. Необходимо стремиться к принятию решения за наикратчайший промежуток времени, избегая ошибок. Спортсмен должен решить пять математических примеров.

2. Упражнение «Картинки». На экране монитора появляются картинки, находящиеся в каждой ячейке площадки. Спортсмену необходимо запомнить их расположение. Далее крупным планом дается одна картинка, к которой необходимо переместиться и коснуться сенсорной панели, после чего появляется следующее изображение. Необходимо стремиться к принятию решения за наикратчайший промежуток времени, избегая ошибок, и сделать как можно больше результативных контактов за 60 секунд.

3. Упражнение на запоминание цепочки из 3-х непоследовательных координат. На экране монитора на 0,5 с появляются 3 непоследовательные координаты. Необходимо стремиться к запоминанию цепочек и преодолеть дистанцию, описываемую ими, за наименьшее время. К запоминанию предлагается 3 цифровых цепочки.

4. Упражнение «Челночный бег». На экране монитора в рандомной последовательности появляются световые сигналы, находящиеся на определенных сенсорных панелях. Спортсмену необходимо коснуться сенсора, при этом стремиться

к преодолению заданной дистанции за наименьшее время, пробегая отрезки от центральной зоны к краям платформы с возвратом в центр.

5. Упражнение с выбором на внимание. На экране монитора появляются сенсорные панели, обозначенные каким-либо цветом и буквой, а в центральной ячейке – задание реагировать на цвет или букву. Спортсмену необходимо в соответствии с заданием коснуться сенсора. При этом он должен стремиться к принятию решения за наикратчайший промежуток времени, избегая ошибок, и сделать как можно больше результативных контактов за 60 с.

Выбор тестов обусловлен необходимостью принимать быстрые правильные решения в непредвиденных обстоятельствах игры, запоминать основные тактические приемы, которые использует соперник, чтобы в дальнейшем быстрее строить собственные комбинации для проведения контрприемов с целью повышения эффективности соревновательной деятельности.

*Результаты исследования и их обсуждение*

В таблицах 1–3 представлены результаты тестирования гандболистов на Speed Court с использованием упражнений, требующих проявления скоростных и координационных способностей, а также таких психических процессов как внимание и память.

В тесте «Математика – 5 примеров» лучшее время показали спортсмены П. Д. и Р. Е. – 13 и 14 с соответственно. При этом лидер сделал две ошибки. Вместе с тем, в тесте «Картинки» эти спортсмены оказались последними, выполнив в два раза меньше контактов и совершив максимальное количество ошибок – 12 и 18. Спортсмен М. П., показавший худшее время при решении математических примеров – 79 с и 4 ошибки, и оказавшийся в числе аутсайдеров в запоминании картинок – 10 контактов и 6 ошибок, занял вторую позицию в упражнении на запоминание цепочки из трех непоследовательных координат, преодолев дистанцию в 21,64 м за 13 с.

Таблица 1 – Результаты юных гандболистов в тесте «Математика – 5 примеров»

| Спортсмен | Время, с | Проигрыш, с | Ошибок | Место |
|---|---|---|---|---|
| П. Д. | 13 | 0 | 2 | 1 |
| Р. Е. | 14 | 1 | 0 | 2 |
| К. А. | 20 | 7 | 0 | 3 |
| Б. П. | 21 | 8 | 0 | 4 |
| Ш. Д. | 23 | 10 | 0 | 5 |
| М. К. | 24 | 11 | 1 | 6 |
| А. Ю. | 25 | 12 | 0 | 7 |
| Н. О. | 29 | 16 | 2 | 8 |
| В. И. | 31 | 18 | 0 | 9 |
| Ж. А. | 37 | 24 | 2 | 10 |
| Ф. Е. | 37 | 24 | 5 | 10 |
| Л. М. | 45 | 32 | 2 | 12 |
| М. Р. | 79 | 66 | 4 | 13 |

Таблица 2 – Результаты юных гандболистов в тесте «Картинки»

| Спортсмен | Контактов | Проигрыш | Ошибок | Место |
|---|---|---|---|---|
| М. К. | 16 | 0 | 3 | 1 |
| Ф. Е. | 16 | 0 | 11 | 1 |
| Б. П. | 14 | 2 | 8 | 3 |
| А. Ю. | 14 | 2 | 8 | 3 |
| Л. М. | 13 | 3 | 6 | 5 |
| Ж. А. | 12 | 4 | 5 | 6 |
| Н. О. | 12 | 4 | 8 | 6 |
| В. И. | 11 | 5 | 7 | 8 |
| Ш. Д. | 11 | 5 | 12 | 8 |
| К. А. | 11 | 5 | 6 | 8 |
| М. П. | 10 | 6 | 6 | 11 |
| Р. Е. | 9 | 7 | 18 | 12 |
| П. Д. | 8 | 8 | 12 | 13 |

Таблица 3 – Результаты юных гандболистов в тесте на запоминание цепочки из трех непоследовательных координат

| Спортсмен | Время, с | Дистанция, м | Проигрыш, с | Место |
|---|---|---|---|---|
| Ш. Д. | 13 | 26,64 | 0 | 1 |
| М. П. | 13 | 21,64 | 0 | 1 |
| В. И. | 14 | 25,16 | 1 | 3 |
| Р. Е. | 14 | 26,64 | 1 | 3 |
| Ж. А. | 15 | 36,19 | 2 | 5 |
| Л. М. | 15 | 24,99 | 2 | 5 |
| П. Д. | 16 | 29,73 | 3 | 7 |
| Н. О. | 16 | 20,58 | 3 | 7 |
| А. Ю. | 17 | 27,65 | 4 | 9 |
| Ф. Е. | 20 | 34,73 | 7 | 10 |
| К. А. | 21 | 42,38 | 8 | 11 |
| Б. П. | 21 | 21,19 | 8 | 11 |
| М. К. | 27 | 56,64 | 14 | 13 |

Лучший результат с наименьшим количеством ошибок в тесте «Картинки» показал спортсмен М. К. При этом, в тесте на запоминание цепочки из трех непоследовательных координат этот спортсмен показал худшее время и совершил самое большое количество ошибок – 14. Последним он стал и в тесте «Челночный бег», проиграв лидеру 6 с, и в тесте «Упражнение с выбором на внимание», отстав на 6 с и выполнив его с пятью ошибками. Похожая картина наблюдается и у спортсменов Ф. Е., Б. П. и А. Ю., показавших 2–4 результаты в тесте «Картинки». В других контрольных упражнениях они продемонстрировали худшее время и выполнили тесты с ошибками.

На наш взгляд, это связано с тем, что подростковый возраст – самый неуравновешенный и изменчивый период, физиологические изменения в котором сопровождаются повышенной утомляемостью, что может приводить к снижению характеристик внимания. Вместе с тем, возраст 13–14 лет является сенситивным для развития таких координационных способностей, как ориентирование в пространстве и перестроение двигательных действий, которые оказывают значительное влияние на результативность игровой деятельности [2, 3, 7, 9, 12]. При этом для качественного освоения координационных упражнений спортсмен должен проявлять внимание в тренировочном процессе.

Лучшими по общему зачету стали спортсмены Ш. Д. и Р. Е., которые во всех тестах входили в тройку лидеров. Это свидетельствует о том, что на проявление двигательно-координационных способностей значительное влияние оказывают свойства внимания и когнитивные способности. При этом оценить комплексно и объективно эти качества в процессе выполнения двигательного действия достаточно сложно. В связи с этим, использование современных аппаратно-программных комплексов для решения поставленной задачи помогает тренеру планировать и корректировать тренировочный процесс.

*Заключение*

В спортивных играх внимание имеет важное значение. Игроку необходимо видеть всю площадку, чтобы вовремя отреагировать на действия соперника или партнера по команде, принимать правильные решения в непредвиденных игровых ситуациях, быстро переключаясь с одного вида деятельности на другой (с нападения на защиту и наоборот). Для этого у спортсмена должны быть на высоком уровне развиты такие свойства внимания, как устойчивость, концентрация, объем, распределение, переключаемость [4, 8]. Все это является одной из главных составляющих, оказывающих влияние на тренировочный процесс, особенно на развитие координационных способностей. Одним из методических подходов для достижения этой цели является постепенное усложнение заданий, что предполагает постоянный самоконтроль за качеством выполнения упражнений [2, 3, 7, 9, 12]. Координационные способности, в силу своего разнообразия, довольно сложно оценить.

Для получения объективной информации о состоянии спортсмена необходимо использовать технические средства, которые позволяют качественные показатели представить в количественном выражении.

*Список использованных источников*


1. Бернштейн, Н.А. О ловкости и ее развитии / Н.А. Бернштейн. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 288 с.
2. Волков, Л.В. Теория и методика детского и юношеского спорта / Л.В. Волков. – Киев: Олимпийская литература, 2002. – 295 с.
3. Гужаловский, А.А. Развитие двигательных качеств у школьников / А.А. Гужаловский. – Минск: Полымя, 1978. – 222 с.
4. Гальперин, П.Я. Экспериментальное формирование внимания / П.Я. Гальперин, С.Л. Кабыльницкая. – М.: Издательство Московского университета, 1974. – 102 с.
5. Городничев, Р.М. Спортивная электронейромиография: монография / Р.М. Городничев. – Великие Луки: ВЛГАФК, 2005. – 229 с. Ильин, Е.П. Психомоторная организация человека: учебник для вузов / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2003. – 384 с.
6. Иссурин, В.Б. Координационные способности спортсменов / В.Б. Иссурин, В.И. Лях; пер. с англ. И.В. Шаробайко. – М.: Спорт, 2019. – 208 с.
7. Лурия, А.Р. Внимание и память / А.Р. Лурия. – М.: Издательство Московского университета, 1975. – 106 с.
8. Лях, В.И. Координационные способности: диагностика и развитие / В.И. Лях. – М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.
9. Системы хронометража и тестирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.acrosport.ru/catalogue/innovatsionnye_tekhnologii/sistemy_ testirovaniya/speedlight. – Дата доступа: 01.02.2022
10. Скворцов, Д.В. Стабилометрическое исследование: краткое руководство / Д.В. Скворцов. – М.: Мера-ТСП, 2010. – 176 с.
11. Филин, В.П. Воспитание физических качеств у юных спортсменов / В.П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 230 с.


*07.04.2022*

УДК 796.42

## МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ: Сообщение 2. Описание программного продукта


**Т. И. Чегерова, канд. техн. наук,**
Учреждения образования «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова»;
**Е. В. Нехай,**
Частное учреждение образования «Колледж бизнеса и права»;
**Н. Г. Кручинский, д-р мед. наук, доцент,**
Учреждения образования «Полесский государственный университет»



*Аннотация*

*Предложена методика агрегированной оценки состояния подготовленности спортсмена к соревнованиям на основе комплекса педагогических, психологических и медико-биологических показателей, основанная на методах математического прогнозирования. Во втором сообщении приводится описание программного продукта, созданного на основе разработанной методики экспертных оценок. Программный продукт апробирован на результатах пятилетнего мониторинга данных углубленного комплексного обследования легкоатлетов различных специализаций.*

**MATHEMATICAL PREDICTION METHODS FOR CONTROLLING THE TRAINING PROCESS OF PROFESSIONAL ATHLETES: Report 2: Description of the software product**

*Abstracts*

*A method to derive the aggregated score of the state of an athlete's preparedness for competitions based on a set of pedagogical, psychological and biomedical indicators, which is grounded on methods of mathematical prediction, is proposed. The second report contains a description of the software product created on the basis of the developed methodology of expert assessments. The software has been validated using five years of monitoring data from an in-depth comprehensive examination of track and field athletes of various specializations.*

На основании приведенных в сообщении 1 методик экспертных оценок многолетних результатов углубленного комплексного обследования спортсменов-легкоатлетов и данных их соревновательной деятельности была разработана компьютерная программа, позволяющая прогнозировать состояние и результаты спортсменов на примере легкой атлетики.

*Описание программного продукта*

Предлагаемое программное обеспечение предоставляет возможность организовывать многопользовательский режим работы, а также реализовывать технологию клиент-сервер. В этом режиме запросы пользователей выполняются на стороне сервера, что позволяет обеспечивать высокую производительность и эффективное совместное применение ресурсов баз данных.

На рисунке 1 представлена функциональная структура предложенного программного обеспечения, которая определяет основные требования к комплексу технических средств и интерфейсу конечного пользователя.

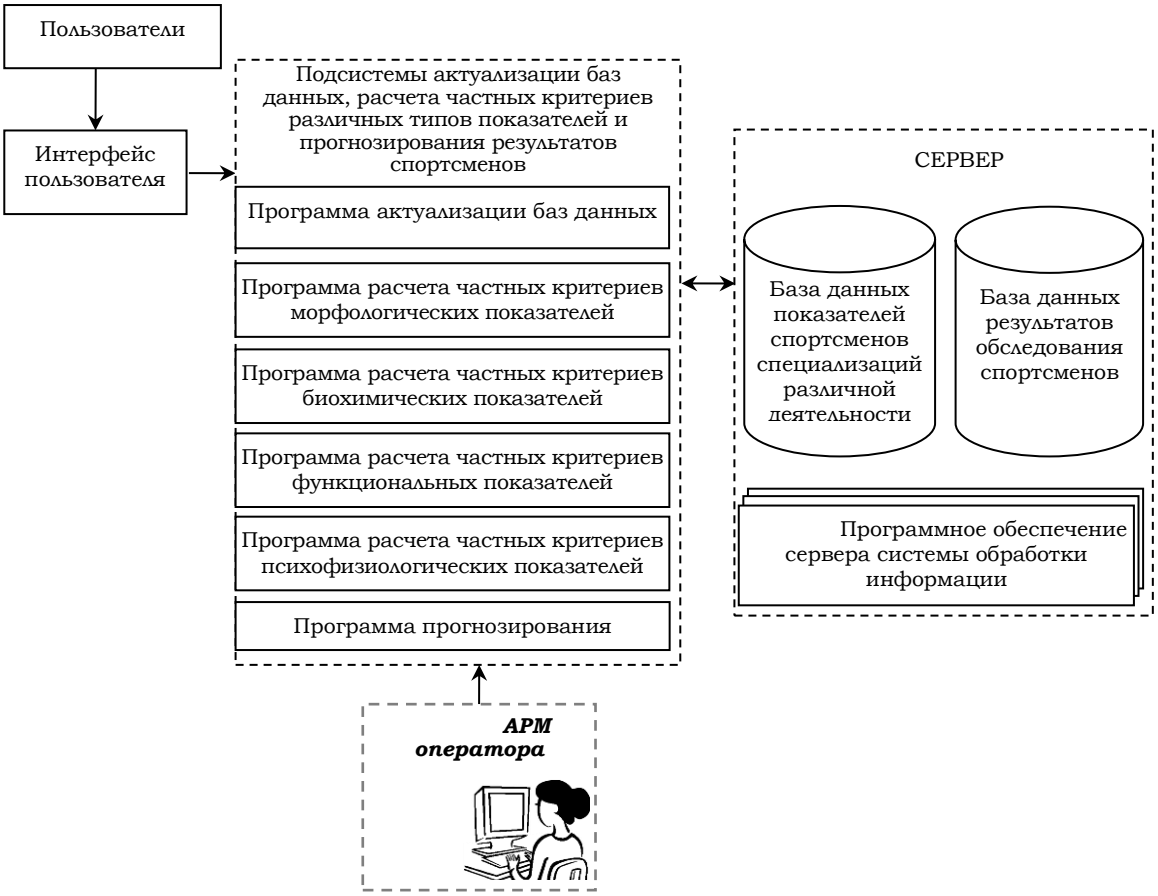



Рисунок 1 – Функциональная структура программного обеспечения системы обработки информации

Функциональными компонентами компьютерной программы для прогнозирования результатов спортсменов являются три подсистемы:

– актуализации баз данных показателей и результатов обследований спортсменов специализаций различной деятельности;

– расчета частных и глобальных критериев показателей спортсменов специализаций различной деятельности;

– прогнозирования результатов спортсменов.

Подсистемы компьютерной программы представлены в виде комплекса программного обеспечения, разработанного на языке программирования C++ с использованием кроссплатформенной библиотеки Qt.

Базы данных показателей и результатов обследований хранятся в СУБД MySQL, которая предоставляет возможность организации многопользовательского режима работы, а также реализует технологию клиент-сервер. В этом режиме запросы пользователей выполняются на стороне сервера, что позволяет обеспечивать высокую производительность и эффективное совместное применение ресурсов баз данных.

*Актуализация баз данных*

Актуализация баз данных показателей и результатов обследований спортсменов специализаций различной деятельности реализована в подсистеме. *Актуализация* – это программно-информационный инструментарий, предназначенный для визуализации процедур создания и ведения баз данных и управления этими процедурами. Для работы с подсистемой актуализации необходимо в главном окне системы перейти на вкладку «*Обновить*» или выбрать соответствующую опцию через меню «*Инструменты*». После соединения с сервером и входа как администратор системы в левой области вкладки появятся доступные ресурсы системы прогнозирования (рисунок 2).

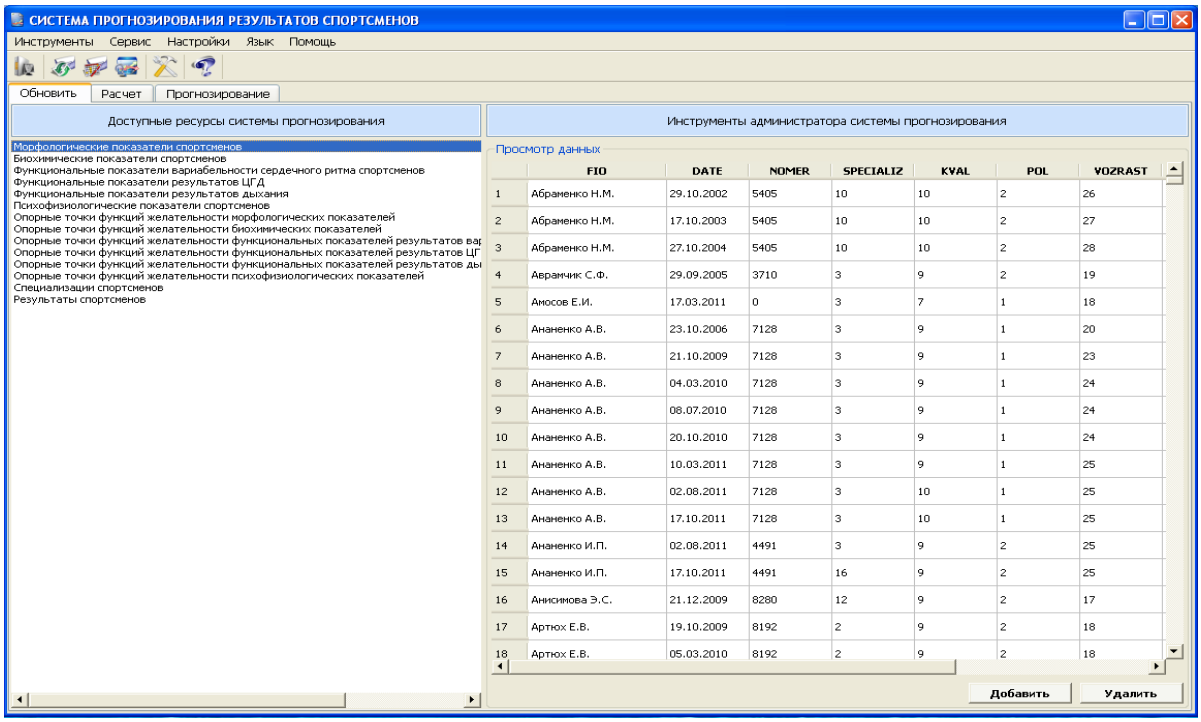



Рисунок 2 – Подсистема актуализации баз данных показателей и результатов обследований спортсменов специализаций различной деятельности

В состав доступных ресурсов подсистемы «*Актуализация*» входят:

– морфологические показатели спортсменов;

– биохимические показатели спортсменов;

– функциональные показатели вариабельности сердечного ритма спортсменов;

– функциональные показатели результатов центральной гемодинамики (ЦГД);

– функциональные показатели результатов дыхания;

– психофизиологические показатели спортсменов;

– опорные точки функций желательности морфологических показателей;

– опорные точки функций желательности биохимических показателей;

– опорные точки функций желательности функциональных показателей результатов вариабельности сердечного ритма;

– опорные точки функций желательности функциональных показателей результатов ЦГД;

– опорные точки функций желательности функциональных показателей результатов дыхания;

– опорные точки функций желательности психофизиологических показателей;

– специализации спортсменов;

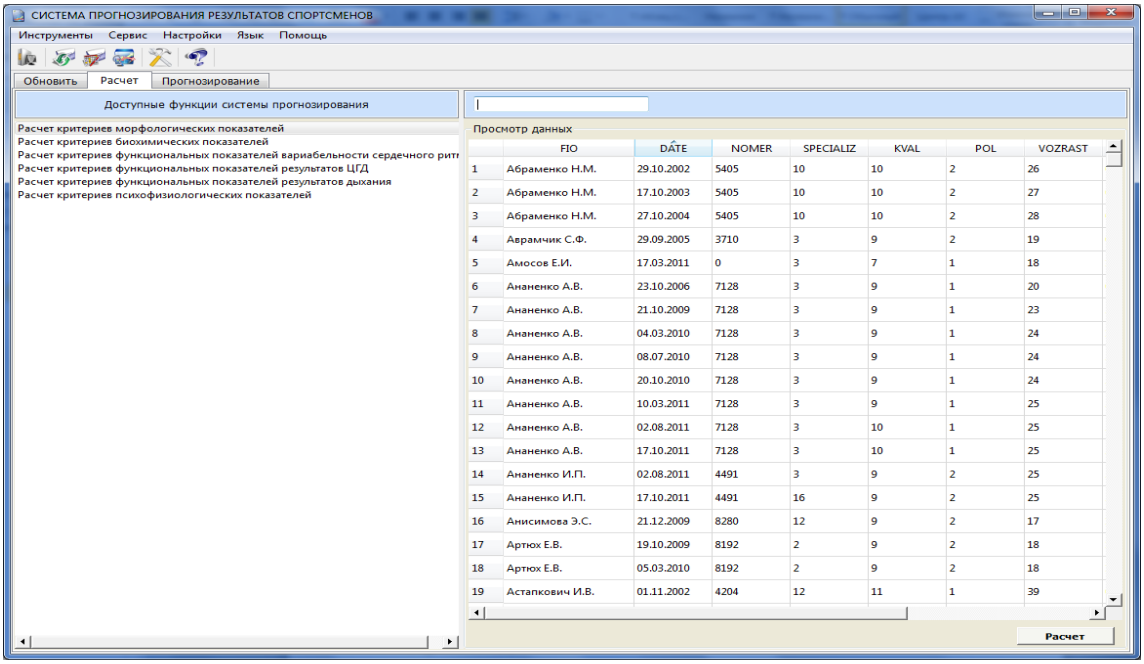
– результаты спортсменов.

Для пополнения информации в соответствующий раздел базы данных предусмотрена опция «*Добавить*».

*Расчет частных и глобальных критериев для различных типов показателей спортсменов и прогнозирование соревновательных результатов.*

Реализация этой задачи в компьютерной программе предусматривается модулями «*Расчет*» и «*Прогнозирование*».

Главное окно модуля для расчета частных и глобальных критериев для различных типов показателей спортсменов показано на рисунке 3.




| | FIO | DATE | NOMER | SPECIALIZ | KVAL | POL | VOZRAST |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Абраменко Н.М. | 29.10.2002 | 5405 | 10 | 10 | 2 | 26 |
| 2 | Абраменко Н.М. | 17.10.2003 | 5405 | 10 | 10 | 2 | 27 |
| 3 | Абраменко Н.М. | 27.10.2004 | 5405 | 10 | 10 | 2 | 28 |
| 4 | Аврамчик С.Ф. | 29.09.2005 | 3710 | 3 | 9 | 2 | 19 |
| 5 | Амосов Е.И. | 17.03.2011 | 0 | 3 | 7 | 1 | 18 |
| 6 | Ананенко А.В. | 23.10.2006 | 7128 | 3 | 9 | 1 | 20 |
| 7 | Ананенко А.В. | 21.10.2009 | 7128 | 3 | 9 | 1 | 23 |
| 8 | Ананенко А.В. | 04.03.2010 | 7128 | 3 | 9 | 1 | 24 |
| 9 | Ананенко А.В. | 08.07.2010 | 7128 | 3 | 9 | 1 | 24 |
| 10 | Ананенко А.В. | 20.10.2010 | 7128 | 3 | 9 | 1 | 24 |
| 11 | Ананенко А.В. | 10.03.2011 | 7128 | 3 | 9 | 1 | 25 |
| 12 | Ананенко А.В. | 02.08.2011 | 7128 | 3 | 10 | 1 | 25 |
| 13 | Ананенко А.В. | 17.10.2011 | 7128 | 3 | 10 | 1 | 25 |
| 14 | Ананенко И.П. | 02.08.2011 | 4491 | 3 | 9 | 2 | 25 |
| 15 | Ананенко И.П. | 17.10.2011 | 4491 | 16 | 9 | 2 | 25 |
| 16 | Анисимова Э.С. | 21.12.2009 | 8280 | 12 | 9 | 2 | 17 |
| 17 | Артюх Е.В. | 19.10.2009 | 8192 | 2 | 9 | 2 | 18 |
| 18 | Артюх Е.В. | 05.03.2010 | 8192 | 2 | 9 | 2 | 18 |
| 19 | Астапкович И.В. | 01.11.2002 | 4204 | 12 | 11 | 1 | 39 |

Рисунок 3 – Модуль для расчета частных и глобальных критериев для различных типов показателей спортсменов

В состав доступных функций программы прогнозирования входят:

– расчет частных и глобальных критериев морфологических показателей спортсменов;

– расчет частных и глобальных критериев биохимических показателей спортсменов;

– расчет частных и глобальных критериев функциональных показателей спортсменов;

– расчет частных и глобальных критериев психофизиологических показателей спортсменов.

При этом для расчета частных критериев в программе предусмотрена опция «*Расчет*», учитывающая спортивную специализацию (дисциплину) легкоатлета.

После выбора специализации спортсмена и активации опции «*Применить*» выполняется автоматический расчет локальных и глобальных критериев для выбранного блока показателей, а также дана оценка степени выраженности каждого критерия. Данные расчета можно сохранить для дальнейшего анализа (рисунок 4).

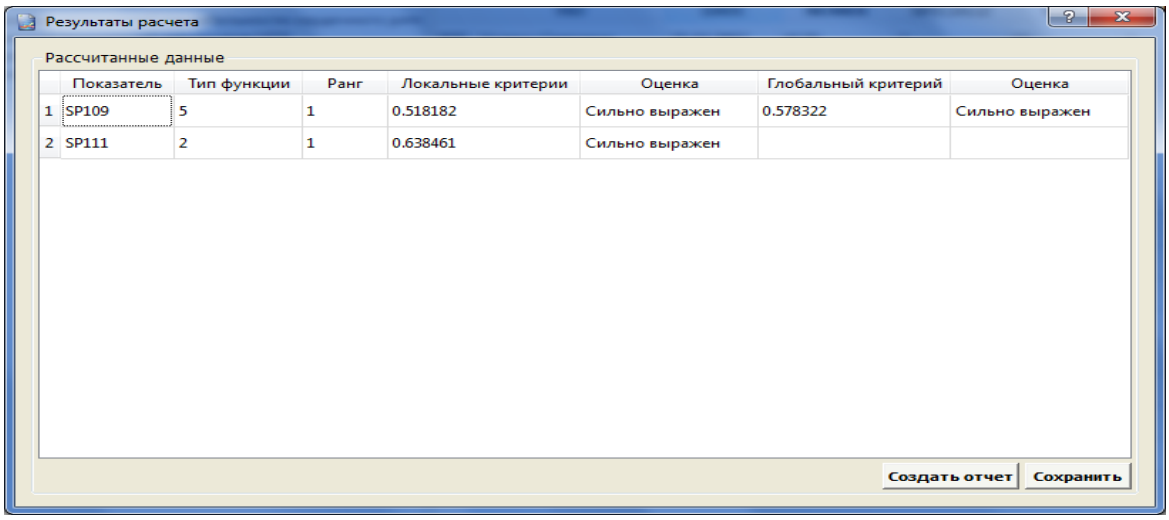



Рисунок 4 – Результаты расчета локальных и глобальных критериев для выбранного блока показателей и оценка их степени выраженности

После выполнения расчета по всем интересующим датам критериев по морфологическим, биохимическим, функциональным и психофизиологическим показателям спортсменов можно приступить к прогнозированию, для чего активизируется вкладка «Прогнозирование» (рисунок 5).

В блоке прогнозирования доступны следующие функции:

– динамика глобальных критериев состояния для различных блоков показателей по морфологическим, биохимическим, функциональным и психофизиологическим показателям интересующего спортсмена;

– динамика результатов конкретного спортсмена.

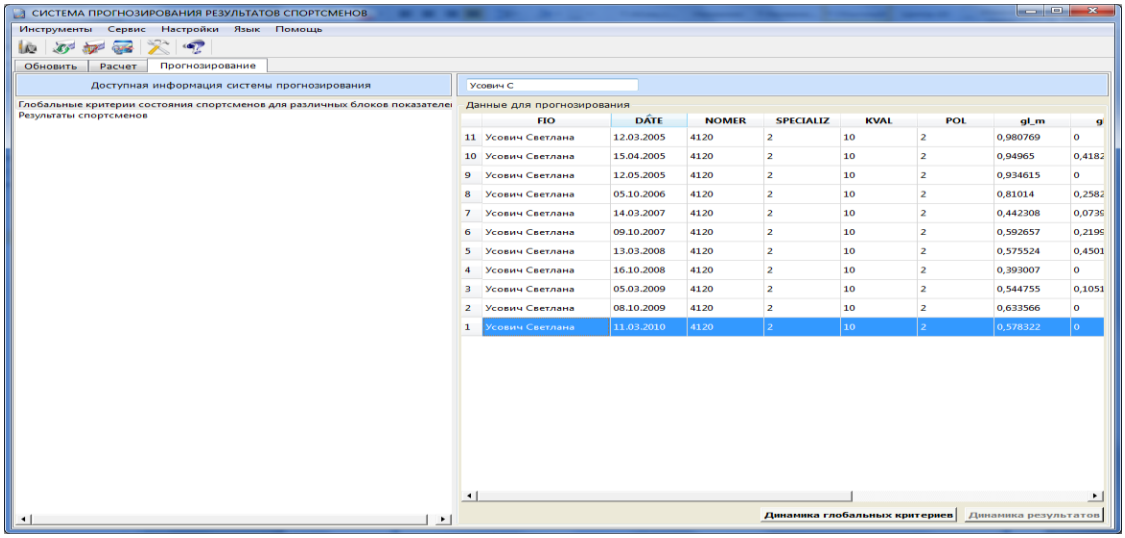



Рисунок 5 – Блок прогнозирования «Глобальные критерии спортсменов»

При выборе спортсмена и активации функции «Динамика глобальных критериев» программой будет автоматически предложен график динамики всех рассчитанных глобальных критериев по блокам морфологических, биохимических, функциональных и психофизиологических показателей и обобщенных глобальных морфологических (рисунок 6) для конкретного спортсмена.

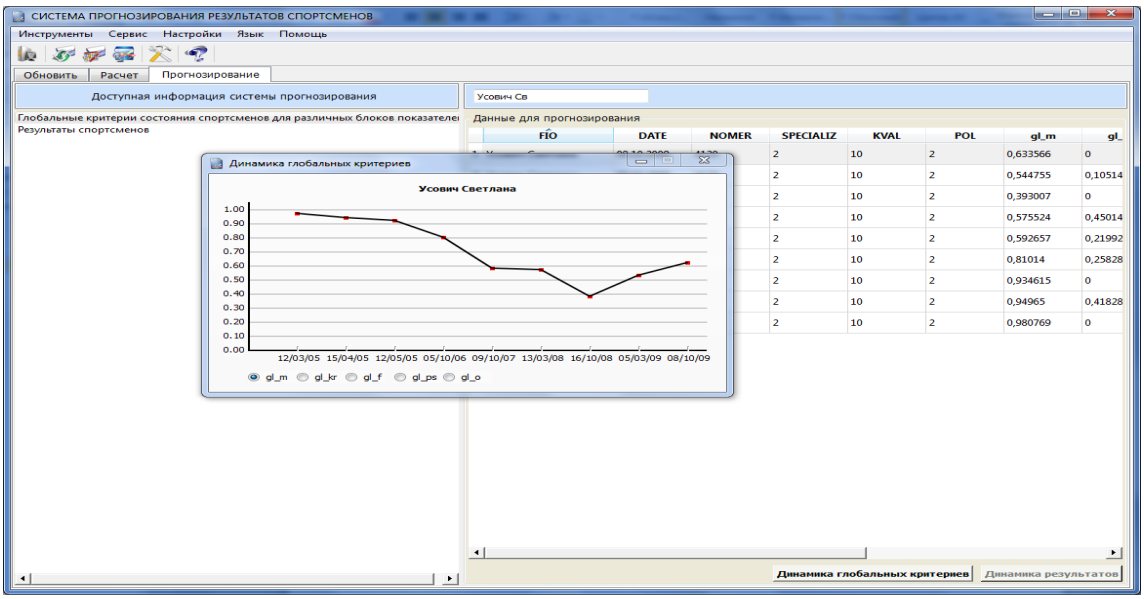



Рисунок 6 – Динамика глобальных критериев по блоку морфологических данных

При выборе спортсмена и активации функции «Результаты спортсменов» активизируются данные с результатами спортсменов (рисунок 7).

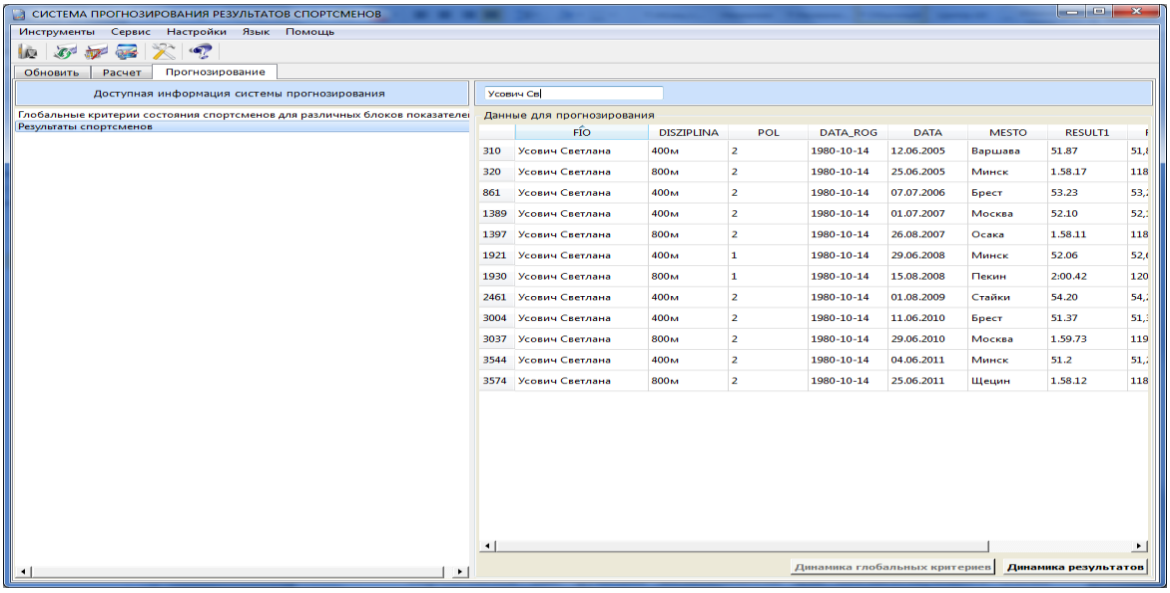



Рисунок 7 – Блок прогнозирования «Результаты спортсменов»

При выборе конкретной дистанции спортсмена и активации функции «Динамика результатов» программой будет автоматически предложен график динамики по выбранной дисциплине (рисунок 8).

Предусмотрены два режима работы в программе:

– работа с имеющимися базами данных по всем показателям и результатам, которая была изложена выше;

– ввод данных для конкретного спортсмена.

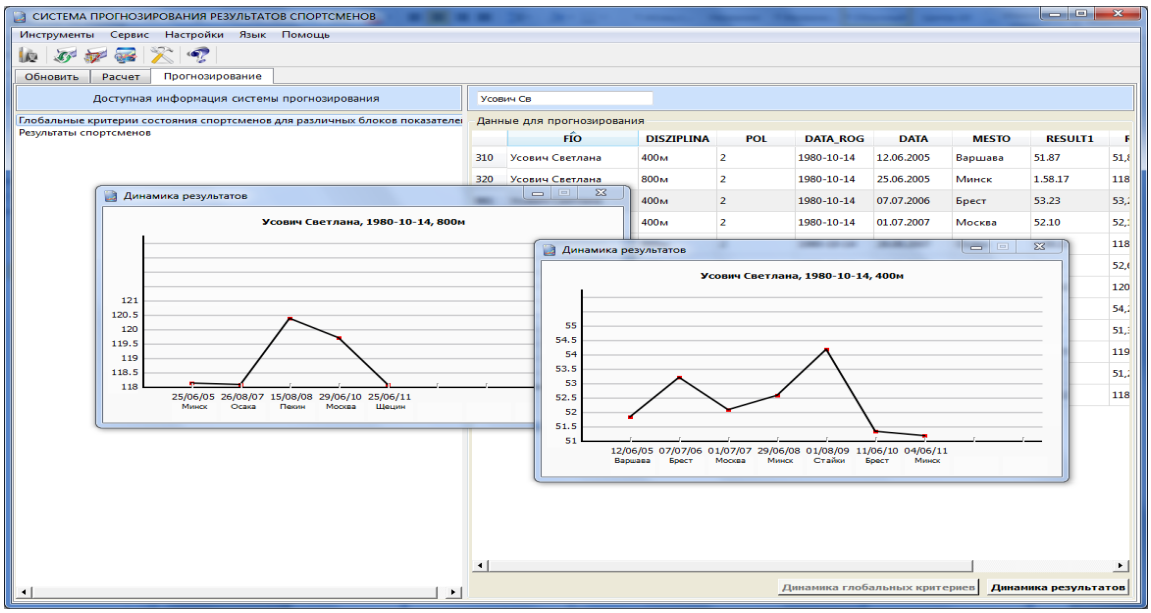



Рисунок 8 – Блок прогнозирования «Динамика результатов»

Для пополнения базы данных и последующей работы с впервые обследуемыми спортсменами предлагается следующий принципиальный алгоритм:

1) Введение пользователем данных по всем блокам показателей.

После введения специализации в программе автоматически определяется тип функции желательности, находятся ее опорные точки, просчитываются все локальные критерии для данного легкоатлета.

2) Расчет глобальных критериев по всем блокам показателей.

Согласно опорным точкам и рангам показателей производится расчет глобальных критериев по всем выбранным блокам показателей и обобщенного критерия. В соответствии с рассчитанными данными осуществляется оценка степени выраженности критериев.

При выборе в программе опции «*Создать отчет*» происходит автоматическое создание отчета о результатах расчета в формате Microsoft Word или Excel.

На основе рассчитанных локальных и глобальных критериев для различных типов показателей осуществляется предсказание спортивного результата (вкладка «*Прогнозирование*» компьютерной программы) путем сравнения глобальных критериев по всем блокам показателей в сопоставлении с результатами, показанными спортсменом на соревнованиях.

*Общее заключение*

В результате проведенного исследования впервые для спортивной отрасли разработана методика агрегирования частных критериев по данным педагогических, психологических и медико-биологических показателей в обобщенные критерии, характеризующие качество состояния готовности спортсмена к соревнованиям.

Создана агрегированная модель педагогических, психологических и медико-биологических показателей легкоатлетов, проведена оценка ее адекватности, апробирована методика агрегирования частных критериев по данным педагогических, психологических и медико-биологических показателей в обобщенные критерии, характеризующие качество состояния готовности спортсмена к соревновательной практике.

Разработан обобщенный алгоритм решения комплекса задач пользователя и детальный алгоритм обработки данных:

– определен состав объектов и их свойств, методов обработки, событий, запускающих методы обработки, с учетом принятого подхода к проектированию программного продукта;

– определен состав общесистемного программного обеспечения, включающий базовые средства (операционную систему, модель СУБД, электронные таблицы);

– разрабатывается внутренняя структура программного продукта, образованная отдельными программными модулями.

Предложена компьютерная программа прогнозирования для изучения динамики и взаимосвязи обобщенных критериев состояния легкоатлета с соревновательным результатом на этапах годичного цикла подготовки и проведено тестирование работоспособности и функциональной законченности ее отдельных модулей.

На основании результатов многолетнего мониторинга состояния спортсменов-легкоатлетов выполнен статистический анализ всех показателей, характеризующих их состояние; проведена комплексная оценка вклада каждого параметра в частности и всех – в совокупности в спортивный результат для проверки адекватности модели прогнозирования результативности легкоатлетов.

Программное обеспечение разработано для использования в среде операционных систем семейства Windows NT – не младше Windows XP SP3, с установленными компонентами времени выполнения для приложений (Vcredist.exe).

Разработанное программное обеспечение может быть использовано для автоматизированной комплексной оценки по разработанной методике агрегирования частных критериев по данным педагогических, психологических и медико-биологических исследований в обобщенные критерии, характеризующие качество состояния готовности спортсмена к соревнованиям, что и стало основой разработки.

Предложенное программное обеспечение предоставляет возможность организовать многопользовательский режим работы, а также реализовывать технологию клиент-сервер. В этом режиме запросы пользователей выполняются на стороне сервера, что позволяет обеспечивать высокую производительность и эффективное совместное применение ресурсов баз данных.

Состав и структурная организация программного обеспечения системы имеют возможность модернизации.

*09.05.2022*

УДК 796.91

# ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ГОРМОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У СПОРТСМЕНОВ В ШОРТ-ТРЕКЕ И КОНЬКОБЕЖНОМ СПОРТЕ

**А. Н. Будко,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация*

*В статье представлен индивидуальный профиль гормональных показателей у спортсменов, специализирующихся в шорт-треке и конькобежном спорте. Гормональный профиль спортсмена служит важным средством выявления скрытых биохимических нарушений, лежащих в основе хронической усталости. Результаты полученных данных показывают, что тестостерон и кортизол чувствительны к изменениям в тренировочном объеме и интенсивности у спортсменов высокого уровня подготовленности с преимущественным развитием выносливости.*

# INDIVIDUAL PROFILE OF HORMONAL INDICATORS IN SHORT TRACK AND SPEED SKATING ATHLETES

*Abstract*

*The article presents an individual profile of hormonal indicators in athletes specializing in short track and speed skating. The hormonal profile of an athlete serves as an important means of identifying hidden biochemical abnormalities underlying chronic fatigue. The results show that testosterone and cortisol are sensitive to changes in training volume and intensity in high-level athletes with predominant endurance development.*

*Введение*

Контроль процессов утомления и восстановления, которые являются неотъемлемыми компонентами спортивной деятельности, необходим для оценки переносимости физической нагрузки и выявления перетренированности, достаточности времени отдыха после физических нагрузок, эффективности средств повышения работоспособности. Синдром перенапряжения или перетренированность представляет собой дисбаланс между тренировочной нагрузкой и восстановлением [1].

Гормональный профиль спортсмена служит важным средством выявления скрытых биохимических нарушений, лежащих в основе хронической усталости.

Концентрация кортизола практически не зависит от пола. Пик выработки кортизола надпочечниками приходится на утренние часы (6–8 часов), снижение – за несколько часов до сна. Утренняя норма кортизола несколько выше, чем вечерняя. Референтные значения концентрации кортизола для здоровых людей, профессионально не занимающихся спортивной деятельностью, находятся в пределах 200–700 нмоль/л. Низкая концентрация кортизола ассоциирована с потерей веса, постоянной усталостью, мышечной слабостью. Повышенный кортизол вызывает такие негативные последствия как снижение тестостерона, что ведет в свою очередь к развитию состояния утомления.

Тестостерон является одним из самых эффективных анаболических гормонов, противодействующих отрицательному влиянию кортизола на белковый обмен в организме спортсмена. Тестостерон эффективно восстанавливает мышечную ткань, а также положительно воздействует на костную и иммунную систему. Под влиянием длительной интенсивной нагрузки тестостерон снижается, что, несомненно, отрицательно влияет на эффективность восстановительных процессов в организме после перенесенных нагрузок. Чем выше уровень тестостерона, тем эффективнее восстанавливается организм спортсмена [2].

Высокой информативностью для оценки функционального состояния спортсменов различных видов спорта обладает индекс тестостерон/кортизол, снижение которого больше, чем на 30,0% расценивается как признак снижения переносимости тренировочных нагрузок [3]. Имеются данные о взаимосвязи вышеуказанных гормонов в сыворотке крови спортсменов с объемами выполняемых тренировочных нагрузок. Использование анаболического индекса тестостерон/кортизол (Т/К) в качестве маркера переутомления базируется на положении, что кортизол является катаболическим гормоном, а тестостерон – анаболическим [4].

В связи с этим в шорт-треке и конькобежном спорте актуальным является проведение гормональной оценки адекватности тренировочных нагрузок функциональным возможностям спортсменов и их достаточности для роста адаптационного резерва с целью своевременного внесения коррективов в план подготовки для предотвращения явлений перетренированности [5, 6].

*Целью* исследований являлся анализ динамики индивидуальных гормональных показателей у спортсменов в шорт-треке и в конькобежном спорте на различных этапах годичной подготовки.

*Организация и методы исследований*

Под наблюдением находилось 43 спортсмена (24 мужчины и 19 женщин) в шорт-треке и 55 спортсменов (39 мужчин и 16 женщин) в конькобежном спорте в течение обще-подготовительного и специально-подготовительного периодов годичного цикла подготовки с 2014 по 2020 год, имеющих квалификацию от КМС до МСМК. Забор крови осуществлялся в начале микроцикла – после дня отдыха утром натощак для оценки исходного состояния энергетического баланса в организме и в середине микроцикла – после ударного дня тренировок (на утро следующего дня) – для оценки отставленной реакции организма на нагрузку.

Для оценки уровня тренированности спортсменов и состояния анаболических процессов были определены такие гормоны, как кортизол и тестостерон.

Одним из диагностических методов определения признака снижения переносимости тренировочных нагрузок является вычисление индекса анаболизма (ИА), который представляет собой отношение сывороточной концентрации тестостерона к концентрации кортизола, регулирующего анаболические процессы во время восстановления. Вычисление «индекса анаболизма» (ИА) проводили по формуле: ИА (в %)=Тестостерон/Кортизолх100. Снижение величины ИА ниже 3% является отображением преобладания катаболических процессов в организме спортсменов [2, 7].

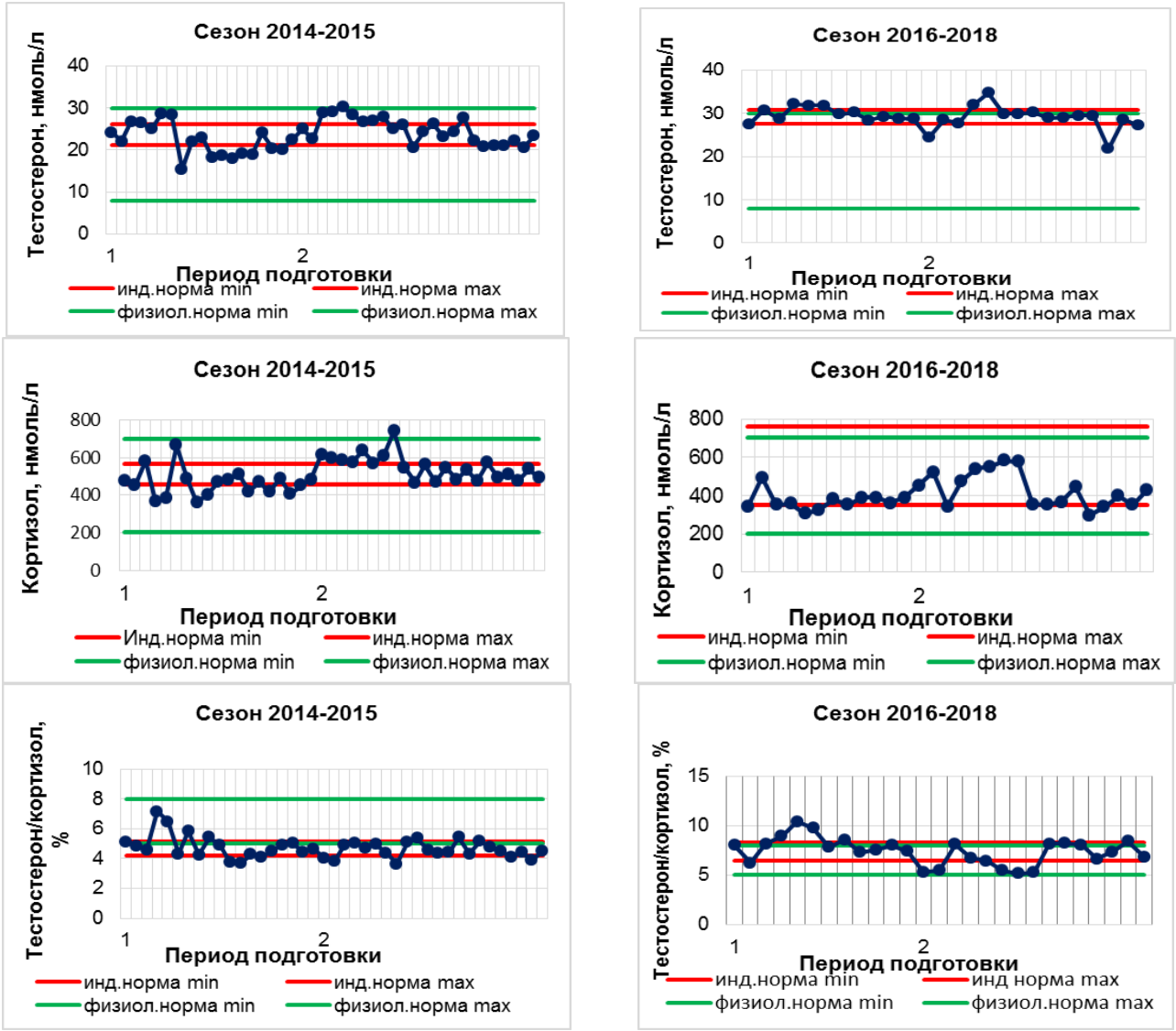
Гормональные исследования осуществляли с использованием портативного гормонального анализатора ICHROMA™ (Корея) с использованием наборов реактивов этой же фирмы и иммуноферментный анализатор для микропланшетов HiPo MPP – 96 (Латвия) и диагностических наборов реагентов фирмы ООО «Научно-производственное объединение «Диагностические системы» (Россия).

*Результаты исследований и их обсуждение*

На рисунках 1 и 2 представлены индивидуальные профили (одного более опытного и одного молодого) спортсменов национальной команды по шорт-треку, полученные на учебно-тренировочных сборах с 2014 по 2018 год.

Рассмотрение индивидуальных данных указывает на большой диапазон колебаний изучаемых гормональных параметров, которые во многих случаях значительно превышали допустимые пределы нормы.

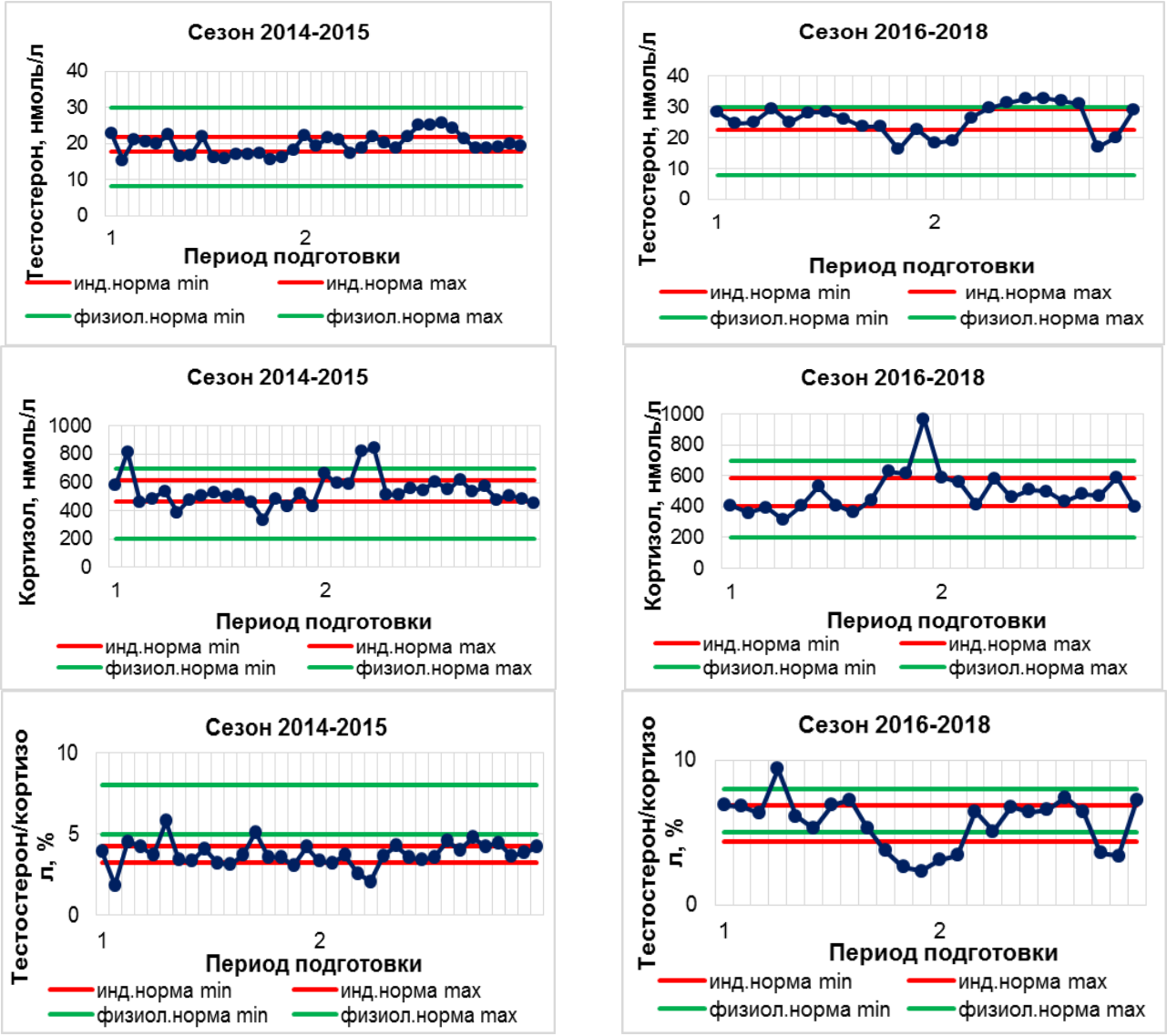
Согласно плану тренировок и общим принципам составления годичного цикла нагрузка возрастала от обще-подготовительного к специально-подготовительному периоду подготовки. При рассмотрении графиков и кортизола, и тестостерона можно отметить общую тенденцию – значения измеряемых показателей увеличиваются в начале каждого периода подготовки. Это объяснимая реакция организма, сопровождающаяся каскадом физиологических процессов, направленных на развитие адаптации к меняющимся в этот момент тренировочным нагрузкам (происходит либо увеличение объема и интенсивности нагрузок, либо полное изменение тренировочной программы), в дальнейшем измеряемые показатели несколько снижались.




1 – общий этап подготовительного периода подготовки
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки

Рисунок 1 – Графики показателей уровня тестостерона, кортизола и Т/К в динамике по периодам подготовки у спортсмена №1 (МС, участник ОИ), специализирующегося в шорт-треке

Для спортсмена №1 в шорт-треке характерна положительная динамика между уровнем тестостерона и кортизола в крови и величиной физической нагрузки. Индивидуальная норма тестостерона и кортизола у спортсмена №1 была в пределах физиологической нормы и составила от 15,38 до 34,7 нмоль/л и от 306,43 до 740,57 нмоль/л, на протяжении всех обследуемых сезонов подготовки. Следует отметить, что в сезоне 2014–2015 года средние значения показателя тестостерона были ниже, чем в сезоне 2016–2018 годов. В периоде 2014–2015 года уровень кортизола был выше, чем в сезоне 2016–2018 годов. Индекс анаболизма на протяжении всех сезонов был достаточно высоким, держались средние значения данного показателя крови (рисунок 1).

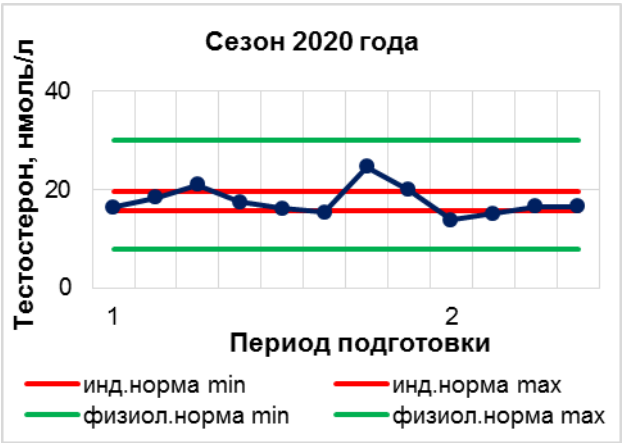


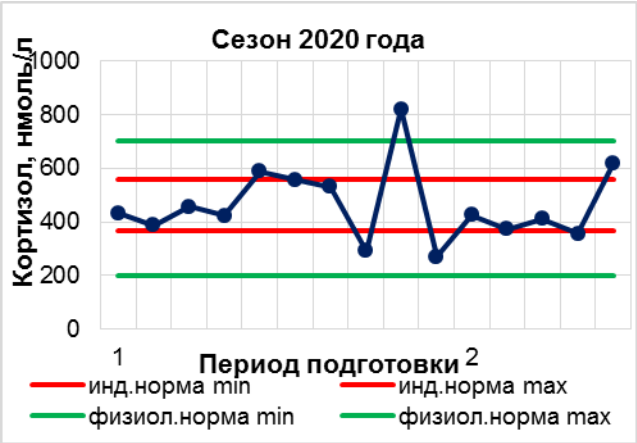

1 – общий этап подготовительного периода подготовки
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки

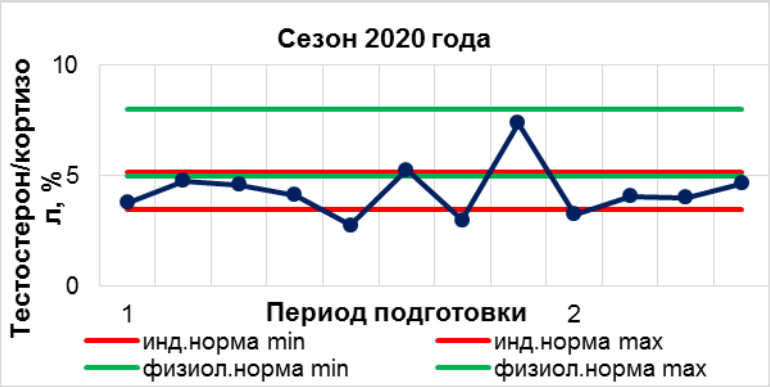
Рисунок 2 – Графики показателей уровня тестостерона, кортизола и Т/К в динамике по периодам подготовки у спортсмена №2 (МС), специализирующегося в шорт-треке

У спортсмена №2 анализ изменения показателей тестостерона (рисунок 2) выявил, что на протяжении сезона 2014–2015 года в течение всех периодов подготовки данный показатель находился в границах физиологической нормы и составлял от 15,28 до 25,6 нмоль/л. В сезоне 2016–2018 годов индивидуальная норма данного спортсмена была значительно выше физиологической и находилась в пределах от 16,2 до 32,8 нмоль/л на протяжении всего обследуемого периода подготовки. Следует отметить, что в специально-подготовительном периоде на протяжении всех сезонов подготовки уровень кортизола был выше, чем в обще-подготовительном периоде. Показатель индекса анаболизма на протяжении всех сезонов подготовки был ниже физиологической нормы. Часто наблюдалось снижение этого показателя у данного спортсмена менее 5% (и дальнейшее снижение в динамике), что указывало на развитие утомления организма спортсмена в целом.

На рисунках 3–5 представлены графики трех спортсменов, специализирующихся в конькобежном спорте обследованные в сезоне 2020 года. Спортсмены №3 и №4 имеют спортивную квалификацию МСМК и более успешны. Спортсмен №5 менее опытный, имеет спортивный разряд МС.



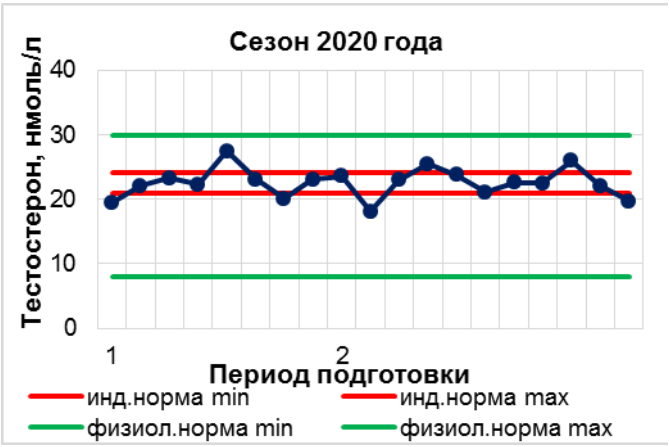

1 – общий этап подготовительного периода подготовки
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки

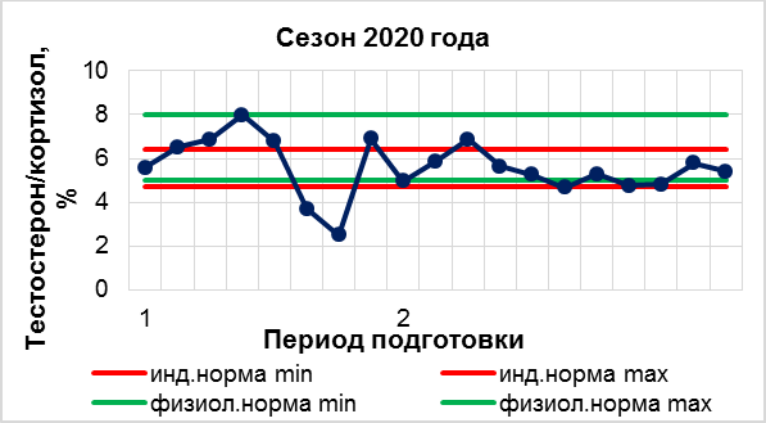
Рисунок 3 – Графики показателей уровня тестостерона, кортизола и Т/К в динамике по периодам подготовки в сезоне 2020 года у спортсмена №3 (МСМК), специализирующегося в конькобежном спорте

Для спортсмена №3 в конькобежном спорте характерна неоднозначная динамика между уровнем тестостерона и кортизола в крови и величиной физической нагрузки. Индивидуальная норма тестостерона находилась в пределах физиологической нормы и составила от 15,65 до 19,67 нмоль/л, а кортизола от 368,31 до 557,94 нмоль/л, соответственно на протяжении всего обследуемого периода подготовки. Индекс анаболизма на протяжении обследуемого периода подготовки держался ниже 5,00%, индивидуальная норма которого составила от 3,49 до 5,13% (рисунок 3), это указывало на развитие утомления организма спортсмена в целом.

В конькобежном спорте тестостерон является важнейшим анаболическим агентом, влияющим на уровень физической работоспособности. Уровень тестостерона достоверно влияет на аэробную производительность, выносливость и процессы восстановления. Высокий уровень работоспособности в анаэробном режиме зависит от показателя отношения тестостерона к кортизолу.

Стрессовые ситуации, присущие спорту высших достижений, не способствуют ускорению анаболических процессов, формирующих основу для успешного создания адаптационных возможностей спортсменов. Своевременная оценка выраженности этого стресса и его взаимодействие с факторами, которые способны ускорять протекание реакций восстановления на основе активации синтеза нуклеиновых кислот и белка, является важным шагом в лабораторной диагностике каких-либо патологических состояний у спортсменов, а также оценке их текущей физической и функциональной подготовленности [10].





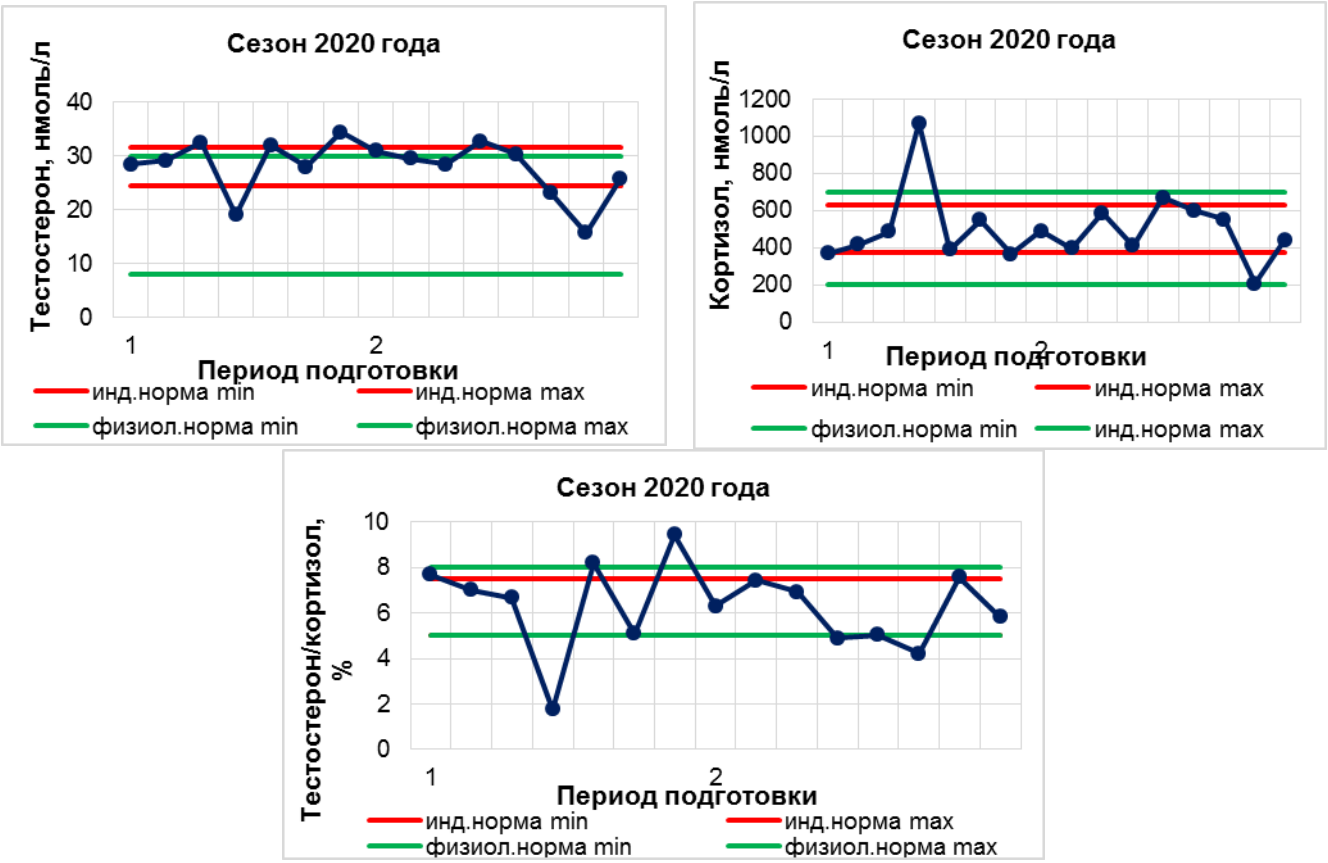

1 – общий этап подготовительного периода подготовки
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки

Рисунок 4 – Графики показателей уровня тестостерона, кортизола и Т/К в динамике по периодам подготовки в сезоне 2020 года у спортсмена №4 (МСМК), специализирующегося в конькобежном спорте

У более молодого спортсмена №4 прослеживался достаточно высокий уровень тестостерона, индивидуальная норма составила от 21,04 до 24,1 нмоль/л. Индивидуальная норма уровня кортизола была в пределах от 342,66 до 521,18 нмоль/л. Индекс анаболизма был достаточно высоким, держались средние значения данного показателя крови, индивидуальная норма была в диапазоне от 4,74 до 6,43% (рисунок 4). Это свидетельствовало о хорошей переносимости тренировочных нагрузок и адекватности функциональным возможностям организма спортсмена.

На рисунке 5 представлен менее опытный и молодой спортсмен №5, недавно вошедший в состав национальной команды по конькобежному спорту.

У спортсмена №5 прослеживался достаточно высокий уровень тестостерона, индивидуальная норма составила от 24,55 до 31,51 нмоль/л. Индивидуальная норма уровня кортизола была в пределах от 373,37 до 627,13 нмоль/л. В середине обще-подготовительного периода наблюдалось снижение уровня тестостерона до 19,01 нмоль/л и повышение уровня кортизола до 1070,7 нмоль/л, это привело к снижению индекса анаболизма до 1,78%. В данный период были большие объемы нагрузок аэробной направленности, с которыми спортсмен не справлялся. Однако, в среднем индекс анаболизма на протяжении сезона 2020 года был достаточно высоким, держались средние значения данного показателя крови, индивидуальная норма была в диапазоне от 5,02 до 7,54% (рисунок 5).




1 – общий этап подготовительного периода подготовки
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки

Рисунок 5 – Графики показателей уровня тестостерона, кортизола и Т/К в динамике по периодам подготовки в сезоне 2020 года у спортсмена №5 (МС), специализирующегося в конькобежном спорте

Вышеизложенные факты указывают на высокую напряженность тренировочного процесса спортсменов, связанного с чрезмерной мобилизацией, а в ряде случаев – угнетением процессов анаболизма.

Концентрации базального тестостерона и кортизола также снижаются у спортсменов, выполняющих большой объем аэробных нагрузок в условиях низкой энергоемкости. Спортсмены с высокой выносливостью регулируют объем и интенсивность своих постоянных тренировок в течение всего спортивного сезона для того, чтобы произвести адаптацию и достичь наилучших результатов в ранее установленных соревновательных периодах. Эти тренировки вызывают стресс в организме, который в свою очередь вызывает важные изменения в эндокринной системе для восстановления исходного гомеостаза [8].

Известно, что тренировки, направленные на развитие высокого уровня выносливости, могут негативно влиять на базальную концентрацию тестостерона, что приводит к хроническому низкому содержанию этого гормона как следствие накопления аэробных тренировок в течение многих лет [9]. В наших исследованиях в конце специально-подготовительного периода отмечено снижение уровня тестостерона у данных спортсменов. Очевидно, это вызвано тем, что именно в этот период и в конькобежном спорте, и в шорт-треке спортсмены должны были выполнять наиболее высокие объемы тренировок аэробной направленности в недельном микроцикле на протяжении всего сезона. Это ставило их перед необходимостью проводить более длительные тренировки с меньшими интервалами отдыха для восстановления организма после выполнения нагрузки, что не способствовало поддержанию высоких концентраций кортизола в течение этой подготовительной фазы. Следовательно, можно предположить, что трудно восполнять энергию, необходимую спортсменам, выполняющим хронически напряженные физические упражнения и, следовательно, это приводит к энергетическому дефициту.

*Заключение*

1. В конькобежном спорте и шорт-треке низкие значения анаболического индекса являются физиологическим ответом на ту или иную нагрузку, характерную для данного вида спорта.

2. Динамический ответ соотношения тестостерон/кортизол не только допустимо, но и необходимо использовать в отношении личных реакций каждого спортсмена на тренировочный процесс.

Наши результаты показывают, что гормоны тестостерона и кортизола чувствительны к изменениям в тренировочном объеме и интенсивности у спортсменов высокого уровня подготовленности с преимущественным развитием выносливости.

*Список использованных источников:*


1. Курашвили, В.А. Биохимические корреляты перетренированности / В.А. Курашвили // Вестник спортивных инноваций. – 2014. – №47. – С.30–36.
2. Грязных, А.В. Индекс тестостерон/кортизол как эндокринный маркер процессов восстановления висцеральных систем после мышечного напряжения / А.В. Грязных // Вестник ЮУрГУ. – 2011. – №20. – С.107–111.
3. Виру, А.А. Глюкокортикоидная регуляция белкового обмена в состоянии стресса / А.А. Виру, Р.В. Ялак, Э.В. Варрик // Метаболическая регуляция физиологического состояния: сб. науч. тр. – Пущино, 1984. – С.45–46.
4. Urhausen, A. Blood hormones as markers of training stress and over-training / A. Urhausen, H. Gabriel, W. Kindermann // Sports Med. – 1995. – Vol.20, iss. 4. – P.251–276.
5. Платонов, В.Н. Контроль в спортивной тренировке / В.Н. Платонов / Система подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. – М.: советский спорт, 2005. – С.572–613.
6. Макарова, Г.А. Медицинский справочник тренера / Г.А. Макарова, С.А. Локтев. – М., 2005. – 586 с.
7. Афанасьева, И.А. Синдром перетренированности у спортсменов: эндогенная интоксикация и факторы врожденного иммунитета / И.А. Афанасьева, В.А. Таймазов // Ученые записки. – 2011. – №12(82). – С.24–30.
8. Hackney, A.C. Exercise and the regulation of endocrine hormones. In Molecular and Cellular Regulation of Adaptation to Exercise / A.C. Hackney, A.R. Lane // Bouchard, C., Ed.; Elsevier Academic Press: San Diego, CA, USA, – 2015. – Vol.135. – P.293–311.
9. Холявко, Ю.А. Показатели гормонального статуса у спортсменов / Ю.А. Холявко, Г.А. Макарова, А.А. Кравченко // Спортивная медицина. – 2014. – №6(126). – С.4–12.
10. Винничук, Ю.Д. Маркеры повреждения мышечной ткани у спортсменов / Ю.Д. Винничук, И.В. Чикина // Вестник проблем биологии и медицины. – 2016. – №3(130). – Р.288–293.


*24.03.2022*

УДК 797.123.1

## ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ОБОСНОВАНИИ РЕФЕРЕНТНЫХ ИНТЕРВАЛОВ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ

**С. О. Гаврилова, аспирант,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация*

*В проведенном исследовании предпринята попытка продемонстрировать персонализированный подход в определении маркеров перетренированности. Представлены индивидуальные референтные интервалы основных биохимических маркеров перетренированности (мочевина, КФК, АСТ, АЛТ) у спортсменов циклических видов спорта на примере гребцов-академистов.*

**PERSONALIZED APPROACH IN SUBSTANTIATION OF REFERENCE INTERVALS OF BIOCHEMICAL MARKERS OF OVERTRAINING ON THE EXAMPLE OF ROWERS**

*Abstract*

*This study attempts to demonstrate a personalized approach regarding the identification of markers of overtraining. Individual reference intervals of the main biochemical markers of overtraining (urea, CPK, AST, ALT) in athletes of cyclic sports on the example of rowers are presented.*

*Введение*

В настоящее время многие профессиональные и олимпийские спортсмены включают в свою систему подготовки комплексные службы поддержки спортивной медицины и спортивной науки с целью:

1. Повышения уровня работоспособности с наименьшим количеством дней, потерянных из-за травм или болезней.
2. Сохранения здоровья спортсменов после долгосрочных негативных последствий тренировочных воздействий на организм.

Для достижения этих целей обосновано множество измеряемых переменных: работоспособности, тренировочных нагрузок, физиологических и биохимических показателей качества здоровья и самочувствия спортсменов, которые можно использовать для руководства тренерам и врачам [1].

Полагают, что наиболее выраженно можно проследить тонкие грани перехода, когда умеренная доза стрессора в сочетании с эффективным восстановлением приводит к адаптивному ответу, а ее чрезмерное воздействие проявляется в дезадаптивном ответе у элитных спортсменов и победителей соревнований. С этой позиции актуальной является разработка персонализированных интервалов между тренировочной нагрузкой, необходимой для адаптации к соревновательному периоду, и физическими упражнениями, вызывающими дезадаптацию. Актуальными являются поисковые и экспериментальные исследования, включающие профилирование крови и, в частности, мониторинг гематологических и биохимических показателей в сочетании с данными о рабочей нагрузке, что в перспективе может представлять объективный инструмент для определения способности тренироваться и восстанавливаться в присутствии множества стрессоров, оптимизирующий управление графиками нагрузки спортсменов. В какой период лучше брать кровь, какие показатели наиболее информативны? Полагают, что своевременное измерение биомаркеров капиллярной крови позволит предоставить персонифицированные данные для оценки переносимости тренировок и, следовательно, склонности к успешной адаптации, а также информировать о потребности в восстановлении организма спортсмена [2, 3].

Данные анализа крови традиционно сопоставляются с референтными уровнями для диагностических целей. В настоящее время все чаще используют и во многих профессиональных узкопрофильных учреждениях в качестве инструмента физиологического профилирования и мониторинга обследуемых групп спортсменов.

Результаты серийных анализов крови предлагают использовать для наблюдения за состоянием здоровья в спорте высших достижений, на их основании делают выводы об эффективности тренировочных воздействий на организм, разрабатывают стратегии питания или повышения способности выдерживать предъявленную тренировочную нагрузку [4].

Поскольку существует широкая межиндивидуальная вариабельность многих биомаркеров, клинические справочные данные, основанные на общей и стандартизированной популяции, могут иметь ограниченную ценность для индивидуальных групп – спортсменов.

Современная функциональная лабораторная диагностика, базирующаяся на понятии усредненной физиологической нормы, не всегда способна прецизионно идентифицировать клиническую патологию. Поэтому в современном спорте высоких достижений для выявления маркеров переутомления и перетренированности необходим переход от стандартной концепции гомеостаза, оперирующей понятием

усредненной физиологической нормы, к концепции индивидуализированной физиологической нормы [3, 5].

Важно отметить, что существует ряд соображений, которые часто упускают из виду при трактовке «нормы» содержания биомаркеров крови спортсменов, а они могут играть значимую роль, например:

– рассмотрение того, что является «нормальным» и что представляет собой значимое отклонение от нормы для каждого отдельного спортсмена;

– пред аналитический этап: время дня, дневник питания, направленность тренировок (т.е. график восстановления гомеостаза для каждого аналита);

– присутствие специалистов в области биохимии спорта для интерпретации и рассмотрения действий, возникающих в результате тестирования [6].

В зависимости от частоты измерения можно использовать два основных подхода. Первый – скрининг, т.е. нечастое измерение отдельных биомаркеров (с интервалом в несколько месяцев) для выявления дефицита или избытка; второй – мониторинг, т.е. высокочастотное измерение биомаркеров (с интервалом в несколько дней или недель) для оценки продолжающейся адаптации или восстановления от нарушенного гомеостаза. Как только будет накоплено достаточно данных, могут быть применены контрольные диапазоны для конкретного вида спорта и спортсмена. Чтобы оптимизировать сроки и применение этих двух подходов, требуется подробное знание программы тренировок и соревнований спортсмена. Поскольку каждый биомаркер предоставляет информацию об одной или нескольких физиологических системах, то полученная информация будет узкой, если доступна только одна точка данных.

Полагают, что в зависимости от вида спорта, пола и конкретного вида тренировки можно выбрать соответствующий биомаркер или панель биомаркеров для оценки эффективности тренировочных воздействий, информирования о плане питания и оценки адекватности предъявляемых тренировочных нагрузок [7].

Полезность скрининга и мониторинга с помощью биомаркеров крови для получения информации, которая позволит в конечном итоге снизить риск травм и заболеваний или повлиять на скорость адаптации к тренировкам, является трудоемкой задачей. В научной и практической литературе на сегодняшний день отсутствует четкое руководство и алгоритмы, поскольку крупные рандомизированные контролируемые исследования динамики каждого биомаркера вряд ли когда-либо возможны в этих специализированных спортивных популяциях.

Поэтому необходимы такие исследования, в которых профилирование крови и, в частности, мониторинг крови проводится в сочетании с данными о рабочей нагрузке и самочувствии. Это предполагает разработку объективных инструментов выявления способности тренироваться и восстанавливаться в контексте множества стрессоров и, перспективны к использованию для улучшения управления графиками тренировочных нагрузок.

Важной особенностью разрабатываемых спортивных референтных интервалов является то, что они должны отражать диапазон биохимических изменений заданной группы спортсменов в конкретном виде спорта и на определенном этапе подготовки [8]. При этом спортсмены могут находиться в состоянии неполного восстановления после нагрузки и иметь заболевания на субклинических стадиях. Сложность получения референтных интервалов биохимических показателей в спортивной практике обусловлена специфическим биохимическим ответом организма спортсменов на интенсивные и продолжительные тренировочные и соревновательные нагрузки. Необходимо учитывать и специфику вида спорта, и характер нагрузки, и многое другое [9].

Таким образом, актуальным является научно-обоснованная разработка персонализированных подходов оценки адаптационных резервов организма спортсменов.

*Цель исследования* – определить индивидуальные референтные интервалы биохимических маркеров перетренированности у спортсменов циклических видов спорта на примере гребцов-академистов.

*Методы и организация исследования*

Проанализирована база данных биохимического контроля спортсменов национальной команды по гребле академической среди юниоров и молодежи. Для определения индивидуальных референтных интервалов биохимических показателей выбрали 4 спортсменов (мужчины-2, женщины-2), имеющих квалификацию мастер спорта Республики Беларусь. Для сравнения статистически обработали аналогичные данные 183 спортсменов (58 мужчин, 125 женщин). Капиллярную кровь у всех добровольцев забирали утром, натощак, после дня отдыха. Содержание метаболитов и ферментов в крови определяли, используя стандартные наборы BioSystems (Испания) с помощью автоматического биохимического анализатора BA 200 (Испания).

Анализ базы данных проводили с использованием программного обеспечения «SPSS Statistics 21». Для накопления данных и первичной работы с ними применяли программу «Microsoft Excel 2017». Для статистической обработки данных обосновали непараметрический метод, согласно которому выбросы идентифицируются в квартилях [8]. Рассчитывали значения нижнего Q1 (25%) и верхнего Q3 (75%) квартилей, межквартильный размах IQR=Q3–Q1. Исключали значения, выходящие за нижнюю границу, определяемую как Q1–1,5 IQR, или превышающие верхний порог Q3+1,5IQR. Проведя исключения, для определения референтного интервала использовали значения от 10 до 90 перцентиля. Для определения оптимального интервала использовали диапазон от нижнего Q (25%) до верхнего Q (75%) квартилей.

*Результаты исследования и их обсуждение*

Для оценки функционального состояния организма спортсмена на момент исследования выбрали четыре основных биохимических маркера: мочевина; общая креатинкиназа (КФК); аспартатаминотрасфераза (АСТ); аланинаминотрасфераза (АЛТ). По ним проанализировали и объективизировали тренировочный процесс на двух этапах годичной подготовки: обще-подготовительном и специально-подготовительном.

Результаты статистической обработки данных от 183 спортсменов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические данные биохимических маркеров оценки функционального состояния гребцов-академистов (n = 183) на двух этапах годичной подготовки

| Биохимический маркер | Пол | n | Me | Q1-Q3 | IQR | Q25-1,5IQR | Q75+1,5IQR | min-max | Q10-Q90 | Q25'-Q75' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Мочевина, ммоль/л | м | 58 | 5,9 | 5,0–7,0 | 2,0 | 2,0 | 10,0 | 4,0–11,5 | 4,37–7,8 | 4,85–7,0 |
| | ж | 125 | 5,1 | 4,5–6,09 | 1,59 | 2,1 | 8,48 | 3,03–9,5 | 4,02–7,2 | 4,47–5,98 |
| КФК, Ед/л | м | 58 | 169,2 | 113,75–231 | 117,25 | – | 407 | 66–814,6 | 90,4–303,1 | 111,3–213 |
| | ж | 125 | 117,1 | 93,25–173,1 | 79,85 | – | 292,86 | 47–1048,1 | 70,2–206,8 | 91,11–137,7 |
| АСТ, Ед/л | м | 58 | 26,6 | 20,1–34 | 13,9 | – | 54,85 | 12–64 | 16,8–44,25 | 20–31,8 |
| | ж | 125 | 24,53 | 18,25–30 | 11,75 | 17,63 | 47,63 | 10,47–71,41 | 14–34 | 18–29,85 |
| АЛТ, Ед/л | м | 58 | 21,58 | 16,78–26,16 | 9,38 | 2,68 | 40,23 | 10,47–44 | 13,98–32,6 | 16,78–26,15 |
| | ж | 125 | 19,16 | 15–24,13 | 9,13 | 1,3 | 37,83 | 10–58,16 | 12,2–31,1 | 14,82–24 |

Отметили, что персональные значения биохимических маркеров имеют значительный индивидуальный диапазон колебаний. В ходе статистического анализа полученных данных выявлены различия в динамике биохимических показателей в зависимости от периода подготовки.

Чтобы проиллюстрировать реальную картину, на графическом материале (рисунки 1–4) представили индивидуальные данные референтных интервалов

биохимических маркеров спортсменов национальной команды по гребле академической (двое мужчин и две женщины).

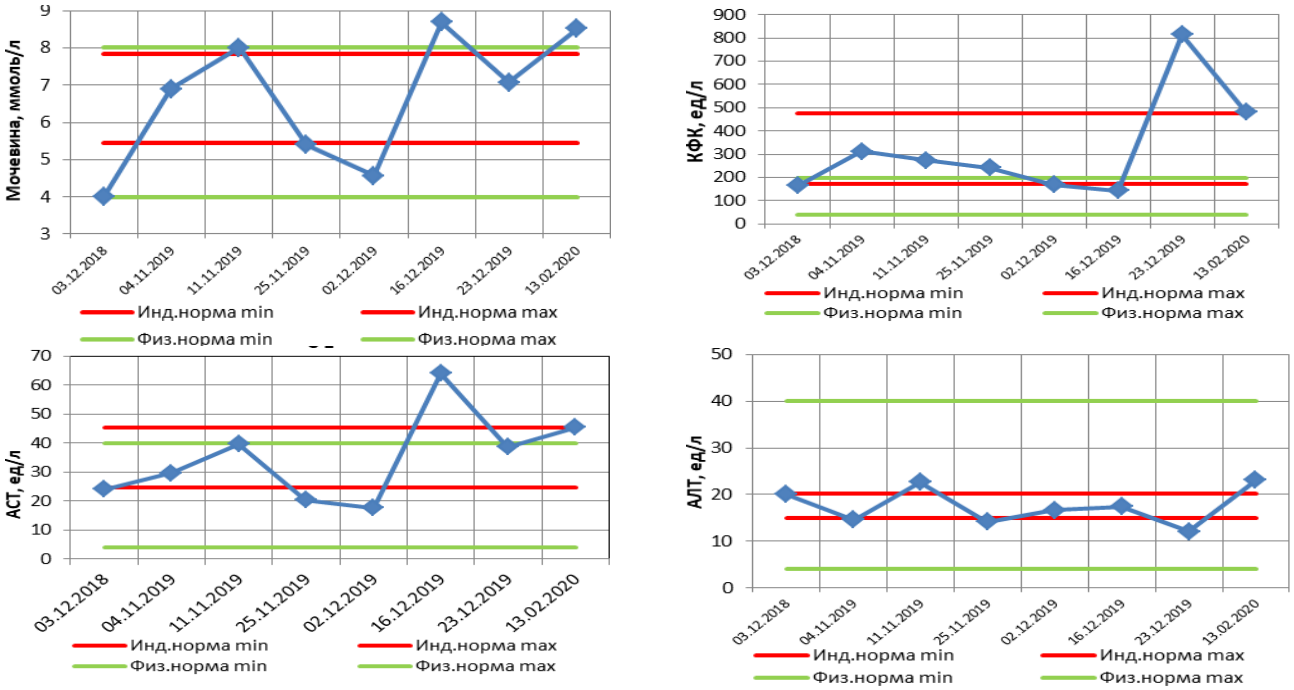



Рисунок 1 – Индивидуальные данные референтных интервалов биохимических маркеров крови спортсмена №1

У спортсмена №1 анализ изменения показателей белково-азотистого обмена на протяжении всего периода наблюдения, на всех этапах подготовки показал, что значения данного параметра практически не выходили за пределы физиологической нормы (4–8 ммоль/л), тенденция к увеличению концентрации мочевины в сыворотке крови, незначительно за пределы физиологической нормы, наблюдалась к концу исследуемого периода, на специально-подготовительном периоде подготовки. Что касаемо индивидуальной нормы, то в начале и в середине исследуемого периода значения данного биохимического маркера были ниже индивидуальной нормы, что может говорить о недостаточности физической нагрузки для данного спортсмена в этом периоде подготовки. К концу исследуемого периода наблюдали увеличение концентрации мочевины, что может указывать на неадекватность физических нагрузок организму данного спортсмена.

Анализ изменения показателей активности КФК выявил, что на протяжении всего обследуемого периода и в течение всех периодов подготовки она имеет тенденцию к увеличению за пределы физиологической нормы. Снижения активности КФК до цифр физиологической нормы практически не наблюдали. Индивидуальная норма данного спортсмена была выше физиологического оптимума и находилась в пределах от 173,42 до 475,96 Ед/л на протяжении всего обследуемого периода подготовки. Это свидетельствует о невысокой скорости восстановления энерго-обменных процессов в работающих мышцах и о том, что выполнена работа большего объема. Если предположить, что на момент исследования проявился кумулятивный эффект тренировочного процесса, то для обеспечения адекватного восстановления организма целесообразно снизить интенсивность тренировочных нагрузок. При адекватной коррекции физической активности индивидуальные нормы показателей ферментативной активности КФК будут приближаться к физиологическим.

Анализ данных показателя, отражающего состояние сердечной мышцы (АСТ), показал, что ферментативная активность имела высокие значения (выше физиологической и индивидуальной норм) к концу исследуемого периода, что может свидетельствовать о перенапряжении сердечной мышцы ввиду интенсивности тренировок на данном этапе подготовки. Цифры индивидуальной нормы имели отличие от значений физиологического оптимума и имели диапазон от 24,64

до 45,20 Ед/л. В период, когда значения показателя АСТ не выходили за пределы индивидуальной и физиологической нормы, можно судить, что нагрузка носила адекватный характер на организм данного спортсмена.

Ферментативная активность биохимического показателя, отражающего состояние обменных процессов в печени (АЛТ), у данного спортсмена на протяжении всего периода исследования, на всех этапах подготовки не выходила за пределы физиологической нормы, в свою очередь диапазон индивидуальных значений (от 18,23 до 26,57 Ед/л) соответствовал диапазону физиологического оптимума. Незначительные отклонения от норм индивидуального значения наблюдали в конце исследуемого периода.

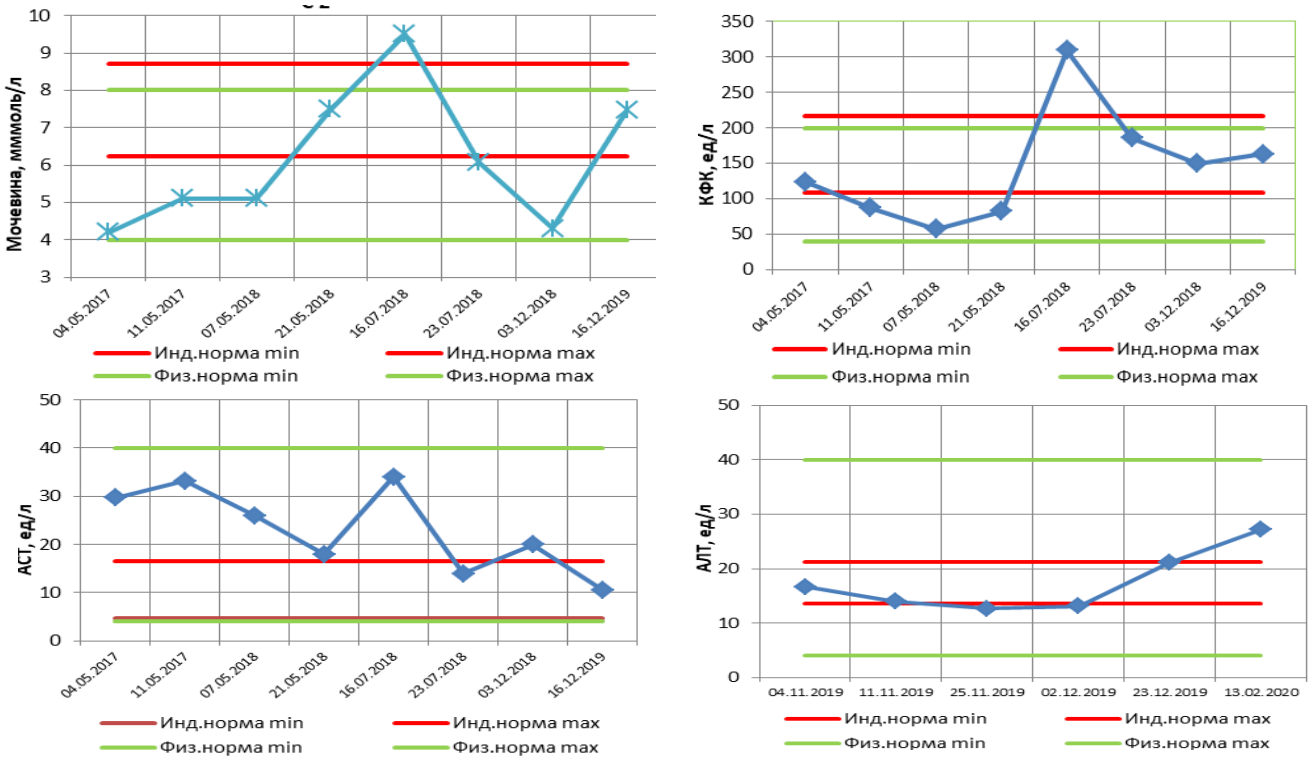



Рисунок 2 – Индивидуальные данные референтных интервалов биохимических маркеров спортсмена №2

У спортсмена №2 анализ индивидуальных значений белково-азотистого обмена (мочевины) показал, что границы индивидуальных норм отличаются от норм физиологических и имеют диапазон от 6,22 до 8,22 ммоль/л. Кривая значений отображает, что практически на протяжении всего периода исследований данные значений концентрации мочевины не выходят за пределы физиологической нормы, при этом в большем числе случаев ниже нормы индивидуальной, что может свидетельствовать о недостаточной нагрузке для организма данного спортсмена. Отмечается единичное значение концентрации мочевины выше индивидуальной нормы, данный факт может указывать на накопительный эффект тренировочного процесса и/или недостаточное восстановление в данном моменте (когда была забрана кровь).

Рассматривая значения ферментативной активности КФК, можно отметить следующее: данные индивидуальной нормы незначительно отличаются от нормы физиологической – 109,30 до 216,10 Ед/л. Однако, эти показатели часто превышают границы индивидуальной нормы. В начале периода исследований они ниже индивидуальной нормы, что может свидетельствовать о недостаточности физической нагрузки на скелетную мускулатуру данного спортсмена. Единожды отмечается увеличение активности фермента КФК, вероятно, на момент исследования отражается кумулятивный эффект тренировки. Таким образом, лишь некоторая часть значений отражает адекватность физических нагрузок.

Исходя из полученных данных анализа ферментативной активности АСТ выявили, что хотя индивидуальная и физиологическая нормы совпадают, однако эти показатели практически всегда и на всех этапах подготовки выходят за пределы индивидуальной нормы. Это может свидетельствовать о том, что выбранная физическая нагрузка носила неблагоприятный характер для обеспечения работы сердечной мышцы этого спортсмена.

Ферментативная активность АЛТ на всех этапах подготовки и на протяжении всего периода исследования имела значения, соответствующие физиологическому оптимуму, однако выходила за пределы нижней границы индивидуальной нормы. Исходя из того, что у спортсмена №2 индивидуальные нормы не покидали пределы физиологических и составляли диапазон от 18,70 до 29,72 Ед/л, то можно сказать, что нагрузка на важный орган детоксикации и восполнения энергетических ресурсов организма была адекватной.

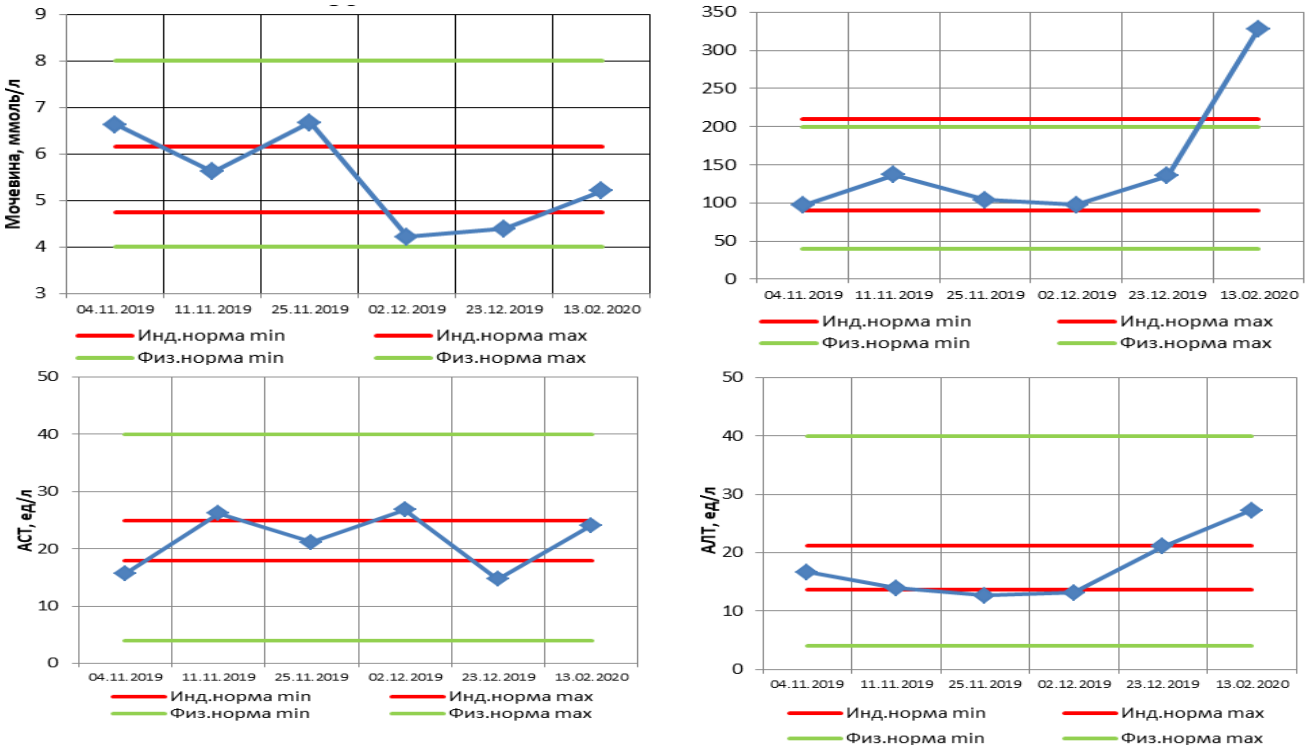



Рисунок 3 – Индивидуальные данные референтных интервалов биохимических маркеров спортсмена №3

Изучение динамики биохимических маркеров спортсмена №3 представленных на рисунке 3 показало, что они на протяжении всего периода исследования, на всех этапах подготовки имели значения входящие в границы физиологического оптимума. Кроме того, эти значения не выходили практически и за пределы индивидуальной нормы. Из вышеизложенного можно сказать, что подобранная физическая нагрузка была адекватной для организма данного спортсмена.

При рассмотрении концентрации мочевины у спортсмена №4 отметили, что границы индивидуальной нормы не выходят за границы физиологических параметров. В течение периода исследований наблюдали картину стабильности значений в сыворотке крови без критических выходов за пределы норм. При этом обнаружили изменения уровня мочевины, превышающие уровень индивидуальной нормы в обще-подготовительный период подготовки. Это может свидетельствовать о неадекватности тренировочных нагрузок для организма спортсмена. Установили и смещение за пределы нижней границы нормы. Предположили, что может иметь место недостаточная общая физическая нагрузка в специально-подготовительный период подготовки.

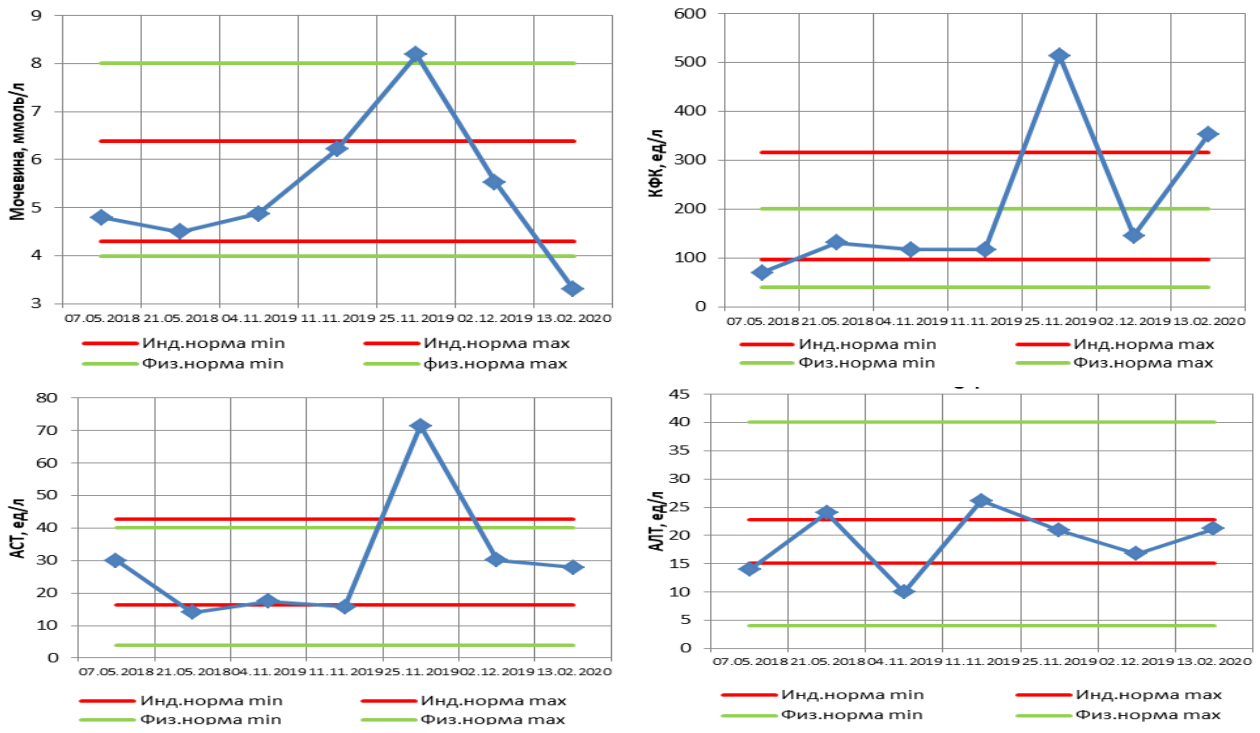



Рисунок 4 – Индивидуальные данные референтных интервалов биохимических маркеров спортсмена №4

Анализ индивидуальных данных ферментативной активности КФК у данного спортсмена в течение всего периода подготовки показал несоответствие индивидуальной нормы и физиологического оптимума. Индивидуальная норма составила диапазон от 96 до 317,14 Ед/л. В обще-подготовительном периоде подготовки отметили повышение ферментативной активности КФК, что свидетельствовало о перенапряжении скелетной мускулатуры.

Рассмотрение индивидуальных значений ферментативной активности показателей, отражающих состояние сердечной мышцы (АСТ) показало, что на протяжении всего периода исследований воздействие тренировочных нагрузок на работу сердечной мышцы в основном носило адекватный характер. Обнаружен выход за пределы, почти в два раза превышающий верхнюю границу индивидуальной нормы (индивидуальная норма имела диапазон от 16,30 до 42,73 Ед/л) в обще-подготовительном периоде подготовки, что может свидетельствовать о переутомлении организма спортсмена в данный момент исследования, что подтверждается динамикой завышенных значений за весь период наблюдений этого биохимического маркера.

А вот при анализе полученных индивидуальных значений ферментативной активности АЛТ выявили, что у спортсмена №4 на протяжении всего периода исследований, на всех этапах подготовки тренировочная нагрузка не влияла на обменные процессы и фактически не мешала адекватному функционированию печени. Границы норм индивидуальных значений не выходили за границы физиологических норм.

*Заключение*

Получены данные о том, что референтный интервал показателя белково-азотистого обмена (мочевины) у элитных спортсменов представлен более узким диапазоном минимальных и максимальных значений, в отличие от показателей физиологической нормы.

Референтные значения активности КФК характеризуется большой индивидуальной вариативностью, но часто индивидуальная норма повышена по сравнению с заявленным физиологическим оптимумом.

Персональные значения ферментативной активности АСТ часто превышают клиническую норму, принятую для медицинских исследований. Полагают, что

трансформация сердечной мышцы приобретает функциональную специализацию для обеспечения адаптационных резервных возможностей организма спортсменов. Важным при этом является то, что референтный интервал ферментативной активности АЛТ не выходит за пределы физиологической нормы и соответствует клиническим параметрам.

Таким образом, в проведенном исследовании предпринята попытка продемонстрировать персонализированный подход в определении маркеров перетренированности. Мониторинг референтных интервалов биохимических маркеров перетренированности каждого спортсмена позволяет наиболее объективно определять адекватность тренировочных воздействий. Высокие спортивные достижения невозможны без развития здоровье-сберегающих технологий и своевременной коррекции уровня тренировочных нагрузок. Для ускоренной диагностики неблагоприятных эффектов физических тренировок в полевых условиях оптимально создание специализированных биосенсоров, включающих набор маркеров перетренированности.

*Список использованных источников:*

1. Injuries reduce chances athletes to successful performance: a systematic review / Drew M.C [et al.] // Br J Sport Med. – 2017. – P.1209–1214.

2. Modulation of exercise-induced hormesis: less mean more? / Pick J.M [et al.] // J Appl Physiol. – 2015. – P.172–189.

3. Adaptation to endurance training depends on exercise-induced oxidative stress: the use of oxidative restorative interindividual variability / Margaritelis N.V. [et al.] // Acta Physiol (Oxf). – 2018.

4. Blood Biomarker Profling and Monitoring for High-Performance Physiology and Nutrition: Current Perspectives, Limitations and Recommendations / Charles R. Pedlar [et al.] // Sports Medicine. – 2019. – P.185–198.

5. Rethinking the standard of care for professional athletes / Poma S. [et al.] // Wedge Sport Med. – 2016. – P.269–274.

6. Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant nutrition strategies in sports. / Pingitore A. [et al.] // Nutrition Journal. – 2015. – P.916–922.

7. Debunking Myths About Training Load, Injuries, and Performance: Empirical Evidence, Hot Topics, and Recommendations for Practitioners / Gabbet T.J. // BJ Sport. – 2018.

8. Евгина, С.А. Современные теория и практика референтных интервалов / С.А. Евгина, Л.И. Савельев // Лабораторная служба. – 2019. – №8(2). – С.36–44.

9. Определение референтных интервалов биохимических показателей крови с учетом вида спорта при выполнении тренировочных нагрузок различной направленности / И.Л. Гилеп [и др.]. – Минск: Спортивная прикладная наука, 2021. – 28 с.

*18.04.2022*

УДК 796.1: 612

## ПЕРЕНОСИМОСТЬ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ НАГРУЗОК В ПЛАВАНИИ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КРОВИ

**И. Л. Гилеп, канд. хим. наук, доцент,**
**Н. В. Шведова,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация*

*Соревнования представляют собой нагрузку на пределе функциональных возможностей организма спортсменов и важно отслеживать особенности метаболизма по биохимическим показателям крови. Для оценки переносимости соревновательных нагрузок определяли показатели мочевины, глюкозы, триглицеридов, КФК, АСТ, АЛТ. Полученные данные свидетельствуют о высоком мышечном напряжении, приводящем к увеличению проницаемости клеточных мембран на фоне незавершенности восстановительных процессов на следующее утро после второго дня соревнований. Однако мобилизация энергетических источников оставалась в пределах нормы.*

## COMPETITIVE LOADS IN SWIMMING ACCORDING TO BIOCHEMICAL BLOOD INDICATORS

*Abstract*

*Competitions are a load at the limit of the athletes' functional capabilities and it is important to monitor the characteristics of metabolism according to biochemical blood parameters. To assess the tolerance of competitive loads, the indicators of urea, glucose, triglycerides, CPK, AST, ALT have been determined. The data obtained indicate a high muscle tension leading to an increase in the permeability of the cell membranes due to incomplete recovery processes that occur the morning after the second day of a competition. However, the mobilization of energy sources remained within the normal range.*

*Введение*

Соревновательная нагрузка представляет собой интенсивную, часто максимальную работу, связанную с выполнением соревновательной деятельности. Как результат выполнения такой работы спортсмены могут достичь уровня предельных функциональных напряжений организма, но при этом выполнить нагрузку, которая непосильна в тренировочных занятиях. Все функциональные изменения, происходящие в организме спортсмена во время физической нагрузки, отражаются в изменении биохимических показателей крови. Биохимические показатели характеризуют состояние метаболизма работающих органов, таких как сердце, скелетная мускулатура, печень, и основных обменных процессов: углеводного, липидного, белкового. Большинство биохимических показателей у спортсменов в состоянии покоя находится в пределах клинической нормы здоровых людей. Однако важно учитывать индивидуальные особенности метаболизма спортсменов, связанные с регулярными физическими нагрузками, уровнем квалификации, местом проведения соревнований. Было показано, что референтные интервалы большинства показателей у спортсменов имеют более узкий диапазон по сравнению с физиологической нормой, принятой для здоровых людей [1].

Среди наиболее информативных биохимических показателей, отражающих влияние физической нагрузки на деятельность разных систем организма, оценивали активность внутриклеточных ферментов, таких как креатинфосфокиназа (КФК), аспартатаминотрансфераза (АСТ), аланинаминотрансфераза (АЛТ). Контрольными показателями мобилизации углеводных и липидных источников энергии были концентрация глюкозы и триглицеридов в крови. По изменению содержания глюкозы в крови можно судить о мобилизации углеводов, которые являются основным энергетическим субстратом в организме человека. Концентрация триглицеридов в крови является одним из показателей липидного обмена, отражающих мобилизацию жирового обмена в энергообеспечении организма человека. Показателем переносимости организмом нагрузки и степени восстановления после нее являлась концентрация мочевины в крови. Мочевина, являясь конечным продуктом распада белков, отражает степень вовлеченности белкового метаболизма в соревновательную нагрузку и степень активности катаболических процессов в целом в организме. Важно отметить, что этот показатель в значительной степени зависит от поступления белковых продуктов в организм спортсмена. Прием белковых препаратов или большое потребление белков с пищей может приводить к повышению мочевины [2]. Таким образом, важно учитывать характер питания и фармакологическое обеспечение при подготовке спортсменов и делать поправки при использовании концентрации мочевины в качестве показателя переносимости соревновательных нагрузок [2]. Вместе с тем использование в соревновательной деятельности закономерностей влияния различных типов тренировочных нагрузок на течение метаболических реакций, которые выражаются в изменении концентрации мочевины, необходимы.

Являясь внутриклеточным ферментом, рост активности КФК в сыворотке крови осуществляется в результате увеличения проницаемости клеточных мембран вследствие их механического или метаболического повреждения [3, 4]. Таким образом, высокая активность КФК на следующее утро после соревнований является физиологическим ответом на нагрузку. Однако на активность КФК оказывают влияние различные факторы, среди которых уровень тренированности спортсмена, пол, группы

мышц, которые участвуют в выполнении упражнения, возраст, раса, мышечная масса, направленность физической нагрузки и климатические условия, индивидуальные особенности метаболизма [4–8]. Имеются данные, свидетельствующие о большей активности КФК после упражнений, вовлекающих мышцы верхней части тела, по сравнению с упражнениями для нижних конечностей [5, 9, 10]. Таким образом, изменение активности внутриклеточных ферментов в сыворотке крови по-прежнему является предметом научных исследований. В связи с этим на сегодняшний день актуальными остаются исследования, позволяющие индивидуализировать метаболическую оценку по ряду биохимических показателей [12, 13].

*Целью исследования* являлась метаболическая оценка соревновательной нагрузки у пловцов высокой квалификации.

*Методы и организация исследования*

В исследовании принимали участие 13 спортсменов национальной команды Республики Беларусь по плаванию (8 мужчин, 5 женщин, из них 9 – МСМК, 4 – МС). Взятие крови для определения биохимических показателей осуществлялось на следующее утро после первого и второго дня соревнований, натощак. Для оценки переносимости соревновательных нагрузок определяли показатели энергетического баланса, такие как глюкоза и триглицериды; содержание внутриклеточных ферментов, таких как КФК, АЛТ, АСТ; концентрацию мочевины как показателя активности катаболических процессов. Содержание метаболитов и ферментов в крови осуществляли, используя стандартные наборы ЗАО «Диакон ДС» (Россия) с помощью полуавтоматического спектрофотометра «PV 1251C–Solar» (Республика Беларусь).

Анализ базы данных проводился с использованием программного обеспечения «SPSS Statistics 21». Для накопления данных и первичной работы с ними использована программа «Microsoft Excel 2017». Количественные данные представлены в виде медианы значений (Me) и интерквартильного размаха с описанием значений 25 и 75 перцентилей: Me (25%; 75%). Для выявления наличия взаимосвязи между количественными показателями в разных группах использовали U-критерий Манна-Уитни. Статистически значимые различия для парных наблюдений определяли с использованием критерия Уилкоксона (W). При проведении множественных сравнений с целью минимизации ошибок первого рода использовали поправку Бонферрони. Критическое значение уровня значимости принимали равным 0,05.

*Результаты исследования и их обсуждение*

Всех спортсменов разделили на 4 группы с учетом квалификации и пола. Анализ биохимических показателей показал, что статистически значимые различия между группами выявлены в активности КФК (таблица 1).

Таблица 1 – групповые биохимические показатели крови спортсменов с учетом квалификации и пола

| Биохимические показатели | День соревнований | Квалификация, пол | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | МСМК, м | МС, м | МСМК, ж | МС, ж |
| | | 1 группа | 2 группа | 3 группа | 4 группа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Мочевина, ммоль/л | утро 1 день | 6,65 (5,2; 8,08) | 6,8 (6,45; 7,15) | 6,09 (5,32; 6,65) | 7,17 (6,85; 7,48) |
| | утро 2 день | 5,75 (5,1; 5,98) | 5,9 (5,6; 6,3) | 5,93 (5,59; 6,08) | 7,1 |
| КФК, Ед/л | утро 1 день | 335*[3,4] (299; 384,3) | 390,5*[3,4] (312,3; 468,8) | 143,4*[1,2] (121,9; 252,3) | 165,9*[1,2] (131,8; 200,1) |
| | утро 2 день | 601,5 (351; 849,3) | 560*[3] (436,0; 677,0) | 220,5*[2] (196,5; 387) | 163 |
| АСТ, Ед/л | утро 1 день | 23,6 (21,4; 29,7) | 33,2 (28,8; 37,5) | 27,6 (26,4; 30,6) | 27,1 (24,9; 29,2) |
| | утро 2 день | 30,6 (28,4; 45,0) | 34,9 (32,2; 35,0) | 28,8 (25,3; 29,7) | 34,9 |
| АЛТ, Ед/л | утро 1 день | 21,0 (17,0; 26,2) | 22,7 (20,1; 25,3) | 23,6 (21,4; 28,4) | 15,7 (15,7; 15,7) |
| | утро 2 день | 21,0 (16,2; 32,3) | 21,0 (19,1; 23,6) | 21,0 (17,0; 26,2) | 22,2 |
| АСТ/АЛТ | утро 1 день | 1,70 (0,81; 2,0) | 1,45 (1,42; 1,47) | 1,13 (1,0; 1,3) | |
| | утро 2 день | 1,44 (1,28;1,74) | 1,41 (1,38; 1,72) | 1,43 (1,1; 1,69) | |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| .КФК/АСТ | утро 1 день | 12,6*3 (11,1; 14,9) | 14,0*3 (9,8; 18,0) | 5,75*1,2 (5,1; 8,35) | |
| | утро 2 день | 16,9*3 (10,7; 22,0) | 16,0*3 (13,3; 19,4) | 8,1*1,2 (5,75; 10,05) | |
| Глюкоза, ммоль/л | утро 1 день | 4,7 (4,63; 4,98) | 5,1 (5,1; 5,1) | 4,56 (4,43; 4,68) | 4,13 (4,12; 4,15) |
| | утро 2 день | 5,05 (4,83; 5,18) | 4,98 (4,94; 5,69) | 4,93 (4,81; 5,08) | 5,19 (4,96; 5,65) |
| ТГ, ммоль/л | утро 1 день | 1,02 (0,93; 1,23) | 1,19 (1,09; 1,3) | 1,09 (0,9; 1,1) | 0,75 (0,74; 0,75) |
| | утро 2 день | 0,85 (0,81; 0,86) | 1,0 (0,91; 1,02) | 0,82 (0,75; 0,87) | 0,64 |
| Примечание: * – значимые различия между группами по U-критерию Манна-Уитни, (P<0,05). | | | | | |

Активность КФК в группах мужчин значительно выше, чем в женских группах. Это связано с тем, что у представителей мужского пола мышечная масса выше, чем у женщин. В тоже время активность КФК во всех группах увеличивается на утро после второго соревновательного дня по сравнению с первым днем соревнований. Данная особенность свидетельствует о росте напряженности мышечной системы. При этом индекс повреждения мышечной ткани (КФК/АСТ) у мужчин во всех группах выше 10 как после первого дня соревнований, так и после второго. Известно, что если соотношение КФК/АСТ выше 10, то такие значения указывают на повреждение скелетной мускулатуры [2, 11]. Индекс повреждения мышечной ткани увеличивается в среднем по группам утром после второго дня соревнований по сравнению с показателями утра после первого дня соревнований, что свидетельствует о росте повреждений в мышечной системе. Однако у женщин соотношение КФК/АСТ находилось в пределах клинической нормы (таблица 1). У мужчин, как у МСМК, так и у МС, индекс повреждения мышечной ткани значимо выше, чем у женщин. Максимальное значение соотношения КФК/АСТ наблюдалось утром после второго дня соревнований в группе мужчин, МСМК, и соответствовало 33,3.

Активность АСТ в целом по группам увеличивается незначительно, а АЛТ практически не изменяется как утром после первого дня соревнований, так и утром после второго дня соревнований. Данные внутриклеточные ферменты отражают состояние метаболизма миокарда, печени, скелетной мускулатуры. Принято ассоциировать увеличение активности АСТ с повреждениями кардиомиоцитов, а увеличение активности АЛТ с повреждением гепатоцитов [4]. Коэффициент де Ритиса (АСТ/АЛТ) отражает направленность процессов повреждения клеток, где отклонение от нормы (1,33±0,42 или 0,91-1,75) свидетельствует либо о повреждении печени (ниже нормы), либо о повреждении миокарда (выше нормы). Соотношение АСТ/АЛТ в среднем по группам находилось в пределах нормальных величин во всех исследуемых группах (таблица 1). Максимальное значение коэффициента де Ритиса наблюдалось утром после второго дня соревнований в группе мужчин, МСМК, и соответствовало 2,03.

В таблице 2 представлен индивидуальный биохимический ответ организма четырех спортсменов разной квалификации и пола на соревновательную нагрузку. Проведенные исследования выявили существенные индивидуальные различия в активности КФК в зависимости от пола и дня соревнований. Анализ активности КФК у мужчин после второго дня соревнований по сравнению с первым показал увеличение в 2,64 раза у МСМК, в то время как у МС – в 1,45 раз. Такая же закономерность наблюдается у женщин, однако величины активности КФК значительно ниже (таблица 2).

Проведенные исследования показали, что концентрация мочевины во всех исследуемых группах как у мужчин, так и у женщин находилась в пределах нормальных величин и немного снижалась на следующее утро после второго дня соревнований по сравнению с утром после первого соревновательного дня. Однако анализ индивидуальных значений показал, что у ряда спортсменов наблюдается существенное снижение концентрации мочевины – на 17% и 29% у МСМК и МС соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Индивидуальный биохимический ответ организма на соревновательную нагрузку

| № п/п | Квалификация, пол | День соревнований | Мочевина, ммоль/л | КФК, Ед/л | АСТ, Ед/л | АЛТ, Ед/л | Глюкоза, ммоль/л | ТГ, ммоль/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | МСМК, м | утро 1 день | 6,0 | 325 | 21 | 20,5 | 4,9 | 1,35 |
| | | утро 2 день | 5,0 | 859 | 45,4 | 23,2 | 5,4 | 0,97 |
| 2 | МС, м | утро 1 день | 7,5 | 547 | 24,4 | 17,5 | 5,1 | 0,98 |
| | | утро 2 день | 5,3 | 794 | 34,9 | 17,2 | 5,0 | 1,03 |
| 3 | МСМК, ж | утро 1 день | 6,0 | 65,1 | 26,1 | 23,2 | 4,7 | 1,1 |
| | | утро 2 день | 6,7 | 117,1 | 27,9 | 25,5 | 4,2 | 0,88 |
| 4 | МС, ж | утро 1 день | 7,1 | 97,6 | 22,7 | 15,7 | 4,1 | 0,75 |
| | | утро 2 день | 7,1 | 163 | 34,9 | 22,2 | 4,6 | 0,64 |

Известно, что снижение уровня мочевины в ответ на повышение нагрузки необходимо расценивать как незавершенность восстановительных процессов, когда создаются условия для торможения процессов образования мочевины [2]. Подобное состояние может свидетельствовать о неполном восстановлении организма после первого дня соревнований. Для предотвращения появления переутомления на фоне соревновательных нагрузок необходимо включать дополнительные тренировочные и внетренировочные средства восстановления. Важно продолжать мониторинг процессов восстановления после соревнований по биохимическим показателям крови, так как именно изменения в крови наиболее полно отражают текущее состояние обмена веществ в организме спортсмена.

Анализ данных, отражающих мобилизацию энергетических субстратов в метаболизм, показал, что концентрации глюкозы и триглицеридов находились в пределах клинической нормы во всех группах, что свидетельствовало о сбалансированном углеводном и липидном обменах.

*Заключение*

Полученные данные свидетельствуют о том, что у пловцов в процессе соревнований значительно увеличивается активность КФК в крови, что свидетельствует о высоком мышечном напряжении, приводящем к увеличению проницаемости клеточных мембран, как вследствие механического повреждения, так и метаболического стресса, обусловленного образованием свободных радикалов. Эти данные подтверждались высокими значениями индекса повреждения мышечной ткани у мужчин как у МСМК, так и МС. При этом у отдельных спортсменов наблюдалась незавершенность восстановительных процессов на следующее утро после второго дня соревнований. Однако показатели мобилизации энергетических источников оставались в пределах нормальных величин. Соревнования представляют собой нагрузку на пределе функциональных возможностей, где наиболее яркие изменения наблюдаются в более подготовленном организме.

В результате выполненного исследования проведен мониторинг наиболее информативных биохимических показателей, отражающих влияние физической нагрузки на деятельность разных систем организма. Практическая ценность данного исследования заключается в том, что, анализируя динамику биохимических показателей во время соревнований, можно проследить кумулятивный метаболический ответ организма спортсмена на нагрузку. Данные исследования могут способствовать подбору восстановительных мероприятий, соревновательных тактических приемов и режимов питания для того, чтобы не вызывать деструктивные изменения в системах организма.

*Список использованных источников*

1. Определение референтных интервалов биохимических показателей крови с учетом вида спорта при выполнении тренировочных нагрузок различной направленности / И.Л. Гилеп, А.Н. Будко, С.О. Гаврилова, Н.В. Шведова Н.В. Шераш // Прикладная спортивная наука. – 2021. – №1(13). – С.28–37.

2. Научно-методическое обеспечение подготовки спортивного резерва Республики Беларусь по группам видов спорта с использованием методов клинико-лабораторной диагностики: практ. пособие / А.И. Нехвядович [и др.]. – Минск, 2018. – 46 с.

3. Хайтин, В.Ю. Уровень креатинфосфокиназы крови как критерий восстановления у профессиональных футболистов в соревновательном периоде / В.Ю. Хайтин, С.В. Матвеев, М.Ю. Гришин // Спортивная медицина: наука и практика. – 2019. – №4. – С.22–27. – doi: 10.-17238/ISSN2223-2524.2018.4.22. – URL: https://rucont.ru/efd/682895 (дата обращения: 16.03.2022).

4. Мониторинг активности ферментов в спорте высших достижений / И.Л. Рыбина, А.И. Нехвядович, А.Н. Будко, Е.А. Мороз // Прикладная спортивная наука. – 2017. – №2(6). – С.62–71.

5. Ширковец, Е.А. Вариативность клинико-лабораторных маркеров адаптации организма спортсменов высокой квалификации к тренировочным нагрузкам / Е.А. Ширковец, И.Л. Рыбина // Вестник спортивной науки. – 2018. – №2. – С.21–25.

6. Koch, A.J. The creatine kinase response to resistance exercise / A.J. Koch, R. Pereira, M. Machado // J. Musculoskelet Neuronal. Interact. – 2014. – №14(1). – P.68–77.

7. Gleeson, M. Biochemical and immunological markers of overtraining / M. Gleeson // Journal of Sport Science and Medicine. – 2002. – №1. – P.31–41.

8. Carmo, F.C. Variability in resistance exercise induced hyperglycemia / F.C. Carmo, R. Pereira, M. Machado // Isok. Exerc. Sci. – 2011. – №19. – P.191–197.

9. Jamurtas, A.Z. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage / A.Z. Jamurtas, V. Theocharis, T. Tofas, A. Tsiokanos, C. Yfanti, V. Paschalis, Y. Koutedakis, K. Nosaka // European Journal of App lied Physiology. – 2005. – №95. – P.179–185.

10. Saka, T. Differences in the magnitude of muscle damage between elbow flexors and knee extensors eccentric exercises / T. Saka, A. Bedrettin, Z. Yazici, U. Sekir, H. Gur, Y. Ozarda // J Sports Sci. Med. – 2009. – №8. – P.107–115.

11. Иванчикова, Н.Н. Лабораторные методы контроля подготовленности гребцов-академистов: практ. пособие / Н.Н. Иванчикова. – Минск, 2017. – 28 с.

12. Перспективные направления лабораторной диагностики в спорте и фитнесе / Г.М. Загородный [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2021. – №3(11). – С.18–27.

13. Загородный, Г.М. О совершенствовании научно-методического и медицинского обеспечения подготовки спортсменов национальных и сборных команд республики Беларусь / Г.М. Загородный // Прикладная спортивная наука. – 2018. – №1(7). – С.92–98.

*13.04.2022*

УДК 797.122.2

## ОТБОР, ОРИЕНТАЦИЯ И СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ В ПОДГОТОВКЕ ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ СБОРНОЙ КОМАНДЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Л. М. Шкуматов, канд. биол. наук,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»;
**Е. А. Мороз,**
Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»;
**А. Л. Захаревич,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»;
**В. В. Шантарович, Заслуженный тренер Республики Беларусь, доцент,**
Учреждение «Республиканский центр олимпийской подготовки по гребным видам спорта»

*Аннотация*

*В статье представлены данные по энергетическому обеспечению мышечной деятельности членов основного и переменного состава национальной команды Республики Беларусь по гребле на байдарках (мужчины). Испытуемые выполняли на тренажере-эргометре Dansprint либо тест 3х500 м, либо тест 3х1000 м с возрастающей скоростью от умеренной до максимальной. На другой день они же выполняли тесты 500 м и 1000 м с максимальной скоростью. На основании полученных результатов оценивали предрасположенность*

*спортсменов к определенным дистанциям. Показано, что изучение энергетических факторов может применяться для ориентации спортсменов относительно выбора дистанции, для обнаружения дефектов техники.*

## SELECTION, ORIENTATION AND SPECIALIZATION IN THE PREPARATION OF KAYAKERS IN THE NATIONAL TEAM OF THE REPUBLIC OF BELARUS

*Abstract*

*The article presents data on the energy supply of muscular activity of the main and alternating members of the national kayaking team (men) of the Republic of Belarus. Subjects performed either the 3x500m test or the 3x1000m test on the Dansprint ergometer at increasing speeds from moderate to maximum. On the next day, they also performed the 500 m and 1000 m tests at maximum speed. Based on the obtained results, the predisposition of athletes to certain distances has been assessed. It is shown that the study of energy factors can be used to guide athletes regarding the choice of distance, to detect technical defects.*

*Введение*

Термин отбор был привнесен в спортивную науку из теории видообразования в дикой природе или сорто- (породо-) формирования в сельском хозяйстве. Естественный в природе или искусственный отбор в сельскохозяйственной деятельности предполагают просто выбраковку. Спортивный отбор среди атлетов не массовых разрядов, имеющих стаж занятий в несколько лет, не столь радикален и нацелен, скорее, на ориентацию и специализацию.

Целенаправленная многолетняя подготовка и воспитание спортсменов высокого класса – это сложный процесс, качество которого определяется целым рядом гетерогенных и гетерохронных факторов. Один из таких факторов – отбор одаренных детей и подростков, их спортивная ориентация. Спортивный отбор – это комплекс мероприятий, позволяющих определить высокую степень предрасположенности (одаренности) ребенка к тому или иному роду спортивной деятельности (виду спорта) [1, 2].

Несмотря на то, что проблеме спортивного отбора уже давно уделяется большое внимание, ее актуальность не только не снижается, а приобретает новые черты. Это связано с тем, что существующая практика отбора в спорте пока не может быть оценена как достаточно эффективная и соответствующая современным требованиям. Наборы в спортивные секции проводятся без учета антропометрических данных и контрольных нормативов из-за ограниченного числа претендентов. Однако и в советские времена, когда желающих заниматься было гораздо больше, отбор на ранних стадиях тренировочного процесса не основывался исключительно на антропометрии и контрольных нормативах. В противном случае мир бы не узнал шестикратного олимпийского чемпиона 1992 года В. Щербо, по жизни склонного к полноте.

В проблеме спортивного отбора ранее внимание акцентировалось на начальном этапе, при наборе юных спортсменов в группы [3]. Однако к настоящему времени по этому вопросу сформировались следующие представления. В отличие от многих профессий, где отбор производится только в начале производственной деятельности, в спорте он осуществляется многократно на протяжении всей профессиональной карьеры спортсмена [4, 5].

С терминами способность, талант в спорте высших достижений тесно связано понятие перспективности. Действительно, принимая ребенка в группу, тренер пытается разглядеть в нем задатки выдающегося спортсмена. В то же время, готовя Заслуженного мастера спорта к ответственному старту, ищут ответ лишь на один вопрос – как он там выступит. О таланте или перспективности в спорте с уверенностью можно говорить лишь при ретроспективном анализе, когда спортивная карьера завершена и произошла его полная манифестация.

Однако в многолетней подготовке спортсменов высокой квалификации правильная ориентация на определенную дистанцию (специализация) может играть решающую роль.

В безуключинной гребле (на байдарках и каноэ) в Беларуси есть положительные примеры универсальности. Так, Р. Петрушенко и В. Махнев становились бронзовыми призерами на 500 м (К-2) в Афинах 2004, золотыми на 1000 м (К-4) и бронзовыми на 500 м (К-2) в Пекине 2008, серебряными на 200 м (К-2) в Лондоне 2012. В то же время смена дистанции может негативно сказаться на успешности выступлений на высшем уровне. Исключением С-1, 500 м после Пекина у мужчин из программы ОИ, негативно отразилось на Д. Гараже. Он был, пожалуй, лучшим в олимпийском цикле 2008–2012 на дистанции 500 м (на чемпионатах мира 2009, 2010 – золото, 2011 – серебро). На ОИ 2012 в Лондоне Д. Гаража занял лишь пятое место на дистанции 200 м.

В связи со сказанным представляется, что все более узкая специализация – магистральный путь развития современного спорта высших достижений. Несмотря на наличие систем, например, системы выявления и развития талантов (TIDS) [6] и даже технологий [1] проблемы отбора, ориентации и специализации в профессиональном спорте вообще и гребле на байдарках и каноэ в частности, и в настоящее время весьма актуальны.

Достоверно известно, что в циклических видах спорта анаэробные возможности довольно тесно коррелируют с результатом на более коротких дистанциях, а аэробные – на более длинных.

*Цель исследования*

Определение работоспособности и энергетического обеспечения при прохождении тестовых дистанций на 500 и 1000 м на тренажере-эргометре Dansprint при трехкратном прохождении с возрастающей скоростью и однократно с максимальным усилием. На основании этих данных попытаться оценить предрасположенность спортсменов к определенным дистанциям.

*Методы и организация исследования*

В обследовании приняло участие 17 членов основного и переменного состава национальной команды Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ в возрасте 19–24 лет. Спортсмены имели квалификацию: 13 – МСМК, 4 – МС.

Концентрацию лактата определяли электрохимическим методом на анализаторе глюкозы и лактата «BIOSEN» (Германия).

Эргоспирометрическое тестирование проводилось на гребном эргометре «Dansprint» с использованием метабографа Cosmed K-5 (Cosmed, Италия) в два этапа. Первый этап: трехступенчатое прохождение дистанции 1000 м или 500 м с повышающейся мощностью. Интервалы отдыха между первой и второй ступенью составляли 4 мин, между второй и третьей (максимальной) – 6 мин. Забор крови для определения концентрации лактата в капиллярной крови проводили до нагрузки, на третьей минуте восстановления после каждой ступени и на восьмой минуте восстановления после третьей ступени. Второй этап: прохождение дистанции 500 м, 1000 м с максимальной мощностью. Содержание лактата в сыворотке крови определяли до нагрузки на третьей, шестой, десятой, пятнадцатой, двадцатой, тридцатой, сороковой минуте периода восстановления.

Объем механической работы, количество АТФ, затраченное на ее выполнение, количество АТФ, синтезированное за счет анаэробного гликолиза и окислительного фосфорилирования, определялось, как описано нами ранее [7–10].

*Результаты исследования и их обсуждение*

В таблице 1 приведены индивидуальные данные и результаты. Это – № – порядковые номера спортсменов, участвующих в исследовании. Концентрация лактата до нагрузки ($C_1$, ммоль/л). Максимальной концентрации лактата в крови после прохождения дистанции с максимальной мощностью Cmax(b) ммоль/л. Время прохождения дистанции с максимальной скоростью в сек. Механическая мощность работы, Вт. Под цифрой «3» отмечены данные относительно третьей ступени теста 3х500 м и 3х1000 м. Под цифрой «1» – разово максимально 500 м и 1000 м.

Из представленных данных следует, что практически с одинаковым результатом оба теста прошел лишь четвертый спортсмен: за 245 и 246 с на третьей ступени теста 3х1000 м и 1000 м разово соответственно. Второй и третий спортсмены существенно улучшили результаты при разовом прохождении по сравнению с тестом 3х1000 м. В то же время первый, пятый и шестой гребцы разовую дистанцию прошли на 3–7 с хуже,

чем третью ступень теста 3х1000 м. Скорее всего, такое положение дел связано с неправильной раскладкой усилий в тесте 3х1000 м у отдельных гребцов. В частности, у второго и третьего спортсмена гликолиз был активирован не только после третьей или второй, но даже после первой ступени. При этом второй гребец третью ступень прошел хуже, чем вторую.

Таблица 1 – Сопоставление эргометрических показателей на третьей ступени теста и одиночного прохождения

| № | $C_1$, ммоль/л | | Cmax(b), ммоль/л | | Время, с | | Мощность, Вт | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| | 1000 м | | | | | | | |
| 1 | 1,13 | 1,92 | 17,03 | 16,92 | 229 (19) | 232↑(22) | 279 | 268 |
| 2 | 1,63 | 2,18 | 19,95 | 16,67 | 254,6(33) | 245↓(23) | 207 | 226 |
| 3 | 1,44 | 2,29 | 20,27 | 19,03 | 247,9(28) | 240↓(20) | 230 | 245 |
| 4 | 1,44 | 2,29 | 20,27 | 19,03 | 247,9(28) | 240↓(20) | 230 | 245 |
| 5 | 1,81 | 1,78 | 16,56 | 15,26 | 233,2(17) | 237↑(21) | 284 | |
| 6 | 2,09 | 2,18 | 19,67 | 14,63 | 234,5(20) | 241,3↑(26) | 276 | 258 |
| 7 | | 1,98 | | 19,23 | | 242,7(12,7) | | 226 |
| 8 | | 2,38 | | 20,63 | | 242(17) | | 243 |
| | 500 м | | | | | | | |
| 9 | 1,79 | 2,38 | 18,35 | 18,7 | 108(10) | 109↔(11) | 326 | 321 |
| 10 | 1,66 | 1,79 | 16,26 | 16,86 | 106,2(7,2) | 106,8↔(7,8) | 354 | 347 |
| 11 | 1,9 | 2,49 | 14,84 | 17,99 | 106,5(7,5) | 106,4↔(7,4) | 348 | 352 |
| 12 | 2,32 | 3,01 | 15,08 | 16,87 | 105(5,5) | 107,3↑(7,8) | 363 | 353 |
| 13 | 1,42 | 2,73 | 21,2 | 22,38 | 107,3 | 107↔ | 335 | 338 |
| 14 | 1,48 | 2,2 | 19,89 | 21,45 | 109,3(5,3) | 107,4↓(3,4) | 328 | 344 |
| 15 | 1,31 | 1,87 | 15,84 | 15,64 | 107,2 (7,2) | 107,4↔ | 335 | 332 |
| 16 | 1,56 | | 17,6 | | 107,5(8,5) | | 328 | |
| 17 | 1,49 | 3,41 | 22,61 | 21,96 | 107,7(7,7) | 108,1↔ | 335 | 330 |
| 1 | | 3,59 | | 17,19 | | 103,6 | | 364 |
| 6 | | 1,36 | | 16,02 | | 109 | | 336 |

Примечание: ↑ – результат разового прохождения хуже, чем на 3 ступени; ↓ – результат лучше; ↔ – результат не изменился.

Ухудшение результатов у первого, пятого и шестого гребцов на байдарках при разовом прохождении, возможно, связано с усталостью или ослаблением мотивации. Однако, этому феномену может быть дано и другое объяснение. А именно: первый, пятый и шестой гребцы по энергетическим показателям предрасположены к выступлениям на дистанции 1000 м, поэтому первые две ступени их организмами воспринимаются как разминка, способствующая развертыванию аэробных энергетических возможностей. При одноразовом прохождении эти возможности просто не успевают полностью раскрыться.

Практически все спортсмены 3 ступень теста 3х500 м и 500 м разово прошли с одинаковой скоростью. Только двенадцатый гребец последнюю ступень теста 3х500 м прошел на 2,3 с лучше, а четырнадцатый гребец на 1,9 с хуже.

При правильном прохождении теста 3х500 м: 1 ступень – 2'15'', 2 ступень – 2'05'', 3 ступень – максимально, практически все спортсмены первую ступень прошли в аэробном режиме, прирост концентрации лактата в крови составил по сравнению с покоем менее 4 ммоль/л. Несколько большая разница у тринадцатого гребца, по-видимому, обусловлена большей скоростью прохождения первой ступени – 2'08''. Однако, после 2 ступени признаки активации гликолиза отмечены у девятого, тринадцатого, четырнадцатого, семнадцатого гребцов. Уровень лактата на 3 мин после завершения 2 ступени составил у них 8–10 ммоль/л при разнице с уровнем покоя в 6,5–9,5 ммоль/л.

Данные по энергообеспечению однократного прохождения дистанции 1000 м и 500 м с максимальной мощностью представлены в таблице 2. Механическая работа, выполненная при прохождении дистанции (А, Дж). Количество АТФ, затраченное на осуществление мышечной деятельности при выполнении работы (n(АТФ)t, моль). Максимальная концентрация лактата, зафиксированная в крови (Cmax(b), ммоль/л).

Изменение концентрации лактата в объеме распределения (ΔC(v), ммоль/л). Количество АТФ, образовавшегося в результате гликолиза (n(АТФ)gl, моль). Вклад гликолиза в энергетику упражнения ($p_{gl}$, %). Количество АТФ, ресинтезированное в процессе окислительного фосфорилирования ($n(АТФ)_{of}$, моль). Вклад окислительного фосфорилирования в энергетику упражнения ($p_{of}$, %). Сумма вкладов гликолиза и окислительного фосфорилирования в энергетику упражнения (сумма, %).

Таблица 2 – Время прохождения, выполненная работа, затраченное на ее выполнение количество АТФ и вклады анаэробного гликолиза и окислительного фосфорилирования

| № | Время, с | A, Дж | n(АТФ)t, моль/л | Cmax(b), ммоль/л | ΔC(v), ммоль/л | n(АТФ)gl, моль | $p_{gl}$, % | n(АТФ)of, моль | $p_{of}$, % | Сумма |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1000 м | | | | | | | | | |
| 1 | 232 | 62176 | 5,64 | 16,92 | 16,13 | 1,19 | 21,10 | 4,08 | 72,31 | 93,41 |
| 5 | 237 | 64227 | 5,83 | 15,26 | 14,98 | 1,27 | 21,75 | 4,13 | 70,84 | 92,59 |
| 3 | 240 | 58800 | 5,33 | 19,03 | 23,18 | 1,71 | 32,08 | 3,47 | 65,05 | 97,13 |
| 6 | 241,3 | 62255 | 5,65 | 14,63 | 13,64 | 1,10 | 19,57 | 4,14 | 73,38 | 92,95 |
| 8 | 242 | 58806 | 5,33 | 20,63 | 26,54 | 1,96 | 36,72 | 3,94 | 73,80 | 110,52 |
| 7 | 242,7 | 54850 | 4,98 | 19,23 | 18,38 | 1,16 | 23,28 | 3,50 | 70,32 | 93,59 |
| 2 | 245 | 55370 | 5,02 | 16,67 | 18,92 | 1,29 | 25,76 | 3,39 | 67,51 | 93,28 |
| 4 | 246 | 59778 | 5,42 | 13,8 | 14,86 | 1,20 | 22,20 | 4,05 | 74,63 | 96,83 |
| | 500 м | | | | | | | | | |
| 1 | 103,6 | 37710 | 3,42 | 17,19 | 17,62 | 1,30 | 38,02 | 1,87 | 54,60 | 92,61 |
| 11 | 106,4 | 37453 | 3,40 | 17,99 | 19,87 | 1,56 | 45,81 | 1,56 | 45,88 | 91,69 |
| 10 | 106,8 | 37060 | 3,36 | 16,86 | 24,80 | 1,94 | 57,77 | 1,33 | 39,57 | 97,33 |
| 13 | 107 | 36166 | 3,28 | 22,38 | 23,37 | 1,75 | 53,21 | 1,44 | 43,90 | 97,11 |
| 12 | 107,3 | 37877 | 3,44 | 16,87 | 16,63 | 1,39 | 40,51 | 1,69 | 49,19 | 89,70 |
| 15 | 107,4 | 35657 | 3,23 | 15,64 | 19,33 | 1,43 | 44,11 | 1,55 | 47,85 | 91,97 |
| 14 | 107,4 | 36946 | 3,35 | 21,45 | 22,08 | 1,75 | 45,23 | 1,47 | 43,99 | 96,17 |
| 17 | 108,1 | 35673 | 3,24 | 21,96 | 23,84 | 1,76 | 54,38 | 1,87 | 57,66 | 112,04 |
| 9 | 109 | 34989 | 3,17 | 18,7 | 22,84 | 1,64 | 51,81 | 1,48 | 46,63 | 98,45 |
| 6 | 109,0 | 36624 | 3,32 | 16,02 | 18,15 | 1,47 | 44,27 | 1,92 | 57,68 | 101,95 |

Емкость гликолиза у третьего спортсмена составила по АТФ 1,75 моль, а у восьмого байдарочника даже 1,96 моль. Это, вероятно, указывает на предрасположенность их к спринту. Возможно, что первому лучше сосредоточиться на дистанции 500 м, а второму на 200 м. Конечно, на следующих ОИ 2024 в Париже дистанции К-1, 200 м не предвидится, но на остальных крупных соревнованиях (чемпионаты мира, Европы, этапы кубка мира) эта дистанция, безусловно, будет присутствовать. У второго спортсмена в тесте 3х1000 м, активация гликолиза отмечалась уже после первой ступени, но при разовом прохождении 1000 м – отмечена обычная емкость гликолиза 1,29 моль по АТФ, при явно недостаточной емкости окислительного фосфорилирования 3,39 моль – это худший результат из всех испытуемых.

В ходе тестирования были получены данные (здесь не приведены), что уровень лактата после упражнения и даже разница между уровнем лактата после и до упражнения не вполне адекватно отражают активность анаэробного гликолиза и его вклад в энергетику упражнения. Так, если сравнить эти показатели у первого и десятого гребца, то концентрация на максимуме у первого на 2% больше, чем у второго: 17,19 ммоль/л и 16,86 ммоль/л, разница концентрации после и до упражнения уже на 10% больше у десятого – на 15,07 ммоль/л против 13,6 ммоль/л. С учетом того, что масса десятого спортсмена на 6% больше, чем у первого спортсмена по обычным оценкам следовало бы ожидать, что емкость гликолиза по АТФ у десятого будет на 15–20% больше, чем у первого. Но на самом деле она оказалась больше на 50% – 1,94 моль против 1,30 моль.

Полученные эргометрические данные по трех- и одноразовому прохождению дистанции 500 м (таблица 1) свидетельствуют, что, как и на дистанции 1000 м, лучшее время показал первый байдарочник – 103,6 с. Вторым был одиннадцатый спортсмен,

отстав на 2,8 с от первого гребца. У остальных восьми человек отставание составило от 3,2 с – у десятого спортсмена, до 5,4 с – у девятого и шестого гребцов.

У спортсменов практически с одинаковой массой тела – тринадцатого (83 кг), пятнадцатого (82 кг), семнадцатого (82 г), девятого (80 кг) – отставание составило практически такую же величину, как и для всей выборки.

Только с позиции энергетического баланса объяснить различия в результатах не представляется возможным. Так у семнадцатого байдарочника при одинаковой массе с первым гребцом результат на 4,5 секунды хуже. И это несмотря на то, что общий расход АТФ из гликолиза и окислительного фосфорилирования у него 3,63 моль, а у первого – 3,17 моль, т.е. почти на 16% больше. При этом совместное количество у семнадцатого составляет 112% от количества АТФ необходимого для выполнения механической работы в 35673 Дж. Это, как и в случае с восьмым на 1000 м, указывает на значительное снижение эффективности гребли у спортсмена. Это в свою очередь сможет быть обусловлено ошибками в приложении усилий, т.е. техническими погрешностями.

*Заключение*

1. Лучшее время в обоих тестах показал первый спортсмен. При этом емкость гликолиза по АТФ, как и вклад в энергетику обоих упражнений у него практически наименьшие из всех испытуемых. Что указывает на предпосылки к улучшению результатов в предстоящем сезоне на дистанции 500 м и 1000 м. Улучшение результатов может реализоваться при полном совпадении объективных и субъективных факторов, способствующих высоким результатам. Впрочем, это утверждение относится ко всем испытуемым.

2. Полученные результаты свидетельствуют, что дистанция 1000 м великовата для третьего байдарочника. Об этом говорят два обстоятельства: разово он прошел дистанцию почти на 8 с лучше, чем третью ступень теста 3х1000 м. Причем продемонстрировал высокую (примерно на 30% большую) мобилизацию, чем у «типичных тысячников».

3. Двенадцатый спортсмен при разовом прохождении дистанции 500 м показал на 2,3 с результат хуже, чем на третьей ступени теста 3х500 м. Возможно, это указывает на предрасположенность к более длинной дистанции – 1000 м. В пользу этого говорит относительно малый вклад гликолиза в энергетику упражнения.

4. У тринадцатого гребца суммарный вклад гликолиза и окислительного фосфорилирования немного (на 0,5%), а у семнадцатого заметно (на 15%) больше, чем у первого спортсмена. Это свидетельствует о невозможности компенсировать недостаток аэробных возможностей за счет мобилизации анаэробных ресурсов, как у тринадцатого спортсмена, или вовсе о непродуктивном расходовании энергии, как у семнадцатого гребца.

5. Очень высокие анаэробные возможности восьмого и десятого байдарочников, возможно, указывают на их предрасположенность к спринту – 200 м.

6. Изучение энергетических факторов может применяться для ориентации и специализации спортсменов, для обнаружения дефектов техники. Ценность результатов эргометрических исследований заметно повысится при переносе их с эргометров на воду.

*Список использованных источников*

1. Давыдов, В.Ю. Технология отбора и ориентации гребцов на байдарках и каноэ в системемноголетней подготовки: пособие: в 2 ч. / В.Ю. Давыдов [и др.]. – Мозырь МГПУ им. И.П. Шамякина, 2015. – Часть 1. – 320 с.

2. Журавский, А.Ю Отбор в гребле на байдарках и каноэ: монография / А.Ю. Журавский. – Чебоксары: ИД «Среда», 2018. – 216 с.

3. Булгакова, Н.Ж. Отбор и подготовка юных пловцов / Н.Ж. Булгакова. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С.192.

4. Олешко, В.Г. Моделювання, відбір та орієнтація в системі підготовки спортсменів (на матеріалі силових видів спорту): дис. … д-ра наук з фіз. Виховання і спорту: спец. 24.00.01 // В.Г. Олешко. – Киев, 2014. – 463 с.

5. Серова, Л.К. Этапы спортивного отбора /Л.К. Серова, Д.Р. Худайназарова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2017. – №1(143). – С.184–189.

6. Retrospective analysis of anthropometric and fitness characteristics associated with long-term career progression in Rugby League / K. Till [et al.] // J. Sci. Med. Sport. – 2015. – Vol.18(3) – P.310−314.

7. Шкуматов, Л.М. Метод индивидуализации подготовки высококвалифицированных гребцов на байдарках на основе особенностей кинетики эндогенного лактата: практ. пособие / Л.М. Шкуматов, В.В. Шантарович, Е.А. Мороз. – Минск: БГУФК, 2014. – 39 с.

8. Мороз, Е.А. Оценка роли анаэробного гликолиза в энергообеспечении тестирующей физической нагрузки у гребцов на байдарках высокой квалификации на начальном этапе годичной подготовки / Е.А. Мороз, В.В. Шантарович, Л.М. Шкуматов // Прикладная спортивная наука. – 2016. – №2(4). – С.74–80.

9. Мороз, Е.А. Энергетический баланс у байдарочников при прохождении дистанции 1000 м на гребном тренажере / Е.А. Мороз, Л.М. Шкуматов, В.В. Шантарович // Прикладная спортивная наука. – 2018. – №2(8). – С.78–84.

10. Мороз, Е.А. Емкость анаэробного гликолиза и его вклад в энергетику упражнений, выполняемых гребцами на байдарках высокой квалификации / Е.А. Мороз, Л.М. Шкуматов, В.В. Шантарович // Ученые записки:сб. рец. науч. тр. / редкол.: С.Б. Репкин (гл. ред.) [и др.]; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2019. – Вып.22. – С.235–241.

*25.04.2022*

УДК УДК 616-001

# СОЧЕТАННАЯ PRP-ТЕРАПИЯ И ПРОФИЛАКТИКА РЕЦИДИВОВ ТРАВМ В СПОРТЕ

**Г. М. Загородный, канд. мед. наук, доцент,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»;
**А. В. Платонов, канд. мед. наук, доцент,**
**К. А. Самушия, канд. мед. наук,**
Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»;
**А. С. Ясюкевич,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация*
*В статье представлен обобщенный результат проведенного анализа более 100 литературных современных научных источников по применению обогащенной тромбоцитами плазме. Эффективность PRP различных форм и в сочетании с препаратами гиалуроновой кислоты, кортикостероидами, озоном изучена авторами. Профилактика травматизма в период лечения травм у спортсменов с применением кинезиотейпирования обобщена исходя из собственного опыта работы.*

# COMBINED PRP-THERAPY AND PREVENTION OF RECURRENCE OF INJURIES IN SPORT

*Abstract*
*The review article presents an analysis of more than 100 modern literary scientific sources on platelet-rich plasma. The effectiveness of PRP in various forms and in combination with hyaluronic acid preparations, corticosteroids, and ozone was studied by the authors. Injury prevention during the treatment of injuries in athletes using Kinesio taping is summarized on the basis of first-hand work experience.*

Препараты растворимых факторов тромбоцитов (ПОРФТ, PRP) заняли достойное место в спортивной травматологии. Получаемые из крови жидкие или гелеобразные препараты плазмы проявляют системное действие, связанное с содержанием биологически активных веществ (ростовые факторы, цитокины и т.д.). Вследствие разнообразия методов получения и областей применения препараты плазмы пока не могут быть стандартизированы по основному действующему фактору, поэтому иногда не у всех пациентов может быть получен положительный лечебный ответ. В то же время широкая доступность изготовления PRP дает возможность использовать их как изделия медицинского назначения в аутологичном или аллогенном исполнении [1].

В Республике Беларусь метод является официально зарегистрированным Министерством здравоохранения в 2020 году.

Целью данного исследования является анализ современной научной литературы с формированием обобщенных заключений по перспективам PRP-терапии в спорте, в частности, применения различных ее форм, сравнению эффективности совместно с введением различных препаратов (кортикостериоды, гиалуроновая кислота), а также рекомендаций по сочетанию PRP-терапии с методами реабилитации (кинезиотейпировании и ЛФК).

Применение PRP является доказанным безопасным и эффективным методом. Лечение травм с помощью препаратов плазмы позволяет ускорить регенеративные

процессы в тканях, сократить сроки реабилитации и создать условия для профилактики рецидивов, а важнейшими диагностическими критериями являются критерии ВАШ, WOMAC, KOOS, индекс Лекена, функциональное тестирование, УЗИ мягких тканей и МРТ [2–4].

В научной литературе описаны десятки тысяч случаев преимущественно положительного действия PRP в целом ряде патологий коленного и тазобедренного суставов, терапии «локтя теннисиста», а также для отсрочки хирургического вмешательства. [5–10]. Высокий ИМТ и высокая степень тяжести заболевания по Kellgren-Lawrence рассматриваются как значимые факторы риска в среднесрочном периоде [11, 12].

Внутрисуставное введение PRP в колено улучшает результаты тестирования по ВАШ и WOMAC, достоверно снижая уровни эотаксина, MCP-1, MMP-1, IL-10, EGF, PDGF-AB/BB, TGF-β1 и значительно увеличивая BMP-2, COMP, Collagen type 2 и GRO [12–14, 37].

Вместе с тем, использование плазмы в различных сферах здравоохранения набирает обороты, постепенно расширяя терапевтические возможности и потенциал метода. В частности, прямая внутрияичниковая инъекция цитокинов, полученных из PRP, способствует возобновлению менструаций, овуляции и доношенному живорождению [15]. Отмечена выраженная эффективность обогащенной тромбоцитами плазмы при женской андрогенетической алопеции без серьезных побочных эффектов и особенно по сравнению с традиционными препаратами, такими как миноксидил и финастерид [16]. Аллогенный лиофилизированный лизат тромбоцитов человека на лиофилизированных хитозан-дикалийгидроортофосфате (CS/DHO) термочувствительных каркасах преодолевает ограниченную стабильность при хранении свежеприготовленных термогелей и обеспечивает новый каркас препарата для заживления ран [17].

Вместе с тем, метод имеет ограничения. Например, пациенты после применения PRP должны подождать не менее 3 месяцев до хирургического вмешательства, чтобы снизить риск инфицирования [18]. Использование внутрисуставных инъекций при хроническом гемофильном синовите также остается спорным [19]. Критериями исключения для применения ПОРФТ являются возраст до 18 лет; уровень гемоглобина в периферической крови менее 110 г/л и гематокрита менее 0,33л/л, количество тромбоцитов менее $150x10^9$/л; наличие абсолютных и относительных противопоказаний к аутодонорству крови, регламентированных «Инструкцией о порядке предоперационной заготовки аутологичной крови и ее компонентов», утвержденной приказом Минздрава РБ от 03.09.2012 г. №981.

Дискутируемый вопрос о содержании лейкоцитов в PRP – пониженном (LP-PRP) или повышенном (LR-PRP) – практически решен значительным большинством экспертов: внутрисуставные инъекции PRP с низким содержанием лейкоцитов обеспечивают клинически значимое функциональное улучшение в течение 6–12 месяцев у пациентов с остеоартрозом коленного сустава легкой и средней степени тяжести [20–25]. При этом риск местных побочных реакций оказался выше после инъекции LR-PRP по сравнению с инъекцией LP-PRP [22, 26].

Внутрикостные инъекции PRP не давали никаких дополнительных преимуществ по сравнению с внутрисуставными инъекциями в течении шести месяцев наблюдения в отношении облегчения боли и функциональной активности [27].

Касаемо кратности, значительное большинство автором рекомендуют не менее 2 внутрисуставных инъекций плазмы [2, 6, 28–30].

Ожидаемо, что инъекции PRP не влияют на увеличение толщины хряща коленного сустава в течение 6-месячного периода наблюдения [16, 30–32].

В соответствии с Консенсусом франкоязычных экспертов (PRP Injection Research Group) внутрисуставные инъекции PRP являются эффективным симптоматическим лечением остеоартрита коленного сустава легкой и средней степени тяжести в рациональном объеме до 3 инъекций. Следует отдавать предпочтение PRP с низким содержанием лейкоцитов (LP PRP), а внутрисуставные инъекции в коленный сустав необходимо выполнять под ультразвуковым или рентгеноскопическим контролем и не смешивать с внутрисуставным введением анестетиков или кортикостероидов [33].

Вместе с тем, однократная внутрисуставная инъекция PRP или глюкокортикостероидов (ГКС) безопасна и без существенных различий улучшает краткосрочные показатели боли и функции коленного сустава у пациентов с легкой и умеренной симптоматикой, но при этом PRP продемонстрировал статистически значимое улучшение функции по сравнению с ГКС в течение одного года наблюдения. Проведение трех инъекций с интервалом в неделю более эффективно, чем 1 инъекция PRP [34–36].

Вызывает практический интерес утверждение Camurcu Y (2018), что внутримышечная инъекция ГКС перед инъекцией PRP приводила к значительно лучшим клиническим результатам у пациентов легкой и средней степени тяжести по Kellgren-Lawrence [37].

Применение препаратов гиалуроновой кислоты (ГК) увеличивает продолжительность спортивной карьеры, способствует сохранению целостности хрящевых поверхностей суставов на фоне регулярных, особенно провоцирующих спортивных нагрузок, позволяет сохранить достойное качество жизни после завершения спортивной активности; абсолютно оправдано применение препарата с целью лечения и профилактики спорт-ассоциированной патологии [38].

Внутрисуставные инъекции PRP оказались более эффективны, чем инъекции ГК, с точки зрения кратковременного функционального восстановления. Также PRP-терапия превосходила ГК с точки зрения долгосрочного облегчения боли и улучшения функции. Кроме того, инъекции плазмы не увеличивали риск побочных эффектов по сравнению с гиалуронанами.

Mojica E. (2022) после метанализа научных работ с участием 8761 пациента, выявил, что максимальная эффективность лечения отмечена через 4–6 недель после инъекций кортикостероидов, гиалуроновой кислоты средней молекулярной массы (MMW-HA) и обогащенной лейкоцитами плазмы. Уже через 3 месяца после инъекции самые низкие баллы ВАШ и WOMAC отмечены у пациентов после введения гиалуроновой кислоты с низкой и высокой молекулярной массой и LP-PRP; при этом LR-PRP продемонстрировала наиболее продолжительное облегчение боли (до 1 года) по сравнению с другими инъекциями. ГКС и гиалуроновая кислота обладают, в целом, хорошей непродолжительной эффективностью (до 6 месяцев) [42].

При лечении остеоартрита коленного сустава легкой и средней степени тяжести PRP-терапия оказалась более успешной, чем инъекции ГК и озона [43].

PRP не увеличивает риск нежелательных явлений по сравнению с ГК и физиологическим раствором и более эффективна в облегчении боли и функциональном улучшении у пациентов с остеоартрозом коленного сустава через 1 год после инъекции [44, 45].

В случаях, когда PRP был приготовлен методом двойного центрифугирования, концентрация тромбоцитов в PRP увеличивалась в ≥5 раз. После инъекций LR-PRP или предварительно активированной PRP отмечено эффективное облегчение боли в течение 6–7 месяцев. Инъекции PRP могут обеспечить лучшее облегчение боли и функциональные результаты, чем другие методы лечения людей с распространенными заболеваниями плечевого сустава [3, 46, 47]. Инъекции LP-PRP также лучше с точки зрения клинического улучшения по сравнению с инъекциями ГК или пероральным лечением НПВС [33].

По мнению большинства авторов, клиническая эффективность ГК ниже, чем у ортобиологических препаратов. При оценке побочных эффектов LP-PRP является наиболее целесообразным выбором. Внутрисуставное введение PRP оказалось более эффективным, чем инъекция ГК, как с точки зрения кратковременного функционального восстановления, так и долгосрочного облегчения боли и улучшения функции [12, 26, 32, 48, 49].

Внутрисуставные инъекции богатой тромбоцитами плазмы могут увеличить время до эндопротезирования и обеспечить действенный терапевтический эффект у отдельных пациентов с остеоартритом коленного сустава, не отвечающим на обычные методы лечения [50].

LP-PRP и LR-PRP имеют схожие профили безопасности, хотя оба вызывают более кратковременные реакции, чем гиалуроновая кислота. Побочные реакции PRP могут быть не связаны напрямую с концентрацией лейкоцитов [25].

С другой стороны, комбинированное применение гиалуроновой кислоты и обогащенной тромбоцитами плазмы может восстанавливать дегенерированный хрящ и замедлять прогрессирование остеоартрита коленного сустава. PRP в сочетании с гиалуронанами может улучшить показатели WOMAC Function Score, WOMAC Total Score, 6-месячное наблюдение по ВАШ и показатели индекса Лекена. Однако с точки зрения частоты нежелательных явлений PRP в сочетании с ГК незначительно отличается от обоих по отдельности [5].

В работе Dallari D. 111 пациентов получали 3 еженедельные инъекции PRP (44 пациента), PRP + ГК (31 пациент) или ГК (36 пациентов). Во всех наблюдениях группа PRP имела самые низкие баллы по ВАШ. WOMAC в группе PRP был значительно лучше через 2 месяца (73, 95% ДИ, 68–78) и через 6 месяцев (72, 95% ДИ, 67–76) [51].

Таким образом, PRP-терапия дает более выраженные и более продолжительные улучшения по сравнению с ГК. Внутрисуставные инъекции PRP продемонстрировали лучший общий результат по сравнению с кортикостероидами, гиалуроновой кислотой и плацебо у пациентов с остеоартрозом коленного сустава через 3, 6 и 12 месяцев наблюдения; при этом эффективность ГКС и ГК-терапии была сопоставима [52].

Не следует забывать, что успех лечения частично зависит от предварительных собственных ожиданий пациентов [53].

Обобщенные данные проведенного анализа научной литературы и собственного опыта формализованы в таблице 1.

Таблица 1 – Целесообразность применения внутрисуставных инъекций препаратов в зависимости от тяжести ОА коленного сустава (по Kellgren-Lawrence)

| Препарат | 1 ст | 2ст | 3 – 4 ст |
|---|---|---|---|
| PRP | +++ | +++ | ++ |
| ГК | + | + | +++ |
| КСт | - | + | ++ |
| PRP+ГК | ++ | ++ | +++ |

Помимо ГК и PRP в последнее время активно начинают использовать пептидные молекулы, например, Prostrolane, обладающие выраженным обезболивающим эффектом [54].

С точки зрения ближайшей перспективы ряд методов имеет серьезный потенциал. О пролотерапии и использовании мезенхимальных стволовых клеток и других ортобиопрепаратах пойдет речь в следующей статье.

Сегодня особый интерес вызывают лорецививинт (внутрисуставной CDC-подобный ингибитор киназы 2 и регулируемой фосфорилированием тирозина киназы 1А двойной специфичности и модулятор пути Wnt) [55]; лираглутид, который при внутрисуставном введении у мышей сдвигал фенотип поляризованных макрофагов in vitro с провоспалительного фенотипа M1 на противовоспалительный фенотип M2, значительно снижая активность металлопротеиназ и агреканаз) [56], а также сприфермин (рекомбинантный человеческий фактор роста фибробластов-18), продемонстрировавший дозозависимое воздействие на толщину бедренно-большеберцового хряща [57, 58].

Физические упражнения могут значительно улучшить течение болезни. Все упражнения должны быть четко дозированы по частоте, интенсивности, времени, виду нагрузок и специфичности с соблюдением методических принципов программы реабилитации [59–62].

С целью профилактики травм на сопутствующих ПОРФТ-терапии реабилитационных мероприятиях (лечебная физическая культура, физиотерапия и др.) на фоне значительной социально-бытовой активности пациентов нами осуществлялось наложение кинезиотейпа в соответствии с инструкцией по применению Минздрава РБ

от 27.09.2010 (рег.№102-0910) «Применение оригинального кинезиотейпирования при травмах и заболеваниях» или рекомендациями производителя.

После первой инъекции PRP выполнялась механическая коррекция, которая заключалась в формировании позиционирования сустава с целью генерации сенсорной стимуляции за счет комбинации напряжения и давления полосок, в основном, Y- (реже, I)-образными полосками со средней или максимальной степенью натяжения. Перед второй инъекцией (за 24 часа) кинезиотейп снимался. При мышечных травмах бедра на симметричные мышцы со здоровой стороны, а также на широкую фасцию бедра поврежденной конечности и боковые связки коленного сустава кинезиотейпом выполнялась фасциальная V-коррекция с минимальным натяжением (желательно на напряженную мышцу), выполняющая функцию дополнительного суппорта.

При травмах сухожильно-связочного аппарата непосредственно после введения ПОРФТ выполняется соответствующая связочно-сухожильная коррекция, суть которой заключается в создании очага гиперпроприоцептивной стимуляции в очаге повреждения. Пластырь наклеивается от места прикрепления связки к его началу с натяжением 70–100%, что ограничивает объем высокоамплитудных и резких движений. Параллельно на неповрежденную боковую связку коленного сустава (при повреждении боковых связок и/или собственной связки надколенника) кинезиотейпом выполняется фасциальная коррекция с целью формирования устойчивого биомеханического функционирования и поддержки. Место введения плазмы в объем тейпинга в первые 24 ч не входит. В последующем при отсутствии противопоказаний (местных реакций) возможно его вовлечение в кинезиокоррекцию.

После третьей и последующих инъекций ПОРФТ на этапе перевода пациента в общую группу подготовки используется функциональная коррекция для облегчения движения в суставах. Кинезиотейп наклеивается без натяжения в максимальном сгибании или разгибании конечности с натяжением 50–100%; чем больший объем вовлекаемых мышц, тем больше по объему указанный вариант коррекции. Желательно использование широких тейпов [63].

Еженедельно или чаще после занятий ЛФК проводится функциональное тестирование поврежденного сегмента, как правило, с сопутствующим УЗИ-контролем. После чего корректируется объем реабилитационной программы; особая роль отводится плавному переходу в общую группу после курса ЛФК.

Вместе с тем, по результатам проведенного анкетирования 108 спортсменов высокого уровня (футбол и хоккей с шайбой) нами установлено, что факторы риска травм и снижения эффективности комплексного лечения травм у спортсменов, как социально и физически активной группы, выше у атлетов с множественной локализацией травм на протяжении последних 24 месяцев, неполным восстановлением после травм в течение предыдущих 2 лет, боязнью травм, ситуационной тревожностью, высоким ИМТ, а также выполняющих бесконтрольно физические нагрузки, особенно высокоинтенсивные и высокоамплитудные.

*Выводы*

Применение PRP безопасно и эффективно при целом ряде травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата. Сочетание ее с ГКС, ГК имеет свою строгую терапевтическую широту, позволяющую ускорить регенеративные процессы, сократить сроки реабилитации и создать условия для профилактики рецидивов спортивной травмы.

Рациональное сочетание физических нагрузок, кинезиотейпирования, беседы со спортсменом по гигиене двигательной активности при PRP-терапии, соблюдение дидактических принципов тренировки в последующем значительно повышают эффективность лечения без рецидивов травм.

Таким образом, применение PRP совместно с другими лечебными и профилактическими средствами, их рациональное сочетание, стандартизация метода позволят повысить эффективность PRP-терапии в спортивной травматологии, а дальнейшие исследования укрепят позиции метода в спортивной медицине.

*Список использованых источников*

1. Препараты растворимых факторов тромбоцитов - новые возможности регенеративной медицины / М.П. Потапнев, В.Г. Богдан, Г.М. Загородный // Гематология. Трансфузиология. Восточная Европа. – 2021. – Т.7. – №3. – С.379–382. DOI 10.34883/PI.2021.7.3.010.

2. Оценка безопасности и эффективности применения аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, в лечении травм мышечно-связочного аппарата у спортсменов / А.С. Ясюкевич, Г.М. Загородный // Прикладная спортивная наука. – 2021. – №2(14). – С.82–90.

3. Jalali Jivan S, Monzavi S, Zargaran B, Hamidi Alamdari D et al. Comparative Analysis of the Effectiveness of Intra-Articular Injection of Platelet-Rich Plasma versus Hyaluronic Acid for Knee Osteoarthritis: Results of an Open-Label Trial. Arch Bone Jt Surg. 2021 Sep;9(5):487-495. doi: 10.22038/abjs.2021.52003.2569. PMID: 34692930; PMCID: PMC8503763.

4. Показания, безопасность, результаты клинического использования аутологичной плазмы, обогащенной растворимыми факторами тромбоцитов, и дальнейшие перспективы ее изучения / А.С. Ясюкевич, Г.М. Загородный, М.П. Потапнев [и др.] // Прикладная спортивная наука. – 2021. – №1(13). – С.100–109.

5. Alessio-Mazzola M, Felli L, Trentini R, Formica M, Capello A, Lovisolo S et al.. Efficacy of Autologous Platelet-Rich Plasma Injections for Grade 3 Symptomatic Degenerative Meniscal Lesions: A 1-Year Follow-up Prospective Study. Sports Health. 2022 Mar-Apr; 14(2):227–236. doi: 10.1177/19417381211011074. Epub 2021 Apr 24. PMID: 33896253; PMCID: PMC8883415.

6. Suzuki T, Hayakawa K, Nakane T, Fujita N. Repeated magnetic resonance imaging at six follow-up visits over a 2-year period after platelet-rich plasma injection in patients with lateral epicondylitis. J Shoulder Elbow Surg. 2022 Mar 2: S1058-2746(22)00266-X. doi: 10.1016/-j.jse.2022.01.147. Epub ahead of print. PMID: 35247575.

7. Riewruja K, Phakham S, Sompolpong P, Reantragoon R, Tanavalee A. Cytokine Profiling and Intra-Articular Injection of Autologous Platelet-Rich Plasma in Knee Osteoarthritis. Int J Mol Sci. 2022 Jan 14; 23(2):890. doi: 10.3390/ijms23020890. PMID: 35055075

8. Kraeutler MJ, Houck DA, Garabekyan T, Miller SL, Dragoo JL, Mei-Dan O. Comparing Intra-articular Injections of Leukocyte-Poor Platelet-Rich Plasma Versus Low-Molecular Weight Hyaluronic Acid for the Treatment of Symptomatic Osteoarthritis of the Hip: A Double-Blind, Randomized Pilot Study. Orthop J Sports Med. 2021 Jan 20; 9(1):2325967120969210. doi: 10.1177/2325967120969210. PMID: 33786329; PMCID: PMC7934058.

9. Annaniemi JA, Pere J, Giordano S. Platelet-rich plasma versus hyaluronic acid injections for knee osteoarthritis: a propensity-score analysis. Scand J Surg. 2019 Dec; 108(4):329-337. doi: 10.1177/1457496918812218. Epub 2018 Nov 25. PMID: 30474493.

10. Kolasinski SL, Neogi T, Hochberg MC, Oatis C, Guyatt G, Block J et al. 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. Arthritis Rheumatol. 2020 Feb; 72(2):220-233. doi: 10.1002/art.41142. Epub 2020 Jan 6. Erratum in: Arthritis Rheumatol. 2021 May; 73(5):799. PMID: 31908163.

11. Alessio-Mazzola M, Lovisolo S, Sonzogni B, Capello A, Repetto I, Formica M. Clinical outcome and risk factor predictive for failure of autologous PRP injections for low-to-moderate knee osteoarthritis. J Orthop Surg (Hong Kong). 2021 May-Aug;29(2):23094990211021922. doi: 10.1177/23094990211021922. PMID: 34180298.

12. Cole BJ, Karas V, Hussey K, Pilz K, Fortier LA. Hyaluronic Acid Versus Platelet-Rich Plasma: A Prospective, Double-Blind Randomized Controlled Trial Comparing Clinical Outcomes and Effects on Intra-articular Biology for the Treatment of Knee Osteoarthritis. Am J Sports Med. 2017 Feb; 45(2):339-346. doi: 10.1177/0363546516665809. Epub 2016 Oct 21. Erratum in: Am J Sports Med. 2017 Apr; 45(5):NP10. PMID: 28146403.

13. Lacko M, Harvanová D, Slovinská L, Matuška M, Balog M, Lacková A. Effect of Intra-Articular Injection of Platelet-Rich Plasma on the Serum Levels of Osteoarthritic Biomarkers in Patients with Unilateral Knee Osteoarthritis. J Clin Med. 2021 Dec 11; 10(24):5801. doi: 10.3390/jcm10245801. PMID: 34945097; PMCID: PMC8706559

14. Louis ML, Magalon J, Jouve E, Bornet CE, Mattei JC, Chagnaud C. Growth Factors Levels Determine Efficacy of Platelets Rich Plasma Injection in Knee Osteoarthritis: A Randomized Double Blind Noninferiority Trial Compared With Viscosupplementation. Arthroscopy. 2018 May; 34(5):1530-1540.e2. doi: 10.1016/j.arthro.2017.11.035. Epub 2018 Feb 1. PMID: 29366744.

15. Sills ES, Wood SH. Growth factors, gene activation, and cell recruitment: From intraovarian condensed platelet cytokines to de novo oocyte development. J Clin Transl Res. 2022 Jan 25; 8(1):49–53. PMID: 35187289; PMCID: PMC8848765.

16. Gentile P, Garcovich S. Systematic review: The platelet-rich plasma use in female androgenetic alopecia as effective autologous treatment of regenerative plastic surgery. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2022 Feb;75(2):850-859. Doi: 10.1016/j.bjps.2021.11.004.PMID: 34872877.

17. Abdelrahman TA, Motawea A, El-Dahhan MS, Abdelghani GM. Chitosan-dipotassium orthophosphate lyophilizate: a novel in situ thermogel carrier system of allogeneic platelet lysate growth factors. Drug Deliv. 2022 Dec;29(1):413-426. doi: 10.1080/10717544.2022.2030429. PMID: 35098833; PMCID: PMC8812773.

18. Raeissadat SA, Rayegani S, Hassanabadi H, Fathi M, Ghorbani E, Babaee M. Knee Osteoarthritis Injection Choices: Platelet- Rich Plasma (PRP) Versus Hyaluronic Acid (A one-year randomized clinical trial). Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord. 2015 Jan 7;8:1-8. doi: 10.4137/CMAMD.S17894. PMID: 25624776; PMCID: PMC4287055.

19. Oneto P, Landro M, Daffunchio C, Douglas Price A, Carrera Silva E. DNA extracellular traps as potential biomarker of chronic haemophilic synovitis and therapeutic perspective in patients treated with PRP: A pilot study. Haemophilia. 2022 Mar;28(2):351-361. doi: 10.1111/hae.14508. Epub 2022 Feb 13. PMID: 35152513.

20. Avila A, Acuña A, Do M, Samuel L, Kamath AF. Intra-articular injection receipt within 3 months prior to primary total knee arthroplasty is associated with increased periprosthetic joint infection risk. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2022 Mar 24. doi: 10.1007/s00167-022-06942-3. Epub ahead of print. PMID: 35325263.

21. Lin KY, Yang CC, Hsu CJ, Yeh ML, Renn JH. Intra-articular Injection of Platelet-Rich Plasma Is Superior to Hyaluronic Acid or Saline Solution in the Treatment of Mild to Moderate Knee Osteoarthritis: A Randomized, Double-Blind, Triple-Parallel, Placebo-Controlled Clinical Trial. Arthroscopy. 2019 Jan;35(1):106-117. doi: 10.1016/j.arthro.2018.06.035. PMID: 30611335.

22. Shim JW, Lee JS, Park YB, Cho HC, Jung HS. The effect of leucocyte concentration of platelet-rich plasma on outcomes in patients with lateral epicondylitis: a systematic review and meta-analysis. J Shoulder Elbow Surg. 2022 Mar;31(3):634-645. doi: 10.1016/j.jse.2021.10.036. Epub 2021 Nov 30. PMID: 34861405.

23. Zhao D, Pan JK, Yang WY, Han YH, Zeng LF, Liang GH, Liu J. Intra-Articular Injections of Platelet-Rich Plasma, Adipose Mesenchymal Stem Cells, and Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells Associated With Better Outcomes Than Hyaluronic Acid and Saline in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Network Meta-analysis. Arthroscopy. 2021 Jul;37(7):2298-2314.e10. doi: 10.1016/j.arthro.2021.02.045. Epub 2021 Mar 10. PMID: 33713757.

24. Загородный, Г. М. Обогащенная тромбоцитами плазма в спортивно-медицинской практике / Г.М. Загородный, А.С. Ясюкевич, Н.Н. Нежкина // Современные проблемы физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры: материалы XIX Междун. научно-практ.конференции, Н.Новгород, 26 ноября 2020 года. – Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2021. – С.46–49.

25. Riboh J Saltzman BM, Yanke AB, Fortier L, Cole BJ. Effect of Leukocyte Concentration on the Efficacy of Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Knee Osteoarthritis. Am J Sports Med. 2016 Mar;44(3):792-800. doi: 10.1177/0363546515580787

26. Kim JH, Park YB, Ha CW, Roh YJ, Park JG. Adverse Reactions and Clinical Outcomes for Leukocyte-Poor Versus Leukocyte-Rich Platelet-Rich Plasma in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. Orthop J Sports Med. 2021 Jun 30;9(6):23259671211011948. doi: 10.1177/23259671211011948. PMID: 34277879; PMCID: PMC8255589.

27. Barman A, Prakash S, Sahoo J, Mukherjee S, Maiti R, Roy SS. Single intra-articular injection with or without intra-osseous injections of platelet-rich plasma in the treatment of osteoarthritis knee: A single-blind, randomized clinical trial. Injury. 2022 Mar;53(3):1247-1253. doi: 10.1016/j.injury.2022.01.012. Epub 2022 Jan 7. PMID: 35033356.

28. Sibillin O, Mitchell D, Harris G, Harvey J, Spencer P, Spencer L. The use of intra-articular platelet rich plasma for the symptomatic management of osteoarthritis of the knee: a pilot study. ANZ J Surg. 2022 Mar 7. doi: 10.1111/ans.17565. Epub ahead of print. PMID: 35254716.

29. Di Martino A, Boffa A, Andriolo L, Romandini I, Altamura S, Cenacchi A. Leukocyte-Rich versus Leukocyte-Poor Platelet-Rich Plasma for the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Double-Blind Randomized Trial. Am J Sports Med. 2022 Mar;50(3):609-617. doi: 10.1177/03635465211064303. Epub 2022 Feb 1. PMID: 35103547.

30. McLarnon M, Heron N. Intra-articular platelet-rich plasma injections versus intra-articular corticosteroid injections for symptomatic management of knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord. 2021 Jun 16;22(1):550. doi: 10.1186/s12891-021-04308-3. PMID: 34134679; PMCID: PMC8208610.

31. Şen Eİ, Yıldırım MA, Yeşilyurt T, Kesiktaş FN, Dıraçoğlu D. Effects of platelet-rich plasma on the clinical outcomes and cartilage thickness in patients with knee osteoarthritis. J Back Musculoskelet Rehabil. 2020;33(4):597-605. doi: 10.3233/BMR-181209. PMID: 31594201.

32. Elik H, Doğu B, Yılmaz F, Begoğlu FA, Kuran B. The efficiency of platelet-rich plasma treatment in patients with knee osteoarthritis. J Back Musculoskelet Rehabil. 2020;33(1):127-138. doi: 10.3233/BMR-181374. PMID: 31127755.

33. Buendía-López D, Medina-Quirós M, Fernández-Villacañas Marín MÁ. Clinical and radiographic comparison of a single LP-PRP injection, a single hyaluronic acid injection and daily NSAID administration with a 52-week follow-up: a randomized controlled trial. J Orthop Traumatol. 2018 Aug 20;19(1):3. doi: 10.1186/s10195-018-0501-3. PMID: 30128934; PMCID: PMC6102156.

34. Eymard F, Ornetti P, Maillet J, Noel É, Adam P, Legré-Boyer V, Boyer T et al. (Groupe de Recherche sur les Injections de PRP). Intra-articular injections of platelet-rich plasma in symptomatic knee osteoarthritis: a consensus statement from French-speaking experts. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2021 Oct;29(10):3195-3210. doi: 10.1007/s00167-020-06102-5. Epub 2020 Jun 24. Erratum in: Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2020 Oct 24;: PMID: 32583023

35. Elksniņš-Finogejevs A, Vidal L, Peredistijs A. Intra-articular platelet-rich plasma vs corticosteroids in the treatment of moderate knee osteoarthritis: a single-center prospective randomized controlled study with a 1-year follow up. J Orthop Surg Res. 2020 Jul 10;15(1):257. doi: 10.1186/s13018-020-01753-z. PMID: 32650801; PMCID: PMC7353717.

36. Huang Y, Liu X, Xu X, Liu J. Intra-articular injections of platelet-rich plasma, hyaluronic acid or corticosteroids for knee osteoarthritis: A prospective randomized controlled study. Orthopade. 2019 Mar;48(3):239-247. English. doi: 10.1007/s00132-018-03659-5. PMID: 30623236.

37. Camurcu Y, Sofu H, Ucpunar H, Kockara N, Cobden A, Duman S. Single-dose intra-articular corticosteroid injection prior to platelet-rich plasma injection resulted in better clinical outcomes in patients with knee osteoarthritis: A pilot study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2018;31(4):603-610. doi: 10.3233/BMR-171066. PMID: 29710676.

38. Особенности применения препаратов гиалуронана внутрисуставнов спортивной практике / Г.М. Загородный, К.М. Карпенков, А.С. Ясюкевич // Медицинские новости. – 2014. – №11. – С.69–73.

39. Wu Q, Luo X, Xiong Y, Liu G, Wang J, Chen X, Mi B. Platelet-rich plasma versus hyaluronic acid in knee osteoarthritis: A meta-analysis with the consistent ratio of injection. J Orthop Surg (Hong Kong). 2020 Jan-Apr;28(1):2309499019887660. doi: 10.1177/-2309499019887660.

40. Tang JZ, Nie MJ, Zhao JZ, Zhang GC, Zhang Q, Wang B. Platelet-rich plasma versus hyaluronic acid in the treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis. J Orthop Surg Res. 2020 Sep 11;15(1):403. doi: 10.1186/s13018-020-01919-9. PMID: 32912243; PMCID: PMC7488405.

41. Park YB, Kim JH, Ha CW, Lee DH. Clinical Efficacy of Platelet-Rich Plasma Injection and Its Association With Growth Factors in the Treatment of Mild to Moderate Knee Osteoarthritis: A Randomized Double-Blind Controlled Clinical Trial As Compared With Hyaluronic Acid. Am J Sports Med. 2021 Feb;49(2):487-496. doi: 10.1177/0363546520986867. PMID: 33523756.

42. Mojica E, Markus D, Hurley E, Blaeser A, Jazrawi L, Campbell K. Estimated Time to Maximum Medical Improvement of Intra-articular Injections in the Treatment of Knee Osteoarthritis-A Systematic Review. Arthroscopy. 2022 Mar;38(3):980-988.e4. doi: 10.1016/j.arthro.2021.08.026. Epub 2021 Aug 27. PMID: 34461219.

43. Duymus TM, Mutlu S, Dernek B, Komur B, Aydogmus S, Kesiktas FN. Choice of intra-articular injection in treatment of knee osteoarthritis: platelet-rich plasma, hyaluronic acid or ozone options. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2017 Feb;25(2):485-492. doi: 10.1007/s00167-016-4110-5. Epub 2016 Apr 7. PMID: 27056686.

44. Dai WL, Zhou AG, Zhang H, Zhang J. Efficacy of Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Arthroscopy. 2017 Mar;33(3):659-670.e1. doi: 10.1016/j.arthro.2016.09.024. Epub 2016 Dec 22. PMID: 28012636.

45. Tan J, Chen H, Zhao L, Huang W. Platelet-Rich Plasma Versus Hyaluronic Acid in the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Meta-analysis of 26 Randomized Controlled Trials. Arthroscopy. 2021 Jan;37(1):309-325. doi: 10.1016/j.arthro.2020.07.011. PMID: 32679294.

46. Barman A, Mishra A, Maiti R, Sahoo J, Thakur KB, Sasidharan SK. Can platelet-rich plasma injections provide better pain relief and functional outcomes in persons with common shoulder diseases: a meta-analysis of randomized controlled trials. Clin Shoulder Elb. 2022 Mar;25(1):73-89. doi: 10.5397/cise.2021.00353. Epub 2021 Nov 19. PMID: 34823313.

47. Влияние типа антикоагулянта на гомогенность аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, получаемой путем двухэтапного центрифугирования из малого объема крови для лечебных целей / А.С. Ясюкевич, Г.М. Загородный, Н.П. Гулевич, А.А. Пучко // Прикладная спортивная наука. – 2020. – №2(12). – С.109–118.

48. Zhao D, Pan JK, Yang WY, Han YH, Zeng LF, Liang GH, Liu J. Intra-Articular Injections of Platelet-Rich Plasma, Adipose Mesenchymal Stem Cells, and Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells Associated With Better Outcomes Than Hyaluronic Acid and Saline in Knee Osteoarthritis:

A Systematic Review and Network Meta-analysis. Arthroscopy. 2021 Jul;37(7):2298-2314.e10. doi: 10.1016/j.arthro.2021.02.045. Epub 2021 Mar 10. PMID: 33713757.

49. Di Martino A, Di Matteo B, Papio T, Tentoni F, Selleri F, Cenacchi A. Platelet-Rich Plasma Versus Hyaluronic Acid Injections for the Treatment of Knee Osteoarthritis: Results at 5 Years of a Double-Blind, Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med. 2019 Feb;47(2):347-354. doi: 10.1177/0363546518814532. Epub 2018 Dec 13. PMID: 30545242.

50. Karasavvidis T, Totlis T, Gilat R, Cole BJ. Platelet-Rich Plasma Combined With Hyaluronic Acid Improves Pain and Function Compared With Hyaluronic Acid Alone in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. Arthroscopy. 2021 Apr;37(4):1277-1287.e1. doi: 10.1016/j.arthro.2020.11.052. Epub 2020 Dec 3. PMID: 33278533.

51. Dallari D, Stagni C, Rani N, Sabbioni G, Pelotti P, Torricelli P, Tschon M. Ultrasound-Guided Injection of Platelet-Rich Plasma and Hyaluronic Acid, Separately and in Combination, for Hip Osteoarthritis: A Randomized Controlled Study. Am J Sports Med. 2016 Mar;44(3):664-71. doi: 10.1177/0363546515620383. Epub 2016 Jan 21. PMID: 26797697.

52. Migliorini F, Driessen A, Quack V, Sippel N, Cooper B, Mansy Y, Tingart M. Comparison between intra-articular infiltrations of placebo, steroids, hyaluronic and PRP for knee osteoarthritis: a Bayesian network meta-analysis. Arch Orthop Trauma Surg. 2021 Sep;141(9):1473-1490. doi: 10.1007/s00402-020-03551-y. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32725315.

53. Realpe A, Foster N, Dickenson E, Jepson M, Griffin D, Donovan J; UK FASHIoN study group. Patient experiences of receiving arthroscopic surgery or personalised hip therapy for femoroacetabular impingement in the context of the UK fashion study: a qualitative study. Trials. 2021 Mar 16;22(1):211. doi: 10.1186/s13063-021-05151-6. PMID: 33726810

54. Metsios G, Brodin N, Vlieland T, Van den Ende C, Stavropoulos-Kalinoglou A et al. IMPACT-RMD Consortium. Position Statement on Exercise Dosage in Rheumatic and Musculoskeletal Diseases: The Fole of the IMPACT-RMD Toolkit. Mediterr J Rheumatol. 2021 Dec 27;32(4):378-385. doi: 10.31138/mjr.32.4.378. PMID: 35128335; PMCID: PMC8802196.

55. Yazici Y, McAlindon T, Gibofsky A, Lane NE, Clauw D, Jones M et al. Lorecivivint, a Novel Intraarticular CDC-like Kinase 2 and Dual-Specificity Tyrosine Phosphorylation-Regulated Kinase 1A Inhibitor and Wnt Pathway Modulator for the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Phase II Randomized Trial. Arthritis Rheumatol. 2020 Oct;72(10):1694-1706. doi: 10.1002/art.41315. Epub 2020 Sep 6. PMID: 32432388; PMCID: PMC7589351.

56. Meurot C, Martin C, Sudre L, Breton J, Bougault C, Rattenbach R, Bismuth K. Liraglutide, a glucagon-like peptide 1 receptor agonist, exerts analgesic, anti-inflammatory and anti-degradative actions in osteoarthritis. Sci Rep. 2022 Jan 28;12(1):1567. doi: 10.1038/s41598-022-05323-7. PMID: 35091584; PMCID: PMC8799666.

57. Roemer F, Kraines J, Aydemir A, Wax S, Hochberg M, Crema M, Guermazi A. Evaluating the structural effects of intra-articular sprifermin on cartilage and non-cartilaginous tissue alterations, based on sqMRI assessment over 2 years. Osteoarthritis Cartilage. 2020 Sep;28(9):1229-1234. doi: 10.1016/j.joca.2020.05.015. Epub 2020 Jun 30. PMID: 32619609.

58. Eckstein F, Kraines JL, Aydemir A, Wirth W, Maschek S, Hochberg MC. Intra-articular sprifermin reduces cartilage loss in addition to increasing cartilage gain independent of location in the femorotibial joint: post-hoc analysis of a randomised, placebo-controlled phase II clinical trial. Ann Rheum Dis. 2020 Apr;79(4):525-528. doi: 10.1136/annrheumdis-2019-216453. Epub 2020 Feb 25. PMID: 32098758; PMCID: PMC7147175.

59. Kesiktas FN, Dernek B, Sen EI, Albayrak HN, Aydin T, Yildiz M. Comparison of the short-term results of single-dose intra-articular peptide with hyaluronic acid and platelet-rich plasma injections in knee osteoarthritis: a randomized study. Clin Rheumatol. 2020 Oct;39(10):3057-3064. doi: 10.1007/s10067-020-05121-4. Epub 2020 May 1. PMID: 32358661; PMCID: PMC7497346.

60. Metsios GS, Moe RH, Kitas GD. Exercise and inflammation. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2020 Apr;34(2):101504. doi: 10.1016/j.berh.2020.101504. PMID: 32249021.

61. Nordén K, Dagfinrud H, Semb A, Hisdal J, Viktil K, Sexton J, Fongen C. Effect of high-intensity exercise on cardiorespiratory fitness, cardiovascular disease risk and disease activity in patients with inflammatory joint disease: protocol for the ExeHeart randomised controlled trial. BMJ Open. 2022 Feb 17;12(2):e058634. doi: 10.1136/bmjopen-2021-058634. PMID: 35177467; PMCID: PMC8860070.

62. Rausch Osthoff A, Niedermann K, Braun J, Adams J, Brodin N, Dagfinrud H et al. 2018 EULAR recommendations for physical activity in people with inflammatory arthritis and osteoarthritis. Ann Rheum Dis. 2018 Sep;77(9):1251-1260. doi: 10.1136/annrheumdis-2018-213585. Epub 2018 Jul 11. PMID: 29997112.

63. Загородный, Г.М. Методика кинезиотейпирования в спортивной практике / Г.М. Загородный, П.Г. Скакун // Наука-2020. – 2016. – №2(8). – С.149–153.

*11.05.2022*

УДК 796.012.5

# СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СТАРТОВОГО ПРЫЖКА В ПЛАВАНИИ

**О. П. Бродяк, магистр пед. наук,**
**С. В. Хожемпо, канд. пед. наук, доцент,**
Учреждение образования «Белорусский государственный университет»

*Аннотация*
*Проведен обзор зарубежной научной литературы за последние 10 лет на тему современных методик совершенствования старта с тумбочки у квалифицированных пловцов. Выявлена основная направленность исследований, изучен вопрос основных исследуемых параметров старта, а также результативность используемых тренировочных программ.*

# MODERN APPROACHES TO THE STUDY AND IMPROVEMENT OF THE SWIMMING START

*Abstract*
*A review of the foreign scientific literature for the last 10 years on the topic of modern methods of improving the start from the starting platform in skilled swimmers has been carried out. The basic direction of researches has been revealed, the major parameters of the swimming start, as well as the effectiveness of the used training programs have been studied.*

*Введение*

Соревнования по плаванию можно разделить на четыре компонента: старт, дистанционное плавание, поворот (кроме соревнований на 50 м) и финиш. Начало заплыва определяется как время от стартового сигнала до момента, когда пловец преодолевает отметку 15 м в заплыве, причем 15 м – это максимальное расстояние, которое пловец может преодолеть под водой, до того момента, когда его голова «разорвет» поверхность воды во всех видах плавания, кроме брасса. В зависимости от способа плавания и дистанции соревнований старт пловца составляет от 0,8 до 26,1% от общего времени заплыва, причем последняя доля приходится в спринте на 50 м вольным стилем [3, 8].

Три основные фазы вносят свой вклад в общее время старта: фаза блока, полета и подводная. Фаза блока требует быстрой реакции на стартовый сигнал и большой скорости взлета, который, в основном, имеет горизонтальное направление. За фазой блока следует фаза полета, началом которой является отрыв ног от тумбочки, и которая завершается при контакте пловца с водой. Далее следует подводная фаза, в которой пловец пытается сохранить обтекаемое положение с помощью волнообразных ударов ногами дельфином с вытянутыми перед головой руками, чтобы минимизировать потерю скорости, пока его голова не всплывет на поверхность непосредственно перед отметкой 15 м. Было доказано, что средняя скорость, затраченная на выполнение старта, больше чем в два раза превышает скорость дистанционного плавания. В связи с этим, для пловцов крайне важно максимально увеличить свою скорость после старта и поддерживать эту скорость на протяжении 15-метровой стартовой фазы и оставшейся части заплыва. Ключевые параметры каждой фазы, которые ранее исследовались как потенциальные корреляты или предикторы стартовых результатов, включают время на стартовом блоке, усилие, которое пловец создает во время фазы блока, угол входа в воду, скорость при входе, время, проведенное под водой, и скорость под водой [6, 12].

Стартовый блок OSB11 (OMEGA, Цюрих, Швейцария), представленный в 2010 году, был оснащен регулируемой ударной пластиной, наклоненной под фиксированным углом 30°, которую можно перемещать в пять различных положений. В результате использования регулируемой пластины для отталкивания пловцы перешли

на технику старта толчком, при котором сзади стоящая нога поднимается на наклонную пластину для отталкивания. Обоснование такой конструкции заключалось в том, что дополнительная пластина для отталкивания может позволить увеличить продолжительность эффективного приложения силы (т.е. больший компонент горизонтальной силы) на блоках, что в свою очередь увеличивает горизонтальный импульс и горизонтальную скорость при взлете [7].

Старт в плавании требует высокого уровня развития взрывной силы, особенно мускулатуры нижних конечностей, при этом пловцам приходится быстро прикладывать большие усилия на стартовом блоке для увеличения стартового импульса и максимальной скорости взлета в нужном направлении. Тренировки на суше обычно проводятся вместе с тренировками по плаванию для увеличения силы мышц ног. Чем больше импульс (сила, умноженная на время приложения силы), созданный на стартовом блоке, тем больше изменение импульса (масса, умноженная на скорость) пловца. Исходя из этой взаимосвязи, перед пловцом стоят две различные задачи. Во-первых, это максимизация результирующего импульса, при этом время, проведенное на стартовом блоке, не должно быть слишком долгим. Во-вторых, любое увеличение силы, развиваемой пловцом, должно быть достигнуто с минимальной скоростью [10].

*Цель исследования* – поиск и оценка взаимосвязи тренировочных программ и результативности старта с тумбочки.

*Методы и организация исследования*

Проводился анализ зарубежных научных работ по совершенствованию старта с тумбочки с использованием следующих электронных ресурсов: AusportMed, Embase, Medline (Ovid), SPORTDiscus и Web of Science, ReseachGate, Journal of Strength and Conditioning Research.

*Результаты и их обсуждение*

С целью изучения подходов совершенствования стартового прыжка нами была проанализирована научно-методическая литература, в которой представлены результаты исследований, проводимых в данном направлении. В работе Скирене В. В. исследования проводилось в два этапа. На первом этапе проводилось анкетирование 29 тренеров по плаванию с целью изучения практического опыта по совершенствованию старта. Второй этап предполагал эксперимент с разработанной программой совершенствования технических элементов старта, в котором приняли участие 18 квалифицированных пловцов 14–20 лет. Первая группа использовала модель «grab-start» (классический), вторая группа выполняла «track-start» (легкоатлетический). В течение месяца спортсмены второй группы 5 раз в неделю работали по экспериментальной тренировочной программе. Для оценки кинематических параметров старта использовалась подводная и надводная видеосъемка. Гидродинамические параметры старта оценивались по длине скольжения, скорости скольжения, длительности скольжения на отрезке 5 м. Специальная подготовленность оценивалась по времени и скорости преодоления 25 и 15 м со старта.

Авторы в ходе работы пришли к выводу, что 61% опрошенных тренеров обучение технике старта начинают на первом году занятий с малым арсеналом средств. Проблема отсутствия хороших тренажерных залов при бассейнах привела к тому, что 20% опрошенных тренеров не имеют возможности проводить занятия на суше. Вместе с тем те, у кого такая возможность есть, на совершенствование старта выделяют 10 минут в конце тренировочного занятия. Из дополнительных средств обучения старту в плавании наибольшей популярностью среди тренеров пользуются гимнастические скамейки (61%) и шесты (79%). Перед началом тестирования временные параметры 2-х групп не различались. После тестирования изменились показатели длительности действий на тумбочке: в первой группе снизилась с 0,77±0,07 до 0,72±0,08 с, во второй – с 0,79±0,06 до 0,71±0,04 с. Длительность фазы полета изменилась с 0,30±0,06 до 0,28±0,04 с в первой группе и с 0,37±0,06 до 0,33±0,03 с – во второй. Авторы утверждают, что при выполнении старта не все испытуемые достигали оптимального направления при отталкивании, тем самым, траектории и длительности полета. Определялось это вариацией величин длительности фазы полета в первом тестировании (VA%=20,12 и 15,98 соответственно) и после окончания эксперимента

(VA%=12,71 и 9,73 соответственно). Длина старта зависит не только от силы отталкивания, но и от антропометрических параметров, вследствие этого авторами были проанализированы показатели абсолютной и относительной длины старта. Спортсмены, выполняющие «grab-start», перед началом эксперимента имели большие величины абсолютной и относительной длины старта (3,47±0,30 м и 1,49±0,12 м), чем пловцы с «track-start». После его окончания достоверно увеличилась абсолютная (с 3,06±0,21 до 3,12±0,22 м) и относительная (с 1,39±0,07 до 1,41±0,07 м) длина старта спортсменов, выполняющих «track-start». Подводная часть старта имеет сильную обратную связь (p<0,01) с 15-метровым стартовым отрезком: чем больше глубина погружения при выполнении старта – тем больше длительность преодоления стартового отрезка. Изначально две группы испытуемых погружались до 1,2 м, после завершения исследования глубина погружения уменьшилась до 0,96±0,14 м и 0,93±0,19 м соответственно. По окончании эксперимента величина скольжения после отталкивания от стенки и скорость преодоления стартового отрезка возросли в обеих группах (p>0,05). Наибольшая вариация результатов в первом тестировании имела место для длины скольжения (VA%=14,67), наименьшая – для времени и скорости преодоления 25 м испытуемыми первой группы (VA%=6,24 и 6,23 соответственно). Наибольшая вариация результатов во втором тестировании отмечена для длины скольжения (VA%=15,81), наименьшая – для времени преодоления 25 м у тех же спортсменов [1].

Специалисты из Университета Сиднея изучали влияние слухового анализатора на время стартовой реакции. В исследовании приняли участие пловцы-юноши (n=10) в возрасте 14±1,4 года и высококвалифицированные пловцы-мужчины (n=6) в возрасте 19,8±1,0 года. Пловцы-юноши тренировались 4 раза в неделю, элитные пловцы – 6 раз в неделю. Две группы – контрольная и экспериментальная – состояли из юных пловцов, которые тренировались на протяжении 4 недель. Пловцы национальной команды были включены в исследования, чтобы сформировать элитный уровень стартовой реакции и времени блок-фазы. Контрольная группа выполняла старт без команды тренера, экспериментальная выполняла под стартовый соревновательный гудок. Тренировка слухового стимула при выполнении старта в экспериментальной группе привела к улучшению стартовой реакции у четырех из пяти пловцов, которые имели средние или большие размеры эффекта в ответ на аудиосигнал. В отличие от экспериментальной группы, ни у одного из участников контрольной группы не было значительного улучшения стартовой реакции. Значительных улучшений в результатах блок-фазы не было выявлено ни в одной из тренировочных групп. До начала эксперимента исследователи сравнили время реакции пловцов-подростков со стартовой реакцией элитных пловцов, при этом не было обнаружено статистически значимых различий стартовой реакции спортсменов национальной команды и спортсменов контрольной (t=1,916, p=0,088) и экспериментальной (t=0,928, p=0,377) групп. Кроме того, не было достоверных различий в стартовой реакции элитных пловцов и спортсменов экспериментальной группы после выполнения тренировок по совершенствованию стартового прыжка (t=-0,307, p=0,766). Время нахождения на стартовой тумбе не имело достоверных различий до и после эксперимента в контрольной и экспериментальной группах (t=0,320, p=0,765 и t=0,847, p=0,445 соответственно). В начале исследования пловцы элитной группы имели значительно меньшие показатели блок-фазы, чем спортсмены контрольной (t=2,967, p=0,016) и экспериментальной (t=2,287, p=0,048) групп. По окончанию эксперимента величина изменения блок-фазы в контрольной (d=-0,06) и в экспериментальной группах (d=-0,011) также оказалась незначительной [2].

В совместной работе ученых Института Гранады (Испания) и Университета Любляны (Словения) оценивалось влияние высотных тренировочных сборов на старт. В исследовании приняли участие 13 пловцов международного уровня (8 женщин и 5 мужчин), которые тренировались на высоте 295 м над уровнем моря (контрольные условия) и в горных условиях на высоте 2320 м над уровнем моря (экспериментальные условия) с разницей смены локации в один год. В качестве теста в воде использовалось время проплывания 10 и 15 м со старта. На суше выполнялся прыжок Loaded squat jump (LSJ) с дополнительным отягощением 25, 50, 75 и 100% от массы тела пловцов. Тренировочный мезоцикл на этапе общей подготовки состоял из 3 недель, план

включал два занятия в бассейне и одно на суше 6 дней в неделю. Направленность тренировочной работы заключалась в развитии максимальной силы, взрывной силы, выносливости, координационных способностей и гибкости. Среднее время занятий в день в бассейне на тренировочных сборах SLT (на уровне моря) и AT (над уровнем моря) не отличалось, общий объем плавания в сутки составил 8853±2430 и 10147±3651 м (P=0,538) соответственно, общее время занятия – 106,9±11,5 и 113,2±2,0 мин (P=0,078) соответственно, все тренировки в воде были направлены на выносливость. В начале тестирования время прохождения 15 м было значительно лучше в условиях SLT, чем в условиях AT (P=0,009; ES=0,38), тогда как для времени прохождения 5 и 10 м существенных различий не было получено. После 3 недель SLT время прохождения отрезков значительно увеличилось, тогда как после 3 недель AT изменений во времени не произошло. Скорость горизонтального взлета не изменилась ни в один из периодов тренировки. Авторы пришли к выводу, что традиционная 3-недельная программа одновременной тренировки силы и выносливости на высокогорье не оказывает негативного влияния на время выполнения старта и показатели LSJ у пловцов высокого уровня [6].

Специалисты Университетской школы физического воспитания г.Вроцлава (Польша) изучали влияние плиометрической тренировки на выбранные кинематические параметры старта, выдвинув гипотезу о ее влиянии на скорость взлета и подготовительные движения на стартовой тумбе. Эксперимент длился восемь недель. В исследовании приняли участие 9 высококвалифицированных пловцов-мужчин в возрасте 21,89±3,41 года, имеющие стаж занятий 7,97±3,02 года (рост 179,4±0,10 см, вес 75,11±6,60 кг). Пловцы проводили тренировки в воде в рамках подготовительного периода. Перед внедрением экспериментальной программы был проведен предварительный тест: после разминки каждый пловец выполнил три легкоатлетических старта по звуковому сигналу со стартового блока с интервалом 5 минут. После спортсмены использовали программу плиометрических упражнений с упором на развитие взрывной силы нижних и верхних конечностей при выполнении старта. Упражнения заимствовались из тренировок по легкой атлетике, программа включала в себя различные подскоки, прыжки в вертикальном, горизонтальном и смешанном направлении, а также упражнения с гантелями и медицинболами для верхних конечностей. Сложность увеличивалась за счет увеличения темпа движений. Тренировки выполнялись два раза в неделю, каждая тренировка длилась 75 минут. Для оценки влияния плиометрической тренировки были выбраны несколько групп параметров. 1. Темповые параметры: время старта 5 м, время взлета, время полета, время скольжения 5 м. 2. Параметры пространственной структуры: угол взлета, угол входа в воду, угол скольжения на расстоянии 5 м от бортика, глубина погружения пловца в фазе скольжения. 3. Показатели средней скорости: средняя скорость взлета, средняя скорость полета, средняя скорость скольжения 5 м. 4. Показатели мгновенной скорости: мгновенная скорость взлета, мгновенная скорость входа в воду, мгновенная скорость скольжения. Результаты показали, что использование плиометрической тренировки изменило следующие пространственно-временные параметры старта плавания: время старта, время скольжения, среднюю скорость взлета, среднюю скорость полета, среднюю скорость скольжения, мгновенную скорость взлета, мгновенную скорость входа, мгновенную скорость скольжения и угол скольжения. Изменение в кинематических параметрах начала плавания основывалось на различиях между значениями, зарегистрированными во время предварительного и заключительного тестирования. После плиометрической тренировки время старта и время скольжения уменьшились, средние скорости взлета, полета и скольжения увеличились, как и мгновенные скорости взлета, входа и скольжения, угол скольжения уменьшился. При определении влияния различных параметров старта на его результативность на основании значений коэффициентов корреляции были обнаружены значительные обратно пропорциональные связи между временем старта и временем скольжения (до r=-0,80, после r=-0,93), средней скоростью (до r=-0,66, после r=-0,67) и мгновенной скоростью скольжения (до r=-0,66, после r=-0,78). Значения коэффициентов корреляции, рассчитанные после прохождения плиометрической тренировки, были выше, чем до тренировки. Следует подчеркнуть,

что после тренировки сокращение времени старта сопровождалось увеличением средней скорости взлета (до r=-0,28; после r=-0,72). Изучение достоверности изменений в пространственно-временной структуре плавательного старта, произошедших в результате плиометрической тренировки, проявилось в виде существенных прямо пропорциональных корреляционных связей между значениями времени старта (5 м) и параметрами, характеризующими изменения в фазе скольжения (время фазы скольжения, средняя скорость и мгновенная скорость, зарегистрированная в 5 м от стартового блока) [11].

Исследователи из Федерального университета Параны и университета Позитиво, (Куритиба, Бразилия), а также университета Сан-Паулу (Сан-Паулу, Бразилия) задались целью определить влияние плиометрической тренировки прыжков в длину на крутящий момент в суставах нижних конечностей, а также как данные тренировки влияют на кинетические и кинематические параметры старта. Десять квалифицированных пловцов (7 мужчин: возраст 22±1,4 года, вес 69,8±4,8 кг, рост 1,78±0,06 м; 3 женщины: возраст 21,3±7,6 года, вес 59,9±2,9 кг, рост 1,70±0,05 м) добровольно приняли участие в исследовании. Масса тела после тренировок не изменилась (p>0,05). Пловцы участвовали в официальных соревнованиях местной и национальной федерации более 1 года на дистанциях 50 и 100 м вольным стилем, показав результаты 25–27 секунд и 52–54 секунды соответственно. Участники проводили 5–8 тренировок в неделю и проплывали примерно 7 км за занятие. Перед началом 9-недельной тренировочной программы выполнялись 3 одинаковые оценочные сессии: INI – исходное тестирование, выполненное за 2 недели до начала тренировок, PRE – тестирование, которое выполнялось за 24–48 часов до начала тренировок, и POST – тестирование, проведенное после тренировочного мезоцикла в течение 24–48 часов. Тренировки в большинстве своем состояли из плиометрических упражнений, в которые входили элементы прыжков в длину. Изучались следующие основные переменные:

– максимальное произвольное изометрическое сокращение разгибателей бедра и колена, в котором оценивался пиковый крутящий момент и скорость развития крутящего момента в разгибателях бедра и колена;

– кинетические и кинематические параметры старта: пиковая горизонтальная сила, пиковая вертикальная сила, пиковая результирующая сила и угол результирующей силы, определяемый как угол между вектором результирующей силы и поверхностью стартовой тумбы в последний момент контакта. Импульс рассчитывался с первого момента, когда вертикальная скорость центра масс была положительной.

Не было выявлено различий (p>0,05) между оценками INI и PRE ни в одной переменной. Эффект тренировки оценивался путем сравнения результатов между оценками PRE и POST. Большинство переменных существенно изменились по окончанию тренировок (p≤0,05). Вертикальная скорость взлета центра масс была единственным кинематическим параметром, на который не повлияла тренировочная программа (p=0,538). Вертикальная сила взлета имела тенденцию к увеличению значимости (p=0,198), перед тренировочной программой показатель силы взлета составлял 837,00±152,50 N, в оценочной сессии POST показатель силы взлета возрос на 1,23 и стал равен 847,33±164,23 N. Показатель вертикального смещения центра масс имел так же незначительный прирост на фоне остальных показателей. Расстояние смещения центра масс изменилось с 1,49±0,05 до 1,44±0,07 м. Наибольшая положительная динамика зафиксирована в скорости развития крутящего момента вокруг бедра, которая увеличилась на 107,85%, что привело к увеличению пиковой скорости крутящего момента бедра, которая увеличилась на 47,87%.

Скорость развития крутящего момента вокруг колена, увеличилась на 41,40%, показатель изменился с 427,45±16,86 до 604,43±240,42 N×м/с. Данные изменения повлияли и на пиковую скорость крутящего момента вокруг колена, которая увеличилась на 24%. Тренировочная программа повлияла и на угол результирующей силы, от которого при выполнении старта зависит траектория полета, он уменьшился на 18,68%: в оценочной сессии PRE угол был 27,30±7,80°, в сессии POST угол равнялся 22,20±10,30°. При изучении кинематических параметров старта в плавании после

9-недельных тренировок наибольший прирост наблюдался в горизонтальной скорости в момент входа в воду, скорость увеличилась на 21,74%, сам показатель изменился с 1,84±0,30 до 2,24±0,29 м/с. Горизонтальная скорость взлета возросла на 16,30%, вначале тестирования она составляла 1,84±0,19 м/с, в сессии POST скорость увеличилась до 2,14±0,21 м/с. Все испытуемые при выполнении старта, правую ногу ставили вперед. Именно пик угловой скорости правого колена вырос на 14,76%, пик угловой скорости левого колена вырос всего лишь на 8,13%. Учитывая указанные выше факторы, авторы утверждают, что плиометрическая тренировка с элементами прыжков в длину обеспечивает специфический стимул, который имитирует требования фактического старта в плавании (т.е. контроль вектора результата), улучшая кинетические и кинематические параметры старта [10].

*Заключение*

Анализируя результаты проведенных исследований, опубликованных в научной литературе, стоит отметить, что в исследовании литовских специалистов отсутствуют сведения о квалификации спортсменов, описанный тренировочный эффект не подкреплен описанием выполняемых упражнений, не указана квалификация опрашиваемых тренеров [2]. На наш взгляд, практическое использование полученных результатов исследования возможно, но при наличии информации о выполняемых спортсменами упражнениях. Изучение совершенствования стартовой реакции, описанное в работе ученых университета Сиднея, проведено на достаточно маленькой выборке спортсменов: по 5 в контрольной и экспериментальной группах. Практическое использование разработанной программы подходит для совершенствования стартовой реакции, авторами также доказано, что улучшение стартовой реакции не повлияло на время нахождения на тумбе. Возможно, на достоверность результатов повлияла небольшая выборка испытуемых. Ученые Польской школы физического воспитания определили влияние плиометрических тренировок на качество старта пловцов, выявили достаточно много взаимосвязей, при которых скорость выполнения подготовительных движений на тумбочке влияет на фазу скольжения, от которой в большей степени зависит результативность старта. Полученные данные могут быть использованы тренерами как вариант повышения результативности прохождения дистанции. Бразильские специалисты пришли к выводу, подкрепленному доказательной базой, о том, что тренировка с различными вариациями прыжка в длину влияет на крутящий момент в коленных и тазобедренных суставах, вследствие чего изменяются кинематические и кинетические параметры старта.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что отсутствует единое понимание факторов, влияющих на качество выполнения стартового прыжка в плавании. Имеются немногочисленные исследования, в которых принимают участие спортсмены различной квалификации, причем их количество не позволяет определить достоверность полученных результатов. Тренировочные программы проводятся в различных условиях и продолжаются от 3 до 9 недель. Все это вызывает необходимость в детальном изучении биомеханических характеристик «track-start», а также в разработке методики его совершенствования.

*Список использованных источников*

1. Скирене, В.В. Старт пловца: проблемы, поиски, решения / В.В. Скирене // Проблеми фізичного виховання і спорту. – 2011. – №6. – С.120–122.

2. Christopher Papic, Peter Sinclair, Che Fornusek & Ross Sanders (2018): The effect of auditory stimulus training on swimming start reaction time, Sports Biomechanics.

3. Cossor J, Mason B. Swim start performances at the sydney 2000 olympic games. In: Blackwell JRaS, R.H., editor. International Symposium on Biomechanics in Sports; San Francisco: International Society of Biomechanics in Sport. – 2001. – P.70–73.

4. Counselman, J.E. and Counsilman, B.E. (1994). The new science of swimming. Prentice Hall, – P.400–452.

5. García-Ramos A, Feriche B, de la Fuente B, Argüelles-Cienfuegos J, Strojnik V, Strumbelj B et al. Relationship between different push-off variables and start performance in experienced swimmers. Eur J Sport Sci. 2015;15(8):687–95.

6. Garcia-Ramos A, Stirn I, Padial P, Arguelles-Cienfuegos J, De la Fuente B, Calderon C et al. The effect of an altitude training camp on swimming start time and loaded squat jump performance. PloS one. 2016;11(7): e0160401. P.1–11.
7. Honda KE, Sinclair PJ, Mason BR, Pease DL, editors. A biomechanical comparison of elite swimmers start performance using the traditional track start and the new kick start. International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming; 2010.
8. Lyttle A, Benjanuvatra N. Start right – a biomechanical review of dive start performance.
9. Marek rejman, Marek Bilewski, Stefan Szczepan, Andrzej Klarowicz, Daria Rudnik, Krzysztof Maćkała. Assessing the impact of a targeted plyometric trainingon changes in selected kinematic parametersof the swimming start. Acta of Bioengineering and Biomechanics Vol.19, No.2, 2017. P.149–160.
10. Marinho DA, Reis VM, Alves FB, Vilas-Boas JP, Machado L, Silva AJ et al. Hydrodynamic drag during gliding in swimming. J Appl Biomech. 2009;25(3):253-7.
11. Rebutini VZ, Pereira G, Bohrer R, Ugrinowitsch C, Rodacki AL. Plyometric long jump training with progressive loading improves kinetic and kinematic swimming start parameters. J Strength Cond Res. 2014;30(9):2392-8.
12. Tor E, Pease DL, Ball KA. Key parameters of the swimming start and their relationship to start performance. J Sports Sci. 2015;33(13):1313-21.

*01.04.2022*

УДК 616-079.6

## МЕТОД СУХОЙ КАПЛИ КРОВИ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ АНТИДОПИНГОВОГО КОНТРОЛЯ В СПОРТЕ

**Г. М. Загородный, канд. мед. наук, доцент,**
**Н. В. Шведова, Е. С. Акимов,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация*
*Метод сухой капли (DBS) является апробированным и верифицированным международными компетентными организациями инструментом для определения запрещенных ВАДА субстанций. Авторами на основании выполненного значительного научного литературного обзора описаны основные механизмы определения субстанций, сравнительный анализ выявления в различных средах, временных и иных условиях забора, транспортировки и т.д. Метод сухой капли значительно улучшает процедуру допинг-тестирования и является существенным дополнением к рутинным методам лабораторной диагностики. Предлагаемый материал еще не был изложен в отечественной спортивно-медицинской литературе.*

## THE DRIED BLOOD SPOT METHOD: A REVIEW AND PERSPECTIVES OF ANTI-DOPING CONTROL IN SPORT

*Abstract*
*The method for the determination of substances prohibited by WADA, the dried blood spot method, has been tested and verified by the internationally competent anti-doping organisations. Based on a substantial scientific literature review, the authors have described the main substance detection mechanisms, the comparative analysis of detection in different environments, temporal and other conditions. The dried blood spot method (DBS) significantly improves doping tests, and is a substantial addition to routine laboratory diagnostic methods. The presented material has not yet been described in the national sports medicine literature.*

В 1913 году [1] кровь стала первой матрицей в формате «высушенных матричных пятен (DMS), которые вскоре стали известны как «высушенные пятна крови» (DBS) – метод отбора цельной крови на фильтровальной бумаге, который стал широко использоваться в диагностическом скрининге метаболических нарушений с 1963 г., в том числе для выявления генетических заболеваний, наркотиков, лекарственных препаратов [2–7]. Более 20 лет назад был разработан метод обнаружения допинговых агентов в сухих пятнах крови, который сводит к минимуму инвазивность, расходы на хранение и транспортировку. Развитие масс-спектрометрии высокого разрешения (HRMS) обеспечивает достаточную чувствительность для

обнаружения целевых субстанций в микропробах сложной матрицы; сегодня появилась новая тенденция использования полностью автоматизированных сэмплеров DBS для достижения высокой пропускной способности [8–13].

Всемирное антидопинговое агентство объявило об использовании DBS на зимних Олимпийских играх в Пекине и Паралимпийских играх в 2022 году. В Техническом документе ВАДА TD2021DBS, вступившим в силу с 01.09.2021, описаны технические требования к сбору, транспортировке, аналитическому тестированию и хранению образцов DBS [14].

Объемы в 40 мкл для пробы «А» и 20 мкл капиллярной крови для пробы «В» являются минимальными объемами, необходимыми для выполнения методов хроматографо-масс-спектрометрического анализа. Тем не менее, ВАДА рекомендует собирать около 60 мкл капиллярной крови для пробы «А» и 40 мкл для пробы «В». В зависимости от используемого оборудования для сбора DBS-проб объем и количество пятен могут варьироваться. Если пятно имеет небольшой объем (менее 20 мкл), то несколько пятен могут быть объединены.

Только капля крови должна соприкасаться с абсорбирующей основой DBS; палец не должен ее касаться. Капля крови не должна размазываться по впитывающей подложке. Возможно использование капилляров для переноса крови от пальца к абсорбирующей подложке, хотя это не должно поощряться. Можно использовать только не содержащие антикоагулянтов капилляры. Одна проба должна содержать одну каплю крови, так как попадание нескольких капель в одно и то же место приведет к неоднородности образца.

Если требуется более одной попытки, то допинг-офицером выбирается другое место прокола. Кожа должна быть очищена, а для прокола кожи следует использовать новый ланцет. Если количество капиллярной крови недостаточно, то можно повторить процедуру максимум до 3 попыток. Если все три попытки не приведут к получению достаточного количества крови необходимо прекратить сеанс сбора образцов с указанием причины его прекращения.

При необходимости лаборатория может объединить пятна из двух или более образцов DBS одного сеанса сбора проб у одного и того же спортсмена, чтобы иметь достаточный объем для выполнения требуемой процедуры аналитического тестирования.

Ранее в научных работах обычно был указан объем для получения DBS 5–100 мкл, хотя некоторые авторы исследовали более высокие объемы [15]. Этого небольшого количества пробы достаточно для идентификации и количественного определения нескольких веществ с высокой точностью. Thomas et al. и Versace et al. смогли идентифицировать более 15 наркотиков, используя всего 5 мкл DBS [16, 17]. Аналогичным образом Ambach et al. опубликовали метод скрининга 64 наркотиков, включая амфетамины (AMP), кокаин и др. всего из 10 мкл DBS [18]. Напротив, Kacargil et al. количественно оценили некоторые амфетамины, кокаин и опиоиды с высокой чувствительностью в 100 мкл крови; в то же время как метод, предложенный Стойковой и соавт. был ограничен для целей скрининга и требовал 250 мкл. Что касается чувствительности, все методы достигли приемлемых пределов обнаружения (LOD) и пределов количественной оценки (LOQ), в то время как диапазон линейности находился в пределах клинических концентраций [19]. Важно учитывать, что объемы выше 100 мкл нелегко получить из пальца. Кроме того, большой объем будет влиять на время высыхания на бумаге. Объемы крови при DBS значительно ниже, чем объемы, используемые в пробах в пробирках (> 5 мл).

Для забора капиллярной крови из плеча спортсменов Антидопинговым агентством США были протестированы устройства сенсорной флеботомии на основе микроигл TAP с гепарином лития и микроланцет Tassco-M20 [20–23]. Высокая стоимость является одним из препятствий для широкого их применения (более 100 долларов США). Другая проблема, ограничивающая широкое применение устройств заключается в том, что они должны быть зарегистрированы в соответствии с местными медицинскими законами. Для переноса цельной крови из TAP на карту DBS требуется специальная подготовка.

Большинство классов допинговых агентов достаточно стабильны, их можно хранить при комнатной температуре в течение 1 недели [24, 25], соответственно во время транспортировки не требуется особых условий.

Стабилизирующий эффект DBS наблюдается у анаболических агентов, наркотиков и каннабиноидов при комнатной температуре в пластиковом пакете до 4 недель [26, 27]; лучшая стабильность была достигнута, когда образцы не подвергались воздействию света в течение года, а хранение при -20°C увеличивало время стабильности до 95 дней [13]. Howe CJ и соавт. после хранения образца в жарком тропическом климате (50°C) наблюдали небольшое повышение концентраций тестостерона (T) и нандролона (N), что объяснялось очевидной восприимчивостью меченным тритием индикатором к термической деградации [28]. Möller I. и соавт. наблюдали небольшую деградацию пептидов при хранении пробы DBS в течение 3 недель после забора при комнатной температуре [29], что, тем не менее, позволило рационально использовать в последующем допинг-контроле. В нескольких исследованиях упоминалось, что разрезание пятна на мелкие кусочки во время подготовки образца даже может привести к лучшему извлечению [8, 20, 30]. Кроме того, для лабораторий уже разработан эффективный комплексный метод скринингового анализа DBS [24, 31].

Лабораторные методы можно разделить на разрушающие и неразрушающие измерения; предпочтительнее неразрушающие. Для DBS спектрометрия в ближней инфракрасной области является одним из используемых методов [10]; однако температура и влажность могут повлиять на результаты, так как метод зависит от площади поверхности пятна.

На данный момент полностью валидизированы методы обнаружения запрещенных ВАДА субстанций: этиохоланолона; GHRP: пептидов, высвобождающих гормон роста; метилтретбутилового эфира; нандролона, фенилпропионат нандролона; тестостерона и его эфиров (ацетата, ципионата, деканоата, изокапроата, фенилпропионата, андеконата); глюкуронида тестостерона; тетрагидроканнабинола и др.

Средства, активирующие сиртуины, потенциально используются для лечения диабета 2 типа и болезни Альцгеймера, но также улучшают выносливость и силу. Höppner S. и соавт. изучалось обнаружение активирующих сиртуин соединений в DBS мышей, и результаты показали, что LOD пяти сиртуин-активирующих соединений и их метаболитов составляли 10–50 нг/мл [32].

В настоящее время метод обнаружения эндогенных анаболических стероидов (АС) является косвенным с помощью масс-спектрометрии изотопного отношения (GC/C/IRMS); обнаружение определяется аномальным изменением 5 соотношений стероидного модуля - тестостерон / эпитестостерон (T / E), андростерон / тестостерон (A / T), тестостерон / этиохоланолон (A / Et), 5α-андростан-3α, 17β-диол / 5β-андростан-3α, 17β-диол (5αАдиол / 5βАдиол) и 5α-андростан-3α, 17β-диол / эпитестостерон (5αАдиол/ E) [33]. Обнаружение интактных эндогенных сложных эфиров АС является сложным процессом. Вместе с тем, клиническое применение DBS для обнаружения эфиров тестостеронов демонстрирует его высокую эффективность. Tretzel L. и соавт. установили нижний предел обнаружения дегидрохлорметилтестостерона и станозолола – 0,8 и 0,02 нг/мл соответственно [30]. Однако сравнивать LOD между исследованиями сложно из-за разных объемов образцов и разных матриц в исследованиях.

Селективные модуляторы рецепторов андрогенов (SARM) были обнаружены с уровнем детализации 0,05 нг/мл [25], а чувствительность ЖХ-МС/МС для кленбутерола в DBS после однократного приема стандартной дозы составила 80 мкг. Исследуемые образцы можно было обнаружить через 24 часа после введения, а половина образцов определялась и через 3 дня после введения. Пегинесатид – пептид, стимулирующий эритропоэз – обнаруживается методом MS с LOD = 50 нг/мл, в то время как HRMS LOD = 10 нг/мл. [34–37].

Доказана эффективность обнаружения пептидов с более низкой молекулярной массой (<2 кДа) и некоторых непептидных препаратов, включая агонисты рецептора гонадотропин-рилизинг-гормона, рецептора грелина, рецептора гормона роста

и рецептора антидиуретического гормона, пептидов, высвобождающих гормон роста (GHRP) [10].

Сотатерсепт – белковый препарат на основе IgG - один из ингибиторов передачи сигналов TGF-β, запрещен из-за его стимулирующей эритропоэз активности. Singh G. и соавт. разработана первоначальная процедура тестирования для сотатерсепта, луспатерсепта и бимагрумаба с молекулярной массой> 100 кДа [27]. LOD для сотатерсепта в DBS был установлен впервые [36] и составлял 0,25 мкг/мл. Также была оценена и оптимизирована применимость электрофоретической методологии, установленной WADA для обнаружения субстанций, стимулирующих эритропоэз, включая рекомбинантный эритропоэтин, NESP и CERA [37].

Чтобы улучшить метод допинг-контроля для rhGH, DBS может и должен применяться чаще из-за своей малой инвазивности для спортсменов; поэтому ценность образцов DBS в сочетании с масс-спектрометрией стала очевидной. Инсулиноподобный фактор роста 1 (IGF-1) является одним из биомаркеров и медиатором rhGH, поэтому обнаружение IGF-1 является косвенным методом выявления злоупотребления гормона роста. Разработанный метод жидкостной хроматомасс-спектрометрии (LC-MS) скрининга IGF-1 на основе DBS показал хорошее соответствие уровням его в плазме, венозных и капиллярных образцах. Фибронектин 1 (FN1) ELISA является еще одним эффективным биомаркером для выявления rhGH. Reverter-Branchat G. и соавт., разработали метод прямого иммуноанализа для определения rhGH; кривые концентрации сывороточных образцов и DBS были сопоставимы, хотя количественное различие все же сохранялось [38, 39].

Синактен - синтетический адренокортикотропный гормон человека, который быстро разлагается в образцах мочи и плазмы через несколько часов после инъекции. Tretzel L. и соавт. был разработан и утвержден надежный количественный метод МС для его обнаружения с «окном» в DBS 5–30 мин после введения [40].

Инсулин и его аналоги не подвержены деградации после четырех циклов замораживания-оттаивания. DBS в сочетании с ELISA использовались для тестирования инсулина как кардиометаболического фактора риска и постпрандиального инсулина [41, 42, 43). Разработан метод обнаружения, демонстрирующий достаточную специфичность инсулина и его аналогов без мешающих сигналов эндогенного человеческого инсулина; LOD составляла 0,5 нг/мл (1,5 нг/мл детемира), в то время как LOD в крови составляла 0,2 нг/мл (0,8 нг/л детемира). С-пептид также является маркером выработки эндогенного инсулина, но немногие исследования подтвердили метод его обнаружения в образцах DBS [44, 45, 46]. В большинстве случаев поврежденные белки и пептиды с трудом обнаруживаются в моче и быстро разлагаются в сыворотке или плазме, в то время как образцы DBS могут сохранять их в фильтровальной бумаге для дальнейшего обнаружения.

Tretzel L. и соавт. были обнаружены концентрации мельдония в моче, плазме, сухих пятнах плазмы (DPS) и DBS; концентрация его DBS в 30 раз превышала концентрацию DPS [47], соответственно мельдоний может изначально включаться в эритроциты и постепенно выделяться в плазму.

Эталонное значение окна обнаружения псевдоэфедрина было получено с помощью DBS после введения его в дозе 30 мг [30]. Методика DBS имеет низкую индивидуальную вариабельность, возможно, потому, что снижаются влияние pH и объема на результат по сравнению с образцами мочи [48].

Метод обнаружения опиодов, включая автоматический онлайн-процесс SPE–LC–MS/MS, был проверен как в образцах DBS, так и DPS [13, 49]. Хотя LOD целевых веществ в образцах DBS и DPS были не такими высокими, как в образцах плазмы, была установлена удовлетворительная их чувствительность и точность (0,15 и 0,08 нг/мл для DBS и DPS, соответственно) [50] Salamin O, Garcia A.и соавт. использовали автоматическую экстракционную систему CAMAG DBS-MS 500 для мониторинга трамадола и его метаболита О- езметилтрамадола в DBS; LOD для трамадола составлял 2 нг/мл, а для его метаболита – 5 нг/мл [12, 58].

Δ9-тетрагидроканнабинол (THC) - основное действующее вещество классических каннабиноидов. Его метаболиты – 11-гидрокси-Δ9-тетрагидроканнабинол (THC-OH) и тетрагидроканнабинол-9-карбоновая кислота (THC-COOH) – используются для

обнаружения употребления каннабиса. Их концентрации в крови обычно достигают максимума 0,5–5 нг/мл через 2 часа после приема обычной дозы, в то время как JWH-018 достигает C max более 10 нг/мл в сыворотке, а затем резко падает до субнанограмма через 3 часа. LOD для JWH-018 был установлен как 5 нг/мл [24].

Для выявления и количественной оценки наркотиков доступно несколько методов DBS, и большинство из них демонстрируют достаточную чувствительность [4]. Thomas A и соавт. разработан метод обнаружения для 26 модельных соединений – THC, THC-COOH, метилгексанамина, метилфенидата, кокаина, никетамида, 3,4-метилендиоксиамфетамина, N-метил-3,4-метилендиоксиамфетамина, стрихнина, мезокарба, сальбутамола, формотерола, кленбутерола, метандиенона, станозолола, бисопролола, пропранолола, метопролола, анастрозола, кломифена, экземестана, дексаметазона, будесонида, SARM S4 и SARMia-ионазида [25].

Таким образом, методологические исследования эндогенных АС и относящихся к ним сложных эфиров, белков и пептидов DBS и эффективной ЖХ-МС/МС подтверждают преимущества DBS [52, 53]. Разработка метода обнаружения на основе образцов DBS позволяет напрямую обнаруживать эндогенные сложные эфиры AS и снижает стоимость определения неблагоприятных результатов анализа. Существует большой потенциал DBS в сочетании с LC-HRMS для обнаружения белков и пептидов с большой молекулярной массой, таких как агонисты рецепторов эритропоэтина. Согласно техническому документу ВАДА TD2021EPO [54], эти препараты рекомендуется обнаруживать с помощью саркозил-PAGE, изоэлектрического фокусирующего PAGE и SDS-PAGE, и требуются большие объемы мочи или образца крови. Условия хранения для анализа ERA также очень строгие и дорогостоящие.

Хотя образцы DBS с ERA необходимо замораживать до -20°C для поддержания достаточной стабильности образцов, тем не менее метод сухой капли остается рентабельным.

Cox H. и соавт. изучали методы обнаружения переливания аутологичной крови в DBS. Данный косвенный метод обнаружения аутогематотрансфузий основывается на соотношение CD71 и Band 3 для представления отношения незрелых ретикулоцитов и эритроцитов. Разработан улучшенный метод, в котором трипсин используется для переваривания клеточно-специфических белков для обнаружения CD71 и Band 3 [51]. Теоретически, данный метод позволяет проводить заочный самостоятельный отбор проб с последующим анализом и выявлением манипуляций с кровью.

Под влиянием глобальной пандемии COVID-19 Антидопинговое агентство США продвигало концепцию виртуального тестирования на наркотики, представляющую собой удаленный сбор образцов крови с онлайн-видеорегистрацией с помощью устройства TASSO-Sport OnDemand [55]. Виртуальное тестирование на наркотики также является хорошей попыткой и требует более широкого распространения практических приложений. Moeller BC (2021) был разработан новый метод обнаружения 50 соединений в DBS-пробах крови лошадей [56].

*Вывод*

Существующие научные данные продемонстрировали преимущества применения методов DBS при допинг-анализе. Метод сухой капли предлагает минимально инвазивный способ получения образцов крови у спортсменов; кроме того, DBS более экономичный способ для сбора и транспортировки образцов. В идеале лучше использовать три точки/пятна «А» и две точки «В». DBS экономит место для хранения в лабораториях из-за небольшого объема и затраты по тестированию сложных эфиров эндогенных АС.

В целом высушенные матрицы могут стать главными действующими лицами в различных областях медицины, включая судебную токсикологию. Метод объемной абсорбционной микроскопии (VAMS) демонстрирует еще более многообещающий потенциал для преодоления таких недостатков при одновременном улучшении существующих преимуществ. Кроме того, ионизация с помощью губчатого распылителя и десорбционная ионизация электрораспылением оказались особенно подходящими для анализа высушенных матриц, облегчая тем самым дальнейшее практическое применение DBS. В целом высушенные матрицы могут стать главными действующими лицами в различных областях медицины [57].

DBS не может и не должен заменять рутинные анализы мочи и крови. Уравновешивание схем тестирования и матриц тестов и обеспечение более высокой частоты тестирования в поддержку защиты чистого спорта может улучшить антидопинговые усилия, чему способствуют DBS и недавно разработанные аналитические подходы. Тем не менее, необходимо провести больше исследований, а чувствительность методов все еще нуждается в улучшении с учетом небольшого объема крови, что в целом снизит риски использования запрещенных средство и методов [58, 59].

*Список использованных источников*


1. Bang I. Der Blutzucker (4th Edition). J.F. Bergmann, Wiesbaden, Germany (1913).
2. Travert G, Heeley M, Heeley A. History of newborn screening for cystic fibrosis-the early years. Int. J. Neonatal Screen. 6(1), 8 (2020).
3. Momosaki K, Kido J, Yoshida S *et al.* Newborn screening for Pompe disease in Japan: report and literature review of mutations in the *GAA* gene in 1Japanese and Asian patients. J. Hum. Genet. 64(8), 741–755 (2019).
4. Keutzer JM. Establishing Pompe disease newborn screening: the role of industry. Int. J. Neonatal Screen. 6(3), 55 (2020).
5. Sadones N, Capiau S, De Kesel PM, et al. Spot them in the spot: analysis of abused substances using dried blood spots. Bioanalysis 6(17), 2211–2227 (2014).
6. Moorthy GS, Vedar C, Downes KJ, Fitzgerald JC et al.. Microsampling assays for pharmacokinetic analysis and therapeutic drug monitoring of antimicrobial drugs in children: a critical review. Ther. Drug Monit. 14, 5757–5771 (2020).
7. Tey H, See H. A review of recent advances in microsampling techniques of biological fluids for therapeutic drug monitoring. J.Chromatogr. A 1635, 461731 (2020)
8. Peng SH, Segura J, Farré M, de la Torre X. Oral testosterone administration detected by testosterone glucuronidation measured in blood spots dried on filter paper. Clin. Chem. 46(4), 515–522 (2000).
9. Thevis M, Geyer H, Tretzel L. Sports drug testing using complementary matrices: advantages and limitations. J. Pharm. Biomed. Anal. 130, 220–230 (2016).
10. Lange T, Thomas A, Walpurgis K. Fully automated dried blood spot sample preparation enables the detection of lower molecular mass peptide and non-peptide doping agents by LC–HRMS. Anal.Bioanal.Chem. 412(15), 3765–3777 (2020).
11. Jones C, Dunseath G, Lemon J. Microsampling collection methods for measurement of c-peptide in wholeblood. J.Diabetes Sci.Technol.12(5), 1024–1028 (2018).
12. Luginbühl M, Angelova S, Gaugler S, Längin A. Automated high-throughput analysis of tramadol and o-desmethyltramadol in dried blood spots. Drug Test. Anal. 12(8), 1126–1134 (2020).
13. Verplaetse R, Henion J. Quantitative determination of opioids in whole blood using fully automated dried blood spot desorption coupled to on-line SPE–LC–MS/MS. Drug Test. Anal. 8(1), 30–38 (2016).
14. TD2021DBS Technical Document for Dried Blood Spot.https://www.wada-ama.org/en/resources/science-medicine/td2021dbs.
15. Stoykova S, Kanev K, Pantcheva I. Isolation and characterization of drugs of abuse in oral fluid by a preconcentration protocol. Anal. Lett. 49(17), 2822–2832 (2016).
16. Thomas A, Déglon J, Steimer T. On-line desorption of dried blood spots coupled to hydrophilic interaction/reversed-phase LC/MS/MS system for the simultaneous analysis of drugs and their polar metabolites. J. Sep. Sci. 33(6-7), 873–879 (2010).
17. Versace F, Lauer E, Mangin P. Automated DBS extraction prior to Hilic/RP LC–MS/MS target screening of drugs. Chromatographia. 76(19), 1281–1293 (2013).
18. Ambach L, Hernández Redondo A, König S, Weinmann W. Rapid and simple LC-MS/MS screening of 64 novel psychoactive substances using dried blood spots. Drug Test. Anal. 6(4), 367–375 (2014).
19. Jacques ALB, Santos MK dos, Limberger RP. Development and validation of a method using dried oral fluid spot to determine drugs of abuse. J. Forensic Sci. 64(6), 1906–1912 (2019).
20. Fedoruk M. Dried blood spot (DBS) testing & the potential for the ABP. Presented at: WADA ABP Symposium 2018. Rome, Italy (2018). https://www.wada-ama.org.
21. Blicharz TM, Gong P, Bunner BM. Microneedle-based device for the one-step painless collection of capillary blood samples. Nat.Biomed.Eng.2(3), 151–157 (2018).
22. Seventh Sense Biosystems. TAP® https://7sbio.com/products/tap/.
23. Tasso-M20 .https://www.tassoinc.com/tasso-m20.
24. Thomas A, Geyer H, Guddat S, Schänzer W/ Dried blood spots (DBS) for doping control analysis. Drug Test. Anal. 3(11–12), 806–813 (2011).

25. Thomas A, Geyer H, Schänzer W et al. Sensitive determination of prohibited drugs in dried blood spots (DBS) for doping controls by means of a benchtop quadrupole/orbitrap mass spectrometer. Anal. Bioanal. Chem. 403(5), 1279–1289 (2012).

26. Tretzel L, Thomas A, Geyer H et al. Use of dried blood spots in doping control analysis of anabolic steroid esters. J. Pharm. Biomed. Anal. 96, 21–30 (2014).

27. Singh GK, Turner L, Desai R, Jimenez M. Pharmacokinetic–pharmacodynamic study of subcutaneous injection of depot nandrolone decanoate using dried blood spots sampling coupled with ultrapressure liquid chromatography tandem mass spectrometry assays. J. Clin. Endocrinol. Metab. 99(7), 2592–2598 (2014).

28. Howe CJ, Handelsman DJ. Use of filter paper for sample collection and transport in steroid pharmacology. Clin. Chem. 43(8), 1408–1415 (1997).

29. Möller I, Thomas A, Geyer H, Schänzer W, Thevis M. Development and valida-tion of a mass spectrometric detection method of peginesatide in dried blood spots for sports drug testing. Anal. Bioanal. Chem. 403(9), 2715–2724 (2012).

30. Tretzel L, Thomas A, Geyer H, Pop Valentin. Dried blood spots (DBS) in doping controls: a complementary matrix for improved in- and out- of-competition sports drug testing strategies. Anal. Methods 7(18), 7596–7605 (2015).

31. Thomas A, Geyer H, Schänzer W *et al.* Sensitive determination of prohibited drugs in dried blood spots (DBS) for doping controls by means of a benchtop quadrupole/orbitrap mass spectrometer. Anal. Bioanal. Chem. 403(5), 1279–1289 (2012).

32. Höppner S, Delahaut P, Schänzer W, Thevis M. Mass spectrometric studies on the in vivo metabolism and excretion of SIRT1 activating drugs in rat urine, dried blood spots, and plasma samples for doping control purposes. J. Pharm. Biomed. Anal. 88, 649–659 (2014).

33. Nair VS, Husk J, Miller GD, van Eenoo P. Evaluation of longitudinal steroid profiling with the Adams adaptive model for detection of transdermal, intramuscular testosterone administration. Drug Test. Anal. 12(10), 1419–1431 (2020).

34. Jelkmann W. Watch out for a revival of peginesatide in sports. Drug Test. Anal. 9(2), 157–160 (2017).

35. Möller I, Thomas A, Delahaut P. Mass spectrometric detection of peginesatide in human urine in doping control analysis. J.Pharm.Biomed. Anal. 70, 512–517 (2012).

36. Möller I, Thomas A, Wingender A, Machnik M. Detection of peginesatide in equine serum using liquid chromatography–tandem mass spectrometry for doping control purposes. Eur. J. Mass Spectrom. 18(4), 407–412 (2012).

37. Reverter-Branchat G, Ventura R, Ezzel D. Detection of erythropoiesis-stimulating agents in a single dried blood spot. DrugTest.Anal. 10(10), 1496–1507 (2018).

38. Ferro P, Ventura R, Pérez-Mañá C. Evaluation of fibronectin 1 in one dried blood spot and in urine after rhGH treatment. Drug Test. Anal. 9(7), 1011–1016 (2017).

39. Reverter-Branchat G, Bosch J, Vall J. Determination of recent growth hormone abuse using a single dried blood spot. Clin.Chem. 62(10), 1353–1360 (2016).

40. Tretzel L, Thomas A, Geyer H, Delahaut P. Determination of Synacthen® in DBS for doping control analysis using liquid chromatography tandem mass spectrometry. Anal. Bioanal. Chem. 407(16), 4709–4720 (2015).

41. Butter NL, Hattersley AT, Clark PM. Development of a bloodspot assay for insulin. Clin. Chim. Acta 310(2), 141–150 (2001).

42. Kapur S, Kapur S, Zava D. Cardiometabolic risk factors assessed by a finger stick dried blood spot method. J. Diabetes Sci. Technol. 2(2), 236–241 (2008).

43. Kapur S, Groves MN, Zava DT. Postprandial insulin and triglycerides after different breakfast meal challenges: use of finger stick capillary dried blood spots to study postprandial dysmetabolism. J. Diabetes Sci. Technol. 4(2), 236–243 (2010).

44. Thomas A, Schänzer W, Thevis M. Determination of human insulin and its analogues in human blood using liquid chromatography coupled to ion mobility mass spectrometry (LC–IM–MS). Drug Test. Anal. 6(11–12), 1125–1132 (2014).

45. Johansson J, Becker C, Persson NG, Fex M. C-peptide in dried blood spots. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 70(6), 404–440 (2010).

46. Willemsen RH, Burling K, Barker P et al. Frequent monitoring of C-peptide levels in newly diagnosed type 1 subjects using dried blood spots collected at home. J. Clin. Endocrinol. Metab. 103(9), 3350–3358 (2018).

47. Tretzel L, Görgens C, Geyer H et al. Analyses of meldonium (mildronate) from blood, dried blood spots (DBS), and urine suggest drug incorporation into erythrocytes. Int. J. Sports Med. 37(6), 500–502 (2016).

48. Kojima A, Nishitani Y, Sato M, Kageyama S. Comparison of urine analysis and dried blood spot analysis for the detection of ephedrine and methylephedrine in doping control. Drug Test. Anal. 8(2), 189–198 (2016).

49. Ryona I, Henion J. A book-type dried plasma spot card for automated flow-through elution coupled with online SPE–LC–MS/MS bioanalysis of opioids and stimulants in blood. Anal. Chem. 88(22), 11229–11237 (2016).
50. Protti M, Catapano MC et al. Determination of oxycodone and its major metabolites in haematic and urinary matrices: comparison of traditional and miniaturised sampling approaches. J. Pharm. Biomed. Anal. 152, 204–214 (2018).
51. Cox HD, Eichner D. Mass spectrometry method to measure membrane proteins in dried blood spots for the detection of blood doping practices in sport. Anal. Chem. 89(18), 10029–10036 (2017).
52. de Oliveira FA, Casilli A, Piper T et al. Implementation and performance of the gas chromatography/combustion/isotope ratio mass spectrometry-based method for the confirmatory analysis of endogenous anabolic steroids during the Rio de Janeiro Olympic Games 2016. Anal. Chem. 91(18), 11747–11756 (2019).
53. World Anti-Doping Agency. WADA Technical Document – TD2021IRMS (2020). https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/td2021irms.
54. World Anti-Doping Agency. WADA Techinical Document – TD2021EPO (2020). https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files.
55. Fedoruk MN. Virtual drug testing: redefining sample collection in a global pandemic. Bioanalysis 12(11), 715–718 (2020).
56. Moeller BC, Yang Z. Evaluation of dried blood spots as an alternative sample matrix for equine antidoping analysis. Drug Test. Anal. 13(2), 386–396 (2021).
57. Mario Thevis. Broadening the Horizon of Antidoping Analytical Approaches Using Dried Blood Spots. Clinical Chemistry, Vol., Issue 8, Aug 2021, Pages 1041–1043.
58. Salamin O, Garcia A, González-Ruiz V *et al.* Is pain temporary and glory forever? Detection of tramadol using dried blood spot in cycling competitions. Drug Test. Anal. 12(11–12), 1649–1657 (2020).
59. Матвеев, В.С. К дискуссии о проблемах допинга в спорте – 2021 / Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – №2(192). – С.181–187.

*10.05.2022*

УДК 159.9.07

## АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОГО ПСИХОЛОГА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

**А. А. Мухамова, аспирант,**
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация*
*В статье рассматривается один из пассивных методов психической регуляции для адаптации и восстановления организма – аудиовизуальная стимуляции (АВС) – как способ разрешить противоречие: необходимость психического восстановления спортсмена, с одной стороны, и нежелание, неспособность этим заниматься. Автором проанализирован опыт исследований АВС и возможностей ее применения в спорте. На основании данных литературы метод может быть рекомендован для оптимизации адаптивных и восстановительных реакций при значительных физических и психических нагрузках. Вопрос технологии использования АВС на этапах тренировочного процесса требует дальнейшего изучения. Рассматриваемая тема будет интересна научным сотрудникам, спортивным психологам, тренерам, спортсменам.*

## THE TIMELINESS OF USING AUDIO-VISUAL STIMULATION IN WORK OF A SPORT PSYCHOLOGIST. LITERATURE REVIEW

*Abstract*
*The article considers one of the passive methods of psychological regulation for adaptation and recovery - audio-visual stimulation (AVS) - as a way to resolve the contradiction: the need for mental recovery of the athlete on the one hand, and unwillingness, inability to do so. The author analyzed the experience of research into AVS and its potential application in sports. Based on the available literature, this method can be recommended to optimize adaptive and restorative responses to significant physical and mental stresses. The issue of AVS technology in training requires further*

*study. The topic under consideration will be of interest to researchers, sports psychologists, coaches, athletes.*

*Введение*

Оптимальное функциональное состояние организма человека составляет основу эффективного выполнения любой деятельности. В спорте высших достижений сочетание специфических стресс-факторов: значительных физических и психических нагрузок, монотонности тренировочных занятий и плотного графика соревнований часто сопровождается выраженным напряжением функциональных систем организма, что может приводить к состоянию психической усталости [1]. Отклонение от рационального режима тренировок, несоблюдение длительности отдыха и величины нагрузки приводят к развитию состояния перенапряжения и перетренированности [2]. Как известно, психическое напряжение спортсмена определяет продуктивность его мышечной работы. Если напряжение чрезмерно и продолжительно и в жизни спортсмена присутствуют стресс-факторы, а восстановление недостаточно, – такое состояние может перерасти в хроническое утомление и переутомление, которое в свою очередь является отрицательным фактором, избыточно расходующим энергию организма. Психическое перенапряжение может быть оправдано, когда запланировано, выверено опытом тренера и проведено под контролем с использованием современных средств реабилитации [3].

Результатом негативных последствий стрессовых состояний может стать снижение уровня или срыв психофизиологической адаптации систем организма, обусловленный выше перечисленными факторами. В состоянии перетренированности у спортсменов выявляются преобладание тонуса симпатического отдела нервной системы, нарушения работы сердца, малая выраженность альфа-ритма на электроэнцефалограмме (ЭЭГ), неустойчивое эмоциональное состояние, симптомы раздражительности со снижением работоспособности, отсутствие интереса к тренировкам, профессиональные ошибки и травматизм, развитие психосоматических заболеваний [2].

Поскольку состояния человека оказывают существенное влияние на эффективность его деятельности, физическое и психическое здоровье, встает вопрос об их регуляции (предупреждать их появление и устранять уже возникшие состояния). При этом регуляция подразумевает не только устранение отрицательных, но и вызов положительных состояний [4]. «Регуляция функционального состояния – непременная составляющая психической деятельности и поведения, которые вместе образуют единое целое» [5]. Проблема психической адаптации организма и восстановления спортсмена в период нагрузок заключается в том, что несмотря на необходимость и эффективность восстановительных мероприятий для функционального состояния организма, на практике спортсмены мало или безуспешно уделяют внимание и время этой задаче. Выходом из ситуации может стать использование пассивных средств регуляции для психической адаптации и восстановления организма, о чем и пойдет речь в статье.

*Основная часть*

Интенсификация тренировочного процесса приводит к «необходимости профилактики перетренированности и перенапряжения: нормализации психического состояния спортсмена, уменьшения отрицательных влияний чрезмерной напряженности и активизации восстановления» [6]. Роль физического восстановления хорошо известна как в науке, так и в практике. Необходимость психического восстановления не менее важна для спортсмена, поэтому исследования нужно проводить и по вопросам, касающимся последствий психического утомления [1].

Актуальной задачей науки остается разработка специальных методов и средств воздействия на функциональное состояние и использование их на практике для психической адаптации и восстановления организма спортсмена.

В спортивной практике средства психического восстановления в период соревнования используют для направленного воздействия на состояние спортсмена, а в повседневной учебно-тренировочной деятельности их применяют для повышения

функционального состояния организма спортсмена и овладения необходимым уровнем двигательных качеств. При этом следует помнить, что психорегулирующие средства восстановления являются дополнительным фактором нагрузки на организм. Поэтому применение таких средств не должно противоречить целям и этапам тренировочного процесса.

Регуляция психических состояний является составной частью психологической подготовки спортсмена, используется в различных ее направлениях, в том числе, для восстановления психической работоспособности в разные периоды подготовки [3, 7].

Воздействие на функциональное состояние человека может быть внешним (со стороны) либо внутренним (самовоздействие) [4].

«Управляющие воздействия на состояние можно различать в зависимости от того, какими регулирующими и активирующими системами они реализуются: специфическими, неспецифическими, когнитивно-мотивационными и др. Благодаря процессам специфической и неспецифической активации в основном происходит бессознательная, непроизвольная регуляция состояний, а с помощью процессов волевой регуляции – сознательная» [4, 8]. Несмотря на очевидную эффективность средств ментальной тренировки, осознанной саморегуляции, они применяются небольшим числом спортсменов. Причины могут быть разные: многие тренеры имеют ограниченные представления о психических процессах и средствах их тренировки; большинство спортсменов не обладают способностью эффективно управлять своим психическим состоянием; тренировочные нагрузки у большинства настолько большие, что на мыслительную тренировку не остается ни времени, ни сил [9].

В последнее время большую популярность приобретает коррекция функционального состояния с помощью технологий аудиовизуальной стимуляции (АВС) [10]. Коррекция психофизиологического состояния методом АВС достигается возможностью управлять уровнем активности мозговых структур с помощью частотной (ритмической) стимуляции рецепторов [9].

Метод аудиовизуальной стимуляции осуществляется с помощью технических устройств (устройство с аудиовизуальной стимуляцией «DAVID Delight», ритмоавтоматический боистимулятор «Рабис», аудиовизуальный комплекс «Диснет», система аудиовизуальной вибротактильной стимуляция «Сенсориум», аппарат аудиовизуальной стимуляции «AVS-TM», майнд-машина аудиовизуальной стимуляции «PhotoSonix Nova Pro», тренажер функциональной активности мозга «ТММ МИРАЖ», биоакустическая коррекция «Синхро-С», аппарат для предупреждения развития переутомления «ЛЭНАР» и др.), вырабатывающих ритмические стимулы различных модальностей. Аудиовизуальное воздействие опирается на принцип ритмической организации стимулов (импульсы сверхслабого электрического тока, световые вспышки, звуковые щелчки) и способность мозга естественным образом подстраивать свою активность под действие внешней стимуляции различного рода («эффект реакции следования»), что вызывает значительный психофизиологический и эмоциональный эффект [10, 11]. Ритмостимуляция рассматривается как «своего рода эффективный инструмент тренировки мозга, укрепляющий психическую деятельность и устраняющий очаги, поддерживающие избыточное нервно-эмоциональное возбуждение» [12].

Возможность целенаправленного формирования функциональных систем, обеспечивающих адаптацию организма к выполнению экстремальной деятельности, к которой оптимальные функциональные состояния не сформировались и которым нужно время для адаптации к нагрузке [8], представляет особый интерес в спорте. Состояния продуктивной активации можно формировать через искусственную стимуляцию рецепторов с помощью сенсорной стимуляции. Вызывание необходимого состояния непосредственно перед тренировкой может послужить непроизвольному стремлению спортсмена поддержать его и в дальнейшем, а применение сеансов релаксации в восстановительный период поможет повысить активность парасимпатической нервной системы для отдыха [13]. Особенностью методик, основанных на АВС, является непроизвольная (неосознаваемая, пассивная) коррекция функций головного мозга [14]. «Считается, что в процессе применения АВС не затрагиваются высшие психические процессы, а лишь создаются условия, при которых можно облегчить произвольную регуляцию психических функций и вегетативных

реакций благодаря формированию определенного уровня мозговой активности и оптимизации нервных процессов в коре головного мозга. Метод позволяет координировать механизмы регуляции функций внутренних органов при эмоциональных и физических нагрузках, оптимизировать адаптивные и восстановительные реакции в процессе экстремальных воздействий» [15].

Пассивный характер методик, основанных на АВС, означает отсутствие необходимости прикладывать какие-либо сознательные усилия. Однако при желании можно сочетать сенсорное воздействие с осознанной регуляцией. Например, в одном исследовании [16] была показана эффективность сознательной регуляции состояния при воздействии отвлекающих факторов соревнования на фоне АВС. Таким способом спортсмен усваивает навыки спокойного состояния во время помех и переносит этот эффект в ситуацию соревнования [17]. Использование сеансов с биологической обратной связью (БОС) вместе с АВС может помочь адаптировать сенсорное воздействие, учитывая индивидуальные особенности организма [10], а сочетание ЭЭГ-БОС тренинга с АВС приводит к увеличению альфа-активности значительно быстрее, чем использование типичной сессии ЭЭГ-БОС [18].

В процессе воздействия АВС происходит формирование навязанной биоэлектрической активности коры головного мозга, фактически определяющей психофизиологическое состояние человека [5], с помощью стимуляции сенсорных рецепторов соответствующими раздражителями, что приводит к ее изменению через модулирующие системы мозга и со временем – к формированию более совершенных функциональных систем, обеспечивающих повышение результативности спортивной деятельности [17, 19]. Модулирующая система мозга реализует свои функции через особый класс функциональных систем, регулирующих процессы активации различных видов деятельности [5]. Границы изменения функционального состояния бодрствующего человека представлены, с одной стороны, состоянием дремоты с потерей интереса и внимания, а с другой – чрезмерным возбуждением, напряженностью. В этих крайних состояниях вероятнее наблюдается наибольшее снижение эффективности деятельности: как слишком высокая активация мозговых структур в состоянии стресса, тревожности, агрессии, так и слишком низкая, вследствие развития утомления, отсутствия мотивации к максимальной мобилизации резервов адаптации, является отражением неоптимального функционального состояния организма.

Применительно к спортивной практике воздействие световыми, звуковыми, тактильными раздражителями формирует основу для психофизиологической адекватности реагирования систем организма на нагрузку и для коррекции двигательных и когнитивных навыков, которые необходимы спортсмену в тренировочном и соревновательном процессах. Применение метода АВС оптимизирует психические состояния, способствует формированию состояния оптимальной боевой готовности и обеспечивает восстановление после нагрузок [20].

Аудиовизуальные средства психической регуляции, направленной на формирование состояния психологической готовности к соревнованию, на мобилизацию сил спортсмена, могут быть включены как в общую, так и в специальную подготовку. Программы АВС различаются между собой по функциональному состоянию, которое должно быть вызвано у спортсмена. В результате действия раздражителей (визуальные, аудиальные, тактильные) с определенной частотой функциональное состояние мозга может меняться в широких пределах, что позволяет достигать определенного терапевтического эффекта (активность, отдых, сон). Некоторые исследователи считают, что эффективность сенсорной стимуляции увеличивается при полимодальном воздействии раздражителей [21]. Курс АВС можно разделить на два вида программ (сессий):

– активизирующие (до тренировки, соревнования) – «Антистресс» на аппарате AVS-TM; программа P05 «Креативность», P07 «Пробуждение», P12 «АнтиСтресс», P16 «Активная визуализация» на аппарате АВВС «Сенсориум»; мобилизующие программы на аудиовизуальном комплексе «Диснет»;

– релаксирующие (после тренировки, соревнования) – сессия «Релакс», «Сон» на «AVS-TM»; программа P04 «Классическая программа», P09 «Релаксация», P11

«Неглубокая релаксация», Р15 «Погружение» на АВВС «Сенсориум»; релаксирующие программы на АВК «Диснет» [22, 23].

Это условное деление: названия сессий дают основное направление эффекта, разные люди будут ощущать разные фактические действия, также эффект может меняться со временем и, например, психическое состояние спортсмена порой требует не активизирующего, а расслабляющего характера воздействия перед соревнованием. Важными в использовании АВС являются и такие психофизиологические характеристики человека, как сила и слабость нервной системы: люди со слабой нервной системой в силу большой чувствительности и высокой скорости перестройки ритмов мозга больше склонны к следованию за навязанным ритмом.

Метод аудиовизуальной коррекции как средство оптимизации психологического состояния спортсменов вызывает большой интерес в науке и практике [24]. Впервые данные об использовании метода в спорте появились в 1988 году [25]. В настоящее время проведено большое количество исследований по общему влиянию АВС на организм, доказывающих положительный эффект сенсорной стимуляции: улучшение качества сна, достижение расслабленного состояния, уменьшение тревоги и депрессивного состояния.

Аудиовизуальная коррекция имеет большой потенциал применения, в частности, в спорте [17]. Исследования указывают на улучшение психического состояния спортсменов [10, 26], достижение пиковой работоспособности за счет вскрытия резервов, находящихся под «защитой» нервной системы [27–29]. Расслабляющее влияние АВС подтверждается «снижением влияния симпатической регуляции и высших уровней управления сердечным ритмом в организме спортсменов, усилением парасимпатического влияния, повышением активности автономного контура регуляции над центральными механизмами» [13, 30]. После сеансов у людей меняется представление о своем теле: оно становится более управляемым в работе со сложными задачами [31]. Применение метода аудиовизуальной стимуляции посредством эффекта синхронизации снижает уровень ситуативной тревожности и оптимизирует уровень активности центральной нервной системы [32], уменьшает напряжение регуляторных систем [33].

Для выработки общепринятых технологий воздействия АВС на психофизиологическое состояние и механизмы вегетативной регуляции на этапах тренировочного процесса необходимы дальнейшие исследования. Однако описанных эффектов применения АВС в спорте достаточно, что позволяет рекомендовать использование метода для улучшения функционального состояния механизмов регуляции, приведения в согласие эмоциональных состояний, достижения оптимальной работоспособности и восстановления организма спортсмена.

*Заключение*

Высокие физические нагрузки могут вызывать значительные функциональные перестройки организма. Интенсификация тренировочного процесса приводит к необходимости профилактики перетренированности и перенапряжения. Использование методов психологической реабилитации представителей напряженных профессий позволяет достигать и удерживать оптимальный психофизиологический уровень, повышает работоспособность и надежность.

С появлением портативных устройств, позволяющих изменять активность мозга и добиваться высоких результатов благодаря пассивным, коротким по времени программам АВС, появилась возможность эффективно моделировать различные состояния: повышать концентрацию внимания, поддерживать волю к победе, достигать состояния расслабления, устранять тревожность и др.

Аудиовизуальная стимуляция помогает создать основу для облегчения адекватности психофизиологической реакции на специфические факторы тренировочного и соревновательного процессов, тем самым – повысить эффективность профессиональной деятельности за счет оптимизации функционального состояния систем вегетативного обеспечения. «Оптимальное самочувствие, готовность браться за работу, сниженные индексы стресса – все это результаты сеансов коррекции с помощью аудиовизуального комплекса «Диснет» и аудиовизуальной вибротактильной системы «Сенсориум». Технология аудиовизуальной стимуляции позволяет

координировать механизмы регуляции функций внутренних органов, повышать адаптивные и восстановительные реакции к психическим и физическим нагрузкам без лекарств и внушений.

Целенаправленное формирование уровня мозговой активности (недостаточного или чрезмерного возбуждения) с помощью метода АВС повышает адаптационный резерв организма, способствует быстрому восстановлению и может рассматриваться как средство для тренировки устойчивости к стрессовым ситуациям у спортсменов.

*Список использованных источников*


1. Stress States, Mental Fatigue, and the Concept of Mental Recovery in Sports // Feelings in Sport: theory, research, and practical implications for performance and well-being / F. Loch [etc.]; edited By Montse C. Ruiz, Claudio Robazza – New York, 2020. – Chapter 21. – P.235–245.
2. Пономарева, И.А. Физиология физической культуры и спорта: учеб. пособие / И.А. Пономарева. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 212 с.
3. Горбунов, Г.Д. Психопедагогика спорта: учеб. пособие / Г.Д. Горбунов. – М.: Советский спорт, 2012. – 312 с.
4. Ильин, Е.П. Психология спорта / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2012. – 352 с.
5. Данилова, Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний: учеб. пособие / Н.Н. Данилова. – М.: МГУ, 1992. – 192 с.
6. Коломиец, А.П. Применение психологических средств восстановления работоспособности в тренировке юных футболистов / А.П. Коломиец // Наука-2020. – 2016. – №2(8). – С.182–192.
7. Смоленцева, В.Н. Формирование умений психорегуляции в процессе многолетней подготовки спортсменов: автореф. дис. … д-ра. психол. наук: 13.00.04 / В.Н. Смоленцева; Кафедра психологии Сибирского государственного университета физической культуры и спорта. – СПб., 2006. – 54 с.
8. Дикая, Л.Г. Гримак, Л.П. Теоретические и экспериментальные проблемы управления психическим состоянием человека // Вопросы кибернетики. Психические состояния и эффективность деятельности / Л.Г. Дикая, Л.П. Гримак; под ред. Ю.М. Забродина. – М., 1983. – С.28–54.
9. Николаев, А.А., Семенов, В.Г. Развитие силы у спортсменов / А.А. Николаев, В.Г. Семенов. – М.: Спорт, 2019. – 208 с.
10. Ашанина, Е.Н. Современные исследования техник аудио-визуального воздействия (обзор отечественной и иностранной литературы за 2011–2018 гг.) / Е.Н. Ашанина // Вестник психотерапии. – 2018. - №67. – С.44–65.
11. Королев, В.А. Аудиовизуальная стимуляция как метод улучшения функционального состояния и здоровья человека (литературный обзор) / В.А. Королев, В.В. Савченко // Прикладные проблемы безопасности технических и биотехнических систем. – 2018. – №6. – С.35–40.
12. Жариков, Е.С. Психологические средства стрессоустойчивости / Е.С. Жариков. – М.: Московский кадровый центр, 1990. – 32 с.
13. Голуб, Я.В. Свето-звуковая стимуляция и психотренинг в спорте (практическое руководство) / Я.В. Голуб, О.М. Шелков, А.К. Дроздовский. – СПб.: СПбНИИФК, 2009. – 54 с.
14. Vernon, D. Human Potential Exploring Techniques Used to Enhance Human Performance / D. Vernon. – 1st Edition. – London, NY.: by Routledge, 2009. – P.77–94.
15. Методические рекомендации по диагностике и коррекции психофизиологического состояния у высококвалифицированных спортсменов с применением неинвазивных методов стимуляции нейропластичности / Ю.А. Бубеев [и др.]. – М.: Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства, 2018. – 115 с.
16. Walton, K.G. Stress Reduction and Preventing Hypertension: Preliminary Support for a Psychoneuroendocrine Mechanism / K.G. Walton, N. Pugh // Journal of Alternative and Complimentary Medicine. – 1995. – Vol.11. – P.263–283.
17. Психология спорта: монография / Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; по общ. ред. В.А. Садовничего. – М.: Изд-во МГУ, 2011. – 423 с.
18. Siever, D. Audio-Visual Entrainment: History, Physiology, and Clinical Studies / D. Siever // Handbook of Neurofeedback: Dynamics and Clinical Applications; ed. James R. Evans. – New York, 2007. – Ch.7. – P.155–183.
19. Multisensory auditory-visual interactions during early sensory processing in humans: a high-density electrical mapping study / S. Molholm [etc.] // Brain Res Cogn Brain. –2002. – №14(1). – P.115–128.
20. Мельник, Е.В. Совершенствование психологической подготовки спортсменов-футболистов на основе использования аудиовизуальных средств / Е.В. Мельник, Д.А. Мельхер // Университетский спорт в современном образовательном социуме: материалы Междунар.

науч.-практ. конф., Минск, 23–24 апр. 2015 г. –: в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: Т.Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2015. – Ч.2. – 317 с.

21. Эффекты полимодальных ритмических сенсорных воздействий на состояние ЦНС и вегетативные функции человека / О.С. Глазачев [и др.] // Физиология человека. – 2010. – Том 36, №2. – С.59–66.

22. Применение системы аудиовизуальной и вибротактильной стимуляции «Сенсориум»: метод. Рекомендации. ГУ НИИ Физиологии СО РАМН, лаборатория психофизиологии, Клиника психосоматических расстройств, Антистрессовый центр. – Новосибирск, 2014.

23. Мартынова, Е.В. Аппарат аудиовизуальной стимуляии «AVS-TM»: инструкция по медицинскому применению / Е.В. Мартынова, А.А. Кирпиченко, В. В.Михневич. – Минск: Технология и Медицина 2030. – 24 с.

24. Головин, М.С. Влияние аудиовизуальной стимуляции на вегетативную регуляцию и вариабельность сердечного ритма спортсменов циклических видов / М.С. Головин, Р.И. Айзман // Теория и практика физической культуры. – 2015. – №1. – С.19–22.

25. Siever, D. The rediscovery of audio-visual entrainment technology / Siever, D. // Unpublished manuscript. – Available from Mind Alive Inc., Edmonton, Alberta, Canada. – 2000. – 132 p.

26. Гайнуллина, А.Ф. Алгоритм применения сеансов аудиовизуальной стимуляции в тренировочном процессе юных боксеров / А.Ф. Гайнуллина // Человек в условиях социальных изменеий: сб. ст. / БГПУ им. М. Акмуллы. – Уфа, 2018. – Т.2. – С.48–51.

27. Glicksohn, J. Photic driving and altered states of consciousness: An exploratory study / J. Glicksohn // Imagination, Cognition, and Personality. – 1987. – №6(2). – P.167–182.

28. Budzynski, T.H. Academic Performance Enhancement with Photic Stimulation and EDR Feedback / T.H. Budzynski, J. Jordy, H.K. Budzynski, H.Y. Tang, K. Claypoole // Journ. Of Neurotherapy. – 1999. – №3. – P.11–21.

29. Thomas, N. The effect of repetitive audio/visual stimulation on skeletomotor and vasomotor activity / N. Thomas, D. Siever // Hypnosis: 4th European Congress at Oxford. – London: Whurr Publishers. – 1989. – P.238–245.

30. Головин, М.С. Влияние аудиовизуальной стимуляции на психические и физиологические функции у спортсменов-легкоатлетов / М.С. Головин, Н.В. Балиоз, Р.И. Айзман, С.Г. Кривощеков // Физиология человека. – 2015. – Том 41, №5. – С.90–97.

31. Трушников, В.А. Кабинеты психологической разгрузки как акмеологическая среда / В.А. Трушников, С.А. Колобаев // Акмеология. – 2016. – №1. – С.159–163.

32. Прохоров, Н.В. Эффект воздействия метода аудиовизуальной стимуляции на уровень ситуативной тревожности / Н.В. Прохоров, Н.З. Кайгородова // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета. – 2013. – №10. – С.374–375.

33. Осипова, М.А. Модуляция альфа-ритма и вегетативного статуса человека с использованием цветовой фотостимуляции / В.В. Арьков, А.Г. Тоневицкий // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2010. – №6. – С.699–703.

*04.05.2022*

УДК 799.3:796.063

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СТРЕЛКОВОГО СПОРТА В БЕЛАРУСИ

**Н. А. Юрчик, канд. пед. наук, доцент,**
Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

*Аннотация*

*Изучение истории развития стрелкового спорта в целом и в Республике Беларусь в частности рассматривается как один из важных составляющих аспектов в теоретической подготовке профессионально грамотного кадрового потенциала, специалистов учреждений, организаций спортивного профиля, а также тренеров и спортсменов. В статье рассмотрен материал по истории развития стрельбы пулевой в Республике Беларусь, ее становление и перспективы развития на современном этапе.*

## THE HISTORY OF SHOOTING SPORTS IN BELARUS

*Abstract*

*The study of the history of shooting sports development in general and in the Republic of Belarus in particular is considered as one of the important aspects in the theoretical training of*

*professionally competent personnel, specialists of institutions, sports organizations, as well as coaches and athletes. The article considers the material on the history of bullet shooting in the Republic of Belarus, its formation and prospects for development at the present stage.*

*Введение*

Стрельба пулевая является одним из олимпийских видов спорта.

При этом развитие стрельбы пулевой всегда было направлено на решение задач привлечения населения к здоровому образу жизни и формированию активных членов нашего общества. В Год исторической памяти этот вопрос является наиболее актуальным и необходимым в аспекте патриотического воспитания молодежи, нравственного глубокого осмысления истории и ее современного восприятия в ходе становления мышления молодого поколения.

Ключевыми предпосылками развития стрельбы пулевой является ее традиционность для Республики Беларусь, всегда базирующаяся на вопросах физического и идеологического, нравственного и патриотического воспитания граждан, подрастающей молодежи [1, 5, 6].

*Основная часть.* Как вид спорта стрельба пулевая начала культивироваться в Республике Беларусь с 1920–1921 годов в организациях Всеобуча, в городах: Минск, Витебск, Могилев, Гомель. В 1923 году во многих городах Республики Беларусь были проведены первые соревнования по стрельбе. Первыми чемпионами стали Н. Бочарова, Л. Басела, Н. Васильев. С этого года белорусские стрелки стали участвовать во Всесоюзных соревнованиях среди ведомств Союзных Республик. В честь 10-летия движения «физической культуры» в СССР, в 1928 году на территории нашей республики повсеместно стали проводиться спортивные соревнования по различным видам спорта на фабриках, заводах и в учебных заведениях.

Так, вскоре были проведены и Всебелорусские соревнования по стрельбе пулевой, позволившие отобрать в сборную команду лучших спортсменов-стрелков для выступления на 1-ой Спартакиаде в г.Мытищи, под Москвой. В соревнованиях принимали участие зарубежные спортсмены от «Рабочих союзов» Австрии, Германии, Чехословакии и Швейцарии. На этой Спартакиаде в общекомандном зачете наша команда неплохо выступила, заняв второе место. В стрельбе на 200 и 300 м завоеваны вторые места, а на 100 м – третье место. В личном первенстве лучшим из белорусских стрелков был Г. Беляев, он выбил 99 очков из 100 возможных, завоевав серебряную медаль в личном зачете.

В 1927 году хорошие спортивные стрелковые результаты для того времени показывали белорусские спортсмены: В. Старостин, В. Тращинов, Б. Андреев. 7-ой чемпионат по стрельбе проводился в 1929 году, в Мытищах. Б. Андреев стал чемпионом в стрельбе из боевой винтовки, с трех положений («лежа», «стоя», «с колена») на 300 м, установив новый Всесоюзный рекорд в стрельбе – 482 очка. В стрельбе из малокалиберной винтовки, 3х10 выстрелов, на 50 м он был пятым, показав спортивный результат – 259 очков.

В стрельбе из крупнокалиберной винтовки с положения «лежа» на 300 м, 10 выстрелов, первенствовал Я. Козодой. В последние годы он стал ведущим стрелком страны, установив 44 всесоюзных рекорда и несколько мировых. За выдающиеся достижения белорусскому стрелку присвоено звание «Заслуженный мастер спорта СССР».

В 1930 году на всесоюзных соревнованиях по стрельбе новый успех сопутствовал белорусским стрелкам: два переходящих приза Совнаркома и Реввоенкома были завоеваны благодаря успешным выступлениям Н. Косило (среди женщин) и Н. Матасова (среди мужчин).

В 1931 году Московская школа «Снайпер» начала подготовку инструкторов по стрельбе, которые принимали нормативы по физической подготовке комплекса «ГТО». Готовились там и представители нашей страны.

Всего в конце 1932 года в Беларуси сдали нормативы комплекса «ГТО» 1 ступени 42 тысячи человек, в 1933 году – более 112 тысяч человек, а в 1934 – 171 тысяча человек.

В 1932 году учрежден нагрудный значок «Ворошиловский стрелок». Это событие еще больше привлекло молодежь к занятиям стрельбой. В Республике к концу 1934 года сдали нормативы значка «Ворошиловский стрелок» более 25 тысяч человек.

С 1935 года в Москве стали проводиться Всесоюзные межведомственные соревнования по стрельбе. Представители Беларуси успешно выступили в командах «Добровольных спортивных обществ» – «ДСО» и «Ведомств». В стрельбе из боевого оружия бронзовыми призерами стали А. Осколков и Н. Лесновский. Звания чемпионов завоевали Г. Мельниченко, И. Кувшинов. В стрельбе из малокалиберной винтовки на 50 метров звание чемпиона СССР завоевал – Я. Гонтман (96 очков), а П. Устилович был пятым в стрельбе из винтовки с положения «сидя».

В 1936 году П. Устилович на Межведомственном первенстве СССР по стрельбе в составе команды Центрального совета «Динамо» установил всесоюзный рекорд в стрельбе «сидя» из малокалиберной винтовки на 50 м (97 очков).

На восьмом чемпионате СССР в Мытищах, в 1935 году, в стрельбе из малокалиберной винтовки с положения «лежа» в противогазе, на 300 м, 10 выстрелов, белорусский спортсмен Я. Козодой стал чемпионом (88 очков).

В июле–августе 1937 года планировалась Всесоюзная стрелковая спартакиада, однако она была проведена только в 1939 году. Результаты белорусских спортсменов, как и всех других, были не очень впечатляющими.

Во время Великой Отечественной войны белорусские спортсмены-стрелки сражались на фронтах. Многие из них награждены орденами и медалями.

Звание «Героя Советского Союза» присвоено спортсмену-стрелку Л. В. Буткевичу. Он уничтожил более 300 вражеских солдат и офицеров из снайперской винтовки и несколько десятков пулеметных точек из противотанкового ружья. Героями Советского Союза стали стрелки-летчики А. К. Горовец, П. Л. Грищенко, В. А. Демидов, Г. Ф. Лагорный, а П. И. Рубис, Ф. П. Залько – кавалерами ордена «Славы» трех степеней. Пехотинцы Ф. А. Смолячков, Н. С. Матасов награждены двумя орденами «Красной Звезды». Многие другие спортсмены удостоены наград за боевые заслуги в защите нашей Отчизны.

После окончания войны на предприятиях и в учебных заведениях Республики Беларусь стали работать спортивно-стрелковые кружки и секции. В 1948 году стрельба пулевая была включена в программу 4 спартакиады Белорусской ССР. В программе соревнований трех предыдущих спартакиад Белорусской ССР – стрельбы пулевой как вида спорта не было. На этой спартакиаде чемпионами в стрельбе из малокалиберной винтовки, дистанция 50 м, 10 выстрелов, стали А.Мухин (г.Гомель) – 92 очка, среди мужчин, и Е. Ермакова (г.Витебск) – 81 очко, среди женщин. В данных соревнованиях, в стрельбе с трех положений («лежа», «стоя», «с колена») победителями среди мужчин стал Т. Одинцов (г.Гомель), среди женщин – Н. Косило (г.Минск). В стрельбе из малокалиберного пистолета чемпионами стали: В. Н. Серинов (г.Пинск), среди женщин – В. К. Косило (г.Минск). Первым чемпионом послевоенной спартакиады по сумме двух стрелковых упражнений, на дистанции 50 м (стрельба из винтовки «Стандарт 3х30» и стрельба из пистолета) стал А. Р. Шандарович [1, 6, 9, 11, 12].

В эти годы начали показывать достойные спортивные результаты в стрельбе белорусские спортсмены: М. Амиров, Е. Брудно, С. Гордон, А. Журавлева, А. Кривенко, Г. Новаш, Л. Никитин, Т. Одинцов, И. Суров.

На 15-м Межведомственном чемпионате СССР, в Мытищах (1950 год), впервые в послевоенные годы белорусский спортсмен С. Гордон (тренер К. С. Скворцов) в составе сборной команды БССР по стрельбе пулевой, в стрельбе «с колена» (20 выстрелов, 50 м) выбил 191 очко. Женская сборная команда БССР в командном зачете, в стрелковом упражнении «Стандарт» 3х20 выстрелов заняла 6 место (1498 очков). В стрельбе с положения «с колена» женщины были на четвертом месте (522 очка), в стрельбе с положения «лежа» – также на четвертом месте (561 очко).

В 1952 году во Львове проходил 17 чемпионат СССР по стрельбе пулевой. В стрельбе из армейской винтовки, на 300 м выступало 16 команд. Сборная команды БССР заняла 6 место, выбив 2461 очко. В стрельбе из малокалиберной винтовки на 50 м, 40 выстрелов, в личном зачете Н. Садовая заняла 4 место, выбив 389 очков [15, 16].

В 1954 году во Львове, на 9 чемпионате СССР, в стрельбе из малокалиберной винтовки на 50 м с положения «стоя», 20 выстрелов, белорусская спортсменка М. Евстафьева выбила 187 очков, став чемпионкой. В стрелковом упражнении «Стандарт», 3х20 выстрелов она в личном зачете заняла второе место, выбив 571 очко.

В последующие годы белорусские спортсмены-стрелки достойно выступали на международных соревнованиях: В. М. Пархимович, Э. Н. Ярош, И. Г. Бакалов, А. А. Газов, А. П. Кедяров, В. И. Петров, В. К. Шилов и И. М. Басинский, А. В. Клименко, Г. Н. Нехаев, С. А. Мартынов, К. Л. Лукашик, В. В. Толкач, С. А. Лузов, Н. Г. Дедов, А. Э. Послов, Е. А. Галузо, О. В. Хвацовас, А. Н. Васильев, И. О. Шилова, В. В. Чайка и многие другие[1, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 17].

*Руководство отрасли и становление спортивных результатов в стрельбе пулевой*

Высокие спортивные результаты во многом зависели от целеустремленной и сплоченной работы руководителей Госкомспорта БССР (после реорганизации – Министерство спорта и туризма Республики Беларусь), тренерских кадров, спортсменов, специалистов, комплексных научных групп, медицинского персонала, работающих в стрелковом спорте [16, 18]. Слаженная работа и руководство отраслью, пропаганда и развитие олимпийских видов спорта в Республике Беларусь проходила под руководством Председателя Спортивного комитета при Совете Министров БССР В. И. Ливенцева, заместителя председателя Спортивного комитета БССР Г. М. Бокуна, заместителя председателя Госкомспорта БССР В. Ф. Путькова, Министра спорта и туризма Республики Беларусь В. Н. Рыженкова.

Особый вклад в развитие стрелкового спорта в Республике Беларусь внесли непосредственно руководители вида спорта: Заслуженный тренер СССР, Заслуженный тренер БССР А. В. Юрчик и Заслуженный тренер СССР Э. Н. Ярош. Был сформирован и приглашен в Республику Беларусь из Республик Советского Союза тренерский штаб из числа профессионалов, энтузиастов, фанатов, спортсменов стрелкового спорта, которые горели желанием работать и тренироваться в Беларуси. Это тренеры: Заслуженный тренер БССР В. Ф. Чайка, Л. А. Алиханова, А. Екимов, Заслуженный тренер БССР В. С. Коваленко, директор СДЮШОР №13 г.Минска по стрелковому спорту, Заслуженный тренер БССР Н. А. Старченко. Формировалась потрясающая психологическая атмосфера единомышленников среди спортсменов и тренеров, закладывался профессиональный и трудолюбивый коллектив, который работал во благо процветания и пропаганды здорового образа жизни среди подрастающего поколения и популяризации стрельбы пулевой в Республике Беларусь.

В 1972 году на работу в Комитет по физической культуре и спорту при Совете Министров БССР в качестве старшего тренера национальной команды по стрелковому спорту пришел Анатолий Васильевич Юрчик. С 1976 года он был назначен тренером сборной команды СССР по стрелковому спорту по Спорткомитету БССР. Анатолий Васильевич с 1992 по 2000 год был первым Государственным тренером национальной команды Республики Беларусь по стрельбе пулевой, а главным тренером национальной команды Республики Беларусь по стрельбе пулевой длительный период был Э. Н. Ярош, которого затем сменил А. П. Кедяров, в настоящее время работу ведут И. М. Басинский, В. В. Чайка [9, 10].

Во время работы данного руководящего состава команда по стрельбе пулевой занимала ведущее место среди других видов спорта, как среди взрослых спортсменов, так и среди молодежи. Спортсмены-стрелки постоянно завоевывали медали на чемпионатах Европы, мира и Олимпийских играх. Благодаря системному и планомерному подходу в руководстве, организации вида спорта по регионам, стрелковый спорт приобретал значимость, расцвет. Резервный состав сборной команды своими результатами «дышал в спину» основному составу команды, тем самым повышая мотивацию спортсменов к ответственности, чувству долга перед Родиной, поиску, экспериментам, новым технологиям, технической модернизации в стрелковом спорте и, как следствие, достижению побед.

К числу талантливых руководителей в регионах, областях Беларуси необходимо отнести председателей Гродненской спортивной организации: Виктора Владимировича Шнипко, директора Брестской областной ШВСМ Владимира Ивановича Хотько,

председателя Комитета по физической культуре и спорту Минского облисполкома Николая Викторовича Шепелевича, директора Минской областной ШВСМ Петра Францевича Казака, МГО «УОР» Игоря Александровича Денисова, директора МО «ЦФВиС» управления образования Минского облисполкома Константина Васильевича Ивашко, директора «МОСДЮШОР по стрельбе и стрельбе из лука» управления образования Минского облисполкома Наталью Анатольевну Юрчик [2, 3], завуча данной «МОСДЮШОР» Марию Степановну Козел, директора стрелкового комплекса Гродненского производственного объединения «АЗОТ» Виктора Григорьевича Николайчука, директора «СДЮСТШ ДОСААФ» города Минска Марка Геннадьевича Гуревича, директора «СДЮШОР №13 по стрельбе» Николая Андреевича Старченко. Их способность решать вопросы обеспечения спортсменов оружием, боеприпасами, экипировкой, международными стартами и внутриреспубликанскими соревнованиями, подготовительными и оздоровительными сборами стала тем заветным ключиком, который открыл дверь в большой спорт многим молодым и перспективным спортсменам.

Под их руководством спортсмены поднимались на более высокий уровень мастерства и, как следствие, достойно представляли нашу страну на мировых аренах, радуя стабильными результатами.

Огромный вклад в развитие стрельбы пулевой для спортсменов-стрелков, служащих в рядах Вооруженных Сил Республики Беларусь внесли главные тренеры Советской Армии: Георгий Георгиевич Козлов, Александр Александрович Парфиянович, тренеры Николай Андреевич Секерин, Михаил Григорьевич Корсунский, Андрей Яковлевич Гоголев, Председатель спортивного клуба ВС Павел Владимирович Галкин, тренеры спортивного ведомства «Динамо» Борис Адамович Гринь, Татьяна Ростиславовна Наркевич, Георгий Людвигович Наркевич, Владимир Константинович Шилов, «ДОСААФ» – Владимир Лейбович Вебер, Анатолий Романович Шандарович, Марк Геннадьевич Гуревич.

*Выдающиеся спортсмены в стрельбе пулевой*

Благодаря слаженной и кропотливой работе всех тренеров, спортсменов, специалистов, подготовке в Республике Беларусь собственных тренерских кадров через обучение и переподготовку в БГОИФК (затем преобразован в БГАФК, а позже – БГУФК) стали на спортивной арене появляться и выдающиеся белорусские спортсмены-стрелки [4, 5, 6].

Виталий Пархимович – призер Олимпийских игр 1968 г., чемпион и призер чемпионатов мира, Европы и СССР;

Виктор Торшин – призер Олимпийских игр 1972 г., чемпион и призер чемпионатов мира и Европы. Двенадцатикратный чемпион СССР. Награжден медалью «За трудовую доблесть».

Первым олимпийским чемпионом стал Александр Газов в 1976 году в Монреале, в 1988-м олимпийской чемпионкой Сеула стала воспитанница Гродненской стрелковой школы Ирина Шилова. На Олимпийских играх 1992 года в Барселоне успех Ирины Шиловой повторил Константин Лукашик. В 2012 году на Олимпиаде в Лондоне золото в стрельбе пулевой завоевал Сергей Мартынов.

Прославленными белорусскими спортсменами-стрелками также являются:

Игорь Басинский – 2 серебряные, 2 бронзовые награды Олимпийских игр, 6 золотых, 2 серебряные и 2 бронзовые медали чемпионатов мира;

Александр Кедяров – серебряный призер Олимпийских игр 1976 г., чемпион и призер чемпионатов мира, Европы и СССР;

Анатолий Клименко – чемпион и призер чемпионатов мира и СССР;

Юрий Долгополов – рекордсмен Беларуси, призер чемпионатов Европы и Кубка мира;

Лолита Евглевская – призер Олимпийских игр 2000 г., чемпионка Европы, призер чемпионатов мира;

Ольга Третяк – чемпионка и призер чемпионата мира, чемпионка Европы;

Илья Чергейко – чемпион Европы, призер чемпионатов мира;

Юрий Щербацевич – чемпион Европы, призер чемпионатов мира и Европы, серебряный призер II Европейских игр (2019 г.) [1, 5, 6];

Виталий Бубнович – чемпион I Европейских игр (2015 г.), чемпион и призер чемпионатов мира, Европы;

Виктория Чайка – чемпионка Европы, призер чемпионатов мира, Европейских игр;

Мария Мартынова – серебряный призер чемпионата Европы (2019 г.).

Столь высокие спортивные результаты стали возможны благодаря развитию стрельбы пулевой в Республике Беларусь, работе выдающихся, профессиональных, тренерских кадров, хорошей современной стрелковой базе.

Современный высокий уровень спортивных результатов в стрельбе пулевой требует от спортсмена, тренера, руководителей и чиновников в Республике Беларусь, научной общественности, поиска эффективных средств и методов, которые бы позволили более интенсивно и полно раскрыть потенциальные возможности спортсмена в соревновательных условиях. На это и нацелена сплоченная работа всего тренерского штаба национальной сборной команды Республики Беларусь по стрельбе пулевой, руководителей отрасли и научно-педагогического состава сотрудников ряда структурных подразделений.

Историческое прошлое стрелкового вида спорта дает весомый потенциал знаний, умений и навыков нашей замечательной, талантливой, спортивной молодежи. В течении многих десятилетий сплоченным коллективом выдающихся спортсменов, ветеранов стрелкового спорта заложены глубокие традиции в воспитании нравственно грамотных патриотов нашего подрастающего поколения спортсменов.

*Вывод*

Таким образом, анализируя и констатируя исторические данные развития стрелкового спорта в Республике Беларусь, следует выделить, что на протяжении многих лет славные традиции прошлого ни в коей мере не должны быть забыты. Они должны быть сегодня представлены нашей замечательной молодежи в духе патриотического воспитания и направленности прославления и уважения ко всему тому, что было создано и завоевано нашими потомками, людьми, безгранично преданными своему делу и своей Родине. Сегодня, в Год исторической памяти, эти традиции наиболее остро необходимы и ценны для всех нас, любителей здорового образа жизни, спортсменов, тренеров и просто людей, не безразличных к своей истории, своему прошлому, перспективному будущему процветанию нашей Родины в целом и стрелковому спорту, в частности.

*Список использованных источников*

1. Юрчик, Н.А. Стрельба пулевая: учеб. пособие / Н.А. Юрчик, Т.Д. Полякова: Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2019. – 451 с.

2. Стрельба пулевая: программа для специализир. учеб.-спорт. учреждений и училищ олимп. резерва / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь, Науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т физ. культуры и спорта; [автор. Н.А. Юрчик]. – Минск: [б. и.], 2006, 2017. – электронный вариант – 56 с.

3. Стрельба пулевая: программа для специализир. учеб.-спорт. учреждений и училищ олимп. резерва / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь, Науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т физ. культуры и спорта; [автор. Н.А. Юрчик]. – Минск: [б. и.], 2006, 2017. – электронный вариант – 56 с.

4. Юрчик, Н.А., Олейник, Е.В. Стрельба пулевая в олимпийском движении / Н.А. Юрчик, Е.В. Олейник // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму: материалы XV Междунар. науч. сес. по итогам НИР за 2016 год, посвящ. 80-летию ун-та (Минск, 30 марта – 17 мая 2017 г.): в 4 ч. / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т физ культуры; редкол.: Т.Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – Ч.2. – С.151–154.

5. Юрчик, Н.А., Олейник, Е.В. Выступление спортсменов-стрелков на II Европейских играх 2019 года / Н. А. Юрчик, Е. В. Олейник // Олимпийский спорт и спорт для всех: материалы Междунар. науч. конгр., 15–17 октября 2020 г.: в 2 ч. / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь, Нац. олимп. ком. Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т физ. культуры; [редкол.: С.Б. Репкин и др.]. – Минск, 2020. – Ч.2. – С.559–567.

6. Юрчик, Н.А. Современный подход к организации учебно-тренировочного процесса квалифицированных спортсменов-стрелков: монография / Н.А. Юрчик. – М.: БГУФК, 2014. – 114 с.

7. Полякова, Т.Д. Особенности построения учебно-тренировочного процесса квалифицированных спортсменов в сложнокоординационных видах спорта в годичном цикле подготовки (на примере фристайла и стрелкового спорта): [пособие] / Т.Д. Полякова, А.С. Пенигин, Н.А. Юрчик; Белорус. гос. ун-т физ. культуры, Белорус. федерация стрелкового спорта. – Минск: Белпринт, 2010. – 31 с.

8. Официальный сайт Международной федерации стрелкового спорта [Электронный ресурс]. – Мюнхен, 2019. Режим доступа: https://www.issf-sports.org/.

9. Официальный сайт Белорусской федерации стрелкового спорта [Электронный ресурс]. – Минск, 2019. Режим доступа: http://bssf-shooting.by/.

10. О физической культуре и спорте [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 4 янв. 2014 г., №125-З: принят Палатой представителей 5 дек. 2013 г.: одобр. Советом Респ. 19 дек. 2013 г.: ред. от 9.01.2018 г. // ILEX / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020. Дата доступа: 15.05.2021.

11. Характеристика пулевой стрельбы как вида спорта. Развивающая и воспитывающая функции стрелкового спорта [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.shooting-ua.com/books/book - 435.htm.

12. Нехаева, В.Г., Юрчик, Н.А. Обзор результатов стрелкового спорта на Олимпийских играх (1896–2012 гг.) / В.Г. Нехаева, Н.А. Юрчик // Междунар. науч.-практ. конф. Молодая спортивная наука Беларуси, Минск, 8–10 апр. 2014 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: Т.Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2014. – Ч.1. – 334.

13. Нехаева, В.Г., Юрчик, Н.А. Анализ результатов выступлений спортсменов-стрелков на Олимпийских играх (на примере различных стран) / В.Г. Нехаева, Н.А. Юрчик // Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе: сборник научных статей Всероссийской с международным участием науч.-практ. конф. / под ред. Г.В. Бугаева, О.Н. Савинковой. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2012. – 488 с.

14. Международная федерация стрелкового спорта. Положения, правила и предписания http://www.issf-sports.org/results/historicalmedalwinners.ashx.

15. http://www.kkcck.land.ru/history.html.

16. http://shooting-ua.com.

17. Электронный ресурс. https://president.gov.by/content-pages/belarus/social-sphere/-sport/obecty/image-thumb_17643_text-with-image/strelkovyy.jpg.

18. Об установлении перечня должностей, связанных с осуществлением педагогической деятельности в сфере физической культуры и спорта [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 4 авг. 2014 г., №748 // ILEX / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – Дата доступа: 06.05.2021.

*11.04.2022*

## 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 февраля 2014 г. №3 и Межгосударственном стандарте «Общие требования к текстовым документам» (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 набранным 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 объем 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

ДЛЯ ЗАМЕТОК