

# **ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА**

Международный  
научно-теоретический журнал

№ 2 (6)

Минск  
2017

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-  
ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

№ 2 (6)

2017 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. Воронянского, 50/1, 220007, г. Минск,  
тел. (017) 225 80 60,  
факс (017) 327 27 26  
www.medsport.by  
e-mail: post@medsport.by

Ответственный за выпуск Г. М. Загородный  
Компьютерная верстка Е. Э. Петрова  
Корректор Н. В. Кулик

Подписано в печать 18.12.2017.  
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная № 1.  
Усл. печ. л. 14,83. Уч.-изд. л. 10,73.  
Тираж 100 экз. Заказ 153

Отпечатано с оригинал-макета заказчика.

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий  
№ 1/447 от 14.11.2014  
Ул. Воронянского, 50/1, 220007, Минск

ISSN 2415-329X

### Главный редактор

*Загородный Г. М.,  
канд. мед. наук, доц.; Беларусь*

### Заместитель главного редактора

*Масловский Е. А.,  
д-р пед. наук, проф.; Беларусь*

### Ответственный секретарь

*Иванчикова Н. Н.,  
канд. биол. наук; Беларусь*

### Члены редколлегии:

*Барков В. А., д-р пед. наук, проф.; Беларусь  
Калинкин Л. А., д-р мед. наук, проф.; Россия  
Марищук Л. В., д-р психол. наук, проф.; Беларусь  
Мельнов С. Б., д-р биол. наук, проф.; Беларусь  
Нарский Г. И., д-р пед. наук, проф.; Беларусь  
Кручинский Н. Г., д-р мед. наук, доц.; Беларусь  
Плетнев С. В., д-р техн. наук, проф.; Беларусь  
Сиваков А. П., д-р мед. наук, проф.; Беларусь  
Ширковец Е. А., д-р пед. наук, д-р биол. наук, проф.; Россия  
Нехвядович А. И., канд. пед. наук, доц.; Беларусь  
Рыбина И. Л., канд. биол. наук; Беларусь  
Моссэ И. Б., д-р биол. наук, проф.; Беларусь  
Гаврилова Е. А., д-р мед. наук, проф.; Россия  
Ачкасов Е. Е., д-р мед. наук, проф.; Россия  
Сукало А. В., д-р мед. наук, проф.; Беларусь  
Кильчевский А. В., д-р биол. наук, проф.; Беларусь  
Альберт Голлхофер, д-р мед. наук, проф., Германия  
Триша Лихи, д-р психол. наук, КНР.*

## СОДЕРЖАНИЕ

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

**Агафонова М.Е.**

ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ  
КООРДИНАЦИОННЫХ ТРЕНИРОВОК ПРИ  
ПОДГОТОВКЕ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ РОТЫ  
ПОЧЕТНОГО КАРАУЛА..... 4

**Барташ В.А.**

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЬНО-  
КООРДИНАЦИОННОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ  
СОТРУДНИКОВ СПЕЦПОДРАЗДЕЛЕНИЙ  
СИЛОВЫХ СТРУКТУР В ПРОЦЕССЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА..... 10

**Григорьев С.К., Лавриченко В.В.,  
Золотарёв А.П., Гакаме Р.З., Григорьян М.Р.**  
КЛЮЧЕВЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИ-  
РОВАННЫХ ФУТБОЛИСТОВ..... 14

**Маришук Л.В., Быкова А.А., Кан Яо**  
ПРОЯВЛЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ АГРЕССИИ  
В СОВРЕМЕННОМ БАСКЕТБОЛЕ (на примере  
игры баскетболистов Беларуси и Китая)..... 20

**Миронович Д.В., Якуш Е.М.**  
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОИСКА  
ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ  
В ПОСТРОЕНИИ УРОКА ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЫ В УЧРЕЖДЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ..... 26

**Тихонова К.С.**  
АНТИДОПИНГОВАЯ ИНФОРМИРОВАННОСТЬ  
БЕЛОРУССКИХ СПОРТСМЕНОВ – УЧАСТНИКОВ  
ОЛИМПИЙСКИХ ИГР 2016 ГОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ  
СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОСА..... 31

### МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

**Захаревич А.А., Сосна Л.С., Питкевич Ю.Э.,  
Пфейфер Д.С., Кузикович А.С.**  
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
КАРДИОРЕСПИРАТОРНОГО НАГРУЗОЧНОГО  
ТЕСТА СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ..... 36

**Иванова Н.В., Цехмистро Л.Н., Кананович Н.И.,  
Навцена А.А.**  
АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ  
КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ  
СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА  
В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ  
ПЕРИОДАХ ПОДГОТОВКИ..... 42

**Осочук С.С., Марцинкевич А.Ф.**  
МЕТОД КОНТРОЛЯ ДОЗЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ  
ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ  
СПОРТСМЕНАМИ ЦИКЛИЧЕСКИХ  
ВИДОВ СПОРТА..... 48

**Погодина С.В., Алексанянц Г.Д.**  
ПРОБЛЕМЫ ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ  
АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ  
У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ  
СПОРТСМЕНОВ..... 52

**Пономарев В.Н., Калинина И.Н.,  
Погребной А.И.**  
ДОЛГОВРЕМЕННАЯ АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ  
КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЛОВЦОВ МАССОВЫХ  
РАЗЯДОВ К УСЛОВИЯМ ТРЕНИРОВОЧНОЙ  
НАГРУЗКИ..... 58

**Рыбина И.Л., Нехвядович А.И., Будко А.Н.,  
Мороз Е.А.**  
МОНИТОРИНГ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В  
СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ..... 62

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

**Жур К.В., Кундас Л.А., Головкова И.В.,  
Питомец С.П., Моссэ И.Б.**  
АНАЛИЗ АССОЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ  
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ АТЛЕТОВ  
(на примере команды спортсменов пожарно-  
спасательного спорта)..... 72

**Котко Д.Н., Гончарук Н.А., Путро Л.М.**  
О НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ЭКГ  
У СПОРТСМЕНОВ-ЛЕГКОАТЛЕТОВ..... 81

### НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

**Зубовский Д.К.**  
СРЕДСТВА ФИЗИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ В ПЕРИОД  
ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ К XXIII ЗИМНИМ  
ОЛИМПИЙСКИМ ИГРАМ (АНАЛИЗ, НЕКОТОРЫЕ  
СОБСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)..... 88

**Будко А.Н., Мороз Е.А., Нехвядович А.И.**  
ВЗАИМОСВЯЗЬ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ С РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ  
СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
У СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА В КОНЬКОБЕЖНОМ  
СПОРТЕ..... 99

**Чарыкова И.А., Рамза А.Г., Сороколит Я.Л.,  
Будылко Е.С., Мухомова А.А.**  
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ  
НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ НА ТЕМУ  
ПРИМЕНЕНИЯ БОС В СПОРТЕ..... 105

**Загородный Г.М., Шут Н.М., Иванова Н.В.,  
Иванчикова Н.Н., Шумилов А.В.**  
О СОЗДАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
«ЭЛЕКТРОННАЯ КАРТА СПОРТСМЕНА»..... 116

# ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ И АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

---

УДК 796.015.2

## ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ КООРДИНАЦИОННЫХ ТРЕНИРОВОК ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ РОТЫ ПОЧЕТНОГО КАРАУЛА

**М. Е. Агафонова, канд. биол. наук,**

Учреждение образования «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов «Центр специальной подготовки»

### *Аннотация*

*В статье представлены результаты исследования динамики профессионально значимых физических качеств 20 иностранных военнослужащих, выполнявших программу координационных тренировок во время прохождения обучающего курса «Подготовка роты почетного караула». При этом использовалась учебно-тренажерная система «Баланс». Проведена комплексная коррекция физической работоспособности обучаемых.*

*Ключевые слова: иностранные военнослужащие, рота почетного караула, координационная тренировка, учебно-тренажерная система «Баланс», физическая работоспособность, коррекция.*

## EXPERIENCE OF THE PROGRAM OF COORDINATION TRAINING'S PERFORMING DURING SERVICEMEN OF THE HONOR GUARD COMPANY'S PREPARATION

### *Abstract*

*The article represents results of research of professionally significant physical qualities' dynamic of 20 foreign servicemen, performing coordination training's program during training duty status called «Honor guard company's preparing» using training system «Balance». Complex correction of physical working capacity of trainees was carried out.*

*Key words: foreign servicemen, honor guard company, coordination training, training system «Balance», physical working capacity, correction.*

### *Введение*

Учреждение образования «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов «Центр специальной подготовки» является одним из основных учреждений дополнительного образования взрослых Республики Беларусь по подготовке специалистов правоохранительной системы. При этом Центр осуществляет обучение зарубежных специалистов из различных регионов мира, в частности, Латинской Америки, Ближнего Востока, Африки, Азии, стран СНГ. В Центре накоплен большой опыт по совершенствованию профессионально значимых физических качеств и коррекции работоспособности военнослужащих отечественных и зарубежных специальных подразделений, проходивших обучение и повышение квалификации по различным направлениям военного дела. Начиная с 2011 года успешно реализованы 35 образовательных программ, более 5500 специалистов прошли обучение, из них 2500 человек – иностранные специалисты. Следует отметить, что современные системы профессиональной подготовки военнослужащих и сотрудников специальных подразделений характеризуются кратковременным периодом обучения (1–3 месяца), интенсивными физическими нагрузками и значительными объемами получаемой информации. Поэтому в Центре для обеспечения эффективной профессиональной подготовки сформирована и активно реализуется программа научно-методического

сопровождения, с помощью которой оценивается и проводится динамическое наблюдение за функциональным состоянием обучаемых. [6]. Целью программы научно-методического сопровождения является оптимизация процесса профессиональной подготовки с помощью комплексного анализа физического состояния обучаемых и коррекции их работоспособности. Результаты функциональных исследований на различных этапах обучения позволяют получить достоверную информацию о динамике функционального состояния и своевременно выявить признаки нарушения процессов адаптации организма (переутомление, перенапряжение или предболезнь) и устранить факторы, лимитирующие освоение учебной программы.

#### *Организация и методы исследования*

Цель исследования состояла в изучении динамики профессионально значимых физических качеств **20** иностранных военнослужащих в возрасте от **22** до **38** лет, проходивших программу обучения «Подготовка роты почетного караула» в учреждении образования «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов «Центр специальной подготовки» [6]. Продолжительность обучения **4** недели. Объем учебной нагрузки составляет **120** академических часов, которая распределена следующим образом: **74** часа предназначено для строевой подготовки, **42** часа – для специальной физической подготовки, из которых **8** часов выделено для координационных тренировок.

Раздел учебной программы «Строевая подготовка роты почетного караула» состоял из изучения и выполнения строевых команд, специальных упражнений, приемов и передвижений:

- строевые приемы и движения без оружия и с оружием;
- строевые приемы с офицерской пашкой;
- торжественный марш;
- элементы программы плац-парада;
- процедура парадной встречи первых лиц государства и их гостей.

Физическая и психоэмоциональная нагрузка при выполнении программы строевой подготовки для роты почетного караула имеет следующие характерные особенности:

#### **1. Сложность двигательных задач:**

– согласованность выполнения комплекса упражнений в группе от **20** до **160** человек;

– координационная сложность упражнений строевых приемов с оружием (карабин со штыком и офицерская сабля весом **4** кг и **1, 5** кг соответственно);

– точность выполнения упражнений (соответствие пространственных, временных и силовых характеристик движений эталону выполнения комплекса упражнений);

**2. Монотонность и длительность тренировочной нагрузки (по 4-5 часов пять раз в неделю);**

**3. Факторы внешней среды (климатические и погодные условия проведения тренировочных занятий на плацу).**

Таким образом, очевидно, что для профилактики травматизма опорно-двигательного аппарата и эффективного выполнения упражнений по строевой подготовке обучаемым необходимо развивать и поддерживать высокий уровень развития координационных способностей, силы и выносливости. Высокий уровень развития этих физических качеств обеспечивает четкость и синхронность выполнения групповых упражнений, а также высокую работоспособность в течение продолжительного времени.

Для обеспечения высокой эффективности процесса подготовки и профилактики травматизма предусматривается первичное и заключительное функциональное тестирование обучаемых специалистов. С помощью инновационных технологий спорта высших достижений оперативно определяются состояние и резервы организма, работоспособность и физическая форма, уровень развития специальных физических качеств. Функциональное тестирование проводится на современном диагностическом оборудовании:

1. Программно-аппаратный комплекс «ОМЕГА-Спорт» – компьютерная экспресс-диагностика показателей сердечного ритма. Определялся уровень функциональной подготовленности сердечно-сосудистой системы по следующим показателям: тренированность, уровень адаптации к выполняемым физическим и психоэмоциональным нагрузкам, состояние энергетического обеспечения. Также оценивается физическая форма и психоэмоциональный статус [8].

2. Учебно-тренажерная система «Баланс» – компьютерное тестирование координационных способностей при поддержании равновесия на подвижной опоре. Оценивалась эффективность действий по уровню развития зрительного контроля, проприорецепции, мобилизационной готовности. На тренажере также выполняются тренировочные занятия [7, 9].

3. Неинвазивный гематологический анализатор «Биопроминь» – экспресс-анализ крови (131 показатель) с определением гематологических и биохимических показателей, гормонов (тестостерон, эстроген, тирозин), параметров гемодинамики внутренних органов без забора крови [5]. Определяли уровень метаболизма в миокарде, печени и скелетной мускулатуре, показатели углеводного, жирового и белкового обмена веществ, кислородтранспортной функции и реологических свойств крови.

Для устранения выявленных в ходе исследования факторов, лимитирующих работоспособность, применяется комплексная система коррекции физического состояния организма. Программа включает в себя модификацию структуры тренировочной нагрузки, использование тренажерных систем в сочетании с профилактическими и восстановительными мероприятиями [4]. Выбор тренажерной системы осуществляется в соответствии с целью и задачами образовательной программы и спецификой профессиональной деятельности военнослужащих.

Для повышения эффективности тренировочного процесса и снижения общего времени тренировочных занятий в программу специальной физической подготовки были включены координационные тренировки на учебно-тренажерной системе «Баланс». Координационные тренировки проводятся ежедневно после утренней гимнастики, 5 раз в неделю. Продолжительность занятия составляет 30 минут, программа тренировок рассчитана на 3 недели. Комплекс упражнений осуществлялся на стабильной платформе (подвижной опоре) с режимом биологической обратной связи (звук, цветовой сигнал) и помехообразующими факторами (звук, световое и цветное мелькание). Занятие по координационной тренировке проводилось следующим образом:

1. Разминка (5 минут). Выполнение растягивающих упражнений для шейного и поясничного отделов позвоночника, коленных и голеностопных суставов.

2. Основная часть (от 12 до 19 минут). Выполнение упражнений на стабильной платформе под углом наклона  $8^\circ$  с режимом биологической обратной связи (зрительный стимул, мелодия) и помехообразующими факторами (закрытые глаза, световое и цветное мелькание, упражнения с мячиками, работа в парах с мячиками, выведение напарника из равновесия, выполнение различных движений руками по команде инструктора).

3. Заключительная часть (5 минут). Шаг на месте по массажному коврику. Выполнение дыхательных упражнений.

Достоверно известно, что данные тренировки обеспечивают повышение эффективности действий (улучшение зрительного контроля, чувства тела в пространстве, мобилизационной готовности) за счет улучшения координации, сокращения времени зрительной и двигательной реакции, увеличения скорости принятия решений [9].

Профилактические и восстановительные мероприятия назначаются индивидуально на основании результатов функционального тестирования, сезона года, особенностей и объема учебной нагрузки, климатогеографических характеристик страны обучаемых специалистов. Так, например, для успешного освоения образовательной программы и предотвращения срыва процесса адаптации к условиям обучения назначается курс фармакологической коррекции с помощью биологически активных добавок. Применяются следующие группы средств:

1. Препараты, обеспечивающие повышенные потребности организма при физических и психоэмоциональных нагрузках: аминокислоты и витаминно-минеральные комплексы, содержащие макро- и микроэлементы.

2. Препараты, позволяющие улучшить переносимость профессиональных нагрузок и ускорить процессы восстановления: антиоксиданты, антигипоксанты, актопротекторы, адаптогены растительного происхождения, препараты седативного и ноотропного действия.

*Результаты исследований и их обсуждение*

Проведение функциональных исследований по выбранной схеме предоставляет достоверную информацию динамике функциональной подготовленности обучаемых и позволяет оценить эффективность координационных тренировок на учебно-тренажерной системе «Баланс». Результаты исследований представлены в таблицах 1-2.

При первичном клинико-биохимическом исследовании крови обучаемых изучаемые показатели были в пределах физиологической нормы, кроме незначительного повышения концентрации лактата и незначительного снижения активности ацетилхолина. Это свидетельствует об адекватной реакции организма военнослужащих на длительный авиаперелет (8 часов) и смену климатической зоны.

Таблица 1 – Эффективность координационных тренировок на учебно-тренажерной системе «Баланс» для обучения роты почетного караула (n=10)

№ п/п	Ф.И., лет	Эффективность действий, %					
		Зрительный контроль		Проприорецепция		Мобилизационная готовность	
		1	2	1	2	1	2
1	Х.З., 45	20	47	10	25	20	45
2	С.М., 42	16	40	17	35	18	40
3	Ф.М., 25	18	35	10	33	18	40
4	А.А., 31	12	23	5	15	12	22
5	Р.М., 31	12	22	7	27	10	23
6	А.Н., 28	13	37	17	27	17	27
7	Б.Ж., 30	15	40	25	47	27	43
8	М.Ж., 29	15	32	2	32	10	32
9	С.С., 25	8	33	10	38	16	40
10	Ю.М., 27	17	33	18	38	20	40
Хср±σ		14,6±3,5	34,2±7,6	12,1±6,9	31,7±8,8	16,8±5,2	35,2±8,5
р		<0,01		<0,01		<0,01	
Процентный прирост, %		142,6		301,0		117,1	

Установлено достоверное ( $p < 0,01$ ) повышение эффективности действий за счет улучшения показателей координационных способностей. При этом процентный прирост показателей визуального контроля составил **142,6%**, проприорецепция – **301,0%**, а мобилизационная готовность повысилась на **117,1%** после выполнения вышеописанного курса координационных тренировок. Значительное повышение этих показателей способствует эффективному развитию статического и динамического равновесия, пространственной ориентации, скорости реакции, ритма движений и синхронизации совместных действий, тем самым улучшая качество и ритм выполнения ротой почетного караула программы церемонии встреч и плац-парада.

Результаты динамической оценки состояния вегетативной регуляции, эффективности работы сердечно-сосудистой системы, уровня адаптации обучаемых на программно-аппаратном комплексе «ОМЕГА-Спорт» представлены в таблице 2.

Однако выполнение программы обучения привело не только к успешному формированию профессионально значимых физических качеств у всех обучаемых, но и к ухудшению физического состояния. Оценка физического состояния определялась по изменению уровня интегрального показателя адаптации организма к физическим нагрузкам – «физическая форма». Так при первичном тестировании у шести военнослужащих установлен низкий уровень физического состояния (ниже **60 %**) при норме **60–100 %**. При этом по результатам заключительного тестирования установлено, что,

несмотря на проведенные мероприятия по коррекции их физического состояния, у троих обучаемых уровень физического состояния снизился. У них отмечалось дальнейшее увеличение показателей индекса напряженности работы сердечно-сосудистой системы (ИН) и индекса вегетативного равновесия (ИВР), которые изначально были выше границ физиологической нормы. Физическая форма двух других военнослужащих осталась на прежнем низком уровне. И только один обучаемый повысил уровень физической формы при исходно нормальном уровне физического состояния. Улучшение физического состояния подтверждалось восстановлением показателя индексов ИВР и ИН до границ физиологической нормы. Отмечено сохранение исходного уровня физического состояния в пределах границ физиологической нормы (60–100%) у 3 человек.

Таблица 2 – Динамика показателей сердечной деятельности и функциональной подготовленности обучаемых (n=10) по результатам тестирования на программно-аппаратном комплексе «ОМЕГА-Спорт»

№ п/п	Ф.И., лет	Показатели сердечной деятельности (по Р.М.Баевскому)				Результаты тестирования									
		ИВР (35–145 усл.ед)		ИН (10–100 усл.ед.)		Составляющие функциональной подготовленности организма									
		1	2	1	2	А, %		В, %		С, %		Д, %		Е %	
						1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Х.З., 45	333,9	240,5	198,8	187,9	28	43	37	40	27	43	37	45	32	43
2	С.М., 42	86,5	173,4	40,0	83,4	77	58	97	70	68	57	70	57	78	61
3	Ф.М., 25	73,7	86,2	40,1	49,0	95	81	98	94	59	60	67	66	80	75
4	А.А., 31	169,5	108,1	105,9	64,4	62	79	64	81	61	64	63	69	62	73
5	Р.М., 31	193,4	343,3	134,3	252,4	42	29	43	23	52	45	47	35	46	33
6	А.Н., 28	198,9	206,7	138,1	112,3	54	43	56	61	48	18	40	28	50	37
7	Б.Ж., 30	197,9	100,4	99,0	48,3	59	78	64	95	34	67	44	64	50	76
8	М.Ж., 29	451,1	787,5	313,3	546,9	7	9	18	9	13	14	17	14	14	10
9	С.С., 25	431,2	158,9	245,0	82,7	20	42	26	79	33	66	47	47	32	58
10	Ю.М., 27	110,5	126,6	62,8	105,8	64	55	81	85	58	52	68	60	68	63

Примечание: 1 – первичное тестирование, 2 – заключительное тестирование.

ИВР – индекс вегетативного равновесия, условных единиц;

ИН – индекс напряженности, условных единиц;  $\bar{X}_{ср}$  – среднее арифметическое ( $\bar{X}_{ср}$ ), среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ); P – достоверность полученных результатов.

Функциональная подготовленность организма (норма 60–100%):

А – уровень адаптации к физическим нагрузкам, %;

В – уровень тренированности, %; С – уровень энергетического обеспечения, %;

Д – психоэмоциональное состояние, %; Е – спортивная форма, %.

Результаты исследований показывают, прежде всего, отсутствие предварительного отбора кандидатов, функционально готовы для освоения всего объема учебной нагрузки, а также недостаток времени, необходимый для полной акклиматизации организма при резкой смене климатографических условий проживания обучаемых на место проведения обучения.

Таким образом, в ходе первичного исследования выявлены следующие факторы, лимитирующие физическую работоспособность обучаемых военнослужащих:

– напряжение процессов регуляции и адаптации сердечно-сосудистой системы к профессиональным нагрузкам;

– снижение уровня и резервов саморегуляции.

Учитывая интенсивность физических и психоэмоциональных нагрузок, а также необходимость акклиматизации иностранных обучаемых и выявленные признаки исходной дезадаптации организма, были даны рекомендации по коррекции физического состояния. Программа коррекции состояла из комплекса мероприятий:

1. Ежедневное самостоятельное выполнение восстановительной тренировки вечером не позднее чем за 2 часа до сна (бег трусцой или ходьба быстрым шагом в течение 40 минут на пульсе 65 % ЧСС<sub>max</sub> индивидуальной).



2. Выполнение восстановительной программы вибрационного массажа на тренажере «Бизон-Вибро». Частота вибрации 18 Гц, выполнение упражнений для мышц рук плечевого пояса, ног и спины, общее время процедуры 15–20 минут, 15 процедур в течение трех недель.

3. Увеличение времени ночного сна до 8 часов.

4. Включение в рацион питания легкоусвояемых углеводов, пробиотических кисломолочных продуктов, соблюдение оптимального питьевого режима в течение дня.

5. Назначение приема безопасных и высококачественных биологически активных добавок производства РПУП «Академфарм» в рекомендованных дозах производителя для профилактики перенапряжения активно действующих систем и органов:

– «УНИВИТ кардио» – поливитамино-минеральный комплекс, который содержит комбинацию кардиозащитных нутриентов, улучшающих работу сердечно-сосудистой системы организма: фитостеролов, макро- и микроэлементов, витаминов [3];

– «Кардивитол» – природный адаптоген с высокой антиоксидантной активностью, нейропротекторными и кардиопротекторными свойствами. БАД способствует улучшению микроциркуляции крови в органах и тканях, нормализации обменных процессов, повышению устойчивости к стрессам и устранению их последствий, предотвращает преждевременное старение организма [1];

– «Ноотрицин» – биологически активная добавка ноотропного, ангио- и нейропротекторного действия, которая содержит экстракт гинкго, N-ацетил-L-карнитин и α-липоевую кислоту, способствует нормализации обмена веществ, улучшает переносимость повышенных умственных нагрузок [2].

#### *Заключение*

Выполнение координационных тренировок в составе программы по специальной физической подготовке роты почетного караула обеспечивает эффективное развитие профессионально значимых физических качеств (улучшение координации, сокращение времени зрительной и двигательной реакции, увеличение скорости принятия решений) при сокращении общего времени тренировочной нагрузки.

Также для обеспечения высокой эффективности образовательного процесса рекомендуется учитывать следующее:

– проводить профессиональный отбор кандидатов для обучения;

– при разработке учебных программ для иностранных обучаемых следует предусматривать время для полной акклиматизации и планировать постепенное увеличение интенсивности физических и психоэмоциональных нагрузок;

– осуществлять программу комплексной коррекции физического состояния обучаемых.

#### *Список использованных источников*

1. Биологически активные добавки к пище «Кардивитол»: [Электронный ресурс] 15/ РНПУ «Академфарм». – Минск: 2017. – Режим доступа: <http://academpharm.by/kardivitol.html>. – Дата доступа: 19.09.2017. <http://academpharm.by/>

2. Биологически активные добавки к пище «Ноотрицин»: [Электронный ресурс] / РНПУ «Академфарм». – Минск: 2017. – Режим доступа: <http://academpharm.by/nootriczin.html>. – Дата доступа: 19.09.2017.

3. Биологически активные добавки к пище «УНИВИТ кардио»: [Электронный ресурс] / РНПУ «Академфарм». – Минск: 2017. – Режим доступа: <http://academpharm.by/univit-kardio.html.html>. – Дата доступа: 19.09.2017.

4. Лихачев, С.А. Научно-методическое обеспечение тренировочного процесса: физиологическое обоснование новых технологий / С.А. Лихачев, А.Н. Качинский // Военная медицина. – 2010. – №1. – С. 119–125.

5. Неинвазивный гематологический анализатор «Биопроминь»: [Электронный ресурс] / Научно-производственный комплекс ООО «Биопроминь». – Минск: 2017. – Режим доступа: [http://biopromin.info/o\\_pribore\\_amp](http://biopromin.info/o_pribore_amp). – Дата доступа: 27.09.2017.

6. Обучение и подготовка в «Центре специальной подготовки» [Электронный ресурс] / Учреждение образования «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов «Центр специальной подготовки». – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://csp.by>. – Дата доступа: 20.09.2017.

7. Применение учебно-тренажерной системы «Баланс» при подготовке военнослужащих специальных подразделений: методические рекомендации / А.В. Короленок. – Минск: ООО «ВалеоМастер», 2014. – 44 с.

8. Программно-аппаратный комплекс «ОМЕГА-Спорт»: [Электронный ресурс] / НПФ «Динамика». – Минск: 2017. – Режим доступа: [http://omegas.dyn.ru/products/products\\_main/product\\_description/5/products\\_static/](http://omegas.dyn.ru/products/products_main/product_description/5/products_static/). – Дата доступа: 27.09.2017.

9. Способ проведения диагностическо-реабилитационных мероприятий при повреждении центральной нервной системы человека и/или при тренинге и устройства для осуществления мероприятий: № ЕА201201261А1 / И.С. Басяков, А.А. Гилевич, А.В. Короленок. – 108 заявл. 25.07.2012; опубл. 30.01.2014 // Евразийская патентная организация, Евразийское патентное ведомство.

01.10.2017

УДК [355+34]:796.012.1

## **ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СОТРУДНИКОВ СПЕЦПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СИЛОВЫХ СТРУКТУР В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА**

**В. А. Барташ, доцент,**

Белорусский государственный университет физической культуры

### *Аннотация*

*В статье рассматриваются некоторые направления совершенствования системы профессионального отбора сотрудников подразделений специального назначения. Приведены результаты исследований, на основе которых была получена информация о динамике показателей двигательного-координационного подготовленности сотрудников спецподразделений силовых структур после выполнения тренировочных нагрузок направленного воздействия. Показано, что тренируемость профессионально важных двигательных-координационных способностей может стать прогностическим фактором пригодности сотрудников указанных структур к эффективной двигательной деятельности в особых условиях.*

## **MOTION-COORDINATION READINESS' TREND DATA OF SERVICEMEN OF SPECIAL FORCES UNIT DURING OCCUPATIONAL SELECTION'S PROCESS**

### *Abstract*

*The article represents some directions of development of occupational selection system of Special Forces unit. The research results based on which information about trend data of Special Forces unit's motion-coordination readiness after performing training loads of directed action was received. It was revealed that training capability of professionally significant motion-coordination capabilities can be a prognostic factor of above mentioned servicemen's aptitude to the effective motion activity under special circumstances.*

### *Введение*

Проблемы профессионального отбора и подготовки сотрудников спецподразделений остаются одними из самых острых в обеспечении государственной безопасности. Существующие подходы к их решению преимущественно основываются на эмпирическом опыте 80-х – 90-х гг предыдущего столетия, которые были насыщены региональными военными конфликтами и различными террористическими проявлениями, что актуализировало проявление профессионально важных качеств военнослужащих и сотрудников спецподразделений, успешно решающих служебно-боевые задачи (по сути была сформирована эмпирическая модель сотрудника подразделения специального назначения этого периода времени), и способствовало разработке программно-нормативного обеспечения их боевой и профессионально-прикладной подготовки. В то же время, продекларированные положения о том, что подготовка специалиста должна основываться не только на практическом опыте, но и достижениях

современной науки, остались нереализованными. В частности, несмотря на то, что большинство специалистов в настоящее время признает исключительно важную роль интегральных показателей двигательного (физического) компонента в общей системе профотбора, оценка физической подготовленности, тем не менее, сводится к стандартному выявлению отдельных показателей, характеризующих силу, скорость, выносливость и т.п. При этом следует отметить, что не всегда данные показатели рассматриваются системно, а информативность отдельных тестов не соответствует предъявляемым критериям и не дает должной прогнозной информации о возможностях сотрудника (кандидата на службу).

Преодоление низкой эффективности современного профессионального отбора связано с новыми подходами, требующими выделения основополагающего системообразующего фактора и комплексного подхода к изучению многопризнаковых систем. В качестве такого системообразующего фактора в данной работе было избрано свойство *тренируемости*, на важную роль которой, как важнейшей генетически детерминированной константы, неоднократно указывали ведущие специалисты в области психофизиологии, генетики и педагогики [1, 2].

*Цель исследования:* выявить возможности улучшения показателей кондиционной и координационной подготовленности у сотрудников спецподразделений силовых структур, при различных вариантах построения нагрузок в 8-недельном цикле подготовки.

*Методы и организация исследования.* Педагогический эксперимент проводился на группе действующих сотрудников одного из спецподразделений. В состав экспериментальных групп было отобрано 2 группы сотрудников (ЭГ-1,  $n=16$ ; ЭГ-2,  $n=16$ ). В первой половине дня испытуемые проходили специализированную подготовку на основных занятиях комплексной направленности (3 раза в неделю по 120 минут). Во второй половине дня испытуемые выполняли задания по экспериментальной программе (5 раз в неделю по 60 минут). Общая длительность эксперимента составила 8 недель (всего 88 часов, из них 48 часов по программе основных занятий и 40 часов по дополнительной программе (в группе 1 (ЭГ-1) – направленное развитие ведущих КС, дополнительно нагрузки скоростно-силовой направленности, в группе 2 (ЭГ-2) – акцентированное развитие скоростно-силовых компонентов, дополнительно – фоновое развитие КС).

Тестирование проводилось в начале указанного цикла и по его окончании. Двигательно-координационные способности оценивались посредством выполнения тестов (таблица 1), дающих наиболее объективную информацию о состоянии координационно-двигательной сферы специалистов экстремального профиля [3, 4]. В процессе тестирования ставилась задача по выявлению уровня скоростных способностей; силовых способностей (максимальной силы, скоростной силы и силовой выносливости), выносливости (в аэробной и анаэробной зоне энергообеспечения), координационных способностей (к ориентированию с оперативным мышлением; к перестроению и приспособлению двигательных действий; к ориентированию в пространстве; к точности дифференцирования и оценивания скоростно-силовых параметров движения; к согласованию двигательных действий; к поддержанию динамического равновесия). Для удобства при проведении сравнительного анализа тесты были распределены на 4 группы в соответствии с выделенными двигательно-координационными способностями: скоростно-силовые, силовые, координационные и выносливость (исследовалась способность к проявлению скоростно-силовых проявлений на фоне утомления).

При разработке тестирующей программы для диагностики уровня координационной подготовленности обследуемого контингента мы основывались на подходе, предполагающем исследование отдельных компонентов КС с помощью нескольких гомогенных (однородных) контрольных испытаний [4], что позволяет получить более надежную оценку уровня развития каждой способности, а также выявить наличие положительных взаимосвязей между гомогенными признаками. Отобранные упражнения были проверены на информативность и надежность [5].

*Результаты исследований и их обсуждение*

Прирост показателей двигательной-координационной подготовленности испытуемых ЭГ-1 и ЭГ-2 до и после нагрузок направленного тренировочного воздействия представлен в таблице 1.

Сравнительный анализ динамики прироста показателей двигательной-координационной подготовленности испытуемых, вошедших в состав ЭГ-1 и ЭГ-2, позволил установить, что: у испытуемых ЭГ-1 после эксперимента были выявлены – 15 статистически достоверных различий ( $p < 0,05$  –  $p < 0,01$ ), в то же время у испытуемых ЭГ-2 только 10 статистически достоверных различий ( $p < 0,05$  –  $p < 0,001$ ); между сотрудниками ЭГ-1 и ЭГ-2 после эксперимента были выявлены по 9 статистически достоверных различий ( $p < 0,05$  –  $p < 0,01$ ). Данный факт позволяет утверждать, что в двух группах наблюдается преимущественно положительная динамика показателей двигательной-координационной подготовленности (тенденция к тренируемости показателей) при целенаправленном тренировочном воздействии на конкретные компоненты, однако они проявляются только в количественном аспекте, а не в качественном.

Таблица 1 – Динамика показателей кондиционной и координационной подготовленности в экспериментальных группах ЭГ-1 и ЭГ-2

Содержание теста	ЭГ-1		ЭГ-2		Достоверность различий	
	Прирост, %	Достоверность различий (до и после)	Прирост, %	Достоверность различий (до и после)	Достоверность различий между ЭГ1 и ЭГ2 (до)	Достоверность различий между ЭГ1 и ЭГ2 (после)
Бег лицом вперед, 10 м, с	1,74	2,23*	1,94	1,71	0,81	0,44
Челночный бег 4x10 м, с.	1,85	2,34*	1,60	2,08*	0,60	0,29
Прыжок в длину с/м, м	1,99	2,33*	2,41	2,05*	0,55	1,03
Прыжок вверх с/м, м	5,56	2,05*	3,85	1,84	0,82	1,42
Метание м/б вперед, м	4,14	1,80	3,99	1,35	0,62	0,66
Метание м/б назад, м	5,81	0,44	6,65	0,50	0,86	0,96
Жим штанги с макс. скоростью, с	3,37	1,53	4,39	2,08*	0,50	0,06
Жим штанги 50 кг, макс. кол-во повт.	4,73	1,20	7,99	1,67	0,41	0,22
Подтягивание в висе (кол-во повт.)	3,82	1,08	8,10	2,15*	1,13	0,08
П/пр. со штангой 80 кг, макс. кол-во повт.	10,9	2,66*	10,53	2,34*	1,45	2,14*
Рывок гири 24 кг, макс. кол-во повтор.	5,64	1,98	8,75	3,56**	0,75	2,29*
Бег 2000 м, с	1,94	1,46	1,02	0,50	0,93	1,42
Челночный бег 10x20 м, с	1,07	1,66	0,53	0,75	1,42	2,11*
Прыжок в длину с/м после бега на 2000 м	3,14	2,93**	2,64	2,27*	0,36	0,67
Челночный бег 4x10 м после бега на 2000 м	3,53	2,19*	5,13	2,91**	0,28	1,59
Прыжок в длину с/м после бега 10x20 м	2,21	2,48*	2,44	2,06*	0,07	0,81
Челночный бег 4x10 м лицом вперед, с.	3,41	2,19*	2,29	1,48	0,87	0,99
Челночный бег 4x10 м спиной вперед, с.	3,48	3,22**	1,94	1,22	1,13	2,23*
Отношение челночного бега спиной/лицом вперед	0,75	0,70	0,20	0,18	1,73	2,21*
Бег «зигзагом» с поворотами на 360°, с.	2,50	2,54*	1,85	1,30	1,32	1,83
Отношение: бег 4x10 м/бег «зигзагом», м	0,70	0,89	0,16	0,16	1,94	2,45*
Бег по целевому заданию 10x4 м, с	3,77	3,02**	2,49	1,69	1,50	2,34*
Отношение 4x10 м /10x4 м по целевому заданию	1,94	1,58	0,18	0,17	1,50	2,87**
Полоса препятствий 4x10 м	2,50	0,90	1,61	0,56	1,08	1,33
Отношение 4 x 10 м /4x10 м полосы препятствий	0,69	0,27	0,05	0,02	1,43	1,60
Прыжок вверх с огранич. опоры, м	7,62	2,96**	5,66	1,61	0,50	1,15
Отношение прыжок вверх с пола/с огранич. опоры	0,81	0,84	0,20	0,10	1,85	2,44*
Прыжок в длину с места спиной вперед, см	3,66	2,18*	2,74	1,37	0,68	1,17

Содержание теста	ЭГ- 1		ЭГ- 2		Достоверность различий	
	Прирост, %	Достоверность различий (до и после)	Прирост, %	Достоверность различий (до и после)	Достоверность различий между ЭГ1 и ЭГ2 (до)	Достоверность различий между ЭГ1 и ЭГ2 (после)
	%	t/P	%	t/P	t/P	t/P
Отношение спиной вперед/лицом вперед, см	1,65	1,08	0,34	0,22	1,27	1,41
Повороты на огранич, опоре, с	3,52	1,22	1,68	0,41	0,64	1,16
Остановка на заданном расстоянии, м	10,15	0,57	1,89	0,38	1,13	1,52
Броски и ловля мяча с изменением позы	9,68	1,05	11,94	1,35	1,08	0,66
Метание м/б на заданное расстояние (50%), м	1,21	0,16	1,21	0,16	0,58	0,78
Метание на заданное расст. (75%), м	13,6	2,09*	12,09	2,30*	0,50	0,63

Примечание: **для зависимых выборок:** \* - обозначены статистически достоверные различия на уровне значимости  $p < 0,05$  -  $t=2,04$ ; \*\* - обозначены статистически достоверные различия на уровне значимости  $p < 0,01$  -  $t=2,75$ ; \*\*\* - обозначены статистически достоверные различия на уровне значимости  $p < 0,001$  -  $t=3,65$ ; **для независимых выборок:** × - обозначены статистически достоверные различия на уровне значимости  $p < 0,05$  -  $t=2,04$ ; ×× - обозначены статистически достоверные различия на уровне значимости  $p < 0,01$  -  $t=2,75$ ; ××× - обозначены статистически достоверные различия на уровне значимости  $p < 0,001$  -  $t=3,65$ .

Констатируя полученные данные об общей динамике темпов приростов выявленных показателей двигательного-координационного подготовленности, необходимо отметить, что у сотрудников ЭГ-1 динамика темпов приростов после эксперимента носит скачкообразный характер, что имеет относительные различия в сравнении с ЭГ-2, где темпы приростов носят ступенчатый характер с положительными сдвигами.

#### Заключение

В настоящем исследовании показано, что направленное нагрузочное воздействие в течение 8-недельного экспериментального цикла подготовки позволяет добиваться положительной динамики по значительному большинству искомых компонентов двигательного-координационного подготовленности (у испытуемых ЭГ-1 после эксперимента были выявлены 15 статистически достоверных различий ( $p < 0,05$  -  $p < 0,01$ ), у испытуемых ЭГ-2 - 10 ( $p < 0,05$  -  $p < 0,001$ )).

Вместе с тем в тестах, характеризующих комплексные формы проявления скоростно-силовых способностей и имеющих, как известно, относительно низкую норму реакции (низкую тренируемость и, соответственно, высокую прогностичность) в ЭГ-1 было улучшено 5 показателей, в то время как в ЭГ-2 только 2.

В группе силовых способностей, относящихся к наиболее «развиваемым» (т.е. имеющим наиболее широкую норму реакции и по этой причине считающихся прогностически недостаточно надежными), в ЭГ-1 был улучшен только 1 показатель, в то время как в ЭГ-2 их зарегистрировано 4.

В группе тестов, направленных на оценку способности к эффективному проявлению скоростно-силовых способностей на фоне усталости, была отмечена равноценная динамика показателей в обеих группах (по 2).

Достоверные изменения в тестах координационной направленности (координационные способности, как известно, могут иметь как высокую, так и среднюю степень наследуемости [1]) были достигнуты в 7 упражнениях в группе ЭГ-1 и только в одном случае в ЭГ-2. При этом именно в тестах координационной направленности были выявлены наибольшие различия в индивидуальных темпах тренируемости. Заметим, что прогресс, достигнутый в показателях этой группы тестов, в значительной степени характеризует способность сотрудников к эффективной профессиональной деятельности в экстремальных ситуациях.

Результаты, полученные в настоящем исследовании, позволяют утверждать, что разработка комплексных многоуровневых программ диагностики и оценки пригодности кандидатов на службу в подразделения специального назначения, построенных с учетом фактора тренируемости маркерных двигательных-координационных способностей, позволит существенно повысить прогностическую эффективность системы профессионального отбора.

*Список использованных источников*

1. Сологуб, Е.Б., Спортивная генетика: учеб.пособие /Е.Б. Сологуб, В.А. Таймазов. – М.: Терра-Спорт, 2000. – 127с.
2. Барташ, В.А. Тренируемость как фактор пригодности сотрудников спецподразделений силовых структур к эффективной двигательной деятельности в экстремальных условиях / В.А. Барташ // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: сб. науч. тр / редкол.: Н.Г. Кручинский (гл.ред) [и др.]; Науч.-исслед. ин-т физ.культуры и спорта Республики Беларусь. – Вып.12. – Минск: ГУ «РУМЦ» ФВН», 2013. – С. 4-12.
3. Барташ В.А. О направленном формировании ведущих компонентов координационных способностей в профессионально-прикладной физической подготовке сотрудников силовых структур / В.А.Барташ, В.Е.Васюк, И.Ю.Михута // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: сб. науч. тр. / редкол.: Н.Г.Кручинский (гл.ред.) [и др.]; Науч.-исслед.ин-т физ.культуры и спорта Республики Беларусь. – Вып.9. – Минск,2010. – С. 17-22.
4. Лях В.И. Координационные способности: диагностика и развитие. – М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.
5. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ./ Под ред.В.М. Зациорского. – Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.

31.10.2017

УДК 796.015.622

## **КЛЮЧЕВЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ФУТБОЛИСТОВ**

**С. К. Григорьев, канд. пед. наук,  
В. В. Лавриченко, канд. биол. наук, доцент,  
А. П. Золотарёв, д-р пед. наук, профессор,  
Р. З. Гакаме, канд. биол. наук, доцент,  
М. Р. Григорьян, канд. пед. наук,**

Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма

### *Аннотация*

*Статья посвящена анализу соревновательной деятельности квалифицированных футболистов на основе данных современных методов контроля. В ней обосновываются ключевые критерии оценки эффективности соревновательного мастерства по двум направлениям – соревновательная двигательная активность и технико-тактические действия. С учётом установленных исследованиями достоверных фактов намечаются пути оптимизации тренировочного процесса молодых квалифицированных игроков.*

## **KEY CRITERIA OF PERFORMANCE ASSESSMENT OF HIGHLY QUALIFIED FOOTBALL PLAYERS' COMPETITIVE ACTIVITY**

### *Abstract*

*The article shows the analysis of qualified football players' competitive activity based on the modern control methods. It substantiates the key criteria of performance assessment of competitive mastery in two directions: competitive physical activity and technical-tactical actions. Taking into account established by the research facts, ways of young qualified players' training process' optimization had been set out.*

На современном этапе соревновательная деятельность (СД) футболистов высокой квалификации отличается повышенной интенсивностью игровых действий, высокой надёжностью и качеством принимаемых игроком решений в условиях предельного ограничения игрового пространства, дефицита времени и возросшего количества единоборств в эпизодах борьбы за мяч.

Российские специалисты [2, 6] отмечают, что дальнейший рост соревновательного мастерства футболистов невозможен без научного поиска новых путей совершенствования различных сторон подготовленности спортсменов за счёт более рационального планирования процесса подготовки, основанного на объективном анализе всех аспектов соревновательной деятельности спортсменов.

Результативность игры в футбол зависит от большого числа условий и факторов. Для организации эффективного педагогического контроля уровня тренированности квалифицированных футболистов необходимо руководствоваться определённой системой координат, которая должна включать в себя наиболее информативные критерии оценки их тренировочной и соревновательной деятельности.

В современной практике среди параметров СД квалифицированных футболистов выделяют исследования в двух основных направлениях – анализ соревновательной двигательной активности (СДА) и анализ технико-тактических действий (ТТД). Анализ профиля соревновательной двигательной активности позволяет получить полезную и объективную информацию об уровне работоспособности в процессе матча. Тогда как показатели технико-тактических действий характеризуют, в первую очередь, качественный уровень соревновательного мастерства футболиста.

Комплекс исследуемых параметров в каждом из случаев обладает большим информативным потенциалом. Очевидно, что и та и другая сторона работоспособности футболиста тесно взаимосвязаны друг с другом.

В сложившейся практике достигнутый уровень развития специальных физических способностей спортсмена определяют при помощи физиологических или феноменологических [3, 4] методов исследования. Первые принято относить к методам научного контроля, вторые – к методам педагогического контроля. Физиологические методы позволяют исследовать факторы, определяющие функциональный уровень всего организма, органа или клетки. Посредством применения педагогических методов осуществляют оценку внешних параметров двигательной деятельности спортсмена. В этом случае рассматривается индивидуальная композиция участвующих в обеспечении движения физических качеств и функциональные характеристики механизмов энергообеспечения.

Основными методами получения информации о состоянии подготовленности игрока являются педагогическое наблюдение, осуществляемое экспертом, и методы объективной оценки (тестирование, видеорегистрация и др.). Первый используется тренером в процессе тренировочных занятий и соревнований и охватывает практически все стороны жизни и деятельности спортсмена. Второй применяется для объективной оценки качественных сдвигов в подготовленности игрока по наиболее информативным параметрам соревновательной деятельности. В соревновательной практике он реализуется посредством применения различной регистрирующей аппаратуры.

В практике спорта выделяют прямые показатели работоспособности и косвенные. Первые из них подразделяются на количественные, качественные и комбинированные методики.

Комбинированные методики позволяют оценить производительность, надёжность и точность выполняемой спортивной деятельности. К косвенным критериям относят реакции организма на конкретную нагрузку, а исследуемые показатели указывают, какой физиологической ценой для спортсмена достигается данная работа. При этом специалисты отмечают, что косвенные показатели работоспособности в процессе СД снижаются гораздо раньше, чем прямые, приобретая в этой связи большую по сравнению с другими прогностическую значимость. На этом основании косвенные показатели широко применяются при изучении механизмов адаптации к конкретной

спортивной деятельности, оценке развития утомления и т.д. Многие годы косвенные показатели работоспособности, получаемые в лабораторных условиях, были одним из немногих доступных источников получения точной объективной информации о функциональном состоянии физиологических систем организма, в том числе и при определении уровня специальной работоспособности спортсменов.

Однако в последнее время, благодаря научно-техническому прогрессу в области регистрации и анализа соревновательной деятельности квалифицированных футболистов с помощью многоканальной видеосъёмки (GPS) близкой телеметрии, многоканальных спорттестеров и неинвазивных методов получения показателей биохимии крови, появилась возможность получения достоверной информации по широкому спектру параметров, характеризующих функциональное состояние спортсмена непосредственно в соревновательных и полевых условиях.

Как показали исследования турецких учёных [7], соревновательная двигательная активность молодых квалифицированных футболистов отличается разнообразием и высокой вариативностью выполняемых действий в самых разных скоростных режимах – от ходьбы до спринтов, разнообразных прыжков, поворотов, остановок, и т. п.

Норвежские исследователи в области футбола [20, 21] установили, что в течение всего времени матча каждый высококвалифицированный игрок выполняет до 420 различных по характеру видов движений, и каждые 3–5 секунд происходят изменения двигательной активности игроков. При этом с точки зрения интенсивности футболист, в среднем, с интервалом в 4–6 секунд совершает от 1000 до 1400 всевозможных движений короткой продолжительности и выполняет до 700 различных двигательных действий, связанных с изменением направления движения, а также до 40 раз участвует в эпизодах борьбы за мяч или выполняет прыжки.

Как известно, общий показатель соревновательной физиологической нагрузки обусловлен совокупным расстоянием, преодолеваемым футболистом в процессе игры [25]. Одновременно с общим анализом пройденного расстояния британскими специалистами [22, 23] широко изучается двигательная активность игроков в разных режимах интенсивности. Ими установлено, что уровень соревновательного мастерства в значительной степени определяется способностью футболиста выполнять необходимый объём двигательных действий в разных режимах интенсивности, что предполагает соответствующий функциональный уровень совершенства механизмов энергообеспечения. Также многими исследованиями [13, 14, 15, 28] подчёркивается, что степень совершенства аэробного и анаэробных механизмов энергообразования является определяющим фактором специальной соревновательной работоспособности квалифицированного футболиста. В этой связи с чем вполне обоснованным можно считать подход, согласно которому педагогический контроль должен осуществляться, в первую очередь, за динамикой функционального состояния основных механизмов энергообеспечения организма спортсмена, по результатам которого можно оценить уровень развития отдельных компонентов специальной физической работоспособности (СФР) [1]. Представляется принципиально важным понимать, что на сегодняшний день, с точки зрения оценки СФР квалифицированного футболиста, первостепенное значение приобретает не то, как быстро он может один раз пробежать дистанцию, или с какой мощностью может однократно выполнить те или иные двигательные действия, а то, как часто он способен повторно, на протяжении всего времени игры, проявлять подобные действия [12].

Информация о профиле двигательной активности и расстояниях, преодолеваемых игроками в матче с разной степенью интенсивности, имеет практическую ценность, поскольку может использоваться тренером для составления более детализированной тренировочной программы, или наметить новые пути повышения эффективности процесса физической подготовки.

В этом состоит принципиальное отличие информации, которую можно полученной применением рекомендуемых общепринятыми российскими программами и Федеральным стандартом батарей тестовых упражнений от той, которая реально необходима для осуществления подготовки квалифицированных футболистов.



Как известно, уровень СФР футболиста обусловлен широким спектром факторов. В рамках «чистого» игрового времени двигательная активность футболистов очень динамична и представляет собой непрерывное чередование фаз высокой и относительно низкой двигательной интенсивности [11, 19, 22, 23, 29]. Типичными для игры в футбол считаются средние соотношения «работа-отдых» между 1:7 и 1:10. Однако отношение работы к отдыху в течение всего времени матча носит весьма неравномерный характер, когда приведённые выше стандартные соотношения чередуются с фрагментами действий высокой интенсивности, продолжительностью от 10 секунд и выше. Аналогично периоды восстановления между фазами высокой активности варьируются от очень короткого перерыва между двумя сериями до более продолжительных (до одной минуты) пауз, связанных с остановками в игре [22, 23].

В результате многочисленных исследований установлено, что в процессе соревновательных матчей средняя продолжительность фаз высокой двигательной активности у высококвалифицированных футболистов находится в диапазоне от 2,5 до 4 секунд [19, 22, 23, 29].

Знание диапазона возможных по продолжительности периодов высокой и низкой интенсивности действий, в которых происходит восстановление, позволяет заключить, что профиль СДА квалифицированного футболиста носит прерывистый характер.

Возможность полноценного восстановления и неоднократного повторения действий необходимого уровня мощности в последующих спринтах характеризуется термином «способность игрока к повторному выполнению спринтов (**RSA – repeated sprint ability**)», который отражает один из ключевых факторов пригодности квалифицированных футболистов, как, впрочем, и спортсменов других командных видов спорта [10, 17, 26]. Установлено, что у футболистов высокого класса суммарная протяжённость дистанций в выполняемых спринтах и ускорениях, соответственно, на 28% и 58% выше, чем у игроков среднего уровня [21]. По показателям количества выполненных спринтов и их совокупного расстояния за игру также выявляются различия между футболистами-любителями и профессионалами [16, 22].

Полученные данные определённо свидетельствуют, что наряду с аэробными способностями вклад анаэробных механизмов в энергообеспечение футболиста в фазах высокоинтенсивной двигательной активности является весьма значительным и должен рассматриваться как самостоятельный информативный критерий оценки специальной физической работоспособности квалифицированных футболистов. Это позволяет специалистам [10, 13, 14, 27] сделать вывод, что высокий уровень аэробной тренированности игрока способствует скорейшему восстановлению функций при неоднократном выполнении двигательных действий или упражнений высокой интенсивности через короткие промежутки времени.

Известно, что средние показатели концентрации лактата в крови у футболистов в процессе игры могут находиться на уровне  $3,95 \pm 1,92$  ммоль/ $\Lambda^{-1}$ . Однако динамика концентрации молочной кислоты по ходу игры варьируется в довольно широком диапазоне между 1,55 и 11,88 ммоль/ $\Lambda^{-1}$  [6], и даже выше [8, 17, 18]. Несмотря на существующие объективные сложности при измерении концентрации лактата в процессе игры или, в так называемых полевых условиях, необходимо понимать, что этот показатель, наряду с ЧСС позволяет получать очень важную информацию о функциональном состоянии энергетических систем организма при выполнении футболистом двигательных действий в разных режимах интенсивности.

Обращает на себя внимание тот факт, что после окончания каждой фазы высокоинтенсивной деятельности показатели сердечного ритма ещё некоторое время остаются достаточно высокими и, как следствие, в процессе игры у высококвалифицированных футболистов ЧСС редко опускается ниже 65% от ЧСС<sub>макс.</sub> [9]. Поэтому фазы относительно неинтенсивной двигательной активности играют важную роль в восстановлении способности игрока к повторному выполнению движений высокой мощности или интенсивности.

Вместе с тем, у учёных существуют расхождения в данных показателей лактата, частоты сердечных сокращений и максимального потребления кислорода, полученных в лабораторных и полевых условиях, и потому они приходят к выводу,

что при возможности использования современных методов контроля следует отдавать предпочтение исследованиям в полевых условиях ввиду их большей достоверности [7]. Если исследуется работоспособность футболистов, специалисты также рекомендуют использовать показатели, полученные непосредственно в процессе игры [20, 21], поскольку расстояние, преодолеваемое элитными игроками при различных скоростях, зависит ещё и от контекстуальных факторов матча – мотивации, позиции на поле, индивидуальных тактических функций и т.п. [6].

Знание расстояний, преодолеваемых игроками в матче, согласно их позиции, может использоваться тренером для индивидуальной подготовки футболистов и поиска более эффективных форм выполнения тренировочных упражнений [5, 24, 26]. Применяя методики определения величины нагрузки с помощью ближней телеметрии, можно получать более точную информацию о характере соревновательной двигательной активности футболиста.

Таким образом, многочисленные аналитические исследования соревновательной двигательной активности квалифицированных спортсменов показали, что игра в футбол требует от участников неоднократного выполнения максимальных или субмаксимальных по мощности действий короткой продолжительности, чередующихся с краткими периодами восстановления между ними. Следовательно, тренировка элитных футболистов должна включать физические нагрузки, направленные на развитие как аэробных способностей, так и способности к неоднократному выполнению повторных спринтов.

За последние годы существенно возросли технические возможности используемых средств регистрации и анализа СД и СДА, а информация, получаемая с помощью современных методов и средств контроля непосредственно в полевых условиях (тренировочное занятие, соревновательная игра), достигает, а порой и превосходит уровень достоверности результатов, получаемых в лабораторных условиях. Использование более совершенных методов регистрации и оценки ключевых параметров СДА высококвалифицированных футболистов вызывает необходимость пересмотра целевых направлений тренировочного процесса молодых квалифицированных футболистов в сторону его большей интенсификации и позволяет сделать следующие выводы:

1. В структуре специальной работоспособности футболистов высокой квалификации важное значение имеют как аэробная, так и анаэробная тренированность.

2. Профиль соревновательной двигательной активности элитных игроков имеет прерывистый характер, в котором постоянно чередуются периоды высокой и относительно низкой интенсивности двигательных действий.

3. Ключевым отличием в профиле СДА профессиональных футболистов от любителей является значительно большее совокупное расстояние, преодолеваемое ими за игру с субмаксимальной и максимальной скоростью.

4. Анализ СДА футболистов позволяет сфокусировать процесс обучения на главных аспектах соревновательного мастерства и может служить основой для уменьшения различий в уровне работоспособности молодых элитных игроков и взрослых футболистов профессиональных команд.

#### *Список использованных источников*

1. Григорьев, С.К. Планирование процесса физической подготовки на разных этапах годового тренировочного цикла футболистов 17–19 лет на основе блокового метода / А.П. Золотарёв, В.В. Лавриченко // Учёные записки университета имени П.Ф. Лесгафта, Научно-теоретический журнал, №1 (83). – 2012. – С. 50-55.

2. Лексаков, А.В. Теория большого скачка. Интервью /А.В. Лексаков // Спорт. День за днём. – 2010. – №3. – С. 50-54.

3. Калинина, И.Н. Физиологические аспекты адаптации сердечно-сосудистой системы мужчин и женщин с признаками флебопатии в постнатальном онтогенезе: автореф. дисс... докт. биол. наук / И.Н. Калинина. – Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева. – Чебоксары, 2009. – 46 с.

4. Калинина, И.Н. Использование кардиоваскулярных тестов в оценке срочной адаптации у лиц различного пола и уровня здоровья / И.Н. Калинина, С.Ю. Калинин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №2. – С.494.

5. Селуянов, В.Н. Футбол: проблемы физической и технической подготовки / В.Н. Селуянов, К.С. Сарсания, В.А. Заборова. – Долгопрудный: Издательский дом «ИНТЕЛЛЕКТ и К», 2012. – 160 с.
6. Слуцкий, Л.В. Педагогические и физиологические основания для управления физической подготовкой футболистов / Л.В. Слуцкий // Трибуна футбольного тренера. – 2009. – №1 (2). – С. 52-62.
7. Alper, A Metabolic demands of match performance in young soccer players / A. Alper, A. Caner, G. Alpay, G. Hasan, H. Tahir, O. Asaf // *Journal of Sports Science and Medicine*. – 2012. – №11. – P. 170-179.
8. Bangsbo, J. Energy demands in competitive soccer / J. Bangsbo // *J. Sports Sci*. – 1994. – №12. – P. 5-12.
9. Bangsbo, J. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player / J. Bangsbo, M. Mohr, P. Krustrup // *J. Sports Sci*. – 2006. – Vol. 24. №7. – P. 665 – 674.
10. Bishop, D. Improving repeat-sprint ability / D. Bishop // *J. of Sports Science and Medicine* – 2007. – Suppl. 10. – P. 82-83.
11. Bradley, P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches / P. Bradley, W. Sheldon, B. Wooster, P. Olsen, P. Boanas, P. Krustrup // *J. Sports Sci*. – 2009. – №27 (2). – P. 159-168.
12. Buchheit, M. Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: speed versus sprint interval training / M. Buchheit, A. Mendez-Villanueva, M. Quod, T. Quesnel, S. Ahmaidi // *J. Sports. Physiol. Perform.* – 2010. – №5. – P. 152-164.
13. Castagna, C. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: A correlation study / C. Castagna, C. Impellizzeri, K. Chamari, D. Carlomagno, E. Rampinini // *J. Strength Cond. Res.* – 2006. – №20. – P. 320–325.
14. Castagna, C. Physiological determinants of an intermittent football-specific high-intensity test / C. Castagna, J. Granda Vera, S. D'Ottavio, J. C. Barbero Álvarez // *J. of Sports Sci. and Med.* – 2007. – Suppl. 10. – P. 80.
15. Chamari, K. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players / K. Chamari, Y. Hachana, F. Kaouech, R. Jeddi, I. Moussa-Chamari, U. Wisloff // *Br. J. Sport Med.* – 2005.- V. 39. – P. 24-28.
16. Ferrari Bravo, D. Sprint vs. Interval Training in Football / D. Ferrari Bravo, F.M. Impellizzeri, E. Rampini, C. Castagna, D. Bishop, U. Wisloff // *International Journal of Sports Medicine*. – 2008. – №29. – P. 668-674.
17. Glaister, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness / M. Glaister // *Sports Med.* – 2005. – № 35. – P. 757-777.
18. Hermansen, L. Production and removal of lactate during exercise in man / L. Hermansen, I. Stensvold // *Acta Physiologica Scandinavica*. – 1972. – №86 (2). – P. 191-201.
19. Iaia, F. High-Intensity Training in Football / F. Iaia, E. Rampinini, J. Bangsbo // *International J. of Sports Physiology and Performance*. – 2009. – №4. – P. 291-306.
20. Mohr, M. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue / M. Mohr, P. Krustrup, J. Bangsbo // *J. Sports Sci*. – 2003. – №21. – P. 519-528.
21. Mohr, M. Fatigue in soccer: A brief review / M. Mohr, P. Krustrup, J. Bangsbo // *J. Sports Sci*. – 2005. – №23. – P. 593-599.
22. O'Donoghue, P.G. Time-motion analysis of elite, semi-professional and amateur soccer competition / P.G. O'Donoghue, M. Boyd, J. Lawlor, E.W. Bleakley // *Journal of Human Movement Studies*. – 2001. – №41. – P. 1-12.
23. O'Donoghue, P.G Time-motion analysis of work-rate in English FA Premier League soccer / *International Journal of Performance Analysis of Sport (e)*. – 2002. – №2(1). – P. 36-43.
24. Pearson, A. SAQ FOOTBALL, speed, agility and quickness for football / A. Pearson // A&C BLACK Publishers Ltd, London, 2007. – 202 p.
25. Reilly, T. Science and football: a review of applied research in the football codes / T. Reilly, D. Gilbourne // *Journal of Sports Sciences*, 2003; 21: P. 693-705.
26. Spencer, M. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports/ M. Spencer, D. Bishop, B. Dawson, C. Goodman // *Sports Med.* – 2005. – № 35 – P. 1025-1044.
27. Svensson, M. Testing soccer players / M. Svensson, B. Drust // *Journal of Sports Sciences*. – 2005. – Vol.23. – №6. – P. 601-618.
28. Tanadi, S. Preparacion fisica completa para el FUTBOL / S. Tanadi // TUTOR S.A. – 2008. – 178 p.
29. Withers, RT. Match analyses of Australian professional soccer players / R.T. Withers, Z. Maricic, S. Wasilewski, L. Kelly // *J. Hum. Mov. Stud.* – 1982. – № 8. – P. 159-176.

26.09.2017

## **ПРОЯВЛЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ АГРЕССИИ В СОВРЕМЕННОМ БАСКЕТБОЛЕ (НА ПРИМЕРЕ ИГРЫ БАСКЕТБОЛИСТОВ БЕЛАРУСИ И КИТАЯ)**

**Л. В. Марищук, д-р психол. наук, профессор,**

Белорусский государственный университет физической культуры;

**А. А. Быкова, канд. пед. наук, доцент,**

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники;

**Кан Яо, аспирант**

Белорусский государственный университет физической культуры

### *Аннотация*

*В статье приводятся малоизвестные факты об играх в мяч с использованием рук и этапах появления и развития баскетбола в КНР, России и Беларуси. Представлен анализ протоколов игр команды «Цмоки» (2-й состав) и команд провинций Шанси и Пекин, близких по уровню мастерства. Обсуждается проявление нормативной (активные наступательные акты в спортивных единоборствах, играх, защитные действия при атакующих действиях соперника) и ненормативной (намерение, готовность совершить физическое или словесное действие, связанное с нанесением прямого или косвенного ущерба) агрессии игроками с разными разрядами и уровнем подготовленности.*

## **THE NORMATIVE BULLYING IN MODERN BASKETBALL (ON THE EXAMPLE OF THE GAME OF BELARUSIAN AND CHINESE BASKETBALL PLAYERS)**

### *Abstract*

*The article represents some little known facts about ball games using hands and introduction and development stages of basketball in P.R.China, The Russian Federation and The Republic of Belarus. The analysis of game reports of the «Tsmoki» team's games (second team) and teams of province Shaanxi and Beijing, which are similar in skill level, is shown. Regulatory (active offensive actions in combat sports, games, blocking attacking actions of opposition) and nonregulatory (intention, readiness to perform physical or verbal acts connected to causing direct or consequential damage) bullying by players with different title and level of training is discussed*

### *Введение*

Традиционная китайская культура провозглашает «умеренность, доброжелательность, приличие» в духовном и материальном аспектах и, таким образом, влияет на культурное самовыражение, которое отражается в спорте. Система времени и пространства, система ценностей и система природы разнятся между Китаем и западным миром. Традиционными принципами китайского образования являются спокойствие, размеренность и тишина, например, китайские шашки, тайцзицюань (китайское боевое искусство), ушу, оздоровительная гимнастика, дыхательная гимнастика, искусство культивации жизни. Целями этих видов спорта является не только физическое воспитание, но и духовное, то есть развитие моральных качеств. Конечная цель образования – доброта. Как ценности китайцы принимают культуру, игру, а не конкуренцию; солидарность и признание коллективизма в противопоставление индивидуализму западного мира; нахождение золотой середины. Эти особенности не совпадают с требованиями западных видов спорта, таких, как созданный в США баскетбол. Китайский баскетбол развивался на фоне китайских традиций, обычаев, учений. Китайская традиционная культура спорта всегда находилась под влиянием китайской философии и выражается в гармонии тела и духа, умеренной конкуренции, в умении находить золотую середину. Исходя из вышесказанного, можно предполагать, что

в китайских командах проявления ненормативной агрессии редки, однако на текущем этапе исследований это предположение не подтвердилось.

*Цель* проводимого исследования – анализ проявлений нормативной и ненормативной агрессии в процессе игр баскетбольных команд Китая и Беларуси.

*Методы исследования* – теоретико-библиографический анализ и анализ документов (протоколов игр).

#### *Основная часть*

Известно, что баскетбол и его первые правила, включавшие **13** пунктов, были разработаны Дж. Нейсмитом в **1892** году. Их содержание сводилось к следующему: мяч можно передавать, отбивать в любом направлении и бросать одной или двумя руками с того места, на котором его поймали. Исключение составлял игрок, бегущий на большой скорости, хотя бежать с мячом в руках было запрещено, равно как проявлять грубость по отношению к противнику. В случае трехкратного нарушения командой правил команде-оппоненту присуждалось очко. Игрок, заработавший **3** фола, удалялся до конца игры.

Первые официальные правила баскетбола были изданы в США в **1894** году: после того как мяч попадал в корзину, судья из центра поля вводил его в игру, находясь между двумя игроками команд-соперниц. В **1895** году введены штрафные броски с расстояния **5 м 25 см**; в **1896** году узаконено ведение мяча, но запрещалось бросать мяч по корзине после ведения, в **1908** году это правило было отменено [1,6].

Существуют три версии создания баскетбола. Первая – канадская, хотя скорее индейская гласит, что в их основу легла игра «Утка на скале», в которую Дж. Нейсмит играл будучи ребенком. Суть игры подобна русским городкам, где фигуры из деревянных чушек разбиваются бросаемой деревянной палкой. В канадской «Утке» двусоставная фигура из камня разбивается камнем. Точнее, маленький верхний камень должен быть сбит со своего основания камнем, брошенным с расстояния **6** метров. В обеих играх выверенный (точный) бросок оказывается гораздо эффективнее быстрого и сильного.

Вторая версия уходит корнями вглубь веков. В Мексике археологи раскопали барельеф, изображавший обезглавленного капитана проигравшей команды игроков в мяч, и площадку, длина которой составляла около **150** м, окруженную высокими трибунами (около **8** м), на которых располагались зрители. Площадка была разделена на две равные части, на стенах трибун, прилегавших к каждой из трибун, было вмонтировано каменное кольцо. Раскопки датируются X веком до н.э. Считается, что игра под названием «Пок-Та-Пок», существовала у ацтеков до XVI века – начала испанской колонизации. Правила игры были просты: каждая из частей площадки предназначалась для игроков команд-соперниц, переходить разделительную линию было запрещено. Игрокам следовало забрасывать каучуковый мяч диаметром **20** см в каменное кольцо только своей части площадки. Бить по мячу следовало локтем, коленом либо битой. Победа присуждалась команде, чаще поражавшей кольцо.

Третья версия моложе мексиканской, но много старше канадской. Наскальные рисунки, изображающие игру в мяч, обнаруженные в Китае, датируются **3000** годом до н.э. Одним из вариантов игры было пробрасывание мяча в отверстие между двух жердей, располагавшихся в середине огороженного стеной прямоугольного поля, длина которого составляла около **120** метров, ширина не более **40** метров. На стене размещались трибуны для зрителей. Части поля команд-соперниц были ориентированы на запад и на восток. Каждая из команд не имела права покидать свою часть поля. Мяч передавался друг другу игроками одной из команд до момента падения его на землю, после чего передавался игрокам другой команды. В рукописи «История династии Хань» (**206** до н.э. – **220** н.э.) [3] приведены и другие варианты правил игры в мяч. Во-первых, правила, предназначавшиеся для военно-прикладной подготовки [2,8], во-вторых, при описании сцен бытовой жизни представителей правящих классов наряду с конными прогулками, охотой, прогулками в сопровождении собак и другого препровождения свободного времени [9]. В той же рукописи дается описание мяча – двух сшитых с помощью растительных волокон кожаных полусфер, набитых шерстью, волосами,

шелком или соломой. За ошибки, неумение забить мяч игроков осмеивали, наказывали переодеванием в одежду дам, военнотружущих били кнутом, выигравшую команду награждали шелковой одеждой [9].

В декабре **1906** г. первые официальные соревнования по баскетболу состоялись в России. В **1913** году были изданы первые официальные правила игры, запрещавшие броски мяча в корзину после ведения и присуждавшие штрафной бросок за каждую техническую ошибку [1]. Игрок, первым коснувшийся мяча, вышедшего за пределы площадки, получал право на введение мяча в игру. В том же **1913** году было внесено изменение: мяч, вышедший за пределы площадки, вводился игроками команды-соперницы [6].

Баскетбол в нашей стране стал культивироваться с **1921** года. В спортивных клубах «Субботник» и «Звезда» г. Витебска о правилах игры не упоминается, равно как отсутствует информация о дате введения и ведении протоколов игр [5,6].

Неизвестен точный период времени, когда баскетбол достиг Китая, равно как из какой страны он перекочевал туда, поскольку в различных источниках дается противоречивая информация. Известно лишь то, что баскетбол появился в Поднебесной в период с **1892** по **1909** годы. Согласно учебнику «Баскетбол», изданному факультетом физической культуры Китайского государственного университета, игра появилась в Китае в **1894** году [4]. В баскетбол начали играть на встречах Христианской ассоциации молодежи Китая в Гуанчжоу, Пекине, Тяньдзине и Шанхае. Постепенно баскетбол распространялся в других христианских школах и университетах по всему Китаю. В другом фундаментальном источнике «Большая китайская энциклопедия – Спорт» [5] указано, что впервые баскетбол появился в Христианской ассоциации молодежи в Тяньдзине в **1896** году, а позже распространился в таких же ассоциациях Пекина и Шанхая. Согласно новому учебнику факультета физической культуры педагогического колледжа Китая «История спорта» [7] баскетбол попал в Китай в **1896–1898** годах, в Тяньдзине. Ознакомление с другими китайскими источниками позволяет предположить, что игры в баскетбол первоначально организовывались в Шанхае, а позже баскетбол интенсивно развивался в Гонконге.

Отметим, что после изобретения баскетбола в США в **1891** году популярность этого вида спорта в Китае складывалась в несколько этапов.

Первый, начальный этап датируется, как указывалось, **1894–1909** годами – баскетбол распространялся в христианских школах крупных городов Китая.

На втором этапе (**1910–1948** годы) развивались международные контакты в сфере баскетбола, но китайские спортсмены в них участия практически не принимали. Политическая обстановка в Китае тех лет (революция и гражданская война) развитию спорта, и баскетбола в частности, не способствовала.

Международная федерация баскетбола (ФИБА) была создана в Женеве в **1932** году [1,6]. В **1936** году в связи с включением баскетбола в Олимпийские игры очередной раз изменились правила. Высокорослые игроки в составе команды легко доставали подбрасываемый судьей у средней линии мяч после попадания мяча в корзину, поэтому право введения мяча в игру предоставлялось команде, кольцо которой было поражено. Для предотвращения постоянного пребывания высокорослых игроков под корзиной было введено правило «трех секунд» и увеличение трехсекундной зоны до **6 м** в основании. До введения этого правила игра не была динамична, счет увеличивался медленно, ибо мяч попадал в корзину не часто, зрители охладевали к матчам. В связи с этим было сформулировано правило «десяти секунд», в которые игроки вынуждены были передавать мяч в передовую зону после вбрасывания его из-за лицевой линии. Вводились замены игроков и минутные перерывы [6].

Баскетбол интенсивно развивался в учреждениях образования Китая с октября **1949** года по апрель **1966** года. В этот же (третий) период он стал объектом научных исследований.

Четвертый период выделен условно, так как с мая **1966** года по ноябрь **1978** года в ходе «Культурной революции» в городах баскетбол практически исчез – соревнования по баскетболу в школах и институтах не проводились.

Пятый, современный этап начался с декабря **1978** года. Возобновилось обучение баскетболу в учреждениях образования, начали проводиться соревнования, в соответствии с принятыми в это время правилами. В **1979** году в **NBA** было введено правило трех очков, принятое чуть позже в Китае. Научные исследования игры и спортсменов вновь привлекли внимание ученых. С июля **1990** года изучение баскетбола было введено во все учебные заведения Китая, соревнования стали проводиться регулярно.

В **2004** году Китайская ассоциация баскетбола (**СВА**) приняла резолюцию «Полярная звезда», утвердившую направления развития китайского профессионального баскетбола. Ассоциация предложила новый взгляд на баскетбол, включивший три направления: баскетбол как спорт, как культура, как развлечение. **СВА** активно участвует в развитии этого вида спорта, ею проведен ряд реформ, создавших полноценные условия для рождения великих спортсменов и способствовавших распространению информации о баскетболе в СМИ.

С момента издания первых правил, как показывает история баскетбола, произошло много изменений. Правила многократно перерабатывались и дополнялись. Ранее игры характеризовались лояльностью и тактичностью играющих команд, их правила были просты, не требовали высокого уровня физической, технической подготовленности, проявления нормативной агрессии.

Баскетбол последних нескольких лет отличается быстрыми, четкими и жесткими действиями игроков как в нападении, так и в защите. Это связано с количеством отведенного времени на владение мячом (**24 сек**), требующим быстрого принятия решений, антиципирования ситуации, строгости судейства, увеличения количества судей до трех, что позволило бы четко отслеживать игровую ситуацию, оценивая нормативную или ненормативную агрессию. Таким образом, перечисленные факторы требуют от игроков повышения мастерства за счет технической, физической подготовленности и рационально построенной тактики игры.

Поскольку профессиональными игроками реже совершаются персональные ошибки: «пробежки», «двойное ведение» и чаще – фолы, как тактическая и стратегическая необходимость и (или) физическая и техническая неподготовленность игроков, интерес представляет анализ протоколов **10** игр одной из профессиональных команд «Цмокі» – Минск, в состав которой входит **12** человек.

Нарушение правил и проявление нормативной агрессии может быть связано с уровнем подготовленности спортсменов, объективностью судейства, умением антиципировать игровую ситуацию. Вышеперечисленные причины провоцируют число забитых игроками, не входившими в основную пятерку, фолов. Больше всех, в сумме за десять игр, провели игрового времени на баскетбольной площадке игрок №**11** – **230,22** мин, фол заработал **13** раз и игрок №**12** – **18** фолов за **227,65** мин.

Чаще нормативная агрессия проявлялась у игрока №**2**, вышедшего в первой пятерке, игровое время в сумме за десять игр составляет **225,75** мин и **27** фолов. Его партнер по команде, который не выходил в основном составе, игрок №**6** провел на баскетбольной площадке **218,7** мин, фолов – **19**, что на **27,5%** меньше фолов за единицу времени, что может быть связано со свойствами личности игрока и его психическим состоянием.

Умение игроков антиципировать игровую ситуацию позволяет защищающемуся занять выгодную позицию, не нарушая правил и без проявления нормативной и ненормативной агрессии. Игрок №**9**, который провел на баскетбольной площадке **198,57** мин в сумме за десять игр, заработал **8** фолов. Его партнер по команде игрок №**5**, который провел на **45%** игрового времени меньше (**108,74** мин) и выходил в первой пятерке, а фолов заработал такое же количество (**8**). То же количество фолов заработал игрок №**8**, но с игровым временем **87,8** мин. Можно предположить, что у последних двух игроков уровень физической, технической подготовленности и умение предвосхищать ситуацию чуть ниже в сравнении с игроком № **9**.

Проявление нормативной агрессии игроками первой пятерки связано с ответственностью за результат игры, что вынуждает их играть рискованно и агрессивно.

У игроков первой пятерки №1, №4 игровое время в сумме за 10 игр составляет, соответственно, 178,07 мин с 31 фолом и 172,89 мин с 16 фолом. У игрока №4 за практически такое же время на 47% фолов меньше, чем у игрока №1. Игрок №3 с игровым временем 150,96 мин (на 28 минут меньше №1) заработал 25 фолов, что на 5% меньше, чем у игрока №1 и на 80% больше, чем у игрока №4. Их партнер по команде, игрок №7, не выходящий в первой пятерке, за 10 игр провел на площадке 170,54 мин игрового времени (почти как №1 и №4), и получил 34 фолы, что на 17% больше, чем у игрока под №3. Последнее может быть связано с его эмоциональной неустойчивостью и (или) скоростью принятия решения, что вынуждает его проявлять нормативную агрессию.

Меньше всех игрового времени на баскетбольной площадке провел игрок №10, выходящий на замену – 70,43 мин с 4 фолом в сумме за десять игр, что может быть связано с неопытностью игрока, его личностными свойствами, физическим состоянием, технической подготовленностью, тренерским тактическим ходом.

Интерес представляет сопоставление игровых протоколов команды «Цмоки» – Минск со сборными командами провинций «Пекин» и Шаньси» (таблица).

Анализ протоколов китайских сборных провинций и минской команды позволяет предположить, что тренер команды «Цмоки» – Минск выпускает на баскетбольную площадку всех игроков команды, которые, полагаем, не только физически и технически равны, но, не просиживая на скамейке запасных, психологически готовы и уверены в своих силах. В этом отличие команды «Цмоки» от сборных команд провинций Китая, в которых выделено несколько основных игроков, а остальные играют на замену. В сборной команде провинции Шаньси постоянно находились на площадке, заменяя друг друга, только шесть человек и четыре человека выходили в самом крайнем случае на замену.

Таблица – Сравнение игрового времени и количества нарушений правил игроками «Цмоки» – Минск с игроками сборных команд провинций Шанси и Пекин

Сборная команда провинции «Шаньси»			Сборная команда провинции «Пекин»			Команда «Цмоки» – Минск		
Кол-во игроков во временном диапазоне	Игровое время (мин), в сумме за 10 игр	Персональные фолы, в сумме за 10 игр	Кол-во игроков во временном диапазоне	Игровое время (мин), в сумме за 10 игр	Персональные фолы, в сумме за 10 игр	Кол-во игроков во временном диапазоне	Игровое время (мин), в сумме за 10 игр	Персональные фолы, в сумме за 10 игр
3	315,4-417,8	90	3	301,3-344,2	88	4	218,7-230,22	77
3	252,4-261,8	87	3	206,7-244,2	49	4	170,54-198,57	89
4	117,6-142,4	41	2	145,6-159,6	35	2	150,96-108,74	33
2	43,1-59,9	18	4	83,0-99,7	7	2	70,43-87,8	12
Всего персональных фолов на команду								
		236			179			211

Про игроков сборной команды провинции Пекин такого сказать нельзя, в ней также играли шестеро, два человека играли в 2 раза меньшее время, чем трое ведущих и четверо выходили на замену. Возможно поэтому общее количество персональных фолов сборной команды «Шаньси» (236) на треть превышает их количество в команде «Пекин» (179 фолов). Основные игроки команды «Шаньси», выкладываясь с максимальной силой на фоне усталости зарабатывали персональные фолы. Игроки команды «Цмоки» – Минск (211) по фолом находятся между китайскими командами, несмотря на то, что в ней, как указывалось выше, только двое большую часть времени провели на скамейке. Соответственно, чем дольше игрок сидит на скамье запасных, тем большую неуверенность в своих силах он чувствует, наступает состояние «перегорания», что сказывается в частоте проявления персональных ошибок, в частности – фолов. Умение антиципировать игровые действия, особенно с командами, равными по уровню физического



и технического мастерства и, следовательно, рациональное использование физических кондиций (необходимая экономия сил), с последующим применением необходимых технических приемов, приводит к снижению персональных ошибок, к которым относится и фол. Анализ протоколов так же показал, что спортсмены нарушали правила в пределах допустимого с проявлением нормативной агрессии и без проявления обоюдного, дисквалифицирующего, технического фола – ненормативной агрессии.

#### *Заключение*

Современный баскетбол характеризуется жесткой игрой, четкими правилами, высоким мастерством спортсменов, уровнем их технической подготовленности и физического состояния, что позволяет сопоставлять проявления игроками агрессии нормативной и ненормативной как тактической или стратегической необходимости. Анализ протоколов игр минской команды «Цмокі» и китайских команд «Шанси» и «Пекин» продемонстрировал промежуточное положение второго состава «Цмоков» по количеству заработанных в играх фолов. Иначе говоря, однозначно судить о частотности проявления нормативной агрессии белорусскими либо китайскими спортсменами нельзя.

Сравнительный анализ протоколов игр сборных команд провинций «Шанси» и «Пекин» с протоколами команды «Цмокі» – Минск позволяет предполагать, что игроки последней команды, находившиеся на игровой площадке в одном временном диапазоне, равны по уровню психической, физической, технической, тактической подготовленности и взаимозаменяемы. В сборных командах провинций Китая «Шанси» и «Пекин» в одном временном диапазоне находилось только **6** игроков, остальные использовались для замены, либо, реализуя тактический или стратегический замысел тренера, либо отличаясь от партнеров по команде уровнем подготовленности. Последнее они компенсируют проявлениями нормативной агрессии, в то время как в первом случае проявление нормативной агрессии скорее связано с ответственностью, возлагаемой на игрока, выходящего на замену.

#### *Список использованных источников*

1. Баскетбол: учеб. пособие для ин-тов физ. культуры / В.М. Корягин [и др.]. – Киев: Выща шк., Головное издательство, **1989**. – **230** с.
2. Бин Цзы (Наследие Армии) // Чжуцзы цзичэн (сборник документов). – Шанхай, **1935**. – С.21–22.
3. Бэй Ши (История Северной династии) // Чжуцзы цзичэн (сборник документов). – Пекин, **1956**. – С.125–126.
4. Ван Цзяхун (История развития баскетбола в Китае) // Народная образовательная пресса (сборник документов) – Пекин, **2005**. – **110**с.
5. Го Юнбо (учебник по баскетболу) // Издательство Пекинского университета физической культуры (сборник документов) – Пекин, **2005**. – **98**с.
6. Линдеберг, Ф. Баскетбол: игра и обучение / Ф. Линдеберг. – М.: Физкультура и спорт, **1971**. – **279** с.
7. Лю Цинсун (учебник по баскетболу для учащихся ВУЗов) // Китайские водные ресурсы и гидроэнергетика (сборник документов). – Ханчжоу, **2005**. – **5**с.
8. Сунь Цзы (Книга о военном искусстве полководца Суня Биня) // Камбун Тайкэй (сборник документов). – Токио, **1911**. – **24**с.
9. Шу Цзин (Книга исторических документов). – Пекин–Шанхай, **1957**. – **262** с.

23.10.2017

## **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОИСКА ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ В ПОСТРОЕНИИ УРОКА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В УЧРЕЖДЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ**

**Миронович Д.В., аспирант,**

**Якуш Е.М., канд. пед. наук, доцент,**

Белорусский государственный университет физической культуры

### *Аннотация*

*В статье представлен анализ показателей, характеризующих динамику занятости учащихся в кружках, секциях и факультативах различной направленности, анализ количественной составляющей факультативных программ различной направленности, утвержденных Министерством образования Республики Беларусь, а также анализ показателей часовой нагрузки в неделю в течение всего обучения в общеобразовательной школе. На основе полученных данных выявлено, что в условиях современной общеобразовательной школы созданы все предпосылки для возникновения такого заболевания, как гиподинамия.*

## **THEORETICAL UNDERPINNING OF INNOVATIVE APPROACHES' SEARCH DURING COMPOSING OF PHYSICAL CULTURE CLASSES IN GENERAL ACADEMIC SCHOOL**

### *Abstract*

*The article represents analysis of indexes that characterized dynamic of the students' engagement in hobby groups, sections and different themed elective practices; analysis of the quantitative component of various directions' facultative program approved by the ministry of education of the Republic of Belarus, and also analysis of hour load per week indexes during all the schooling in general academic school. On the ground of the obtained data it was revealed that under a modern general academic school circumstances all of the opportunities for appearance of such disease as hypodynamia were created.*

### *Введение*

В нашей стране созданы условия, направленные на укрепление здоровья населения и подрастающего поколения в том числе. Именно сегодня важно понимать, что здоровье отдельно взятого гражданина нашей страны – основа сильного и процветающего государства. Основные направления решения этой задачи представлены в Программе развития физической культуры и спорта на **2016–2020** гг.

Однако существует ряд проблем, в первую очередь связанных с нестабильностью уровня здоровья подрастающего поколения [6].

Увеличивается количество детей, имеющих заболевания опорно-двигательного аппарата, зрительной и сердечно-сосудистой систем [3].

К сожалению, одной из главных причин возникновения заболеваний является низкая двигательная активность. В условиях современного учреждения образования сложилась ситуация когда многие учащиеся не уделяют внимания самостоятельным занятиям физической культурой и спортом [4,7,8].

Более того, все вышесказанное усугубляется чрезмерной учебной нагрузкой, которая не дает возможности детям как можно чаще использовать средства физической культуры с целью оздоровления и профилактики заболеваний.

*Цель исследования:* изучить основные факторы, способствующие созданию условий для развития гиподинамии, и определить пути, направленные на профилактику сложившейся ситуации.

*Организация и методы исследования.* Исследование проводилось на базе государственного учреждения образования «Средняя школа № 161 г. Минск» и государственного

учреждения образования «Боровлянская школа № 2». Нами был проведен анализ показателей, характеризующих динамику занятости учащихся в кружках, секциях и факультативах различной направленности. Так, были выделены общеинтеллектуальные (естественно гуманитарные, хореографические, музыкальные, общественно-ведческие, театральные, художественные, военно-патриотические) и спортивные (спортивно-оздоровительные).

Был проведен анализ типового плана базовой школы на **2017/2018** учебный год и количества факультативных программ, имеющих гриф Министерства образования Республики Беларусь.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

На рисунке **1** представлена динамика показателей занятости учащихся в кружках, секциях, факультативах различной направленности за восьмилетний период обучения (государственное учреждение образования «Средняя школа **161**, г. Минск», класс со средней успеваемостью). Анализ данных показывает, что в **IV** классе преобладают занятия в секциях и кружках общеинтеллектуальной направленности. Учащиеся усиленно готовятся к переводным тестам и получению аттестатов за **IV** класс. В **V–VI** классах наблюдаются положительные сдвиги: значительно возрастает количество занятий в кружках и секциях спортивной направленности. Однако с **VII** по **XI** класс положительную динамику сменяют отрицательные показатели, выраженные в ежегодном увеличении занятий в кружках и секциях общеинтеллектуального плана. Учащиеся готовятся к экзаменам в **IX** и **XI** классах.

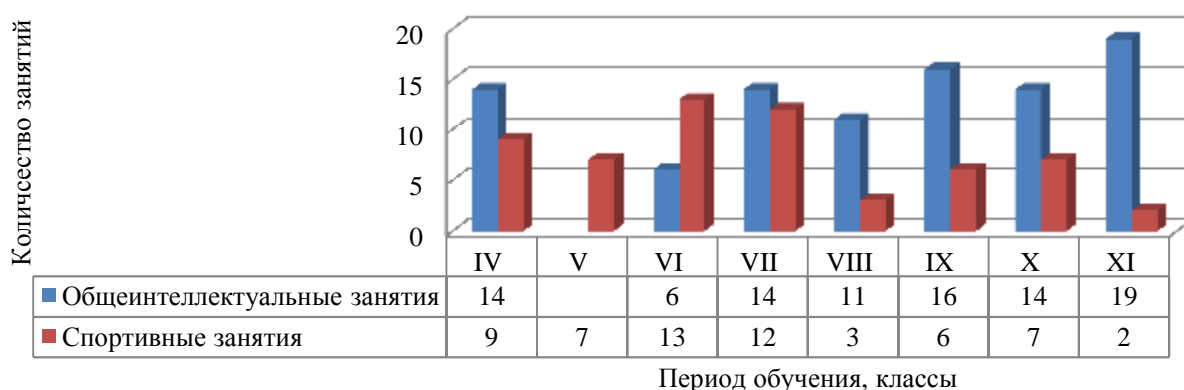


Рисунок **1** – Динамика показателей занятости учащихся в кружках, секциях и факультативах различной направленности за восьмилетний период обучения

На рисунке **2** представлена динамика показателей занятости учащихся в кружках, секциях и факультативах различной направленности за семилетний период обучения (государственное учреждение образования «Боровлянская школа № 2», класс с высокой успеваемостью). Анализ данных показывает, что в **IV** классе наблюдаются достаточно высокие показатели, занимающихся в кружках и секциях общеинтеллектуальной направленности. В первую очередь это связано с подготовкой к поступлению в гимназию и профильные классы. При этом в средней и старшей школе (**V–XI** классы) наблюдается то же соотношение. Учащиеся посещают больше кружков и секций общеинтеллектуальной направленности относительно спортивных. И только в **IX** классе спортивных занятий незначительно больше.

Также нами был проведен анализ типового плана базовой школы на **2017/2018** учебный год (таблица **1**). Анализируя данные, можно говорить о том, что, переходя из класса в класс, у школьников возрастает общее количество учебных часов по предметам и максимально допустимая нагрузка на одного учащегося в неделю.

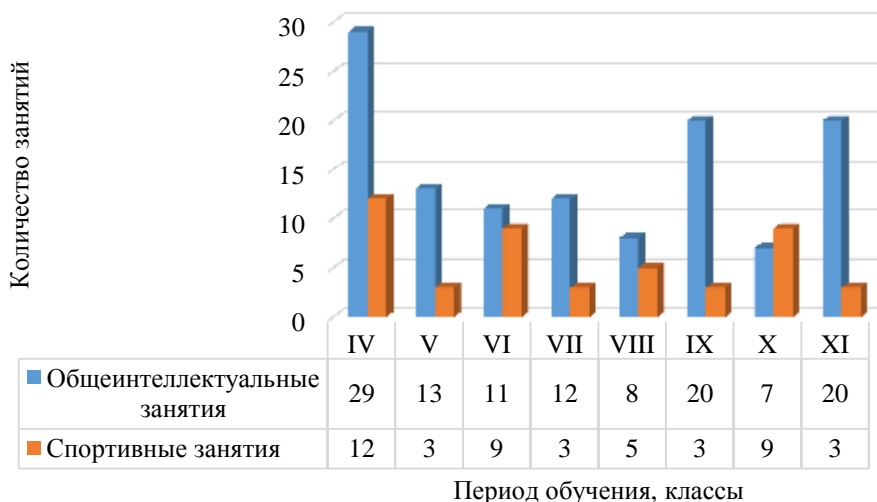


Рисунок 2 – Динамика показателей занятости учащихся в кружках, секциях и факультативах различной направленности за восьмилетний период обучения

Таблица 1 – Динамика показателей часовой нагрузки в неделю в течение всего обучения в учреждении образования

Показатели	Классы										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
	Количество часов										
Всего часов по предметам	18	20	23	22	26	29	29	29	29	29	29
Максимально допустимая нагрузка на одного учащегося в неделю	22	22	24	24	27	30	30	31	33	34	34
Факультативы, стимулирующие и поддерживающие занятия	6	6	4	5	6	5	6	7	9	10	10
Часы здоровья и спорта	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Физическая культура и здоровье	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

При этом время, отведенное на занятия по предмету «Физическая культура и здоровье» и обязательное факультативное занятие «Час здоровья и спорта», остаётся неизменным. Также увеличивается количество часов, отведенное на факультативы, стимулирующие и поддерживающие занятия. Анализ количества факультативных программ, представленных на сайте Министерства образования Республики Беларусь показывает, что в младшей школе насчитывается 75 программ общеинтеллектуальной направленности и 2 спортивной. В средней и старшей школе 253 программы общеинтеллектуальных факультативных занятий и 13 спортивно-оздоровительных. Можно сказать, что количество спортивных факультативных программ недостаточно и не может удовлетворить запрос учащихся. При этом часы для проведения стимулирующих и поддерживающих занятий, как правило, распределяются администрацией школы среди учителей, ведущих гуманитарные, естественные и точные науки. В первую очередь это связано с предстоящими выпускными экзаменами и подготовкой к поступлению в вузы. Также можно говорить об отсутствии педагогической инициативы со стороны учителей физической культуры, выраженной в нежелании брать на себя нагрузку, связанную с заполнением сопутствующей документации при оформлении факультативов, кружков и секций.

На основании изложенного можно говорить о том, что в условиях современного учреждения образования созданы все предпосылки для возникновения такого заболевания, как гиподинамия. И именно сегодня перед современной школой остро стоит вопрос создания социально-педагогических условий, направленных на пропаганду физической культуры и спорта, привлечения учащихся к самостоятельным занятиям в кружках и секциях спортивно-оздоровительной направленности, а также профилактики «болезни современности» – гиподинамии.

Анализируя систему образования в нашей стране, можно уверенно говорить о том, что основной и наиболее эффективной формой спортивно-оздоровительной работы как в школе, так и в вузе является урок по предмету «Физическая культура и здоровье», и именно качественная организация урока может в достаточно полной мере решать вышеописанные проблемы.

Основным достоинством урока, несомненно, является его унифицированность. На уроке все выполняется в соответствии с программой, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь. Урок разделен на структурные элементы, имеющие определенную направленность и характеристики. Четко определена последовательность использования методов и подходов в организации занятия. Разработан ряд пособий, в которых представлена последовательность использования основных и дополнительных средств.

Можно сказать, что создана строго определенная система, направленная на решение задач предмета «Физическая культура и здоровье», при этом такой подход лишает урок разнообразия и ограничивает действия. Стоит отметить, что учитель имеет полное право в рамках таких строгих условий использовать различные средства, с учетом индивидуальных особенностей учащихся. Главное, чтобы эти средства были направлены на повышение качества проведения занятия, повышение уровня физической подготовленности учащихся и на основе этого их оздоровление [5,7].

Поэтому сегодня перед учителями стоит задача поиска инновационных средств, форм и подходов в построении урока физической культуры. Одной из таких форм организации занятий является комплексный урок [1].

Основной отличительной особенностью такого урока является использование разнообразных по направленности и соответственно различных по воздействию на организм учащихся упражнений. Достаточно часто в рамках одного урока используется сочетание упражнений из различных разделов школьной программы, характеризующихся различной направленностью на развитие физических качеств. Такая организация занятий позволяет убежать от однообразия занятий, значительно повышает психоэмоциональную работоспособность занятий за счет частой смены вида деятельности [4,5].

Цель таких занятий сводится к оздоровлению учащихся через комплексное воздействие на организм, развитие физических качеств и на основе этого овладение двигательными умениями и навыками.

В основе организации комплексного урока лежат классические подходы и принципы, наиболее часто встречающиеся в педагогической практике. Именно такой подход при организации урока, по мнению многих авторов, является серьезным шагом по созданию условий направленных на значительное повышение качества образовательного процесса [5,9].

В основе комплексного урока лежат средства, которые в свою очередь также являются таковыми в организации и проведении функциональной тренировки. Стоит отметить, что функциональная тренировка по своим методическим характеристикам схожа с комплексным уроком.

Функциональная тренировка – это тренировка, направленная на обучение мышц выполнять функции, которые они приобрели в процессе эволюции [10].

В рамках этой тренировки достаточно часто используются упражнения с собственной массой тела, но также можно использовать различное оборудование и приспособления: свободные веса, утяжелители, амортизаторы, нестабильные опоры и многое другое.

Функциональная тренировка строится на основе комплексности и единения. Каждое движение – это совместная работа нескольких суставов и большого количества мышц. Упражнения выполняются одновременно в различных плоскостях движения. В связи с этим вся тренировка основана на использовании комплексных упражнений, требующих одновременного проявления различных физических качеств [9,10].

Можно смело утверждать, что данная тренировка, с ее набором средств и методов, может положительно повлиять на решение задач школьной программы. Она будет способствовать повышению показателей физической подготовленности, создаст

положительный психоэмоциональный фон на занятиях и повлияет на повышение уровня мотивации к занятиям физической культурой, что в свою очередь станет основой для оздоровления учащихся.

Опираясь на классификацию функциональных упражнений, наиболее часто встречаемую в литературе, учитывая основные общепедагогические принципы, приемы и методы организации занятий как физической культурой так функциональной тренировкой у тренера или учителя, вполне возможно грамотно планировать образовательный процесс.

Соответственно, перед педагогической общественностью остро стоит вопрос создания классификации и разработки методики построения урока физической культуры на основе использования средств функциональной тренировки.

#### *Заключение*

В современном учреждении образования сложились все условия, способствующие развитию гиподинамии, при этом значительное количество учащихся не уделяет внимания самостоятельным занятиям физической культурой и спортом. Учащимся все больше времени приходится проводить, изучая предметы общеинтеллектуальной направленности.

Перед педагогической общественностью остро стоит задача повышения двигательной активности учащихся и создания условий для их оздоровления. Одним из таких решений является использование в педагогической практике комплексного урока. Цель этих уроков сводится к оздоровлению учащихся через комплексное воздействие на организм, развитие физических качеств и на основе этого овладения двигательными умениями и навыками. И так как в основе урока лежит использование средств комплексной направленности, которые в свою очередь применяются в рамках функционального тренинга, можно сделать вывод, что средства этого вида тренинга станут эффективным помощником в организации уроков физической культуры и здоровья в школе.

Остро стоит вопрос создания классификации и разработки методики построения урока физической культуры на основе использования средств функциональной тренировки.

#### *Список использованных источников*

1. Деминский, А.Ц. Основы теории физической культуры / А.Ц. Деминский.- Донецк: Просвещение 1996. - 328 с.
2. Все о развитии функциональной силы [Электронный ресурс]. - 2015 - Режим доступа: <http://functionalpower.ru/> - Дата доступа: 12.10.2015.
3. Здравоохранение в Республике Беларусь. Официальный статистический сборник за 2016 г. [Электронный ресурс]. - 2017 - Режим доступа: <http://minzdrav.by/> - Дата доступа: 29.01.2017.
4. Копылов, Ю.А. Учить физкультурной самостоятельности / Ю.А. Копылов // Физическая культура в школе. - 2005. - № 2. - С. 27-29. 2.
5. Лях, В.И. Физическое воспитание учащихся 5-7 классов / В.И.Лях, Г.Б.Мейксон / - М.: Физическое воспитание. 1997. - 168 с.
6. Лебедева, Н.Т. Совершенствование профессионального физкультурного образования кадров для дошкольных и школьных учреждений / Н.Т. Лебедева, Е.А. Лосицкий // Олимпийский спорт и спорт для всех: сб. пленарных докладов. - Минск, 2001. - С. 124-126. 2.<http://www.minzdrav.by>. - Дата доступа: 08. 05. 2009.
7. Саулина, О.П. Физическое воспитание с оздоровительной направленностью / О.П. Саулина, Т.Л. Воробьева // Спорт в школе. - 2003. - № 1. - С. 18-21.
8. Спирин, В.К. Теоретико-методические аспекты индивидуальной направленности занятий оздоровительной физической культурой школьников: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / В.К.Спирин. - М., 2003. - 44 с.
9. Функциональный тренинг // Академия фитнеса. Словарь фитнес-терминов [Электронный ресурс]. - 2017 - Режим доступа: <http://www.fitnessacademy.ru/dictionary/f.php> - Дата доступа: 12.06.2017
10. Guido, B. The Functional Training Bible / B. Guido. - London ; Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd, 2015. - 571 p.

31.10.2017

## **АНТИДОПИНГОВАЯ ИНФОРМИРОВАННОСТЬ БЕЛОРУССКИХ СПОРТСМЕНОВ – УЧАСТНИКОВ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР 2016 ГОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОСА**

**К. С. Тихонова, магистр социологических наук,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

### *Аннотация*

*В статье рассматриваются результаты опроса белорусских спортсменов – участников Олимпийских игр в г.Рио-де-Жанейро. Исследование проведено накануне отбытия делегации спортсменов в Бразилию (1–17.08.2016 г.).*

*Анкета была краткой и состояла из 7 небольших вопросов для проверки уровня антидопинговой информированности спортсменов – участников Олимпийских игр 2016 года.*

*Проведенное исследование свидетельствует о достаточно высоком уровне антидопинговой информированности белорусских олимпийцев.*

## **ANTIDOPING AWARENESS OF BELARUSIAN SPORTSMEN-PARTICIPANTS OF THE RIO 2016 SUMMER OLYMPIC GAMES: SURVEY RESULTS**

### *Abstract*

*The article shows the results of the sportsmen-participants of the Rio Summer Olympic Games' survey. The research was carried out just before the delegation's departure to Brazil (1-17.08.2016).*

*The survey was brief and was composed of 7 short questions to examine the level of antidoping awareness of the sportsmen-participants of the Rio 2016 Summer Olympic Games.*

*Undertaken research allows to give findings on a quite high level of antidoping awareness of belarusian Olympic athletes.*

### *Введение*

В современном спорте высших достижений проблема употребления допинговых препаратов неуклонно занимает лидирующие позиции.

Понятие «допинг» впервые появилось в спорте в 1865 году при стимулировании лошадей для участия в скачках. Международным конгрессом по спортивной медицине (Страсбург, 1965 г.) дается следующее определение: «Допинг – это введение в организм человека любым путем вещества, чуждого этому организму, какой-либо физиологической субстанции в ненормальном количестве или какого-либо вещества неестественным путем для того, чтобы искусственно и нечестно повысить результат спортсмена во время выступления на соревнованиях» [1].

Среди специалистов и спортсменов, работающих в подавляющем большинстве видов спорта, все шире распространяется мнение о невозможности добиться результатов современного уровня без применения запрещенных препаратов [1-3].

Сегодня практически нет олимпийских видов спорта, в которых не были бы зарегистрированы случаи употребления запрещенных препаратов. При этом распространение допинга находится в прямой зависимости от специфики вида спорта и эффективности использования в нем стимулирующих препаратов, уровня конкуренции и коммерциализации каждого из видов, качества контроля за применением допинга, характера санкций, принципиальности федераций и организаторов соревнований [4].

Допинг служит для стимулирования физических возможностей, повышения спортивных результатов, являясь способом для проведения нечестной борьбы. Данное

средство, используемое спортсменом для достижения победы, нарушает права и законные интересы других спортсменов на соревновании, противоречит существующим принципам – таким, как законность, справедливость и гуманизм [1;3;5].

Актуальность проблемы противодействия допингу обусловлена многими причинами: допинг представляет угрозу для здоровья спортсменов, разрушает представления о спорте как о честной борьбе, формирует негативное социальное отношение к профессиональному спорту, подрывает престиж страны на международной арене [6].

События последнего перед Олимпийскими играми года ярко продемонстрировали кризисное обострение проблемы, повлекшей отстранение многих ведущих спортсменов, в том числе белорусских, от участия в главных мировых состязаниях.

Решение проблемы борьбы с применением допинга в спорте предполагает два направления: первое – совершенствование законодательной базы по запрету применения допинга в спорте на международном и государственном уровнях; второе – формирование у спортсменов, тренеров, специалистов по спорту и населения в целом отрицательного отношения к допингу, утверждение в сознании индивидуума и общества олимпийских идеалов, принципов справедливой игры – «Фэйр Плэй» [5].

Борьбу с допингом в мире ведут такие международные организации, как Международный олимпийский комитет, Международный паралимпийский комитет, другие оргкомитеты крупных международных соревнований, проводящие тестирования на своих соревнованиях, ВАДА, международные федерации, национальные олимпийские и паралимпийские комитеты, национальные антидопинговые организации [1].

Основной задачей работы антидопинговых организаций и служб является создание информационно-образовательных программ, организация непрерывного обучения спортсменов, персонала, спортивных организаций и воспитание нетерпимости к допингу среди общественности [6]. Также все острее встает задача организации действенной профилактики употребления запрещенных препаратов среди спортсменов, и в первую очередь это касается профилактической работы антидопинговой службы.

*Цель исследования:* изучение антидопинговой информированности белорусских спортсменов – участников Олимпийских игр 2016 года в г. Рио-де-Жанейро.

*Методы и организация исследования.* Сбор данных произведен методом очного стандартизированного анкетного опроса [7; 8] накануне отбытия спортсменов в Бразилию в период **01–17.08.2016 г.**

Данные получены методом доступной выборки [7; 8]. Отбор опрашиваемых осуществлен на основе принципа удобства с позиции доступности респондентов. Размер и состав выборки определялись активностью респондентов.

Анкета была краткой и состояла из 7 небольших вопросов для проверки уровня антидопинговой информированности спортсменов – участников Олимпийских игр 2016 года.

Чтобы дать общую оценку антидопинговой информированности спортсменов, был произведен расчет индекса информированности, который вычисляется на основе процента правильных ответов на вопрос и учета весового коэффициента для каждого вопроса [9].

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

В исследовании приняли участие **50** спортсменов (**N=122**), из которых **37,7%** спортсменов мужского пола, **62,3%** – женского.

В выборку попали спортсмены **11** видов спорта, среди них представители легкой атлетики (**52%**), вольной борьбы, гребли на байдарках и каноэ – по **8%**, тяжелой атлетики, прыжков на батуте – по **6%**, дзюдо, греко-римской борьбы, синхронного плавания, велоспорта – по **4%**, парусного спорта и современного пятиборья – по **2%**.

В первом вопросе спортсменам было предложено выбрать из одиннадцати перечисленных пунктов те, что являются нарушением антидопинговых правил и квалифицируются как допинг. Среди вариантов ответа был лишь один неверный вариант, однако спортсмены оставили его без внимания. Распределение вариантов ответа опрошенных спортсменов по первому вопросу представлено в таблице 1.

Как видно из представленных в таблице 1 данных, информированность спортсменов – участников Олимпиады 2016 года относительно того, что является нарушением



антидопинговых правил, достаточно высокая: большинство опрошенных назвали почти все пункты, указанные в статье 1 Всемирного антидопингового кодекса [10].

Таблица 1 – Распределение вариантов ответа спортсменов на вопрос о том, что является нарушением антидопинговых правил и квалифицируется как допинг

«Какие из перечисленных пунктов являются нарушением антидопинговых правил и квалифицируются как допинг?»	Процент наблюдений (n=50)
1. Наличие запрещенной субстанции в биопробе спортсмена	98,0%
2. Использование или попытка использования запрещенной субстанции или метода	92,0%
3. Отказ или непредоставление проб	92,0%
4. Непредоставление информации о местонахождении спортсмена	80,0%
5. Фальсификация любой составляющей допинг-контроля	82,0%
6. Обладание запрещенными субстанциями или методами	74,0%
7. Распространение или попытка распространения запрещенной субстанции	76,0%
8. Назначение или попытка назначения запрещенного вещества или метода	60,0%
9. Соучастие	46,0%
10. Запрещенное сотрудничество	40,0%
11. Отказ от участия в соревнованиях ( <i>неверный вариант</i> )	0,0%
Индекс информированности по вопросу – 76,4%	

Далее следовал вопрос о запрещенных в спорте всегда группах препаратов. Информированность белорусских спортсменов – участников Олимпийских игр 2016 года вновь оказалась на высоком уровне (индекс информированности по вопросу 87,7%), что свидетельствует о хорошей теоретической подготовке отечественных олимпийцев. Результаты ответов опрошенных спортсменов по второму вопросу представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты ответов спортсменов на вопрос о запрещенных в спорте всегда группах препаратов

«Какие из перечисленных групп препаратов запрещены в спорте всегда?»	Процент наблюдений (n=50)
1. Анаболические стероиды (нандролон, метендростенолон)	98,0%
2. Гормоны (эритропоэтин, инсулин)	90,0%
3. Бета-2 агонисты (сальбутамол)	60,0%
4. Мочегонные средства (фуросемид)	88,0%
5. Антибиотики ( <i>неверный вариант</i> )	8,0%
6. Обезболивающие ( <i>неверный вариант</i> )	2,0%
Индекс информированности по вопросу – 87,7%	

Следующим был вопрос о препаратах, запрещенных во время соревнований. Данные, приведенные в таблице 3, вновь свидетельствуют о высоком уровне информированности спортсменов и эффективности проведенной профилактической работы. Пятая часть спортсменов (22,4%) указала также и кофеин в качестве запрещенного во время соревнований препарата.

Таблица 3 – Распределение ответов опрошенных спортсменов на вопрос о запрещенных во время соревнований препаратах

«Какие из перечисленных препаратов запрещены во время соревнований?»	Процент наблюдений (n=50)
1. Стимуляторы (эфедрин, амфетамин, карфедон)	93,9%
2. Наркотические вещества	93,9%
3. Глюкокортикостероиды (дипроспан)	89,8%
4. Кофеин ( <i>неверный вариант</i> )	22,4%
5. Витамины ( <i>неверный вариант</i> )	0,0%
Индекс информированности по вопросу – 91,0%	

В четвертом вопросе спортсменам требовалось выбрать методы, запрещенные в спорте. В таблице 4 приведено распределение ответов опрошенных по этому вопросу. Полученные результаты вновь демонстрируют высокий уровень антидопинговых знаний среди белорусских спортсменов – участников Олимпийских игр 2016 года.

Следующий вопрос касался прав спортсмена при прохождении допинг-контроля: 94,0% опрошенных ответили, что спортсмен имеет право на собственного представителя, 84,0% выбрали также вариант «право на посещение процедуры награждения и пресс-конференции», 82,0% – «на оказание медицинской помощи», 80,0% – «право на окончание тренировки». Лишь 14,0% отметили неверный вариант «право на посещение душа, туалета». В целом индекс информированности по данному вопросу находится на высоком уровне и составил 85,2%, что вновь свидетельствует об эффективности работы антидопинговой службы.

Таблица 4 – Распределение ответов опрошенных спортсменов на вопрос о запрещенных методах в спорте

«Какие из перечисленных методов запрещены в спорте?»	Процент наблюдений (n=50)
1. Переливание крови	82,0%
2. Внутривенные инъекции	68,0%
3. Кислородные палатки и коктейли (неверный вариант)	0,0%
4. Генный допинг	92,0%
Индекс информированности по вопросу – 85,5%	

Вопрос «Спортсмен может отказаться от прохождения допинг-контроля, если..» вновь не вызвал затруднений среди опрошенных белорусских участников Олимпиады-2016: 82,2% выбрали верный вариант – «спортсмен не может отказаться от прохождения процедуры допинг-контроля, т.к. отказ приравнивается к обнаружению допинга в организме спортсмена». Вместе с тем по данному вопросу отмечается наиболее низкое значение индекса информированности по итогам проведенного опроса – 67,8%, ввиду того, что по 11,1% респондентов выбрали варианты «если спортсмен занят на тренировке» и «если спортсмен болен», также 8,9% указали вариант «если спортсмен проходил допинг-контроль днем раньше». Полученные цифры свидетельствуют о необходимости усиления просветительской и пропагандистской работы по поводу прав и обязанностей спортсмена при прохождении процедуры допинг-контроля.

Заключительный вопрос касался обстоятельств освобождения спортсмена от ответственности за применение запрещенных веществ. Высокие показатели индекса информированности по вопросу (81,6%) достигнуты благодаря тому, что 88,0% спортсменов указали верный вариант – при наличии терапевтического разрешения на применение запрещенных веществ. Однако 28,0% опрошенных выбрали также вариант о незнании, что в препарате есть запрещенные субстанции, и еще 16,0% отметили, что ответственность не наступает, если применение не было направлено на улучшение спортивного результата.

Подводя итоги проведенного исследования, можно дать общую оценку антидопинговой информированности участвовавших в опросе спортсменов в виде среднего значения индекса информированности. Его значение составляет 76,5%, что указывает на недостаточность верных знаний у чуть более четверти опрошенной аудитории и сопряжено с необходимостью усиления просветительской и пропагандистской работы в данном направлении.

#### Заключение

В современном мире общественные отношения, связанные с употреблением допинга, становятся наиболее значимыми для государства и мирового сообщества, в этой связи возрастает внимание к показанным на соревнованиях высокого ранга результатам спортсменов. Являясь средством для стимулирования физических возможностей и повышения спортивных результатов, употребление допинга противоречит существующим принципам спорта высших достижений.

Обязательства, принятые государствами в рамках Международной конвенции по борьбе с допингом в спорте, и принципы Всемирного антидопингового кодекса составляют основу для строительства эффективной системы антидопинговых мер. Организация действенной профилактики употребления запрещенных препаратов среди спортсменов является основным вектором работы по противодействию применению допинга.

Результаты проведенного накануне Олимпиады опроса свидетельствуют об эффективности деятельности антидопинговой службы и проводимых НАДА образовательных мероприятий. Показанный отечественными олимпийцами высокий уровень антидопинговой информированности позволяет надеяться в перспективе на отсутствие конфликтных ситуаций, связанных с применением допинга белорусскими спортсменами высокого класса.

*Список использованных источников*

1. Иванов, В.Д. Преступления в спорте, связанные с допингом, и ответственность за них / В.Д. Иванов, А.Р. Хадеева, Е.В. Титова // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 8 мая 2016 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – Т. 2. – С. 279–283.
2. Вольнец, Ю.П. Проблема допинга в спорте / Ю.П. Вольнец, Н.И. Апросюхина // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е: Педагогические науки. – 2008. – №11. – С.130-137.
3. Бальсевич, В.К. Спорт без допинга: фантастика или неотвратимость? / В.К. Бальсевич // Теория и практика физической культуры. – 2004. – №3. – С.29-30.
4. Планида, Е.В. Формирование национальных антидопинговых программ с учетом риска применения запрещенных веществ и методов: методические рекомендации для спортивных федераций (ассоциаций, союзов) по видам спорта Республики Беларусь / Е.В. Планида, А.А. Ванхадло, Д.А. Мужжухин, А.В. Лытина. – Минск: НАДА, 2012. – 25 с.
5. Бадрак К.А. Первичная профилактика применения допинга в современном спорте // Образовательная программа и методические рекомендации / Под ред. О.М. Шелкова. –СПб: ФГБУ СПбНИИФК, 2013. – 65 с.
6. Планида, Е.В. Отношение тренеров к проблемам допинга в спорте / Е.В. Планида // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: сб. науч.тр./ редкол.: А.А. Михеев (гл.ред) [и др.]; Науч.-исслед. ин-т физ.культуры и спорта Респ. Беларусь. – Вып. 12. – Минск, 2013. – С.125-130.
7. Добренъков, В.И. Методы социологического исследования: учебник / В.И. Добренъков, А.И. Кравченко. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 768 с.
8. Ядов, В.А. Стратегия социологического исследования / В.А. Ядов. – М.: Академкнига, Добросвет, 2003. – 596 с.
9. Тихонова, К.С. Информированность спортсменов в возрасте 15-24 года о путях передачи и мерах профилактики ВИЧ-инфекции / К.С. Тихонова // Прикладная спортивная наука: междунар. науч.-теор. журнал / редкол.: Г.М. Загородный (гл.ред.) [и др.]; РНПЦ спорта. – 2016. – №1(3). – С. 27-33.
10. Всемирный антидопинговый кодекс 2015 / Пер. с англ.: А.А. Анцелиович, А.А. Деревоедов (НП «РУСАДА»). – Минск: Национальное антидопинговое агентство, 2014. – 132 с.

17.08.2017

# МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

---

УДК 612.273.1

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОГО НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТА СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

**А. Л. Захаревич, А. С. Сосна, Ю. Э. Питкевич, Д. С. Пфейфер,  
А. С. Кузикович,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

### *Аннотация*

*В статье представлены практические аспекты кардиореспираторного нагрузочного тестирования в качестве высокотехнологичного метода определения уровня аэробной работоспособности. Описана методика проведения теста для спортсменов высокой квалификации. Приведены данные исследования 33 спортсменов высокой квалификации, представителей единоборств, современного пятиборья, велоспорта. Проведенное исследование демонстрирует различия показателей пикового потребления кислорода, частоты сердечных сокращений на уровне порога анаэробного обмена у спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта.*

## COMPARATIVE ANALYSIS OF INDEXES OF CARDIORESPIRATORY STRESS TEST OF HIGHLY QUALIFIED SPORTSMEN

### *Abstract*

*Practical aspects of cardiorespiratory stress test as high-tech method of the aerobic capacity level's determination are represented in the article. The method of the test running for the highly qualified sportsmen is described. The research data of 33 highly qualified sportsmen, representatives of combat sports, modern pentathlon, cycling, were given. The undertaken research demonstrates differences in the VO<sub>2</sub> peak indexes, heart rate at the anaerobic metabolism threshold of the different sports' sportsmen.*

### *Введение*

Тест с физической нагрузкой (нагрузочный тест – НТ) – универсальное средство оценки физической работоспособности и определения механизмов нарушения толерантности к физической нагрузке [1]. В практике спортивной медицины и спортивной науки интерпретация результатов НТ подразумевает оценку работоспособности, учет как медицинских, так и биологических параметров, влияющих на особенности деятельности организма спортсмена.

При анализе результатов НТ атлетов с целью оценки общей работоспособности приоритетными становятся не так называемые «ЭКГ – признаки», а такие показатели, как мощность выполненной нагрузки, общий объем выполненной работы, динамика артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), порог анаэробного обмена (ПАНО), максимальное потребление кислорода (МПК), динамика уровня лактата и др. как во время теста, так и в восстановительный период.

Кардиореспираторные НТ (КРНТ, эргоспирометрия) относятся к группе высокотехнологичных тестов, требующих которых дорогостоящего оборудования для определения газообмена и устройства для дозирования физической нагрузки (эргометр). При эргоспирометрии регистрируются следующие показатели: фракция кислорода, углекислого газа и объем выдыхаемого воздуха. В комплексе с ЧСС на основании этих

трех данных рассчитываются другие параметры, которые обрабатываются автоматически в режиме **on-line**.

МПК является одним из наиболее информативных показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, ее резервов, аэробного потенциала организма и уровня здоровья. МПК характеризует высшую границу доступного организму уровня окислительных процессов, предельно усиленных мышечной работой [2, 3].

Различают абсолютные и относительные показатели МПК. Абсолютные показатели МПК (л/мин) находятся в прямой связи с массой тела. В видах спорта, требующих больших аэробных затрат, возможности спортсмена правильнее оценивать по относительному МПК [4, 5].

Вопрос использования критерия ПАНО в системе подготовки спортсменов отличается многообразием подходов к его количественной оценке [6–9].

Распространены методы оценки ПАНО на основе регистрации физиологических и метаболических показателей в условиях тестов со ступенчато повышающейся нагрузкой, на основе определённых показателей (изменение мощности и скорости нагрузки, временных интервалов и т.д.). Конечным продуктом анаэробного гликолиза является молочная кислота, поэтому об интенсификации анаэробного обмена и достижении спортсменом уровня ПАНО судят по её накоплению в крови (лактатный порог).

Альтернативные способы определения ПАНО основаны на изменении т.н. вентилаторного порога, который определяется по динамике показателей внешнего дыхания (легочной вентиляции ( $VE$ ) или объёма выдыхаемого  $CO_2$ , величины дыхательного коэффициента:  $RER = VCO_2/VO_2$ , производных показателей дыхания и кровообращения (неметаболический избышек  $CO_2$ ), ЧСС, поскольку при достижении пороговой мощности нарушается линейность зависимости данных показателей от характеристик работы атлета.

Несмотря на широкое распространение методов определения ПАНО в спортивной медицине и науке данный вопрос не теряет свою актуальность.

*Цель исследования:* сравнительный анализ показателей спировелоэргометрии, а также сопоставление значений ЧСС на уровне вентилаторного (респираторного) и лактатного ПАНО, полученных в ходе выполнения КРНТ спортсменами высокой квалификации различных видов спорта.

*Организация и методы исследования.* Исследования проводились на базе РНПЦ спорта Республики Беларусь в лабораториях медико-биологических исследований и биохимии. В тестировании принимали участие высококвалифицированные спортсмены (МС, МСМК, ЗМС), представители современного пятиборья ( $n=10$ ), единоборств ( $n=10$ ), велоспорта ( $n=13$ ). Возраст испытуемых составил 17 – 30 лет. Период подготовки – подготовительный.

Для определения уровня аэробных возможностей спортсменов и порога анаэробного обмена проведена спировелоэргометрическая проба со ступенчатовозрастающей нагрузкой. Мощность первой ступени составила 125 Вт, длительность каждой ступени – 2 минуты. Во время теста осуществлялось мониторинг ЭКГ, ЧСС, АД на каждой ступени, показателей газоанализа. Критерий остановки пробы: отказ спортсмена от дальнейшего выполнения физической нагрузки в связи с максимальным утомлением. Проба с физической нагрузкой осуществлялась на системе эргоспирометрии **Schiller**. Все спортсмены прошли углубленное медицинское обследование, не выявившее заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, которые могли бы повлиять на результаты КРНТ.

Измерение содержания лактата в сыворотке крови определяли с помощью анализатора лактата и глюкозы **Biosen C-line**. Для оценки динамики лактата выполняли забор в конце каждой ступени без остановки тестирования. Построение лактатной кривой с определением пульсовых зон осуществлялось с использованием программы «Биохим-Эксперт», разработанной на базе лаборатории биохимии.

Лактатный порог дифференцировали по содержанию лактата, равному 4 ммоль/л, респираторный (вентилаторный) – по величине  $RER (= 1,0)$ .

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью пакета программ **Statistica 10.0** и **MS Excel**. Нормальность распределения показателей в каждой из сравниваемых групп определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для сравнения показателей использовали непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. В случае выявления различий при сравнении всех групп с помощью критерия Краскела-Уоллиса для более точного описания наблюдаемых тенденций использовали критерий Манна-Уитни, позволяющий оценить различия показателей при сравнении групп попарно. Результаты считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Для оценки согласованности результатов (ЧСС на уровне ПАНО) двух методов (по газоанализу и лактату) использовали методику Бланда-Альтмана. Для каждой пары измерений рассчитывали разность; среднее значение разности характеризовало систематическое расхождение, а стандартное отклонение разности – согласованность методов.

#### *Результаты и их обсуждение*

Необходимо подчеркнуть, что случаев остановки теста по медицинским показаниям не отмечено. Нарушения ритма или проводимости, а также диагностически значимая девиация сегмента **ST** во время пробы не зарегистрированы ни у одного спортсмена.

Значения медиан (**Me**) некоторых показателей спировелоэргометрии у представителей велоспорта, современного пятиборья, единоборств представлены в таблице 1. Исходно сидя на велоэргометре до нагрузки ЧСС у единоборцев составила **67,5** уд/мин, у велосипедистов и пятиборцев – **77** и **73** уд/мин соответственно. Достоверных различий ( $p < 0,05$ ) между видами спорта по значению исходной ЧСС не выявлено.

По результатам спировелоэргометрии уровень физической работоспособности у представителей единоборств оценен выше среднего, у представителей велоспорта и современного пятиборья – как высокий. Максимально достигнутая мощность в тесте составила **237,5**, **325** и **275** Вт соответственно. Значение максимально достигнутой мощности в тесте у представителей велоспорта было выше на **36,8** и **18,2%**, чем у спортсменов единоборств и современного пятиборья ( $p < 0,05$ ). Статистически достоверных различий значений максимальной мощности в тесте между представителями пятиборья и единоборств выявлено не было ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1 – Показатели спировелоэргометрии представителей единоборств, велоспорта и современного пятиборья (**Me**)

Показатели	Единоборства	Велоспорт	Современное пятиборье
Время работы, мин	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>14</b>
Максимально достигнутая мощность нагрузки, Вт	<b>237,5</b>	<b>325</b>	<b>275</b>
ЧСС исходно сидя, уд/мин	<b>67,5</b>	<b>77</b>	<b>73</b>
ЧСС на 1-й ступени, уд/мин	<b>109</b>	<b>105</b>	<b>110</b>
ЧСС при <b>RER=1</b> , уд/мин	<b>151,5</b>	<b>174</b>	<b>165</b>
ЧСС при <b>Ia=4ммоль/л</b> , уд/мин	<b>140</b>	<b>176</b>	<b>149</b>
Максимально достигнутая ЧСС, уд/мин	<b>160,5</b>	<b>181</b>	<b>178</b>
<b>VO<sub>2</sub></b> ПАНО, мл/мин	<b>3231</b>	<b>3884</b>	<b>3294</b>
<b>VCO<sub>2</sub></b> ПАНО, мл/мин	<b>3248</b>	<b>3916</b>	<b>3316</b>
<b>VO<sub>2</sub></b> на пике нагрузки, мл/мин	<b>3340</b>	<b>4116</b>	<b>3921</b>
<b>VCO<sub>2</sub></b> на пике нагрузки, мл/мин	<b>3420</b>	<b>4290</b>	<b>4198</b>
КП на пике нагрузки,	<b>19,55</b>	<b>22,9</b>	<b>22,1</b>
<b>VO<sub>2</sub> peak</b> , мл/кг/мин	<b>40,9</b>	<b>59,4</b>	<b>51,15</b>

По результатам сравнительного анализа показателей КРНТ трех групп спортсменов были выявлены статистически значимые различия по следующим показателям: максимально достигнутая мощность в тесте, максимально достигнутая ЧСС, ЧСС на уровне ПАНО, абсолютные показатели потребления кислорода и выделения углекислого газа на пике нагрузки (**VO<sub>2</sub> peak**, **VCO<sub>2</sub> peak**), относительные показатели потребления кислорода на пике нагрузки, потребление **O<sub>2</sub>** и выделение **CO<sub>2</sub>** на уровне ПАНО.

Значение максимально достигнутой ЧСС (рисунок 1) у представителей единоборств составило **160,5** уд/мин, спортсменов велоспорта – **181** уд/мин, современного

пятиборья – 178 уд/мин ( $p < 0,05$ ). Максимальная ЧСС была выше на 12,8% у представителей велоспорта, чем у единоборцев ( $p < 0,01$ ). У спортсменов пятиборцев значения вышеуказанного показателя выше на 9,83%, чем у единоборцев ( $p < 0,01$ ). Между группами велосипедистов и пятиборцев по данному показателю достоверных различий выявлено не было ( $p > 0,05$ ).

ЧСС на уровне ПАНО (по RER) составило 174 уд/мин у представителей велоспорта, что на 5,5% выше, чем у представителей современного пятиборья (165 уд/мин) и на 14,9% выше, чем у представителей единоборств (151,5 уд/мин) ( $p < 0,05$ ). Статистически недостоверная разница наблюдалась при сравнении этого показателя среди пятиборцев и единоборцев, при этом у единоборцев значение ЧСС на уровне ПАНО оказалось на 8,2% меньше ( $p > 0,05$ ).

Достоверные различия значений ЧСС на уровне ПАНО (по лактату) были выявлены для всех трех групп. Значение данного показателя среди представителей велоспорта составило 176 уд/мин, что выше на 25,7% по сравнению с представителями единоборств (140 уд/мин) и на 18,1% выше, чем у пятиборцев (165 уд/мин). У спортсменов современного пятиборья ЧСС на уровне ПАНО (по лактату) на 6% выше по сравнению с единоборцами ( $p < 0,05$ ).

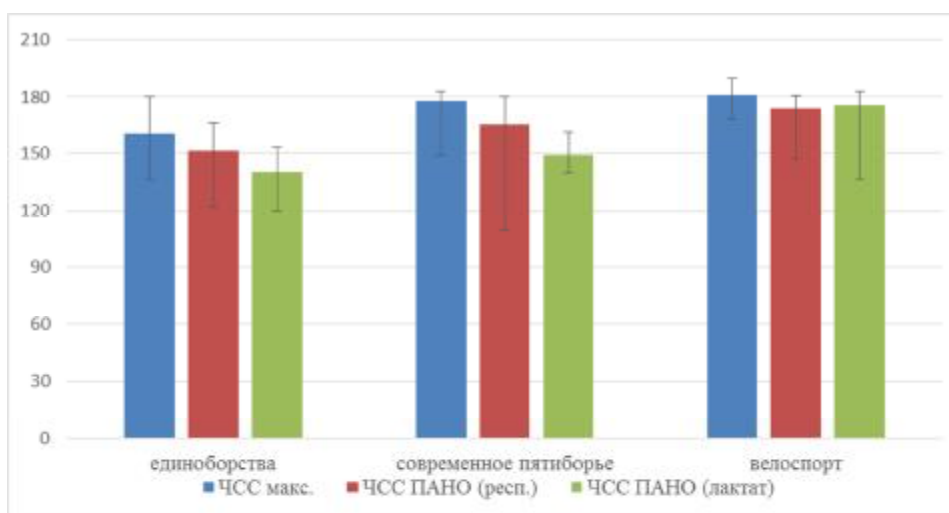


Рисунок 1 – Показатели максимально достигнутой ЧСС, ЧСС на уровне ПАНО у представителей единоборств, современного пятиборья, велоспорта

Значения потребления  $O_2$  на ПАНО у представителей велоспорта составило 3884 мл/мин, что на 20,2% выше по сравнению с единоборцами (3231 мл/мин) и на 17,9% выше по сравнению с пятиборцами (3294 мл/мин) ( $p < 0,05$ ). Статистически значимых различий по данному показателю между представителями единоборств и современного пятиборья выявлено не было ( $p > 0,05$ ).

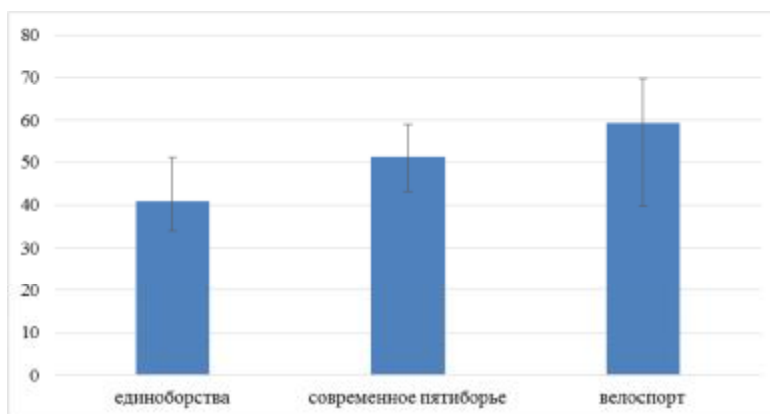


Рисунок 2 – Относительные показатели потребления кислорода на пике нагрузки у представителей единоборств, современного пятиборья, велоспорта

Согласно результатам сравнительного анализа в группе спортсменов единоборств относительные показатели  $VO_2$  peak ниже на 45,2 и 20,0% по сравнению с представителями велоспорта и современного пятиборья соответственно ( $p < 0,01$ ). Статистически значимых различий по данному показателю между представителями велоспорта и современного пятиборья выявлено не было ( $p > 0,05$ ).

На графике Бланда-Альтмана видно, что в так называемый коридор среднего  $\pm 1,96$  стандартного отклонения попадают почти все значения (рисунок 3). Это подтверждает наличие согласованности между результатами методов в целом. В то же время анализ каждого отдельного случая показывает наличие разницы, причем разнонаправленной.

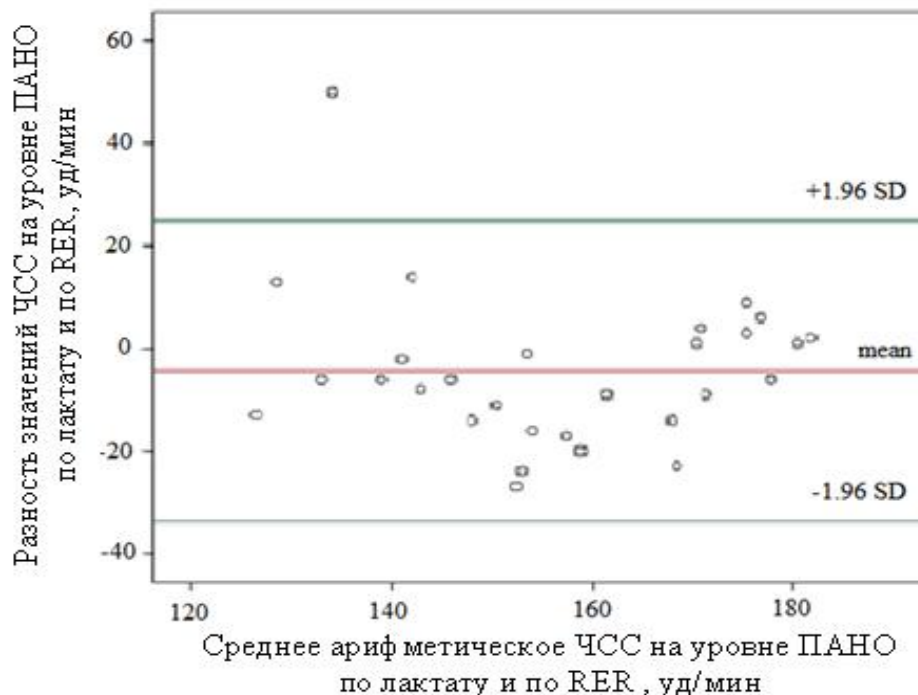


Рисунок 3 – График Бланда-Алтмана для значений ЧСС на уровне ПАНО по лактату и по RER

При оценке индивидуальных показателей ЧСС на уровне ПАНО выявлено, что 3 спортсмена велоспорта не достигли ПАНО, как по лактату, так и по RER. Проба у данных спортсменов прекращена ввиду локального мышечного утомления. У остальных спортсменов данного вида спорта вентиляторный порог предшествовал лактатному в 15,4% наблюдений, в 23,1% случаев лактатный порог предшествовал вентиляторному, совпали значения ЧСС на уровне ПАНО по двум методам у 5 спортсменов (38,5%). Таким образом, при оценке индивидуальной согласованности лактатного и вентиляторного методов соответствие результатов выявлено в 61,5% случаев (8 спортсменов).

Наибольшие различия (90% наблюдений) выявлены у представителей единоборств: вентиляторный порог предшествовал лактатному в 10% наблюдений, и в 80% лактатный порог предшествовал вентиляторному, совпадение порогов выявлено у 1 атлета (10%).

У представителей современного пятиборья вентиляторный порог предшествовал лактатному в 20% наблюдений, в 60% случаев лактатный порог предшествовал вентиляторному, совпали значения ЧСС на уровне ПАНО по двум методам у 2 спортсменов (20%).

Полученные данные по результатам оценки значения ЧСС на уровне лактатного и вентиляторного порогов свидетельствуют о значительном количестве разногласий результатов тестирования аэробно-анаэробного перехода с использованием лактатного и вентиляционного порогов (по величине RER).

#### Заключение

На аэробную работоспособность влияет специфика нагрузки, характерная для занятий различными видами спорта. Наиболее высокие аэробные возможности выявлены у представителей циклических видов спорта.



Вполне удовлетворительное в целом совпадение результатов измерений показывает, что целесообразно использовать уровень лактата и величину **RER** для определения ПАНО. Однако данные методы не являются взаимозаменяемыми. На наш взгляд, это связано с различными биохимическими и физиологическими механизмами возникновения порогов, а также с отличиями в конкретных технологиях измерений и расчетов. В этой связи при анализе динамики ПАНО у одного и того же спортсмена или при сравнении спортсменов и групп между собой всегда следует пользоваться какой-либо одной методикой.

При анализе показателей КРНТ важно учитывать не только физиологические особенности организма спортсмена, но и вид спорта. Анализ полученных результатов дает возможность учитывать как медицинские, так и биологические параметры, влияющие на особенности готовности спортсменов к стартам. Итог КРНТ – формирование заключения о функциональном состоянии организма спортсмена с определением тренировочных зон интенсивности нагрузки (индивидуализация тренировочного процесса) и возможностью прогнозирования спортивного результата.

Таким образом, КРНТ с измерением показателей газообмена – современная диагностическая методика, предоставляющая информацию об уровне физической работоспособности (с определением ПАНО, количественного значения МПК/**VO<sub>2</sub> peak**, а также функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

#### *Список использованных источников*

1. Мустафина, М.Х. Кардиореспираторный нагрузочный тест / М.Х. Мустафина, А.В. Черняк // Практическая пульмонология. – № 3. – 2013. – С. 56–62.
2. Рылова, Н.В. Уровень максимального потребления кислорода как показатель работоспособности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта / Н.В. Рылова, А.А. Биктимирова, А.С. Назаренко // Практическая медицина. – №9 (85). – 2014. – С. 147–150.
3. Постникова, Л.Б. Возможности кардиопульмонального нагрузочного тестирования в оценке физической работоспособности и функционального состояния дыхательной системы у здоровых лиц / Л.Б. Постникова, И.А. Доровской, В.А. Костров, И.В. Долбин, А.А. Федоренко // Вестник современной клинической медицины. – №1. – 2015. – С. 35–42.
4. Биктимирова, А.А. Применение кардиореспираторного тестирования в спортивной медицине / А.А. Биктимирова, Н.В. Рылова, А.С. Самойлов // Практическая медицина. – №3 (79). – 2014. – С. 50–53.
5. Chia, M. Maximal oxygen uptake in athletes: allometric scaling versus ratio-scaling in relation to body mass / M. Chia, A.R. Aziz // Annals academy of medicine. – Vol. 37, № 4. – 2008. – P. 300–306.
6. Beaver, W. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange / W. Beaver, K. Wasserman, B. Whipp // Journal of applied physiology. – Vol. 60, № 6. – 1986. – P. 2020–2027.
7. Седуянов, В.Н. Определение анаэробного порога по данным легочной вентиляции и вариативности кардиоинтервалов / В.Н. Седуянов, Е.М. Калинин, Г.Д. Пак, В.И. Маевская, А.Н. Конрад // Физиология человека. – № 6. – 2011. – С. 106–110.
8. Седуянов, В.Н. Физиологические механизмы и методы определения аэробного и анаэробного порогов / В.Н. Седуянов, Е.Б. Мякинченко, Д.Г. Холодняк, С.М. Обухов // Теория и практика физ. культуры. – № 10. – 1991. – С. 10–18.
9. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners / F. Conconi, M. Ferrari, P.G. Ziglio, P. Droghetti, L. Codeca // Journal of applied physiology. – №52 (4). – 1982. – P. 869–873.

31.10.2017

## **АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДАХ ПОДГОТОВКИ**

**Н. В. Иванова, канд. биол. наук, доцент,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»;

**Л. Н. Цехмистро, канд. биол. наук,**

Белорусский государственный университет физической культуры;

**Н. И. Кананович, А. А. Навцены**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

### *Аннотация*

*В статье представлены особенности функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов игровых видов спорта в подготовительном и соревновательном периодах подготовки. Достоверных отличий по показателям центральной гемодинамики не наблюдалось, однако в соревновательном периоде отмечалась экономизация в сосудистом звене кровообращения и снижение активности симпатических влияний. В подготовительном периоде наблюдалось достоверное преобладание вагусных модуляций. В соревновательном периоде баланс отделов вегетативной нервной системы характеризовался преобладанием активности симпатического отдела. Аритмии вследствие нарушения функции автоматизма преобладали у спортсменов в подготовительном периоде подготовки, в соревновательном – аритмии вследствие нарушения функции проводимости. Функционирование аппарата внешнего дыхания в различные периоды подготовки обеспечивалось повышением функциональных резервов за счет увеличения МВЛ в подготовительном периоде и бронхиальной проходимости в соревновательном периоде.*

## **ANALYSIS OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM'S FUNCTIONAL STATE OF THE GAME-BASED SPORT'S SPORTSMEN DURING THE PREPARATORY AND COMPETITIVE PERIOD OF PREPARATION**

### *Abstract*

*The article represents peculiarities of cardiorespiratory system's functional state of the game-based sport's sportsmen during the preparatory and competitive period of preparation. There weren't observed significant differences in terms of central hemodynamics' indexes, however during competitive period the economization in the vascular component of blood and decreased activity of sympathetic influences had been noted. During the preparatory period there was observed vagal modulations' reliable predominance. During preparatory period the balance of vegetative nervous system's segments was characterized by sympathetic segment's activity's predominance. The arrhythmias due to the dysfunction of automaticity predominated among sportsmen during preparatory period of preparation, during competitive period the arrhythmias due to the cardiac conduction function disorder predominated. Functioning of the organs of external respiration during different periods of preparation was provided by the increase of functional reserves by means of maximum pulmonary ventilation's increasing during the preparatory period and the airway conductance during competitive period.*

### *Введение*

При долговременной адаптации к мышечной деятельности перестройки кардиореспираторной системы носят как морфологический, так и функциональный характер и являются результатом систематического применения продолжительных физических нагрузок, требующих мобилизации различных звеньев функциональной системы [1-4].

*Цель исследования:* оценить особенности функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов игровых видов спорта в подготовительном и соревновательном периодах подготовки.

*Методы и организация исследований*

Исследование центральной гемодинамики проводилось с помощью компьютерной диагностической методики «Импекард» (Республика Беларусь) методом тетраполярной реографии.

Определялись следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), систолическое, диастолическое, среднее, артериальное давление (АДс, АДд, АДср., мм рт. ст.), ударный объем крови (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин.), сердечный индекс (СИ, л/мин×м<sup>2</sup>). Исследование проводилось в лабораторных условиях в состоянии покоя в положении «лежа».

Временной метод анализа variability сердечного ритма позволяет определить состояние вегетативного гомеостаза и по степени преобладания активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, по величине активации подкорковых нервных центров оценить напряжение регуляторных систем.

Изучались следующие показатели: мода ( $M_0$ , мс), в физиологическом смысле – это наиболее вероятный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы; амплитуда моды ( $AM_0$ , %) отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен, в основном, степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы; вариационный размах ( $dRR$ , мс) характеризует степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряде. Физиологический смысл обычно связывают с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы; стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов ( $SDNN$ , мс) – суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения; индекс напряжения регуляторных систем (ИН, усл.ед.) отражает степень централизации управления ритмом сердца и характеризует, в основном, активность симпатического отдела вегетативной нервной системы и состояние центрального контура регуляции.

Спектральный анализ проводился для точной количественной оценки периодических процессов в сердечном ритме, с его помощью оценивалась активность отдельных уровней управления ритмом сердца.

Исследовали следующие показатели: высокочастотные колебания ( $HF$ , %) – относительный уровень активности парасимпатического звена регуляции; низкочастотные колебания ( $LF$ , %) – относительный уровень активности вазомоторного центра; очень низкочастотные колебания ( $VLF$ , %) – относительный уровень активности симпатического звена регуляции; критерий симпато-вагусного баланса, соотношение уровней активности центрального и автономного контуров регуляции ( $HF/LF$ ) [5].

Для оценки электрокардиограммы использовались временные параметры: внутрисердечная ( $P$ , мс); предсердно-желудочковая ( $P-Q$ , мс); внутрижелудочковая проводимость ( $QRS$ , мс), электрическая систола желудочков ( $QT$ , мс,  $QT_c$ , мс); амплитудные параметры:  $P$ , мВ;  $Q$ , мВ;  $R$ , мВ;  $S$ , мс;  $T$ , мВ; положение электрической оси сердца – угол  $\alpha$  в градусах.

Для определения признаков гипертрофии левого желудочка использовались критерии Соколова-Лайона, **Romhilt-Estes** и Корнелла.

Вариабельность сердечного ритма и электрокардиограмма регистрировались с помощью компьютеризированной методики «Поли-Спектр» («Нейрософт», г. Иваново, Россия,) в течение 5 минут в положении «лежа».

Изучались следующие показатели спирографии: жизненная емкость легких (ЖЕЛ, л); дыхательный объем (ДО, л); частота дыхания (ЧД в мин.); максимальная вентиляция легких (МВЛ, л/мин.).

Метод пневмотахографии дает возможность оценить состояние бронхиальной проводимости, эластичности грудной клетки. Определяли следующие показатели: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ, л); максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 25%, 50%, 75% от форсированной жизненной емкости легких (МОС25, 50, 75, л/с); пиковая объемная скорость выдоха при выполнении

пробы ФЖЕЛ (ПОСвйд., л/с); объем форсированного выдоха за первую секунду маневра ФЖЕЛ (ОФВ1, л/с) и ОФВ1/ЖЕЛ (индекс Тиффно, %) позволяет оценивать проходимость дыхательных путей и мощность дыхательной мускулатуры.

В исследовании приняли участие 150 спортсменов игровых видов спорта, квалификация – КМС, МС, МСМК.

#### Результаты и обсуждение

Полученные данные свидетельствовали о высоких величинах УО и синусовой брадикардии у спортсменов игровых видов спорта (таблица 1). Достоверных отличий по показателям ЧСС и УО не выявлено в течение годового цикла тренировки.

Достоверное снижение АД в соревновательном периоде свидетельствовало об экономизации в сосудистом звене кровообращения в соревновательном периоде (рисунок 1). Физиологическая гипотензия появляется в период спортивной формы, то есть наивысшего уровня тренированности, является следствием высокого уровня функционального состояния и исчезает с выходом спортсмена из спортивной формы [3].

Таблица 1 – Показатели центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма, аппарата внешнего дыхания спортсменов игровых видов спорта

Показатели	Подготовительный период	Соревновательный период
ЧСС, уд./мин	58,91±8,96	58,49±7,76
УО, мл	100,21±36,77	101,84±28,52
АДс, мм рт. ст.	120,97±11,29	116,77±8,92*
АДд, мм рт. ст.	76,43±7,91	72,07±6,74*
АДср, мм рт. ст..	91,28±8,07	86,97±6,3*
МОК, л/мин	5,89±2,22	5,98±1,89
СИ, л/мин×м <sup>2</sup>	3,02±1,2	2,97±0,96
SDNN, мс	79,12±51,6	77,44±41,95
Мо, мс	1055,33±153,7	1069,9±175,85
АМо, %	31,86±11,11	33,29±14,42
dRR, мс	348,43±111,47	322,81±111,08**
ИН, усл. ед.	53,11±34,89	62,5±52,97
HF, %	40,11±10,71	41,00±15,57
LF, %	30,68±9,49	27,64±8,51*
VLF, %	31,68±14,26	31,38±14,61
LF/HF	0,86±0,48	0,87±0,71
ЖЕЛ, л	5,62±1,03	5,76±0,93
ЖЕЛ, % от должной	104,17±15,75	102,94±15,39
ДО, л	1±0,39	0,99±0,43
ДО, % от должной	121,79±46,84	116,65±48,58
ЧД, в мин	13,95±4,77	15,13±4,71**
ФЖЕЛ, % от должной	108,24±17,03	105,49±17,79
ОФВ1	4,88±0,96	5,08±0,92
ОФВ1, % от должной	108,46±19,22	109,67±18,78
Инд. Тиф.	86,81±8,82	88,23±7,89
Инд. Тиф., % от должной	103,27±10,51	105,8±10,20**
ПОСвйд., л/с	9,17±1,79	9,74±1,66*
ПОСвйд., % от должной	95,96±18,71	101,93±30,21**
МОС25, % от должной	94,27±18,77	95,63±16,07
МОС50, % от должной	100,77±25,84	102,15±24,92
МОС75, % от должной	110,96±38,2	112,79±31,46
МВЛ, л/мин	145,35±25,78	128,38±28,68*
МВЛ, % от должной	110,14±18,20	110,41±18,32

Примечание: Здесь и далее: \* – P<0,01; \*\* – P<0,05

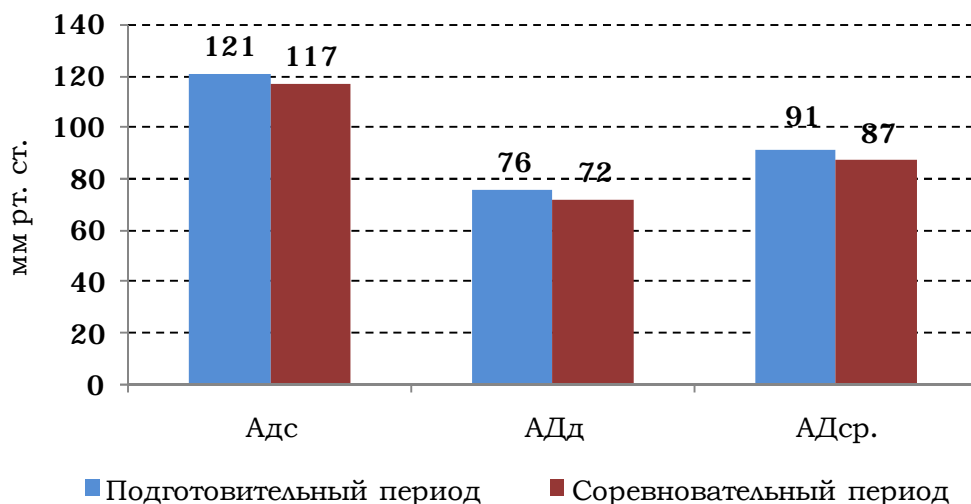


Рисунок 1 – Динамика артериального давления спортсменов игровых видов

В подготовительном периоде наблюдалось преобладание вагусных модуляций ( $p < 0,05$ ). Достоверное снижение парасимпатических модуляций выявлено в соревновательном периоде.

Повышенная активность LF составляющей спектра указывала на преобладание активности кардиостимуляторного центра в подготовительном периоде (LF,  $p < 0,05$ ). По-видимому, наблюдаемые изменения были обусловлены необходимостью мобилизации функциональных резервов регуляторного механизма и связаны с включением в процесс адаптации высших вегетативных центров.

В соревновательном периоде наблюдалась тенденция усиления дыхательных волн (HF). Баланс отделов вегетативной нервной системы характеризовался преобладанием активности симпатического отдела.

Высокая степень адаптации к физической деятельности проявляется не столько в увеличении функциональных возможностей отдельных органов и систем, сколько в совершенствовании их регулирующих механизмов, то есть интеграции моторной и вегетативной функций.

Анализ данных электрокардиограммы свидетельствовал о резко выраженной аритмии у 44 % спортсменов в подготовительном периоде тренировочного цикла в отличие от соревновательного (36,7 %).

Таблица 2 – Электрокардиографические изменения у спортсменов (%)

Показатели	Подготовительный период	Соревновательный период
Синусовая брадикардия	67	73
Резко выраженная синусовая аритмия (>300 мс)	44	36,7
Эктопический ритм	10,7	7,3
Миграция ритма по предсердиям	12	13,3
Синдром ранней реполяризации желудочков	22,7	15,3
Суправентрикулярная экстрасистолия (единичная)	2,7	4,7
Неполная блокада правой ножки пучка Гиса	14,7	22,7**
Атриовентрикулярная блокада 1-й степени	4	3,3
Вольтажные критерии ГЛЖ	8	18,7

Обращает внимание наличие у спортсменов аритмий вследствие нарушения функции автоматизма (резко выраженная синусовая аритмия, миграция ритма, эктопический ритм), проводимости (НБПНПГ), возбудимости (единичная суправентрикулярная экстрасистолия). Достоверно увеличилось проявление НБПНПГ в соревновательном периоде ( $P < 0,05$ ). Следует остановиться на следующих возможных механизмах, вызывающих нарушения ритма у спортсменов: нарушение белкового,

электролитного обмена, дистрофические и воспалительные изменения в миокарде [1–2, 6], изменение тонуса симпатической и парасимпатической нервной системы.

Необходимо подчеркнуть, что данные спирографии и пневмотахографии свидетельствовали о более редком дыхании у спортсменов ( $p < 0,05$ ) и высоких функциональных способностях аппарата внешнего дыхания ( $p < 0,01$ ) в подготовительном периоде.

Анализ полученных экспериментальных данных по исследованию проходимости различных отделов трахеобронхиального дерева показал, что в соревновательном периоде на определенных уровнях наблюдается бронходилатационная реакция ( $p < 0,05$ ).

Результаты сравнительных исследований респираторной реакции показали, что динамика параметров дыхательной системы имеет свои особенности: ниже ЧД и высокая величина МВЛ в подготовительном периоде.

В соревновательном периоде наблюдались более высокие значения некоторых показателей внешнего дыхания (ПОС выдоха, Инд. Тиф.,  $p < 0,05$ ; рисунок 2).

Известно, что вентиляция легких зависит от глубины и частоты дыхания и объема мертвого пространства. Способность поддерживать заданный уровень вентиляции легких в свою очередь определяется ЖЕЛ, сопротивлением дыхательных путей, а также силой дыхательных мышц и их аэробными возможностями.

Значительное повышение мощности аппарата внешнего дыхания под влиянием тренировки позволяет полностью обеспечить доступ необходимого количества воздуха в альвеолы, а время, в течение которого альвеолярный воздух контактирует с кровью (около 0,75 секунд), является вполне достаточным для почти полного (98 %) насыщения гемоглобина [4]. Таким образом, доставка атмосферного воздуха в альвеолы, транспорт кислорода через легочные капилляры, скорость насыщения им гемоглобина не являются лимитирующими факторами для аэробной системы энергообеспечения. В то же время российские специалисты Михайлов, Дубилей причисляют респираторную систему к факторам, лимитирующим физическую работоспособность [7, 8]. Так, было показано, что на начальном этапе адаптации к физической нагрузке рост аэробной производительности организма в значительной мере определяется увеличением объема легких и возрастающими вентиляционными возможностями аппарата внешнего дыхания.

На особенности работы легочной вентиляции оказывает влияние также режим мышечной деятельности. Для кратковременных максимальных нагрузок характерно частое, но поверхностное дыхание, что связано с преобладающим расходом анаэробных источников энергии. Однако если такая нагрузка продолжается более длительное время, когда требуется уже интенсификация окислительных процессов, наблюдается резкое увеличение дыхательного объема.

Таким образом, значительное повышение мощности аппарата внешнего дыхания под влиянием тренировки позволяет полностью обеспечить доступ необходимого количества воздуха в альвеолы, а время, в течение которого альвеолярный воздух контактирует с кровью, является вполне достаточным для почти полного насыщения гемоглобина.

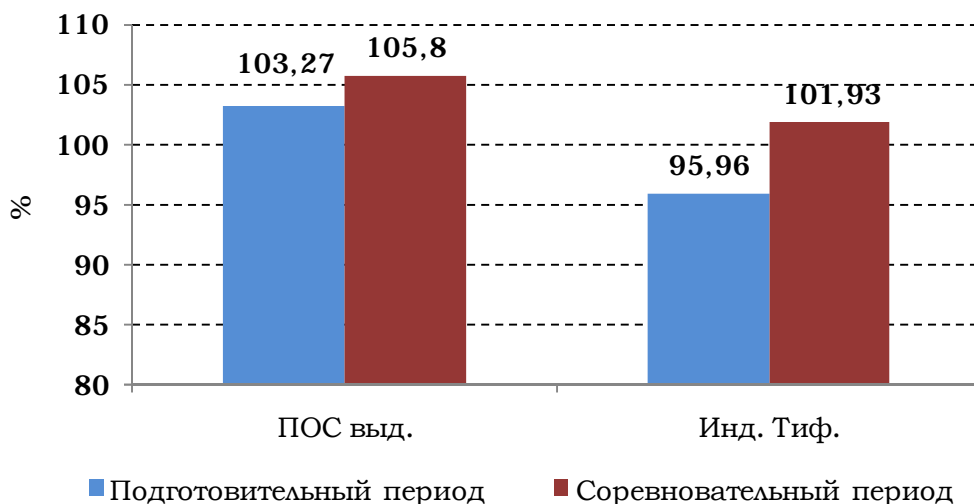


Рисунок 2 – Динамика показателей пневмотахографии спортсменов игровых видов спорта

### *Заключение*

Достоверных отличий по показателям ЧСС и УО не наблюдалось, однако в соревновательном периоде отмечалась экономизация в сосудистом звене кровообращения и снижение активности симпатических влияний.

В подготовительном периоде наблюдалось достоверное преобладание вагусных модуляций. В соревновательном периоде баланс отделов вегетативной нервной системы характеризовался преобладанием активности симпатического отдела.

Аритмии вследствие нарушения функции автоматизма преобладали у спортсменов в подготовительном периоде подготовки, в соревновательном – аритмии вследствие нарушения функции проводимости.

Функционирование аппарата внешнего дыхания в различные периоды подготовки обеспечивалось повышением функциональных резервов за счет увеличения МВЛ в подготовительном периоде и бронхиальной проходимости в соревновательном периоде.

### *Список использованной литературы:*

1. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина. Курс лекций и практические занятия / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. В 2-х частях. Часть 1. – Учебное пособие. – М: Советский спорт, 2004. – 304 с.: ил.
2. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина. Курс лекций и практические занятия / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. В 2-х частях. Часть 2. Учебное пособие. – М.: Советский спорт, 2004. – 360 с.: ил.
3. Дембо, А.Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины / А.Г. Дембо. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 295 с.
4. Уилмор, Д.Х. Физиология спорта и двигательной активности / Д.Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 459 с.
5. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use // *Circulation*. – 1996. – Vol. 93 – P. 1043–1065.
6. Corrado, D. 12-lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities / D. Corrado, A. Biffi, C. Basso, A. Pelliccia, G. Thieme // *British Journal of Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 43 (Issues 9). – P. 669–676.
7. Михайлов, В.В. Дыхание спортсмена / В.В. Михайлов. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 102 с.
8. Дубилей, В.В. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов / В.В. Дубилей, П.В. Дубилей, С.Н. Кучкин. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1991. – 144 с.

20.10.2017

## **МЕТОД КОНТРОЛЯ ДОЗЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ СПОРТСМЕНАМИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА**

**С. С. Осочук, д-р мед. наук, доцент,**

**А. Ф. Марцинкевич,**

УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

### *Аннотация*

*Эссенциальные жирные кислоты являются эффективным средством повышения работоспособности спортсменов. Вместе с тем недостаточная доза их потребления может не обеспечить увеличение работоспособности, а избыточная доза способна вызвать гемолиз, кровотечения и повышенную утомляемость. В статье обосновывается метод контроля дозы потребления эссенциальных жирных кислот у спортсменов циклических видов спорта, согласно которому возможно проводить мониторинг работоспособности спортсмена для поддержания ее на высоком уровне, без риска негативных последствий.*

### **CONTROL METHOD OF ESSENTIAL FATTY-ACIDS CONSUMPTION DOSE OF CYCLIC KIND OF SPORTS' SPORTSMEN**

#### *Abstract*

*Essential fatty-acids are effective means of sportsmen's performance incoordination increasing. Also, underdose of it consumption can't provide increasing of performance incoordination, but overdose could cause hemolysis, bleeding and undue fatigability. Control method of essential fatty-acids consumption dose of cyclic kind of sports' sportsmen, whereby it's possible to carry out the monitoring of sportsmen's incoordination for the purpose of maintaining it on the high level without negative implications' risk, is substantiated.*

#### *Введение*

Эссенциальные (не синтезирующиеся в организме) жирные кислоты способны оказывать положительное влияние на результативность тренировок спортсменов [0], увеличивать их работоспособность в тесте на велоэргометре (PWC-170) [2]. Положительное влияние эссенциальных жирных кислот на работоспособность спортсменов может быть реализовано через изменение физико-химических свойств мембран эритроцитов и активность трансмембранного переноса кислорода и углекислого газа с последующей оптимизацией работы эффекта Бора. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) способны изменить организацию детергентустойчивых областей мембран [3], т.н. липидных «рафтов» (прибелковый или аннулярный липидный пул), играющих важную роль в регуляции активности трансмембранных белков [5]. Сфингомиелины и холестерол, являющиеся важными компонентами прибелкового (аннулярного) липидного пула, элиминируются из зоны белок-липидных взаимодействий в случае высокого содержания ПНЖК в пище [4, 6], что отражается в изменении функционального состояния мембран. Реализация эффектов ПНЖК возможна и через влияние на экспрессию генов эйкозаноидами [7], являющимися продуктами преобразования ПНЖК.

Таким образом, результативность применения ПНЖК определяется изменением физико-химических свойств мембран клеток, достигающих оптимальных значений при эффективной дозе потребляемых ПНЖК. Учитывая, что спортсмены являются «быстрыми метаболизаторами», эффективная доза ПНЖК у них выше, чем у лиц, не занимающихся спортом [8].

К сожалению, избыточное потребление ПНЖК с пищей способно вызвать и негативные изменения, заключающиеся в снижении осмотической устойчивости эритроцитов и увеличении активности гемолиза [9, 10].



Высокое содержание ПНЖК в рационе питания оказывает влияние и на метаболизм эйкозаноидов [11], в частности на синтез простаглицина  $PGI_2$ , избыток которого может повышать время свертывания крови и риск кровотечений [12]. Кроме того, избыток некоторых эйкозаноидов у спортсменов повышает утомляемость и время восстановления после тренировок, нарушает нервно-мышечную передачу и ухудшает способность к регенерации костной и хрящевой ткани [13].

Таким образом, учитывая высокую эффективность ПНЖК как средства повышения работоспособности спортсменов, их потребление должно быть введено в рацион спортсменов, однако при этом их доза не должна вызывать негативных последствий. Контроль количества потребляемых жирных кислот может быть осуществлён с использованием газожидкостной хроматографии путём их прямого определения в сыворотке крови или мембранах клеток крови. Однако этот метод требует дорогостоящего оборудования и высококвалифицированного персонала, что ограничивает его широкое использование. Помимо этого, данный метод не учитывает взаимосвязи ПНЖК с функциональной активностью органов и систем, что не позволяет определить эффективность применения ПНЖК в каждом конкретном случае.

В связи с этим высокую актуальность приобретает разработка информативного и простого в использовании метода, лишённого вышеуказанных недостатков.

*Цель исследования:* разработка метода контроля эффективной дозы потребления ПНЖК в рационе питания спортсменов циклических видов спорта на основании физико-химических характеристик мембран эритроцитов, возраста и веса.

#### *Методы исследования*

Экспериментальные группы формировались из спортсменов циклических видов спорта с уровнем спортивного мастерства от 1 взрослого разряда до кандидата в мастера спорта, обучавшихся в учреждении образования «Витебское государственное училище олимпийского резерва» (УО «ВГУОР»). Всего обследовано 30 спортсменов (18 юношей, 12 девушек). Опытная группа состояла из 14 спортсменов принимавших льняное масло во время обеда по 1 столовой ложке (12–17 граммов). Контрольная группа (группа сравнения) включала 16 спортсменов, не принимавшая льняного масла. Обследованные спортсмены были сопоставимы по уровню спортивного мастерства и возрасту, а также полу ( $p > 0,05$ ).

Льняное масло было получено на условиях спонсорской помощи в рамках заключённого договора о сотрудничестве между УО «ВГМУ» и ООО «Клуб «Фарм-Эко» (Республика Беларусь, г. Дрогичин). Забор крови осуществлялся в утренние часы, натощак, в одноразовые вакутайнеры с цитратом натрия в начале эксперимента (до первого приема льняного масла) и через 15 дней от начала эксперимента. Одновременно регистрировали возраст и вес обследуемых.

Выделение мембран эритроцитов производили по методу Доджа [14]. Физико-химические свойства мембран эритроцитов оценивали при помощи метода флуоресцентного зондирования с использованием пирена [15] после их стандартизации по количеству белка, определявшегося по методу Лоури [16]. Были определены микровязкость при белковом (MVA) и общего (MVG) липидных пулов, а также глубина погружения белков в билипидный слой мембраны ( $\theta$ ).

Физическая работоспособность определялась в день забора крови перед началом эксперимента и после 15 дней приёма льняного масла в учреждении образования «Витебский областной диспансер спортивной медицины». Для определения работоспособности использовали аппаратно-программный комплекс «Интеркард-4» с последующим расчетом показателя PWC-170 («Physical Working Capacity») [17].

С целью получения интегрального показателя работоспособности как критерия адекватности потребления ПНЖК на основании метода генетических алгоритмов, при помощи логистической регрессии проводили математическое моделирование и находили наиболее точную форму взаимосвязи между показателем PWC-170 и физико-химическими свойствами мембран эритроцитов, весом и возрастом спортсменов.

Для определения возможных механизмов влияния льняного масла на работоспособность определяли активность массопереноса кислорода через мембрану эритроцитов с использованием электрода Кларка [18]. Математический анализ выполнялся

в среде **R 3.3.1**. Для оценки качества полученной модели использовали метод кросс-валидации и **ROC-анализ**. Отличия считали статистически значимыми при **p<0,05**.

*Результаты и обсуждение*

Исследование активности отдачи кислорода с использованием электрода Кларка показало статистически значимое его увеличение в группе спортсменов, принимавших льняное масло (**p = 0,03193**, рисунок 1).

Исследование **PWC-170** показало рост физической работоспособности (**ФР**) у спортсменов, принимавших льняное масло в течение 15 дней на **42,62%** (**p=0,03357**) в сравнении с контрольной группой. Так, работоспособность у опытной группы была равна **1534,96±356,72** кгм/мин, в то время как у спортсменов, не принимавших льняное масло **ФР** составила **1076,19±90,00** кгм/мин.

Учитывая, что в группе спортсменов, принимавших льняное масло, наблюдалось статистически значимое увеличение активности отдачи кислорода эритроцитами, можно предположить, что рост работоспособности обусловлен, в том числе, и более эффективной доставкой кислорода к мышцам.

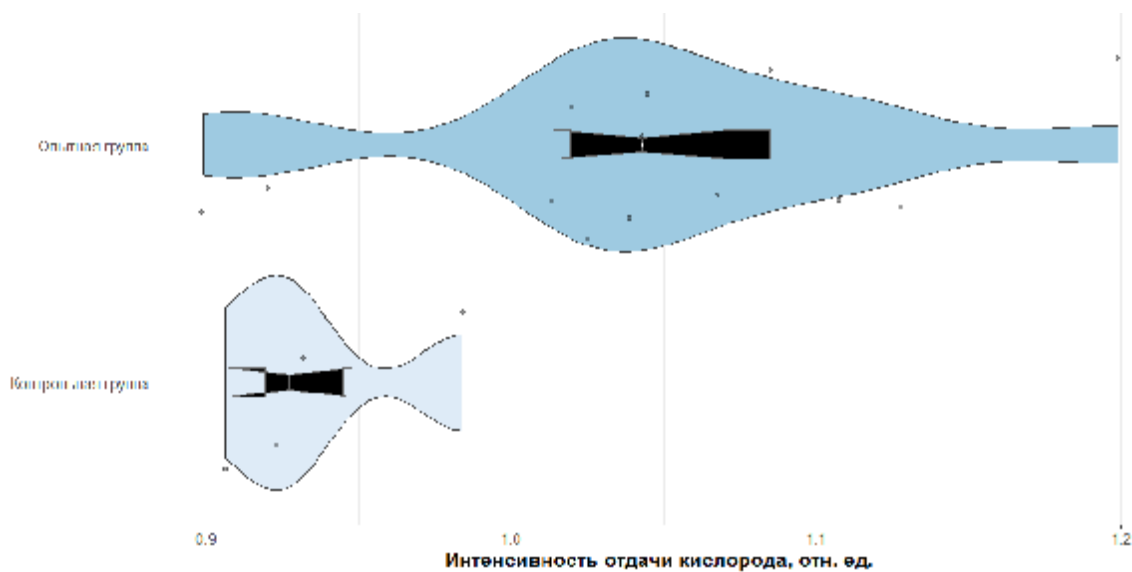


Рисунок 1 – Интенсивность отдачи кислорода в группе спортсменов принимавших и не принимавших льняное масло

Вместе с тем, по указанным ранее причинам, избыточное потребление ПНЖК может оказывать негативный эффект и должно быть подконтрольно. Для определения оптимального количества льняного масла использовался регрессионный анализ.

Согласно полученным результатам **ФР** достаточно полно описывается уравнением логистической регрессии:

$$ФР = \frac{1}{1 + e^{-x}} \cdot 100\%,$$

где  $x = -18,91 + 0,307 \times \text{вес} - 0,0485 \times \text{theta} \times \text{возраст} + 0,00454 \times \text{вес} \times \text{MVA10} + 0,0194 \times \text{theta} \times \text{MVG1}$ ,  $e$  – основание натурального логарифма (2,718),

*вес* – вес спортсмена в килограммах, *theta* – глубина погружения белка в бислой, *возраст* – количество полных лет, *MVA10* и *MVG1* – микровязкость мембран эритроцитов в зоне прибелкового окружения и общего липидного пула при концентрации пирена 10 и 1 мМ, соответственно.

Модель обладает высокой предсказательной способностью. Так, например, точность (диагностическая эффективность) предложенного метода составила **93,33%** с **95%** доверительным интервалом, равным **73,47 – 97,89%**. Чувствительность – **81,82%**, специфичность – **100,00%**, прогностическая ценность положительного результата – **100,00%**, прогностическая ценность отрицательного результата – **90,48%**, площадь под кривой (**AUC**) – **89,95%**.

Рассматривая значимость использованных для построения модели предикторов (рисунок 2), можно обратить внимание на то, что увеличение массы тела спортсмена положительно связано с прогнозируемой физической работоспособностью. Вместе с тем, более зрелые спортсмены, исходя из построенной модели, будут показывать меньшие результаты в тесте на выносливость.

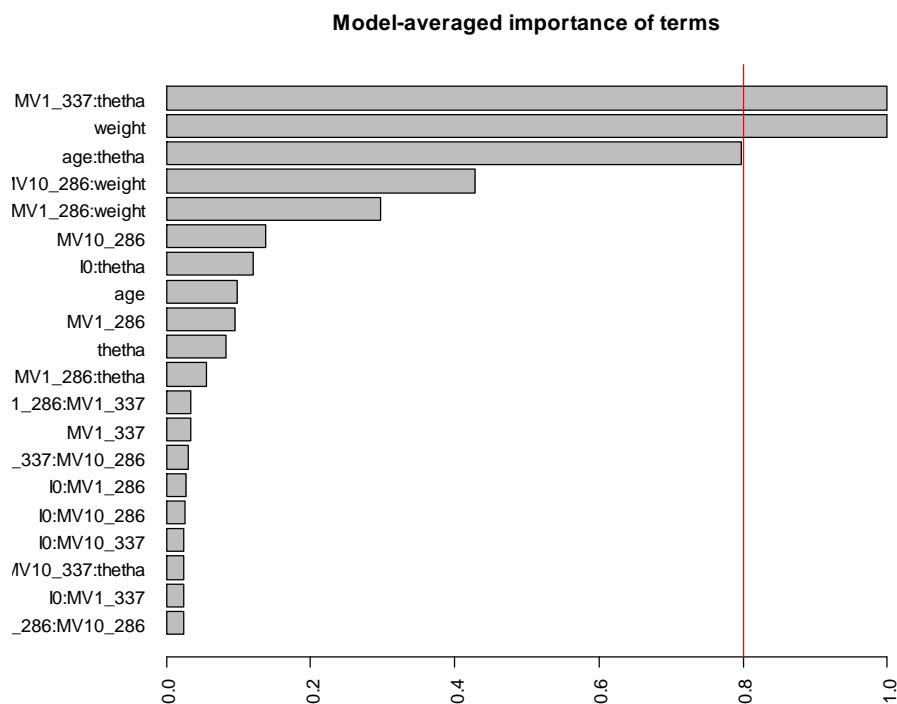


Рисунок 2 – Значимость использованных в модели предикторов

Следует также обратить внимание на то, что некоторые параметры физико-химического состояния мембраны вошли в модель не как индивидуальные предикторы, а как их взаимодействие. Таким образом, можно говорить о достаточно сложной системе функционирования мембраны эритроцита, которая учитывает как жидкость мембраны, так и глубину погружения белков в бислой.

Порог отсечения, полученный на основании логистической регрессии, и служащий для определения «высокой» физической работоспособности, равен **49,16%**.

Вместе с тем, учитывая, что в ходе исследования нами не было отмечено объективного, равно как и субъективного ухудшения состояния спортсменов, в качестве верхней границы, определяющей потенциально опасную зону, можно установить **79,51%**, что численно равно третьему квартилю распределения физической работоспособности спортсменов после проведения исследования.

Таким образом, показатель, входящий в интервал между нижним и верхним граничными значениями интегрального показателя может считаться характеристикой оптимального употребления ПНЖК, обеспечивающего повышение работоспособности. Выход за границы оптимальных значений свидетельствует либо о недостаточном, либо избыточном потреблении ПНЖК.

#### *Заключение*

В итоге проведенной работы разработан метод определения эффективной дозы потребления эссенциальных жирных кислот у спортсменов циклических видов спорта.

#### *Список использованных источников*

1. Mickleborough, T.D. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in physical performance optimization / T.D. Mickleborough // *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* – № 23(1). – 2013. – P. 83-96.
2. Осочук, С.С. Увеличение работоспособности спортсменов циклических видов спорта льняным маслом / С.С. Осочук, А.Ф. Марцинкевич, М.П. Королевич // *Состояние здоровья: медицинские,*

социальные и психолого-педагогические аспекты: VII Междунар. науч.-практ. интернет-конференция / Забайкал. гос. ун-т; отв. ред. С.Т. Кохан. – Чита : Забайкал. гос. ун-т, 2016. – С. 315-320.

3. Edidin M. The state of lipid rafts: from model membranes to cells / M. Edidin // *Annu Rev Biophys Biomol Struct.* – № 32. – 2003. – P. 257-283.

4. Fan, Y-Y. Dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids remodel mouse T-cell lipid rafts / Y-Y Fan [et al.] // *J Nutr.* – № 133. – 2003. – P. 1913-1920.

5. Hendriks, T. Biochemical aspects of the visual process. XXXII. Movement of sodium ions through bilayers composed of retinal and rod outer segment lipids / T. Hendriks [et al.] // *Biochim. Biophys. Acta.* – № 433. – 1976. – P. 271-281.

6. Stillwell, W. Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid / W. Stillwell, S.R. Wassall // *Chemistry and Physics of Lipids.* – № 126. – 2003. – P. 1-27.

7. Surette, M.E. Mechanisms and innovations The science behind dietary omega-3 fatty acids / M.E. Surette // *CMAJ.* – № 178 (2). – 2008. – P. 177-180.

8. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation / Joint WHO/FAO expert consultation // *WHO Technical report series.* – 2008. – Vol. 916. – 149 p.

9. Kirchgessner, M. The effects of dietary oils on the fatty acid composition and osmotic fragility of rat erythrocytes / M. Kirchgessner // *Z Ernährungswiss.* – № 33(2). – 1994 – P. 146-158.

10. Martorell, M. Effect of DHA on plasma fatty acid availability and oxidative stress during training season and football exercise / M. Martorell [et al.] // *Food Funct.* – № 5(8). – 2014. – P. 1920-1931.

11. Goodnight, S.H. The effects of dietary omega 3 fatty acids on platelet composition and function in man: a prospective, controlled study / S.H. Goodnight, W.S. Harris, W.E. Connor // *Blood.* – № 58. – 1981. – P.880-885.

12. Nandivada, P. Risk of post-procedural bleeding in children on intravenous fish oil / P. Nandivada [et al.] // *Am J Surg.* – 2016. – [Epub ahead of print].

13. Maffetone, P. *The Big Book of Endurance Training and Racing.* – Skyhorse Publishing. – 2013. – 528 p.

14. Dodge, J. The preparation and chemical characteristics of hemoglobin free ghosts of erythrocytes / J. Dodge, C. Mitchell, D. Hanahan // *Arch Biochem Biophys.* – 1963. – Vol. 100, N 1. – P. 119-130.

15. Добрецов, Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов / Г.Е. Добрецов. – М.: Наука, 1989. – 277 с.

16. Protein measurement with the folin phenol reagent / O.H. Lowry [et al.] // *The Journal of Biological Chemistry.* – 1952. – V. 193. – P. 265-275.

17. Карпман, В.А. Тестирование в спортивной медицине / В.А. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: ФиС, 1988. – 208 с.

18. Осочук, С. С. Окислительная модификация белков и липидов мембран эритроцитов спортсменов циклических видов спорта [Текст] / С. С. Осочук, А. Ф. Марцинкевич // *Вестник БГУ. Серия 2.* — 2015. — № 2. — С. 47-52.

30.10.2017

УДК 796.01:612(06)

## **ПРОБЛЕМЫ ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ**

**С. В. Погодина, канд. биол. наук, доцент,**

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»;

**Г. Д. Алексанянц, д-р мед. наук, профессор,**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма»

*Аннотация*

*В статье представлены многоуровневые исследования адаптационных процессов основных систем организма высококвалифицированных спортсменов мужского и женского пола 16–46 лет. Для изучения адаптационных функций основных систем (гормональных, метаболических, неспецифических, вегетативных нервных, гемодинамических, респираторных) использованы иммунологический, гематологический, биохимический, антропометрический методы и реографический, спирометрический и газовый виды анализа. Результаты качественно и количественно характеризуют*

возрастные изменения в срочных и общих адаптационных процессах, определяющие особенности функционального состояния высококвалифицированных спортсменов в диапазоне 16–46 лет.

## PROBLEMS OF ADAPTIVE PROCESSES' AGE-RELATED CHANGES OF HIGH QUALIFIED SPORTSMEN

### *Abstract*

*The article presents multilevel studies of adaptive processes of the elite athletes' basal systems of organs, male and female of the age of 14-16. To study the adaptive functions of the basal systems (hormonal, metabolic, non-specific, vegetative nervous, hemodynamic, respiratory) immunological, hematological, biochemical, anthropometric and rheographic methods, spirometry and gas analysis were used. The results are qualitatively and quantitatively characterize age-related changes in the urgent and general adaptive processes that are defining features of functional state of high qualified athletes ranging from 14 to 16 years old.*

### *Введение*

В развитии профессионального спорта отмечается тенденция присутствия на соревновательной арене высококвалифицированных спортсменов мужского и женского пола в возрастном диапазоне от юношеского до второго зрелого возраста [1]. При этом до сих пор целенаправленно не изучены и не систематизированы специфические возрастные влияния на адаптационные процессы и функциональное состояние высококвалифицированных спортсменов в широком возрастном диапазоне на этапах спортивной подготовки [2]. В связи с этим формируется фундаментальная проблема возрастной и спортивной физиологии – изучение физиологических закономерностей возрастных изменений адаптационных процессов в организме высококвалифицированных спортсменов, которая приобретает особую актуальность и требует квалифицированного решения. Целенаправленные исследования адаптационных реакций основных систем организма высококвалифицированных спортсменов позволяют качественно и количественно охарактеризовать и установить возрастные изменения в адаптационных процессах, определяющие особенности функциональных возможностей высококвалифицированных спортсменов разного возраста и пола.

*Методы и организация.* Для изучения закономерностей возрастных изменений в механизмах адаптации у высококвалифицированных спортсменов был сформирован и обследован контингент атлетов мужского пола возрастных диапазонов юношеского (17–18 лет, n=123), первого (22–26 лет, n=82) и второго (40–46 лет, n=156) зрелого возраста, представителей «полярных» видов спорта, предусматривающих воздействие на организм аэробного (длинные дистанции в плавании, беге, велоспорте – условно обозначены группа «выносливость») и скоростно-силового (гиревой спорт – условно обозначены группа «сила») специфического нагрузочного фактора. В качестве контрольных возрастных групп обследованы нетренированные лица мужского пола. Спортсменки (представители группы «выносливость») 16–26 лет (n=32) и 37–45 лет (n=18) обследованы в разные периоды менструального цикла (МЦ) за которые принимали: менструальный период (1–3-й день от начала МЦ), постменструальный (8–9-й день), овуляторный (13–16-й день), постовуляторный (20–22-й день), предменструальный (27–28-й день). Все спортсменки дали добровольное информированное согласие на включение их в данное исследование в течение подготовительного периода годичного тренировочного процесса.

Были проведены эмпирические серии исследований по изучению адаптационных реакций основных систем (гормональных, метаболических, неспецифических, вегетативных нервных, гемодинамических, респираторных) с применением иммунологического, гематологического, биохимического, реографического, спиропневмометрического анализа газового состава выдыхаемого воздуха, а также антропометрического методов, основанных на современных технологиях оценки адаптационных

реакций и функционального состояния. Технология иммуноферментного анализа применялась для оценки глюкокортикоидной и овариально-менструальной функции, иммунохроматографический *in vitro* тест использовали для определения времени наступления овуляции, а биохимический анализ для оценки метаболических реакций, анализ variability сердечного ритма (BCP) проводили для оценки вегетативной регуляции; реографический, спирографический и газовый анализ выдыхаемого воздуха применяли для оценки гемодинамических и респираторных реакций, лейкограммы изучали для оценки неспецифических функций. Технологии стандартного (ступенчато-возрастающий велоэргометрический тест) и специфического (дистанционное плавание, упражнение «рывок гири») нагрузочного тестирования в условиях пороговых режимов физической нагрузки (аэробного, аэробно-анаэробного, анаэробно-аэробного) предлагали в качестве функциональных проб. Антропометрические и функциональные измерения выполняли для оценки физического статуса. Статистическая обработка проводилась на персональном компьютере с использованием пакета программ **STATISTICA 10.0**, «**OriginPro 8.5.1**» с применением параметрических и непараметрических методов при использовании t-критерия Стьюдента, T-критерия Вилкоксона.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Методология исследований и функциональной оценки адаптационных процессов основных систем организма у высококвалифицированных спортсменов разного возраста и пола была построена на использовании системного подхода [3], позволяющего представить функциональные возможности спортсменов как целостную систему, состоящую из взаимосвязанных между собой совокупностью специфических отношений. Использование онтогенетического подхода [4] позволило сконцентрировать внимание на возрастных изменениях морфометрических параметров физического статуса, а также сохранности овариально-менструальной функции у спортсменок разного возраста. Биоритмологический подход [5] дал возможность рассмотреть и систематизировать хронобиологические особенности проявлений функциональных возможностей в организме высококвалифицированных спортсменок в рамках инфрадианного ритма, к которому относится менструальный цикл женщины [6].

При оценке физического статуса установлены изменения морфометрических параметров – увеличение массы тела и длины окружности грудной клетки, обуславливающие выраженное снижение интегральных функциональных параметров кислородтранспортных систем у спортсменов мужского и женского пола в возрастном диапазоне **37–46** лет. В группе спортсменок **37–45** лет отмечен сбой оптимального для репродуктивного возраста соотношения в крови гонадотропных (фолликулостимулирующего и лютеинизирующего) и половых (эстрадиола) гормонов, что обуславливает перестройку овариально-менструального цикла (ОМЦ) на ановуляторный (АМЦ).

При оценке уровня биоэнергетических возможностей показано, что при работе в анаэробно-аэробном режиме усиление продукции молочной кислоты (**La**) отмечается у спортсменов мужского пола в возрастном диапазоне **17–26** лет и у спортсменок **16–26** лет, для которых характерным является ОМЦ. У спортсменов мужского и женского пола **37–46** лет происходит усиление продукции **La** при сравнительно низкой интенсивности специфической работы – в аэробно-анаэробном режиме. При этом у мужчин высокая устойчивость данных метаболических реакций показана в юношеском и особенно во втором зрелом возрасте, а низкая устойчивость в первом зрелом возрасте. У спортсменок метаболические реакции наиболее устойчивы при ОМЦ.

При оценке неспецифических реакций установлено, что у спортсменов мужского пола возрастных диапазонов юношеского и второго зрелого возраста (**17–18** и **40–46** лет) формирование неспецифических адаптационных реакций определено на уровне повышенной активации, что говорит о сравнительно большем влиянии гуморальных факторов на гомеостатические механизмы. В возрастном диапазоне **22–26** лет активность неспецифических адаптационных реакций снижается до уровня спокойной активации, что свидетельствует о меньшем влиянии метаболических факторов утомления на активность неспецифических функций. В организме спортсменок формирование неспецифических адаптационных реакций происходит на уровне спокойной активации. У спортсменок возрастного диапазона **16–26** лет отмечается формирование реакций

тренировки в первой половине ОМЦ, что говорит о понижении активности неспецифических адаптационных реакций и о сравнительно меньшем влиянии метаболических факторов на организм в данный период ОМЦ.

Оценка гормональных реакций выявила особенности глюкокортикоидной функции у спортсменов мужского пола, связанные с преимущественным гиперергическим характером глюкокортикоидной реакции; их согласованностью с уровнем метаболического запроса в диапазоне первого зрелого возраста (22–26 лет), усилением продукции кортизола на сравнительно низком пороге нагрузки в возрастном диапазоне 40–46 лет, при большей выраженности у гиревиков во время выполнения специфической работы, низкой устойчивости глюкокортикоидной реакции в диапазоне 22–26 лет, повышении устойчивости в 16–18, и особенно, в 40–46 лет.

Оценка гормональных реакций в возрастных группах спортсменов выявила особенности, связанные с их ослаблением в межменструальном периоде, повышение продукции кортизола в периоды со сниженным уровнем эстрогенной насыщенности, низкую устойчивость глюкокортикоидных реакций в течение ОМЦ.

Оценка вегетативной регуляции выявила сравнительно высокий уровень нервной регуляторной активности у спортсменов в возрасте 20–26 лет; особенности активности сегментарных отделов вегетативной нервной системы (симпатического и парасимпатического) в зависимости от специфического нагрузочного фактора в возрастном диапазоне 17–26 лет; нивелирование данных специфических особенностей, снижение парасимпатической активности, смещение уровня вегетативной регуляции к уровню нетренированных сверстников у спортсменов 40–46 лет. Были установлены особенности вегетативных реакций на высокоинтенсивную нагрузку, связанные с сохранением исходного уровня парасимпатической активности у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, и со снижением тонуса парасимпатического отдела у «гиревиков». Также у «гиревиков» в диапазоне 22–26, и особенно в 40–46 лет были выявлены избыточные вегетативные реакции на высокоинтенсивном пороговом уровне нагрузки. Оценка вегетативной регуляции у спортсменок показала; сравнительно высокий уровень интегральной нервной регуляторной активности у спортсменок с ОМЦ; вегетативные реакции на высокоинтенсивную нагрузку, связанные с повышением значений мощности высокочастотных волн (HF-волн) и снижением значений мощности крайненизкочастотных волн (VLF-волн) в сердечном ритме у спортсменок с ОМЦ в период 8–16 день, а у спортсменок, имеющих АМЦ, в период 20–22-й день.

Оценка гемодинамических реакций позволила установить: высокую эффективность гемодинамических реакций в возрастном диапазоне 17–26 лет при большей экономичности функций в группе «выносливость»; преобладание хронотропных влияний у «гиревиков», а инотропных эффектов у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость; проявления компенсаторно-приспособительных механизмов в системе кардиогемодинамики в диапазоне 40–46 лет – ослабление реагирования на нагрузку, падение ударного объема кровотока (УОК), показателя работы левого желудочка (РЛЖ), интенсивности кровообращения и артериального давления (АД) в группе «выносливость»; усиление реагирования и значительное повышение систолического АД, интенсивности кровообращения и УОК при снижении внешней работы миокарда в группе «сила», что соотносится с аналогичными проявлениями у нетренированных сверстников.

При оценке гемодинамических реакций спортсменок с ОМЦ были установлены положительные инотропные эффекты, повышение сократительной способности миокарда в период с 8–16-й день; отрицательные инотропные эффекты, снижение доли УОК ниже исходного уровня, снижение внешней работы миокарда при сравнительно высокой интенсивности кровообращения во второй половине. У спортсменок с АМЦ установлено повышение функциональных возможностей системы гемодинамики – повышении УОК, РЛЖ при относительно высоком минутном объеме кровотока в период 20–22-й день. В предменструальном периоде отмечено падение эффективности гемодинамических реакций.

Анализ результатов оценки дыхательных реакций выявил специфические возрастные особенности дыхательной функции на уровне пороговых режимов работы. В группе «выносливость» наибольшее усиление вентиляторной и газообменной функций на всех уровнях пороговых нагрузок отмечено в 22–26-летнем возрасте. В диапазоне

юношеского возраста (17–18 лет) показана наименьшая реактивность системы дыхания на всех уровнях пороговой нагрузки. В 40–46 летнем возрасте наблюдается ослабление (по сравнению с предыдущим возрастным этапом) вентиляторной функции. В группе «сила» наибольшее усиление вентиляторной и газообменной функций на высоком уровне пороговой нагрузки также отмечено в 22–26-летнем возрасте. В диапазоне юношеского возраста выявлена относительно низкая реактивность дыхания. Ослабление реактивности дыхания в условиях воздействия сравнительно высоких пороговых стимулов отмечено в 40–46 летнем возрасте, что обусловлено выраженным падением эффективности вентиляторной функции в связи с повышением вентиляторных эквивалентов, снижением доставки кислорода в легкие.

Оценка изменений в структуре дыхательной реакции у спортсменок 16–26 лет с ОМЦ выявила выраженный фазовый овуляторный сдвиг в сторону наибольшего усиления реактивности системы дыхания, что обуславливает увеличение интенсивности газообменных процессов, повышение кислородной стоимости дыхания, формирование условий для напряжения кислородного режима, снижения его экономичности. В период с 8–9-й день отмечается относительно низкая реактивность дыхания, а также низкая интенсивность элиминации  $VCO_2$  из организма. При данных условиях газового режима вентиляторные эквиваленты поддерживаются на оптимальном стабильном уровне, а энергетическая стоимость дыхания снижается. У спортсменок 37–45 лет с АМЦ повышение реактивности системы дыхания приходится на период с 20–22-й день, в котором формируются условия для снижения порога дыхательной реакции, гиперкинезии вентиляторной функции, повышаются частота дыхания и вентиляторные эквиваленты, снижаются функциональные возможности аппарата дыхания. В предменструальном периоде в возрастных группах спортсменок установлена сравнительно низкая реактивность дыхания и эффективность дыхательных паттернов. По нашему мнению, фактором, обуславливающим особенности реактивности системы дыхания в возрастных группах спортсменок, являются различия в периодических изменениях активности автономного контура регуляции в течение ОМЦ и АМЦ, что находит подтверждение в работе [7].

В свою очередь был разработан методологический подход к интегральной оценке адаптационных реакций и функциональных возможностей основных систем организма у высококвалифицированных спортсменов разного возраста и пола, основанный на критериях: выраженности и устойчивости адаптационных реакций [8]; хронобиологических изменениях адаптационных реакций в разные периоды менструального цикла [9]; особенностях реагирования на специфические и стандартные пороговые режимы работы [10]; общих адаптационных изменениях [11], в том числе в физическом статусе, биоэнергетических и гомеостатических процессах.

Проведенная интегральная оценка позволила моделировать возрастную структуру функциональных возможностей высококвалифицированных спортсменов на основе условной классификации выраженности адаптационных реакций. На основе данной классификации были построены физиологические модели функциональных возможностей высококвалифицированных спортсменов разного возраста и пола. Моделирование функциональных возможностей позволило раскрыть физиологические закономерности возрастных изменений в доминирующих механизмах адаптации и реактивности с учетом специфики нагрузочного фактора. Таким образом, были определены ведущие физиологические механизмы адаптации основных систем организма высококвалифицированных спортсменов разного возраста и пола на уровне пороговых режимов нагрузок. Сконцентрировано внимание на новых данных о выраженности адаптационных процессов при выполнении работы высокой интенсивности в анаэробно-аэробном режиме, раскрывающие особенности максимальных функциональных возможностей основных систем высококвалифицированных спортсменов разного возраста и пола. У мужчин: в диапазоне юношеского возраста (17–18 лет) у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, выражено усиление гормонального механизма адаптации; у спортсменов, тренирующих скоростно-силовую выносливость, – метаболического механизма. В диапазоне первого зрелого возраста (22–26 лет): у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, отмечается усиление гормонального, метаболического и респираторного механизмов; у спортсменов,



тренирующих скоростно-силовую выносливость, выражен совокупный ответ, связанный с усилением основных адаптационных функций. В диапазоне второго зрелого возраста (**40–46 лет**): у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, выражено ослабление реагирования на нагрузку респираторного механизма при усилении метаболического; у спортсменов, тренирующих скоростно-силовую выносливость, имеет место совокупное избыточное усиление гормонального, метаболического, вегетативного нервного и гемодинамического механизмов адаптации при ослаблении респираторного механизма.

Систематизация хронобиологических изменений в структуре вегетативной, гемодинамической и вентиляторной реакций в возрастных группах спортсменов позволила определить периоды менструального цикла, в которых достигается сравнительно высокий уровень функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Установлено, что у спортсменок **16–26 лет** с ОМЦ наиболее благоприятный период **8–16-й** день, а у спортсменок **37–45 лет** с АМЦ период **20–22-й** день.

#### *Заключение*

Раскрытие закономерностей возрастных изменений адаптационных процессов и функционального состояния основных систем организма высококвалифицированных спортсменов мужского и женского пола путем интегральной оценки и моделирования возрастной конверсии адаптационных функций (гормональных, метаболических, неспецифических, вегетативной нервной регуляции, функций кровообращения и дыхания, в том числе параметров физического и биоэнергетического статуса) позволило получить результаты, принципиально важные для понимания физиологических механизмов адаптационных процессов, связанных с возрастными изменениями функционального состояния. Это позволило систематизировать сведения о возрастных особенностях функциональных возможностей и направлениях адаптации у высококвалифицированных спортсменов мужского и женского пола разных спортивных специализаций в диапазоне **16–46 лет**. Полученные результаты могут быть использованы в качестве концептуальных положений, необходимых для расширения парадигмы адаптации. Известным положением данной парадигмы является то, что в условиях напряженных физических нагрузок оптимизация функциональных возможностей спортсменов высокой квалификации главным образом осуществляется за счет интегрального повышения активности ведущих адаптационных механизмов и усиления реагирования основных систем организма. Тогда как нами установлено, что у высококвалифицированных спортсменов в процессе длительной адаптации (**30 и более лет**), а также с возрастом отмечаются эффекты привыкания к воздействующим факторам и, напротив отставания адаптационного уровня от предлагаемой величины порогового воздействия, что выражается в ослаблении или избыточности адаптационных реакций, и как следствие – в напряжении компенсаторных функций. В частности, у спортсменов мужского пола, тренирующих аэробную выносливость в диапазоне **40–46 лет** отмечается снижение порога нагрузки, на котором доминирует выраженное усиление адаптационных реакций основных систем (гормональных, метаболических, неспецифических). У спортсменов с силовой спецификой нагрузочного фактора в диапазоне **40–46 лет**, преимущественными являются избыточные реакции и особенно реакции регуляторных систем. При этом наряду с преимущественным усилением, отмечается избирательное ослабление адаптационных реакций, и в частности вентиляторных. У высококвалифицированных спортсменок, длительно сохраняющих спортивную карьеру, в возрастном диапазоне **37–45 лет** установлена низкая степень сохранности овариально-менструальной функции, формирование АМЦ. Отмеченные сдвиги репродуктивного гомеостаза в данной возрастной группе спортсменок обуславливают изменения в адаптационно-регуляторных процессах и эффективности вегетативных функций относительно спортсменок **16–26 лет**, сохраняющих овариально-менструальную функцию. Таким образом, проблемы длительной адаптации высококвалифицированных спортсменов мужского и женского пола, достигающих периода второго зрелого возраста, связаны с возрастным изменением реагирования основных систем на высокоинтенсивную нагрузку, что фактически является отражением одного из главных принципов регуляции – принципов смещения в ряду сопряженных функций.

## Вывод

Перспективы дальнейших исследований возрастных изменений адаптационных процессов у высококвалифицированных спортсменов связаны с реализацией полученных новейших данных в процессе медико-биологического сопровождения этапов многолетней подготовки, что позволит контролировать возрастные факторы адаптации, определяющие конверсию функционального состояния основных систем и готовность организма к физическим нагрузкам.

## Список использованных источников

1. Якимович, В. С. Возраст спортсменов и олимпийский спорт: миф и реальность / В. С. Якимович // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 3011-3015.
2. Бальсевич, В. К. Новые теоретические подходы к изучению возможностей человека в спорте высших достижений / В. К. Бальсевич, М. П. Шестаков // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 5. – С. 57-62.
3. Основы физиологии функциональных систем / под ред. К. В. Судакова. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
4. Светлов, П. Г. Теория критических периодов развития и ее значение для понимания принципов действия среды на онтогенез / П. Г. Светлов // Вопр. цитологии и общей физиологии. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1966. – С. 263-274.
5. Шахлина, Л. Я.-Г. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин / Л. Я.-Г. Шахлина. – Киев: Наукова думка, 2001. – 326 с.
6. Cole, L. A. The normal variabilities of the menstrual cycle / L. A. Cole, D. G. Ladner, F. W. Byrn // Fertil. Steril. – 2009. – Vol. 91. – P. 522-527.
7. Hirshoren N. Menstrual cycle effects on the neurohumoral and autonomic nervous system regulating the cardiovascular system / N. Hirshoren, L. Tzoran, Makrienko, Y. Edoute, M. M. Plawner, J. Itskovitz-Eldor, G. Jacob // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2002. – 87. – P. 1569-1575.
8. Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
9. Christensen, A. Hormonal regulation of female reproduction / A. Christensen, G.E. Bentley, R. Cabrera et. al. // Hormone and Metabolic Research. – 2012. – Vol. 44(8). P. 587-91.
10. Мищенко, В. С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте / В. С. Мищенко, Е. Н. Лисенко, В. Е. Виноградов. – Київ: Науковий світ, 2007. – 351 с.
11. Гаркави, А. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / А. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1990. – 223 с.

24.09.2017

УДК 612.1: 797.2

## ДОЛГОВРЕМЕННАЯ АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЛОВЦОВ МАССОВЫХ РАЗРЯДОВ К УСЛОВИЯМ ТРЕНИРОВОЧНОЙ НАГРУЗКИ

**В. Н. Пономарев, соискатель,**

**И. Н. Калинина, д-р биол. наук, профессор,**

**А. И. Погребной, заслуженный работник физической культуры**

**Российской Федерации, заслуженный деятель науки Кубани,**

**член-корреспондент МАИ, д-р пед. наук, канд. биол. наук,**

ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма

### Аннотация

Представленное исследование отражает результаты изучения особенностей формирования долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы пловцов к мышечной деятельности. Проведен анализ реакции системы кровообращения пловцов на нагрузку с изменением положения тела. Данные сопоставлены с результатами лиц, не занимающихся спортом. Выявлено, что у пловцов в процессе многолетних занятий спортом, формируется экономичный вариант сердечно-сосудистой деятельности, при этом в активной ортопробе проявляется недостаточная активность симпатического отдела вегетативной нервной системы.

## LONG-TERM ADAPTATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF MASS TITLE SWIMMERS TO TRAINING LOADS

### *Abstract*

*The following research represents the results of the peculiarities of swimmer's cardiovascular system's long-term adaptation study to the muscle activity. The analysis of the swimmers' circulation system's reaction to the load with variation of body position was carried out. The data were correlated with the results of the people that have nothing to do with sport. It was revealed, that during long-term sport practice, the swimmers have economy version of cardiovascular activity, alongside with the active orthostatic test in which vegetative nervous system's sympathetic segment's underactivity declares itself.*

### *Введение*

Современный спорт предъявляет все большие требования к уровню физической подготовленности, функциональному состоянию ведущих систем и всего организма в целом, а также к уровню здоровья спортсмена. Между тем попытки самих спортсменов, их тренеров, спортивных врачей, специалистов по реабилитации и восстановлению преодолеть высокий рубеж спортивных рекордов зачастую не оправдывают ожиданий. Чрезвычайно большие спортивные нагрузки зачастую приводят не только к состояниям переутомления и перенапряжения, но и к инвалидизации. В этом аспекте, на наш взгляд, одной из важных проблем современного спорта является сохранение здоровья спортсмена и профилактика возникновения у него различных состояний, препятствующих достижению высоких результатов.

Уровень адаптации организма, как фактора приспособления строения и функций организма человека к условиям существования, а также его формирование, в настоящее время рассматриваются как критерии, позволяющие грамотно подойти к тренировочному процессу и не позволить выйти за пределы индивидуального «лимита», чтобы не вызвать истощение основных функциональных резервов организма [5].

Согласно научным исследованиям уровень функционирования определенной системы – это оптимальное решение организма для поддержания гомеостаза в определенный момент времени. В каждый текущий момент мышечной деятельности складывается такое соотношение показателей, которое обеспечивает слаженную работу всех органов и систем, а также необходимый кровоток через работающие органы. Формирование долговременной адаптации, как создание функционального ансамбля основных гомеостатических ресурсов позволяет спортсмену, с одной стороны, более экономично расходовать функциональные резервы, с другой стороны, приводит к образованию жестких констант, которые ограничивают быстрое приспособление к нетипичной для данного спортсмена мышечной нагрузке. Таким образом, возникает необходимость разностороннего изучения механизмов формирования долговременной адаптации и поиска воздействия на исправление или коррекцию имеющихся недочетов в этом процессе.

*Целью исследования* явилось определение особенностей адаптации системы кровообращения пловцов массовых разрядов к многолетним физическим нагрузкам.

*Методы и организация исследования.* Исследование проводилось на базе ГБУ КК «Центр олимпийской подготовки по плаванию» (г. Краснодар). Всего в исследовании участвовало **56** пловцов массовых разрядов и **30** юношей, не занимающихся спортом, в возрасте **17=21** год. Исследования проводились в лабораторных условиях в утренние часы перед выполнением трудовых, спортивных, учебных нагрузок с соблюдением основных требований к гигиеническим условиям с учетом противопоказаний и правил тестирования на подготовительном этапе годового цикла тренировки.

Центральная гемодинамика исследовалась с помощью метода тетраполярной реографии по **W.G. Kubicek et al. (1966)** в состоянии относительного покоя и в активном ортостазе. Изучение вегетативной регуляции сердечного ритма на основе записи спектрального анализа волновой структуры с оценкой спектральной мощности волн высокой, низкой и очень низкой частоты) осуществлялась с помощью аппарата «Рео-Спектр-2» компании «Нейрософт», со встроенной программой Поли-Спектр.

Анализ проводился с ориентиром на величины и правила «Международного стандарта variability ритма сердца» (VRS) (1996), в единицах мощности ( $mc^2$ ) и в процентном соотношении. Для экспресс-оценки постуральной реакции применялась ортостатическая проба

Статистическая обработка данных осуществлялась на базе пакета статистических программ STATISTICA 6.0.

#### Результаты и их обсуждение

При изучении основных параметров гемодинамического гомеостаза пловцов и юношей, не занимающихся спортом выявлено следующее: в условиях относительного покоя показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС), среднегемодинамического давления (АДср) и пульсового давления (ПД) достоверных различий не имели. При этом у пловцов обнаружены явно более высокие значения ударного объема (УО) и минутного объема крови (МОК), что объясняется формированием долговременной адаптации к высокому объему мышечных нагрузок и подтверждается рядом отечественных и зарубежных исследований [1, 4, 6 и др.]. Индекс Робинсона (ДП), характеризующий механическую работу сердца и степень насыщения тканей кислородом, оказался достоверно более низким в группе пловцов, что также указывает на наличие признаков адаптации сердца к долговременным мышечным нагрузкам. Показатели, отражающие степень преднагрузки (КДДАЖ) и постнагрузки (ОПСС) на сердце в обеих группах достоверных различий не имели, при этом сократительная активность левого желудочка, по значению Коэффициента Блумберга (КБ) у пловцов находилась на более высоком уровне (таблица 1). Фракция выброса у пловцов была несколько выше по сравнению с ФВ лиц, не занимающихся спортом, хотя достоверных изменений выявлено не было.

Таблица 1 - Показатели центральной и периферической гемодинамики пловцов и юношей, не занимающихся спортом

Показатели	Пловцы (n=56)		Юноши не занимающиеся спортом (n=30)	
	покой	ортотроба	покой	ортотроба
ЧСС, мин <sup>-1</sup>	62,5±1,6	78,1±2,2*	62,5±0,0	82,0±0,02*
АДср, мм рт.ст.	87,7±1,2	87,5±1,4	86,9±0,0	92,5±0,2
ПД, мм рт.ст.	48,0±1,7	50,4±1,9	46,9±0,1	50,1±0,1*
ДП, усл.ед.	74,8±2,0	75,6±1,9	82,9±0,2°	119,0±0,2*°
УО, мл	73,3±3,3	66,1±2,0*°	54,3±0,1°	63,2±0,2*
МОК, л	4,8±0,4	5,1±0,2	3,3±0,01°	5,3±0,03*
ИНМ лев. Ж.	40,4±3,0	43,9±2,8	33,6±0,3°	35,8±0,2°
ИНМ прав. Ж.	88,08±4,5	35,7±3,2*	25,1±0,3°	26,2±0,3°
ОПСС, усл.ед.	1841,8±126,0	1479,3±90,0*	2192,8±11,5	2036,33±5,8°
РПСС, усл.ед.	40,0±2,6	44,8±2,3	28,3±0,3°	38,7±0,2*°
КДДАЖ, мм рт.ст.	12,2±0,5	10,6±0,5	11,8±0,05	11,2±0,1
ЛДСК, см/с	43,5±3,6	55,9±4,3*	35,4±0,1°	58,7±5,1*
КБ лев. Ж., %	323,3±37,9	354,4±32,3	298,9±4,5°	318,3±0,7
КБ прав. Ж., %	396,7±59,9	248,6±21,9*	400,6±4,2	387,5±0,8°
ФВ, %	67,5±3,1	47,9±3,2*°	63,4±0,3	58,7±0,5°

\* Достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями пловцов и лиц, не занимающихся спортом внутри групп;

° Достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями пловцов и лиц, не занимающихся спортом.

При оценке показателей, характеризующих вегетативную регуляцию сердечного ритма, выявлено, что в условиях относительного покоя достоверно более высокими у лиц, не занимающихся спортом, оказались значения общей мощности спектра (TP), характеризующей суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм и значения абсолютной мощности низкочастотного спектра (LF), отражающего изменения симпатического (преимущественно) и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС) (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели вегетативной регуляции сердечного ритма пловцов и юношей, не занимающихся спортом

Показатели	Пловцы (n=56)		Юноши не занимающиеся спортом (n=30)	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз
TP, мс <sup>2</sup>	4017,0±88,6	8218,9±266,7*	5030,0±90,9°	5534,0±88,9*°
VLF, мс <sup>2</sup>	1158,7±36,2	1789,2 ±55,1*	1359,7±25,3	2452,4±47,2*°
LF, мс <sup>2</sup>	1285,3±43,0	3515,0±98,5*	1635,4±32,9°	2514,6±37,2*°
HF, мс <sup>2</sup>	2387,4±142,8	2914,8±198,8*	2491,4±84,7	1490,0±57,7*°
VLF, %	30,3±0,7	29,9±0,8	28,52±0,3	26,8±0,2°
LF, %	33,6±0,6	44,9±0,7*	37,52±0,3	51,6±0,5*°
HF, %	37,0±0,7	25,1±0,9*	34,02±0,3	21,3±0,3*°

\* Достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями пловцов и лиц, не занимающихся спортом внутри групп;

° Достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями пловцов и лиц, не занимающихся спортом

Исследуя составляющие спектральной мощности ВРС в условиях относительного покоя, мы определили, что у пловцов и неспортсменов наблюдается преобладание мощности высокочастотного компонента HF с распределением долей по типу LF<HF>VLF. Согласно классификации А.М. Вейна [2] данное распределение характеризуется как относительная ваготония. При этом индекс централизации составлял 1,7 и 1,9 ед. соответственно.

Согласно данным Fulco C. S. et al. [7], Sloan R. P. et al. [8], а также данным, полученным нами в предыдущих исследованиях [3], при активном ортостазе наблюдается реактивная тахикардия и возрастание периферического сопротивления сосудов в ответ на падение ударного объема сердца. При этом на фоне повышенной активности симпатoadренальной системы вазоконстрикторные реакции имеют компенсаторный характер при гравитационном перемещении крови в нижележащие отделы сердца.

В текущем исследовании выявлено, что на постуральную нагрузку пловцы реагировали следующим образом: отмечалось достоверное увеличение частоты сердечных сокращений, менее выраженное, чем в группе лиц, не занимающихся спортом; падение УО на достоверно значимом уровне; снижение ИНМ и ОПСС, фракции выброса и КБ правого желудочка. У юношей, не занимающихся спортом, на фоне значительного повышения ЧСС снижения УО, ФВ и ОПСС выявлено не было.

При изучении показателей ВРС мы обнаружили, что ортостатическая нагрузка вызвала у пловцов повышение общей мощности спектра на достоверно значимом уровне, а также изменение составляющих спектра ВРС в сторону увеличения низкочастотного компонента – LF> VLF <HF (ненапряженный вегетативный баланс). У неспортсменов отмечалось состояние симпатикотонии с увеличением долей низкочастотных и очень низкочастотных компонентов VLF> HF <LF, что характеризует переход управления сердечным ритмом на более высокий уровень. Это же явление отражает и индекс централизации (ИЦ), который составляет 2,9 и 3,6 ед. соответственно.

#### *Заключение*

Таким образом, выявленные в нашем исследовании особенности гемодинамического и вегетативного гомеостаза пловцов позволяют заключить, что по всей видимости специфика мышечной деятельности способствует формированию долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы к горизонтальному положению тела. При этом недостаточно сформированы механизмы реализации перераспределения пула крови при быстром изменении положения тела, что обусловлено формированием гипокинетического типа кровообращения и повышением активности парасимпатического отдела ВНС. Полученные нами данные могут послужить основой для коррекции тренировочного процесса с включением в определенные части занятия корригирующих упражнений.

1. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М. : Советский спорт, 2005. – 312 с.
2. Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика / под ред. А.М. Вейна. – М. : Медицинское информационное агентство, 2000. – 752 с.
3. Калинина, И.Н. Физиологические аспекты адаптации сердечно-сосудистой системы мужчин и женщин с признаками флебопатии в постнатальном онтогенезе : диссертация ... доктора биологических наук : 03.00.13 / И.Н. Калинина [Место защиты: Чуваш. гос. пед. ун-т им. И.Я. Яковлева] – Омск, 2009 – 405 с. :
4. Смоленский А.В. Спортивное сердце – мифы и реальность / А.В. Смоленский, А.В. Михайлова // Медицина и спорт. – 2005. – № 3. – С. 32-33.
5. Фомин, Н.А. Адаптация: общепфизиологические и психофизиологические основы / Н.А. Фомин. – М. : Изд-во Теория и практика физической культуры, 2003. – 383 с.
6. Corrado D. et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology // Eur. Heart J. – 2005. – Vol. 26. – P. 516-524.
7. Fulco C.S., Cymerman A., Rock P.B., Faresse G. Hemodynamic responses to upright tilt at sea level and high altitude // Am. J. Physiol., 1991, v.260, №4, Pt.2, p. H1043-H1050.
8. Sloan, R.P. Hostility, gender, and cardiac autonomic control / R.P. Sloan, E. Bagiella, P.A. Shapiro et al. // Psychosom. Med. – 2001. – Vol. 63. – P. 434-440.

18.10. 2017

УДК 612.128

## **МОНИТОРИНГ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ**

**И. Л. Рыбина, д-р биол. наук,  
А. И. Нехвядович, канд. пед. наук, доцент,  
А. Н. Будко А. Н., Е. А. Мороз,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

### *Аннотация*

*Статья посвящена исследованию активности ферментов креатинфосфокиназы (КФК), аспаратаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) у спортсменов высокой квалификации. Показано, что активность ферментов КФК, АСТ и АЛТ в сыворотке крови является одним из информативных маркеров функционального состояния мышечной, сердечной и печеночной ткани. Данные показатели широко используются в мониторинге тренировочного процесса.*

## **MONITORING OF ENZYMES' ACTIVITY IN THE SPORT OF RECORDS**

### *Abstract*

*The article is dealing with the research of the activity of creatine phosphokinase (CPK), aspartate aminotransferase (AST) and alanine transaminase (ALT) enzymes of the high qualified sportsmen's. It was revealed that the activity of the CPK, AST and ALT enzymes in the blood serum is one of the informative markers of functional state of muscle, cardiac and liver tissue; these indexes widely used in the training process's monitoring.*

### *Введение*

Основной задачей биохимического контроля тренировочного процесса является оценка динамики адаптационных процессов организма спортсменов к высокоинтенсивной физической деятельности. Принципиально важным является изучение характера воздействия на организм спортсменов тренировочных нагрузок разной направленности.

Целесообразно использовать показатели, которые дают информацию о срочном эффекте нагрузки, а также о характере и продолжительности восстановления функций организма после выполненной нагрузки [2, 6, 7, 9]. Информативными и часто применяемыми биохимическими критериями переносимости тренировочных нагрузок является активность ферментов креатинфосфокиназы (КФК), аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) в периферической крови [2, 6, 8, 10].

Определение активности ферментов в сыворотке крови широко используется в мониторинге тренировочного процесса в спорте высших достижений и является информативным тестом оценки состояния метаболизма ряда органов и систем [1–6]. Особый интерес представляют тканевые ферменты, поступающие в кровь из скелетных мышц и других тканей в результате нарушения проницаемости клеточных мембран под влиянием тренировочных нагрузок [3, 5, 6]. К ним относятся, в первую очередь, креатинфосфокиназа (КФК), аспартатаминотрансфераза (АСТ), аланинаминотрансфераза (АЛТ) и др. В спорте высших достижений существуют определенные трудности с трактовкой результатов исследования активности ферментов под влиянием физических нагрузок, поскольку данные показатели могут иметь высокие диагностические ассоциации с рядом заболеваний и наличием возможных предпатологических составляющих. В связи с этим представляет интерес выявление физиологических значений активности вышеуказанных ферментов у спортсменов, вызванных физическими упражнениями. Это позволит получить ориентиры для трактовки результатов исследований в спорте высших достижений и выявить опасные значения показателей для спортсменов, чтобы предотвратить травмы, развитие хронической усталости и перетренировку. Анализ динамики активности данных ферментов позволяет сделать вывод о характере, направленности и глубине адаптационных изменений в различных органах и тканях, а также оценить активность метаболических процессов при выполнении специфических мышечных нагрузок [5].

Ключевым моментом эффективного управления тренировочным процессом в циклических видах спорта является индивидуализация тренировочных программ с учетом реакции организма спортсменов на нагрузки. Анализ срочных тренировочных эффектов позволяет прогнозировать изменение работоспособности спортсменов в соответствии с объемом, интенсивностью, направленностью и динамикой физических нагрузок. В настоящее время в системе медико-биологического обеспечения процесса подготовки спортсменов циклических видов спорта используется широкий перечень биохимических тестов [1, 4, 5]. Выбор биохимических маркеров определяется спецификой вида спорта и отражает реакцию организма на выполняемые тренировочные нагрузки.

Система подготовки спортсменов в циклических видах спорта на современном этапе характеризуется повышением эффективности тренировочного процесса, находящегося на пределе физических возможностей [14, 23, 29–31, 34]. Контроль течения адаптационных процессов требует адекватных и информативных методов. В настоящее время для оценки динамики функционального состояния используется ряд педагогических и медико-биологических методов исследования. Биохимические методы исследования в значительной степени отвечают вышеуказанным требованиям и широко используются в тренировочном процессе [12, 15, 26–28, 32, 42, 50–52, 64]. Специалистами, работающими в области спортивной биохимии, постоянно осуществляется поиск надежных методов и диагностических тестов, наиболее точно отражающих картину изменений метаболизма при высокоинтенсивных физических нагрузках [20–22, 42, 46, 50–52, 64].

Важным условием эффективного использования биохимических методов оценки адаптации является правильная интерпретация. Только в этом случае оправдано их применение для коррекции тренировочного процесса и медико-биологического обеспечения подготовки спортсменов. Это требует дальнейшего изучения факторов, влияющих на эффективность клиничко-лабораторного контроля, разработки и совершенствования оценочных критериев.

Клинико-лабораторные обследования по содержанию и объему должны максимально соответствовать целям и задачам тренировочного процесса. Для определения предельности напряженности тренировочных нагрузок в экстремальных условиях необходимы адекватные и информативные методы клинико-лабораторного контроля. При оценке адаптации к тренировочным нагрузкам необходимо принимать во внимание генетические особенности организма спортсмена [9, 33, 49].

Высокий уровень качества выполняемых исследований является неременным условием эффективности клинико-лабораторного контроля [25, 43, 48, 63, 82]. Основные положения стандарта качества обязательны к применению при выполнении клинико-лабораторных исследований в спорте высших достижений [43].

Одной из проблем спортивной биохимии является разработка объективных критериев адекватности реакции организма на физическую нагрузку. В медицинской практике основной задачей биохимических исследований является выявление патологии. Важнейшей задачей специалистов, работающих в области спортивной биохимии, является разработка неопровержимых корреляций с наличием неадекватного ответа на физическую нагрузку при отклонении от «нормы» конкретного биохимического или гематологического показателя. Эта проблема недостаточно разработана и представляет определенную сложность. Необходимо знать биологически обоснованные количественные ориентиры результатов лабораторного обследования высококвалифицированных спортсменов для разграничения состояния адекватного ответа на тренировочные нагрузки и состояния перетренированности, а также здоровья и патологических процессов [10, 19, 58].

На современном этапе большое внимание уделяется разработке референтных норм лабораторных показателей [24, 58, 67, 98]. Предпринимаются попытки учитывать физиологические изменения, а также влияние возрастных и половых особенностей на лабораторные показатели состояния внутренней среды организма человека [16, 19, 36, 66, 98]. В зарубежных изданиях имеются данные о разработке референтных интервалов для физически активных людей [85, 86].

Для спортивной биохимии проблема установления границ норм стоит еще более остро, поскольку объектом изучения спортивной биохимии и медицины является высококвалифицированный спортсмен, организм которого уникален с точки зрения биологии. Актуален вопрос: являются ли нормой лабораторные показатели олимпийского чемпиона? В лабораторной медицине в настоящее время существуют две концепции подхода к разработке границ референтных интервалов [19]. Первая концепция основана на отборе групп обследуемых и использовании адекватных статистических методов обработки данных лабораторных исследований. Вторая концепция сосредоточивает внимание на индивидуальных особенностях вариации лабораторных показателей, полученных в разные временные периоды [89]. Применительно к спортивной биохимии обе концепции имеют свою актуальность. Простой перенос референтных интервалов, полученных при обследовании практически здоровых людей, на спортсменов невозможен, так как не может адекватным образом отражать процессы в тренированном организме.

Вместе с тем при проведении скрининговых обследований в различных группах спортсменов существует потребность в общих ориентирах, позволяющих разграничивать адекватность физической нагрузки в процессе срочной и долговременной адаптации. Это требует разработки референтных диапазонов с учетом вида спорта, возраста, пола, спортивного мастерства и периода подготовки.

Специфика профессиональной спортивной деятельности приводит к существенным метаболическим сдвигам, а тренировочный процесс часто диктует свои «стандартные» условия. Поэтому использовать данные производителя или литературы можно только как ориентировочные, и в большинстве случаев в каждой лаборатории следует установить собственные значения «нормальных» уровней.

Высокоинтенсивные физические нагрузки, характерные для современного спорта, вызывают изменения концентрации в сыворотке крови многочисленных лабораторных показателей [80, 101]. Постоянно ведется поиск лабораторных маркеров,



наиболее точно отражающих картину метаболизма в различных органах и тканях под влиянием физических нагрузок [15, 17, 20, 26, 28, 32, 42].

Определение физиологических величин биохимических показателей, специфичных для профессионального спорта, позволяет избежать неправильного толкования результатов биохимического обследования и оптимизировать тренировочный процесс. Ряд параметров, определяемых в практике биохимического контроля, в классической медицине имеют высокие диагностические ассоциации с некоторыми заболеваниями. В связи с этим важно выявить пределы значений биохимических показателей, вызванные физическими упражнениями и дающие тренеру ориентиры для дальнейшего дозирования физических нагрузок. В свою очередь, специалистам в практике спорта важно знать границы допустимых референтных интервалов для спортсменов, чтобы выявить запредельные значения показателей для спортсменов с целью предотвращения травм, развития хронической усталости и перетренировки. Вопрос принятия решения об адекватности тренировочных нагрузок не всегда может быть правильно решен путем сравнения определяемых показателей с диапазоном нормальных значений, установленных в общей популяции.

При высоких физических нагрузках у спортсменов отмечается повышение концентрации некоторых специфических белков и ферментов в сыворотке крови (КФК, АСТ, АДГ и др.) [37, 38, 50, 52, 64]. Индуцированные физическими упражнениями мышечные микротравмы являются вероятными кандидатами для оценки ответа организма спортсмена на физические нагрузки. У многих спортсменов в состоянии перетренированности отмечается болезненность мышц. Последствия микротравм, индуцированных высокоинтенсивными физическими нагрузками, сопровождаются мышечной болью, болезненностью мышц, снижением частоты движений, более высоким накоплением лактата после выполнения нагрузок гликолитической направленности, снижением максимальной динамической силы и сопровождаются ростом провоспалительных цитокинов. Данные явления могут наблюдаться в течение 5–7 дней [65, 71].

Однако высокотренированные спортсмены, которые выполняют непрерывные мышечные действия, не всегда показывают высокие уровни активности КФК в сыворотке крови, несмотря на то, что они испытывают болезненность в результате поломки и воспаления соединительных структур в мышцах [64]. Нежелательный эффект микротравм в мышечной ткани, возникших под действием физических нагрузок, состоит в том, что они отрицательным образом влияют на скорость процессов восстановления мышечного гликогена [88]. Запасы гликогена исчерпываются после длительных упражнений высокой интенсивности. Поврежденные мышцы обладают сниженной возможностью поглощать переносимую с кровью глюкозу, которая необходима для ресинтеза гликогена в мышцах. В результате этого может возникать снижение переносимости работы на выносливость в последующих сериях физических упражнений.

Активность общей креатинфосфокиназы зависит от возраста, половой принадлежности, расы, мышечной массы, физической нагрузки и климатических условий [51, 60, 87]. Высокие уровни КФК наблюдаются после марафонского и полумарафонского бега [74, 97], силовых упражнений и бега вниз с горы.

Уровень сывороточной КФК может быть использован в качестве надежного индикатора интенсивности тренировочного и диагностического маркера перетренированности. Тем не менее некоторые моменты усложняют использование КФК в данном качестве. Существует большая межиндивидуальная вариация в активности сывороточной КФК, что затрудняет разработку надежных референтных значений для спортсменов [81]. Кроме того, на активность фермента оказывают влияние такие факторы, как уровень подготовки спортсмена, пол, группы мышц, участвующих в выполнении упражнения, а также объем нагрузок силового характера [72].

При исследовании динамики КФК после силовых упражнений с отягощениями [72] показано, что активность этого фермента возрастает примерно на 100 % через 8 часов, а пиковые значения могут быть достигнуты в интервале от 24 до 96 часов в зависимости от вида упражнений и индивидуальных особенностей организма спортсменов [52, 54, 76].

Представляет интерес влияние половой принадлежности и компонентного состава тела на активность КФК. В исследованиях на животных показано, что самки менее подвержены повреждениям мышц, чем самцы. Возможно, это обусловлено антиоксидантными свойствами эстрогенов, которые помогают поддерживать проницаемость клеточной мембраны после физических нагрузок [100, 60, 87]. Однако, исследования на людях дают противоречивые результаты, иногда противоположные [57].

Результаты научных экспериментов подразумевают две основные причины повреждения мышц, индуцированные физической нагрузкой: механическое напряжение [62] и метаболический стресс, обусловленный образованием свободных радикалов и кальциевой перегрузкой во время упражнений [70, 91].

Логично предположить, что существует положительная взаимосвязь между объемом силовой нагрузки и активностью КФК. Ряд авторов придерживается мнения о наличии такой зависимости [76, 77]. Вместе с тем в работах Nosaka K. и соавт. показано отсутствие прямой зависимости и наличие более сложной взаимосвязи между объемом силовой работы и активностью КФК [84]. Уменьшение интервалов отдыха между сериями силовых упражнений, согласно одним данным, способствует росту активности КФК [78, 93], согласно другим – такая зависимость не прослеживается [76, 92].

Ряд исследователей отметили в большей степени возрастание активности КФК после упражнений, вовлекающих мышцы верхней части тела, по сравнению с упражнениями для нижних конечностей [56, 69, 75, 94]. Природа данного явления может быть объяснена тем, что нижние конечности в большей степени задействованы в повседневной жизни и менее подвержены изменениям по сравнению с верхними [69]. Научные данные подтверждают влияние приема аминокислот с разветвленной цепью на компенсацию увеличения активности КФК под воздействием физических нагрузок [59, 79, 96].

Снижению риска подъема активности КФК после физических нагрузок способствуют кратковременные охлаждающие процедуры с применением холодной воды [39], контрастных процедур [90], криотерапии [44, 47], массажа и других восстановительных процедур [61, 73, 95, 99, 102]. Результаты исследования динамики КФК в сыворотке крови могут быть использованы для количественного и качественного подбора физических упражнений с целью недопущения прогрессирования миопатий [53]. Повышенный уровень КФК ассоциируется с интенсивностью и продолжительностью тренировочных нагрузок [40, 83].

Основной проблемой использования КФК в качестве маркера перетренировки является высокая индивидуальная вариативность этого показателя [68, 72, 81]. Вместе с тем авторы ряда исследований предлагают в качестве ориентиров нормальных значений использовать интервал 100–250 ед/л и учитывать индивидуальную вариацию [68]. Для диагностики повреждения мышечной ткани и миокарда наибольшее значение придается изменениям креатинфосфокиназы и в меньшей степени – аспартатаминотрансферазы [18].

Использование мочевины и КФК в качестве маркеров тренировки необходимо рассматривать с учетом их вариативности [68] и целесообразно их определять раз в три дня. Имеются данные, что активность ряда ферментов, широко используемых в мониторинге тренировочного процесса, таких, как КФК, АЛТ, АСТ, пропорциональна мышечной массе [45]. Повышенная активность АСТ и АЛТ позволяет выявлять ранние изменения в метаболизме печени, сердца, скелетных мышц и других органов [13, 55]. Имеются данные о взаимосвязи активности аминотрансфераз с индексом массы тела [45].

Коэффициент КФК/АСТ, вычисленный как отношение абсолютных величин КФК и АСТ, используется в дифференциальной диагностике поражения мышечной ткани (в том числе сердечной мышцы). Если коэффициент менее 10, то вероятно поражение сердечной мышцы, если более 10 – скелетных мышц [4].

В спорте высших достижений существуют определенные трудности с трактовкой результатов исследования активности ферментов под влиянием физических нагрузок, поскольку данные показатели могут иметь высокие диагностические ассоциации с рядом заболеваний и наличием возможных предпатологических составляющих. В этой

связи представляет интерес выявление физиологических значений активности вышеуказанных ферментов у спортсменов, вызванных физическими упражнениями. Это позволит получить ориентиры для трактовки результатов исследований в спорте высших достижений и выявить опасные значения показателей для спортсменов, чтобы предотвратить травмы, развитие хронической усталости и перетренировку. Анализ динамики активности данных ферментов позволяет сделать вывод о характере, направленности и глубине адаптационных изменений в различных органах и тканях, а также оценить активность метаболических процессов при выполнении специфических мышечных нагрузок [52].

Скорость элиминации ферментов из мышц в сосудистое русло является индивидуальной характеристикой, и их динамика может быть интегральным отражением отставленного эффекта выполненной мышечной нагрузки. Высокая диагностическая ценность определения энзимов обусловлена влиянием высокоинтенсивных физических нагрузок на метаболические процессы, протекающие с участием ферментов.

Высокая напряжённость тренировочного процесса в циклических видах спорта сопровождается существенными изменениями в ферментативной сфере, которые оказывают влияние на процессы регуляции и взаимодействия различных механизмов энергообеспечения. Физические нагрузки оказывают влияние на процессы взаимодействия клетки с межклеточным пространством, интенсивность которого регулируется посредством изменения проницаемости клеточных мембран, определяющей функциональную активность клетки и возможность ее полноценного функционирования в данный момент [34].

В результате анализа литературных данных выявлены факторы, влияющие на качество исследований в спортивной биохимии. Залогом правильной интерпретации данных клинико-лабораторного обследования является разработка комплекса мер по минимизации алгоритма учета факторов преаналитического, аналитического и постаналитического этапов исследования в спортивной биохимии.

Показано, что важную роль в возможности спортсменов достижения высоких спортивных результатов играют состояние физиологических систем организма и метаболический ответ на предлагаемые нагрузки.

Вместе с тем многие актуальные аспекты биохимической оценки адаптации организма спортсменов к напряженным физическим нагрузкам требуют анализа и осмысления накопленной информации и результатов биохимического мониторинга, а также обоснования и проведения специальных исследований.

#### *Список использованных источников*

1. Андерсон, Ш. Описание гемопоэтических клеток и форменных элементов крови / Ш. Андерсон, К. Поулсен // Атлас гематологии / Под ред. В. П. Сапрыкина, пер. с англ. И. А. Поповой, В. П. Сапрыкина. — М.: Логосфера, 2007. — С. 9–177.
2. Аронов, Г. Е. Коррекция нарушений иммунного гомеостаза с помощью дозированных физических нагрузок / Г. Е. Аронов, Н. И. Иванова // Врачебное дело. — 1990. — № 10. — С. 33–38.
3. Аснер, Т. В. Рабдомиолиз: современное состояние проблемы / Т. В. Аснер, А. Н. Калягин, И. А. Зимина // Современные проблемы ревматологии. — 2012. — Т. 4, № 4. — С. 101–106.
4. Афанасьева, И. А. Синдром перетренированности у спортсменов: эндогенная интоксикация и факторы врожденного иммунитета / И. А. Афанасьева, В. А. Таймазов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. — 2011. — № 12 (82). — С. 24–30.
5. Ахметов И. И. Ассоциация полиморфизмов генов с типом мышечных волокон / И. И. Ахметов [и др.] // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. — 2006. — Т. 92. — № 7. — С. 883–888.
6. Ахметов И. И. Ассоциация полиморфизмов генов-регуляторов с аэробной и анаэробной работоспособностью спортсменов / И. И. Ахметов [и др.] // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. — 2007. — Т. 93. — № 8. — С. 837–843.
7. Ахметов И. И. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов / И. И. Ахметов [и др.] // Физиология человека. — 2008. — Т. 34, № 3. — С. 86–91.
8. Ахметов И. И. Полиморфизмы генов метаболических путей и их суммарное влияние на развитие аэробной выносливости / И. И. Ахметов [и др.] // Системные и клеточные механизмы в физиологии двигательной системы и мышечной деятельности: материалы V Всерос. с междунар. участ. школы-конф. по физиологии мышц и мышечной деятельности, Москва, 2–5 фев. 2009 г. — М., 2009. — С. 109.

9. Ахметов, И. И. Молекулярная генетика спорта / И. И. Ахметов // Монография. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
10. Ахметов, И. И. Полиморфизм гена **PPARG** и двигательная деятельность человека / И. И. Ахметов, И. А. Можайская, Е. В. Любаева, О. Л. Виноградова, В. А. Рогозкин // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2008. – Т. 146, № 11. – С. 567–569.
11. Баевский, Р. М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья / Р. М. Баевский // Российский физиологический журнал. – 2003. – Т. 89, № 4. – С. 473–487.
12. Базулько А. С. Биохимические основы спортивной мышечной деятельности. – Минск: БГУФК, 2006. – 85 с.
13. Биохимия: учеб. для вузов / под ред. Е.С. Северина. – 2003. – 779 с.
14. Верхошанский, Ю.В. Актуальные проблемы современной теории и методики спортивной тренировки / Ю. В. Верхошанский // Теория и практика физической культуры. –1993. – N 8. – С. 21–28.
15. Волков, Н. И. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 504с.
16. Гудер В. Г. Диагностические пробы: от пациента до лаборатории / В. Г. Гудер, С. Нарайанан, Г. Виссер, Б. Цавта // Влияние преаналитических факторов на качество результатов лабораторных исследований: пер. с англ. В. В. Меньшикова. – М., 2010.
17. Гунина, Л. М. Биохимический и гематологический контроль и его значение при разработке схем фармакологической поддержки тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов / Л. М. Гунина, С. А. Олейник // Наука в олимпийском спорте. – 2009. – № 1, Спецвыпуск. – С. 177–193.
18. Дорофейков В. В. Лабораторный мониторинг состояния организма у спортсменов / В. В. Дорофейков, Ф. М. Соколова, С. А. Цветков, Д. Г. Олисов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 6 (100). – С. 159–163.
19. Лукичева, Т. И. Преаналитический этап при измерении концентрации каталитической активности ферментов: особенности и задачи стандартизации / Т. И. Лукичева, В. В. Меньшиков // Клиническая лабораторная диагностика. – 2012. – № 6. – С. 9–12.
20. Макарова, Г. А. Лабораторные показатели в практике спортивного врача. Справочное руководство / Г. А. Макарова. – М., 2006. – 200 с.
21. Макарова, Г. А. Медицинский справочник тренера / Г. А. Макарова, С. А. Локтев. – М.: Советский спорт, 2005. – 587 с.
22. Макарова, Г. А. Клинико-лабораторное обследование спортсменов высшей квалификации: основные направления совершенствования / Г. А. Макарова, Ю. А. Холякко, Г. В. Верлина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 7(115). – С. 4–12.
23. Матвеев, А. П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов / А. П. Матвеев. – Киев: Олимпийская литература, 1999. – 317 с.
24. Меньшиков, В. В. Методические разработки по разработке референтных величин лабораторных показателей: метод. рекомендации / В. В. Меньшиков, Л. М. Пименова. – М.: Минздрав СССР, 1983. – 39 с.
25. Меньшиков, В. В. Обеспечение качества лабораторных исследований. Преаналитический этап: справочное пособие / В. В. Меньшиков [и др.]; под ред. В. В. Меньшикова. – М., 1999. – 318 с.
26. Михайлов, С. С. Спортивная биохимия / С. С. Михайлов. – М.: Советский спорт, 2004. – 220 с.
27. Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности / Р. Мохан, М. Глессон, П. Л. Гринхафф. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 296 с.
28. Никулин, Б. А. Биохимический контроль в спорте / Б. А. Никулин, И. И. Родионова. – М., 2011. – 232 с.
29. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.
30. Платонов, В. Н. Теория адаптации и резервы совершенствования системы подготовки (часть 1) / В. Н. Платонов // Вестник спортивной науки. – 2010. – № 2. – С. 8–14.
31. Платонов, В. Н. Теория адаптации и резервы совершенствования системы подготовки (часть 2) / В. Н. Платонов // Вестник спортивной науки. – 2010. – № 3. – С. 3–9.
32. Рогозкин, В. А. Методы биохимического контроля в спорте / В. А. Рогозкин. – Л.: 1990. – 178 с.
33. Рогозкин, В.А. Перспективы использования ДНК-технологий в спорте / В.А. Рогозкин, И.И. Ахметов, И.В. Астратенкова // Теория и практика физической культуры. – 2006. – №7. – С. 45–47.
34. Рыбина И.Л. Активность сывороточных ферментов в мониторинге тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта. Вестник новых медицинских технологий – 2016 – N 1 135-139
35. Современная система спортивной подготовки / Под. ред. В. А. Сыча, А. С. Хоменкова и Б. Н. Шустина. – М.: СААМ, 1994. – 446 с.
36. Физиологические значения лабораторных тестов у населения Республики Беларусь. Справочное пособие для медицинских работников / Под ред. В. С. Улащика. – Минск: изд-во «Адукацыя і выхаванне», 2010. – С. 70–72.
37. Фомин, Н. А. Особенности активности ферментов сыворотки крови у спортсменов и нетренированных лиц / Н. А. Фомин, Н. М. Горохов, Л. В. Тимощенко // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 1. – С. 35–38.

38. Ширковец, Е. А. Критерии и механизмы управления подготовкой спортсменов в циклических видах спорта / Е. А. Ширковец, А. Ю. Титлов, С. М. Луньков // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 5. – С. 44–48.
39. Ascensao A. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match / A. Ascensao, M. Leite, A. N. Rebelo, S. Magalhaes, J. Magalhaes // *J Sports Sci.* – 2011. – № 29. – P. 217–225.
40. Aspenes, S. T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming / S. T. Aspenes, T. Karlsen // *Sports Med.* – 2012. – № 42. – P. 527–543.
41. Ahmetov II, Naumov VA, Donnikov AE, Maciejewska-Karłowska A, Kostryukova ES, Larin AK, Maykova EV, Alexeev DG, Fedotovskaya ON, Generozov EV, Jastrzębski Z, Zmijewski P, Kravtsova OA, Kulemin NA, Leonska-Duniec A, Martykanova DS, Ospanova EA, Pavlenko AV, Podol'skaya AA, Sawczuk M, Alimova FK, Trofimov DY, Govorun VM, Cieszczyk P. SOD2 gene polymorphism and muscle damage markers in elite athletes. *Free Radic Res.* 2014 Aug;48(8).
42. Banfi, G. Metabolic markers in sports medicine / G. Banfi, A. Colombini, G. Lombardi, A. Lubkowska // *Adv. Clin. Chem.* – 2012. – № 56. – P. 1–54.
43. Banfi, G. Preanalytical phase of sport biochemistry and hematology / G. Banfi, A. Dolci // *Sports Med Phys Fitness.* – 2003. – № 43(2). – P. 223.
44. Banfi G. Whole- body cryotherapy in athletes / G. Banfi, G. Lombardi, A. Colombini, G. Mellegati // *Sports Med.* – 2010. – № 40. – P. 509–517.
45. Banfi, G. Relation between body mass index and serum aminotransferases concentrations in professional athletes / G. Banfi, P. Morelli // *J Sports Med Phys Fitness.* – 2008. – № 48(2). – P. 197–200.
46. Banfi, G. Reticulocytes in sports medicine / G. Banfi // *Sports. Med.* – 2008. – № 38(3). – P. 187–211.
47. Behringer M1, Jedlicka D2, Mester J2. Effects of lymphatic drainage and cryotherapy on indirect markers of muscle damage. *J Sports Med Phys Fitness.*, 2017.
48. Bonini, P. Errors in Laboratory Medicine / P. Bonini, M. Plebani, F. Ceriotti, F. Rubboli // *Clin. Chem.* – 2002. – № 48(5). – P. 691–698.
49. Bouchard, C. Genetic and molecular aspects of sport performance: The encyclopedia of sports medicine an IOC medical commission publication / C. Bouchard, P. Hoffman – 2011. – V. 18. – 404 с.
50. Brancaccio, P. Biochemical markers of muscular damage / P. Brancaccio, G. Lippi, N. Maffulli // *Clin Chem Lab Med.* – 2010. – № 48(6). – P. 757–767.
51. Brancaccio, P. Creatine kinase monitoring in sport medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, F. M. Limongelli // *Br. Med. Bull.* – 2007. – № 81–82. – P. 209–230.
52. Brancaccio, P. Serum enzyme monitoring in sports medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, R. Buonauro, F. M. Limongelli // *Clin. Sports Med.* – 2008. – № 27 (1). – P. 1–18.
53. Brancaccio, P. Persistent HyperCKemia in Athletes / P. Brancaccio, N. Maffulli, L. Politano, G. Lippi, F. M. Limongelli // *Muscles Ligaments Tendons J.* – 2011. – №1(1). – P. 31–35.
54. Carmo, F. C. Variability in resistance exercise induced hyperCKemia / F. C. Carmo, R. Pereira, M. Machado // *Isok. Exerc. Sci.* – 2011. – № 19. – P. 191–197.
55. Chamera, T. Could biochemical liver profile help to assess metabolic response to aerobic effort in athletes? / T. Chamera, M. Spieszny, T. Klocek, D. Kostrzeva-Nowak, R. Nowak, M. Lachowicz, R. Buryta, P. Cieszczyk // *J Strength Cond Res.* 2014 Aug; 28(8). – P. 2180–2186.
56. Chen, T. C. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles / T. C. Chen, K. Y. Lin, H. L. Chen, M. J. Lin, K. Nosaka // *Eur J Appl Physiol.* – 2011. – № 111. – P. 211–223.
57. Clarkson, P. M. Are women less susceptible to exercise-induced muscle damage? / P. M. Clarkson, M. J. Hubal // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* – 2001. – № 4. – P. 527–531.
58. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) Defining, establishing, and verifying reference intervals in the clinical laboratory; Approved guideline – Third Edition. Wayne, PA, USA: CLSI. – 2008. – CLSI Document C28-A3.
59. Coombes, J. S. Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise / J. S. Coombes, L. R. McNaughton // *J Sports Med Phys Fitness.* – 2000. – № 40. – P. 240–246.
60. Danielsson T1, Carlsson J2,3, Schreyer H3, Ahnesjö J1, Ten Siethoff L1, Ragnarsson T1, Tugetam Å1,4, Bergman P1. Blood biomarkers in male and female participants after an Ironman-distance triathlon. *PLoS One.* 2017, 12 (6).
61. Davies, V. The effects of compression garments on recovery / V. Davies, K. G. Thompson, S. M. Cooper // *J Strength Cond Res.* – 2009. – № 23. – P. 1786–1794.
62. Friden, J. Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components / J. Friden, R. L. Lieber // *Acta Physiol Scand.* – 2001. – № 171. – P. 321–326.
63. Friedel E. Krapf. Stability of Clinical Chemistry Analytes in Blood Collection Devices. // *Clin. Chem.* – 2000. – № 46 (5). – P. 737–738.
64. Gleeson, M. Biochemical and immunological markers of overtraining / M. Gleeson // *Journal of Sport Science and Medicine.* – 2002. – № 1. – P. 31–41.
65. Gleeson, M. Cardiorespiratory, hormonal and haematological responses to submaximal cycling performed 2 days after eccentric or concentric exercise bouts / M. Gleeson, A. K. Blannin, B. Zhu, S. Brooks, R. Cave // *Journal of Sports Sciences.* – 1995. – № 13. – P. 471–479.

66. Gómez, P. Normal Reference Intervals for 20 Biochemical Variables in Healthy Infants, Children, and Adolescents / P. Gómez, C. Coca, C. Vargas, J. Acebillo, A. Martinez // *Clinical Chemistry* – Vol. 30, No 3. – 1984. – P. 407–412.
67. Grasbeck, R. Референсные значения. Развитие концепции / R. Grasbeck // *Лабораторная медицина*. – 2011. – № 11. – С. 79–83.
68. Hartmann, U. Training and overtraining markers in selected sport events / U. Hartmann, J. Mester // *Med Sci Sports Exerc.* – 2000. – № 32(1). – P. 209–215.
69. 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 // *Eur J Appl Physiol.* – 2005. – № 95. – P. 179–185.
70. Jassem W. The role of mitochondria in ischemia/reperfusion injury / W. Jassem, S. V. Fugle, M. Rela, D. D. Koo, N. D. Heaton // *Transplantation.* – 2002. – № 73. – P. 493–499.
71. Jones, D. A. Experimental human muscle damage: morphological changes in relation to other indices of damage / D. A. Jones, D. J. Newham, J. M. Round, S. E. J. Tolfree // *Journal of Physiology.* – 1986. – № 375. – P. 435–448.
72. Koch A.J., Pereira R., Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise / A. J. Koch, R. Pereira, M. Machado // *J. Musculoskelet Neuronal Interact.* – 2014. – № 14(1). – P.68–77.
73. Kraemer, W. J. Effects of a whole body compression garment on markers of recovery after a heavy resistance workout in men and women / W. J. Kraemer, S. D. Flanagan, B. A. Comstock, M. S. Fragala, J. E. Earp, C. Dunn-Lewis, J. Y. Ho, G. A. Thomas, G. Solomon-Hill, Z. R. Penwell, M. D. Powell, M. R. Wolf, J. S. Volek, C. R. Denegar, C. M. Maresh // *J Strength Cond Res.* – 2010. – № 24. – P. 804–814.
74. Lippi, G. Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run / G. Lippi, F. Schena, G. L. Salvagno, M. Montagnana, M. Gelati, C. Tarperi, G. Banfi, G. C. Guidi // *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* – 2008. – № 68 (7). – P. 667–672.
75. Machado, M. Is exercise-induced muscle damage susceptibility body segment dependent? Evidence for whole body susceptibility / M. Machado, L. E. Brown, P. Augusto-Silva, R. Pereira // *J Musculoskelet Neuronal Interact.* – 2013. – № 13. – P. 105–110.
76. Machado, M. Effect of varying rest intervals between sets of assistance exercises on creatine kinase and lactate dehydrogenase responses / M. Machado, A. J. Koch, J. M. Willardson, L. S. Pereira, M. I. Cardoso, M. K. Motta, R. Pereira, A. N. Monteiro // *J. Strength. Cond. Res.* – 2011. – №25. – P. 1339–1345.
77. Machado, M. Creatine Kinase Activity Weakly Correlates to Volume Completed Following Upper Body Resistance Exercise / M. Machado, J. M. Willardson, D.P. Silva, I. C. Frigulha, A. J. Koch, S. C. Souza // *Res Q Exerc Sport.* – 2012. – № 83. – P. 276–281.
78. Machado, M., Willardson JM. Short recovery augments magnitude of muscle damage in high responders / M. Machado, J. M. Willardson // *Med Sci Sports Exerc.* – 2010. – № 42. – P. 1370–1374.
79. Matsumoto, K. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program / K. Matsumoto, T. Koba, K. Hamada, M. Sakurai, T. Higuchi, H. Miyata // *J Sports Med Phys Fitness.* – 2009. – № 49. – P. 424–431.
80. Mougios, V. Exercise biochemistry. Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics, 2006. – 296 p.
81. Mougios, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes / V. Mougios // *Br J Sports Med.* – 2007. – № 41(10). – P. 674–678.
82. Narayanan, S. Preanalytical issues in haematology / S. Narayanan // *J. Lab. Med.* – 2003. – № 27. – P. 243–48.
83. Nicholson G. A. Variable distributions of serum creatine kinase reference values. Relationship to exercise activity / G. A. Nicholson, J. G. McLeod, G. Morgan, M. Meerkin, J. Cowan, A. Bretag, D. Graham, G. Hill, E. Robertson, L. Sheffield // *J Neurol Sci.* 1985. – № 71. – P. 233–245.
84. Nosaka, K., Clarkson PM. Relationship between post-exercise plasma CK elevation and muscle mass involved in the exercise / K. Nosaka, P. M. Clarkson // *Int J Sports Med.* – 1992. – № 13. – P. 471–475.
85. Nunes, L. A. S. Reference change values of blood analytes from physically active subjects / L. A. S. Nunes, R. Brenzikofer, D. V. Macedo // *European Journal of Applied Physiology.* – 2010. – vol. 110, no. 1. – P. 191–198.
86. Nunes, L. A. S. Muscle damage and inflammatory biomarkers reference intervals from physically active population / L. A. S. Nunes, F. L. Lazarim, F. Papaléo, R. Hohl, R. Brenzikofer, D. V. Macedo // *Clinical Chemistry.* – 2011. – vol. 57, supplement 10. – P. A35.
87. Oosthuysen T1, Bosch AN2. The Effect of Gender and Menstrual Phase on Serum Creatine Kinase Activity and Muscle Soreness Following Downhill Running. *Antioxidants (Basel).* 2017, 6(1).
88. O'reilly, K. P. Eccentric exercise-induced muscle damage impairs muscle glycogen repletion / K. P. O'reilly, M. J. Warhol, R. A. Fielding // *Journal of Applied Physiology.* – № 63. – P. 252–256.
89. Plebani, M. Personalized (laboratory) medicine: a bridge to the future / M. Plebani, G. Lippi // *Clin Chem Lab Med.* – 2013. – № 51. – P. 703–706.
90. Pournot, H. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise / H. Pournot, F. Bieuzen, R. Duffield, P. M. Lepretre, C. Cozzolino, C. Hausswirth // *Eur J Appl Physiol.* – 2011. – № 111. – P. 1287–1295.
91. Q. S. Su Q. S. Comparison of changes in markers of muscle damage induced by eccentric exercise and ischemia/reperfusion / Q. S. Su, J. G. Zhang, R. Dong, B. Hua, J. Z. Sun // *Scand J Med Sci Sports.* – 2010. – № 20. – P. 748–756.
92. Ribeiro, V. Resistance exercise-induced microinjuries do not depend on 1 or 3 minutes rest time interval between series / V. Ribeiro, R. Pereira, M. Machado // *Int J Sports Sci.* – 2008. – № 13. – P. 44–53.

93. Rodrigues BM, Dantas E, de Salles BF, Miranda H, Koch AJ, Willardson JM, and Simao R. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals / B. M. Rodrigues, E. Dantas, B. F. de Salles, H. Miranda, A. J. Koch, J. M. Willardson, R. Simao // *J Strength Cond Res.* – 2010. – № 24. – P. 1657–1662.
94. 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.
95. Schillinger, A. Effect of manual lymph drainage on the course of serum levels of muscle enzymes after treadmill exercise / A. Schillinger, D. Koenig, C. Haefele, S. Vogt, L. Heinrich, A. Aust, H. Birnesser, A. Schmid // *Am J Phys Med Rehabil.* – 2006. – № 85. – P. 516–520.
96. Sharp, C. P. Amino acid supplements and recovery from high-intensity resistance training / C. P. Sharp, D. R. Pearson // *J Strength Cond Res.* – 2010. – № 24. – P. 1125–1130.
97. Shin KA1, Park KD, Ahn J, Park Y, Kim YJ. Comparison of Changes in Biochemical Markers for Skeletal Muscles, Hepatic Metabolism, and Renal Function after Three Types of Long-distance Running: Observational Study. *Medicine (Baltimore)*. 2016 May;95(20).
98. Sikaris, K. A. Physiology and its importance for reference intervals / K. A. Sikaris // *Clin Biochem Rev.* – 2014. – № 35(1). – P. 3–14.
99. Smith L. L. The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count. – P. a preliminary report / L. L. Smith, M. N. Keating, D. Holbert, D. J. Spratt, M. R. McCammon, S. S. Smith, R. G. Israel // *J Orthop Sports Phys Ther.* – 1994. – № 19. – P. 93–99.
100. Tiidus, P. M. Influence of estrogen on muscle plasticity / P. M. Tiidus // *Braz. J. Biomotricity.* – 2011. – № 4. – P. 143–155.
101. Wilmore, J. H. *Physiology of sport and exercise* / J. H. Wilmore, D. L. Costill. – Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004. – 726 p.
102. Zainuddin, Z. Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function / Z. Zainuddin, M. Newton, P. Sacco, K. Nosaka // *J Athl Train.* – 2005. – № 40. – P. 174–180.

20.10.2017

# СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПРОФИЛАКТИКА ПАТОЛОГИЙ, СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

---

---

УДК 577.21:796

## АНАЛИЗ АССОЦИАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АТЛЕТОВ (НА ПРИМЕРЕ КОМАНДЫ СПОРТСМЕНОВ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОГО СПОРТА)

**К. В. Жур, Л. А. Кундас,**

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси;

**И. В. Головкова, С. П. Питомец,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»;

**И. Б. Моссэ, д-р биол. наук, профессор,**

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

### *Аннотация*

*Цель работы заключалась в выявлении ассоциаций результатов, полученных с помощью молекулярно-генетических методов, с метаболическими показателями физической работоспособности спортсменов пожарно-спасательного спорта.*

*Показано, что результаты, полученные с помощью молекулярно-генетических исследований, коррелируют с результатами системы многофакторной экспресс-диагностики, что подтверждает эффективность прогнозирования реакции организма на физическую нагрузку на основании результатов генотипирования и анализа характера изменений экспрессии генов.*

## ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF MOLECULAR GENETIC RESEARCH'S RESULTS' WITH THE SPORTSMEN'S WORKING CAPACITY'S INDEXES (by the example of the fire and rescue sport team)

### *Abstract*

*The aim of the work was revealing of the association of the results, obtained with in means of molecular genetic methods, and physical working capacity's metabolic indexes of fire and rescue sport's sportsmen.*

*It was revealed that the results obtained within means of molecular genetic researches, correlate with the results of the multifactorial instant diagnosis's system, which confirms the efficiency of a prognosis of a body response to a physical load based on the research of genotyped and character of genes expression's changes.*

### *Введение*

Прогресс спортивных результатов во многом определяется генетическими особенностями человека. При прочих равных условиях (методика тренировок, инвентарь, экипировка и др.) наилучший результат и в кратчайшие сроки покажет тот атлет, который наиболее генетически предрасположен к определенному виду спорта.

Известно более 200 генов, ассоциированных с проявлением различных физических качеств, таких как сила, прирост мышечной массы, выносливость, ловкость, гибкость и др. [1]. При специализации начинающего спортсмена определение



генетической предрасположенности к перечисленным качествам имеет большую прогностическую значимость, в то время как для уже состоявшихся спортсменов учет результатов генетического тестирования позволит грамотно спланировать тренировочный процесс, подобрать наиболее оптимальные методики тренировок с учетом возможностей организма, избежать дезадаптации и развития патологических состояний.

Количество исследований, посвященных оценке вклада генетических факторов в развитие тех или иных физиологических характеристик организма увеличивается с каждым годом. В настоящее время большинство работ представляют собой исследования типа «случай-контроль», в которых сравнивают частоты встречаемости определенного варианта гена в группе успешных спортсменов («случай») и в группе людей, не занимающихся спортом профессионально («контроль»). Если искомый фактор имеет большую распространенность в группе «случай», то есть основания полагать, что он вносит вклад в спортивную успешность. Исследования такого рода не могут окончательно доказать связь между явлениями, а лишь указывают, с определенной долей вероятности, на возможность такой связи.

Для того, чтобы правильно оценить полученные данные в исследованиях типа «случай-контроль», необходимо дополнительно исследовать ассоциацию между аллельными вариантами и определенными фенотипическими признаками – например, с результатами клинических, физиологических или других специфических тестов, оценивающих физическую работоспособность спортсмена. Кроме того, необходимо учитывать, как влияет тот или иной полиморфный вариант на экспрессию гена, когда в генотипе присутствует как благоприятный, так и неблагоприятный для спорта аллель (гетерозиготное состояние).

*Цель* настоящей работы заключалась в выявлении ассоциаций результатов, полученных с помощью молекулярно-генетических методов, с метаболическими показателями физической работоспособности спортсменов пожарно-спасательного спорта.

Для исследования были выбраны полиморфные варианты генов, ответственных за энергообеспечение мышечной деятельности: ген АМФ-деаминазы (**AMPD1**), ген  $\gamma$ -рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом (**PPARG**), ген разобщающего белка-2 (**UCP2**); полиморфизмы генов, влияющие на сосудистый тонус, свертывающую систему крови и эффективность транспорта кислорода: ген ингибитора активатора плазминогена 1 (**PAI-1**), ген протромбина (**F2**), коагуляционного фактора 5 (**F5**), метилентетрагидрофолатредуктазы (**MTHFR**), ангиотензин-превращающего фермента (**ACE**), бета-2 рецептора к брадикинину (**BDKRB2**), эндотелиальной NO-синтазы (**NOS3**), ген фактора, индуцируемого гипоксией 1А (**HIF1A**), ген кислородосвязывающего белка миоглобина (**MB**), ген эритропоэтина, гормона, контролирующего эритропоэз (**EPO**), а также ген структурного мышечного белка альфа-актинина-3 (**ACTN3**).

#### *Материалы и методы*

Проведение молекулярно-генетического тестирования представителей сборной команды Республики Беларусь по пожарно-спасательному спорту одобрено комитетом по этике ГУ «Республиканский научно-практический центр спорта».

С помощью методов генетического анализа обследованы **24** высококвалифицированных спортсмена пожарно-спасательного спорта (из них **11** мастеров спорта (МС), **10** мастеров спорта международного класса (МСМК) и **3** заслуженных мастера спорта (ЗМС)) **280** человек группы популяционного контроля. В качестве биологического материала для исследования использовали ДНК и РНК, выделенные из лейкоцитов периферической крови с помощью наборов соответствующих реагентов (Синтол, Россия). Генотипирование проведено по **16** полиморфным вариантам **14** генов методом ПЦР с использованием праймеров и зондов собственного дизайна [2], а также методик, описанных в литературе [3–5].

Относительный количественный анализ экспрессии генов проводили методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией с ген-специфичными праймерами **TaqMan Gene Expression Assays (Hs00153153\_m1, Hs01075227\_m1, Hs00195560\_m1 (Applied Biosystems))** в соответствии с инструкцией производителя. Синтез кДНК проводили с помощью набора **Maxima First Strand cDNA Synthesis Kit (Thermo Scientific)**. Нормализацию уровня экспрессии изучаемых генов проводили относительно экспрессии гена «домашнего хозяйства» **GAPDH (Hs03929097\_g1 (Applied Biosystems))**. Детекцию флюоресценции, а также первичную обработку результатов осуществляли с помощью программного обеспечения **CFX96 Manager 3.1** прибора **CFX96, BIO-RAD (США)**.

Метаболические показатели физической работоспособности спортсменов определяли с помощью высокоинформативной системы многофакторной экспресс-диагностики (Д-Тест) [6]. Система основана на объективно существующей тесной сопряженности скорости деполяризации миокарда преимущественно левого желудочка с показателями функциональной подготовленности и позволяет достаточно точно оценивать важнейшие параметры энергетического метаболизма: мощность и емкость аэробного и анаэробного (креатинфосфатного и гликолитического) энергетического обмена (креатин, ожидаемый максимум накопления лактата, анаэробный фонд), максимальное потребление кислорода (МПК), порог анаэробного обмена (ПАНО), частоту сердечных сокращений на пороге анаэробного обмена (ЧСС ПАНО), аэробный индекс (Аэроб. и.), общую метаболическую емкость (ОМЕ) и др. Данные вычисляются на основании отношений амплитуд зубцов **R** и **S** в отведениях **V3R, V2, V6** дифференциальной электрокардиограммы, отражающей электрическую активность миокарда. Изменения в отведении **V6** реагируют на работу в аэробном режиме, **V2** – в режиме скоростной выносливости, **V3R** – на работу скоростно-силовой направленности.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ **Statistica 10.0** и **IBM SPSS Statistics 22**. Различия считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

#### *Результаты исследований и их обсуждение*

*Анализ результатов генетического тестирования спортсменов пожарно-спасательного спорта.*

Проведено генетическое тестирование профессиональных спортсменов пожарно-спасательного спорта и контрольной группы. Распределение частот генотипов по всем исследованным генам соответствовало распределению Харди-Вайнберга. Результаты тестирования представлены в таблице 1.

Статистически значимые различия в распределении частот генотипов между спортсменами и контрольной группой выявлены для полиморфного варианта – **634G/C** гена **VEGF**, кодирующего фактор роста эндотелия сосудов. Частота встречаемости генотипа **C/C** в группе спортсменов составила **20,8%**, что значительно выше, чем в контрольной группе, где частота данного генотипа – **4,4%** (ОШ=5,72; 95% ДИ 1,70-19,26;  $P=0,007$ ).

Исследуемый нами полиморфный вариант **-634G/C** гена **VEGF**, локализованный в промоторной области, обуславливает индивидуальные различия в активности гена: замена гуанина на цитозин приводит к усилению его экспрессии [7]. Фактор роста эндотелия сосудов стимулирует пролиферацию кровеносных и лимфатических сосудов [8]. Известно, что более высокая плотность кровеносных сосудов вокруг каждого мышечного волокна способствует повышению выносливости спортсмена вследствие лучшего газо- и теплообмена, более быстрого выведения продуктов распада и обмена питательных веществ между кровью и мышечной тканью [9].

Таким образом, аллель **C** благоприятствует развитию и проявлению выносливости, что подтверждается рядом работ [10, 11] и объясняет высокую частоту встречаемости генотипа **C/C** в группе спортсменов пожарно-спасательного спорта.

Таблица 1 – Результаты генетического тестирования спортсменов пожарно-спасательного спорта и контрольной группы

Полиморфный	Генотип	Спортсмены	Контроль	ОШ (95%ДИ)	P
1	2	3	4	5	6
VEGF -634G/C	G/G	41,7	54,4	0,60 (0,25-1,42)	0,007
	G/C	37,5	41,2	0,86 (0,36-2,06)	
	C/C	20,8	4,4	5,72 (1,70-19,26)	
ACE Alu Ins/Del	D/D	25,0	25,5	0,98 (0,36-2,62)	0,64
	I/D	58,3	49,7	1,42 (0,59-3,38)	
	I/I	16,7	24,8	0,61 (0,20-1,88)	
ACTN R577X	R/R	41,7	39,2	1,11 (0,47-2,63)	0,92
	R/X	41,7	45,9	0,84 (0,36-2,00)	
	X/X	16,6	14,9	1,14 (0,36-3,60)	
AMPD1 C34T	C/C	75,0	69,3	1,33 (0,50-3,54)	0,57
	C/T+T/T*	25,0	30,7	0,75 (0,28-2,01)	
EPO G/T	T/T	29,2	31,8	0,88 (0,35-2,25)	0,22
	G/T	33,3	46,8	0,57 (0,23-1,40)	
	G/G	37,5	21,4	2,21 (0,89-5,44)	
HIF1A C1772T	C/C	87,5	91,4	0,66 (0,18-2,46)	0,53
	C/T+T/T*	12,5	8,6	1,52 (0,41-5,71)	
MB A79G	A/A	25,0	24,3	1,04 (0,40-2,72)	0,61
	G/A	45,8	54,6	0,70 (0,30-1,62)	
	G/G	29,2	21,1	1,54 (0,61-3,89)	
MTHFR A1298C	C/C	8,3	11,0	0,73 (0,17-3,12)	0,08
	A/C	25,0	43,9*	0,43 (0,17-1,07)	
	A/A	66,7	45,1	2,44 (1,04-5,70)	
	A/C+C/C*	33,3	54,9	2,44 (1,04-5,70)	
MTHFR C677T	C/C	20,8	48,8	0,28 (0,10-0,74)	0,02
	C/T	62,5	41,7	2,33 (1,02-5,32)	
	T/T	16,7	9,5	1,91 (0,65-5,60)	
PPARG Pro12Ala	Pro/Pro	58,3	74,1	0,49 (0,20-1,18)	0,11
	Pro/Ala+ Ala/Ala*	41,7	25,9	2,04 (0,85-4,94)	
UCP2 Ala55Val	Ala/Ala	33,3	26,1	1,41 (0,56-3,55)	0,52
	Val/Ala	41,7	54,1	0,61 (0,25-1,44)	
	Val/Val	25,0	19,6	1,35 (0,50-3,70)	
ENOS a/b	b/b	75,0	67,1	1,47 (0,55-3,92)	0,43
	a/b+ a/a*	25,0	32,9	0,68 (0,26-1,80)	
ENOS G/T	G/G	33,3	56,6	0,38 (0,16-0,94)	0,06
	G/T	54,2	38,5	1,89 (0,80-4,45)	
	T/T	12,5	4,9	2,75 (0,69-10,95)	
	G/T+T/T*	66,7	43,4	2,61 (1,06-6,40)	
PAI 4G/5G	4G/4G	37,5	29,9	1,40 (0,57-3,43)	0,22
	4G/5G	54,2	45,9	1,40 (0,59-3,30)	
	5G/5G	8,3	24,2	0,28 (0,06-1,27)	
F5 G1691A	G/G	95,8	97,2	0,66 (0,09-4,91)	0,68
	G/A+AA*	4,2	2,8	1,51 (0,20-11,26)	
F2 G20210A	G/G	91,7	97,9	0,24 (0,06-1,03)	0,11
	G/A+A/A*	8,3	2,1	4,17 (0,97-17,88)	
BDKRB Ins/Del	I/I	33,3	29,6	1,19 (0,48-2,96)	0,23
	I/D	62,5	52,5	1,51 (0,62-3,65)	
	D/D	4,2	17,9	0,20 (0,03-1,54)	

\* Доминантная модель наследования

Статистически значимые различия в распределении частот генотипов между спортсменами и контрольной группой также выявлены для полиморфных вариантов гена *MTHFR*. Частота встречаемости благоприятного для сердечно-сосудистой системы генотипа А/А полиморфного варианта А1298С гена *MTHFR* в группе спортсменов составила 66,7%, что статистически значительно выше, чем в контрольной группе, где частота данного генотипа составила 45,1% (ОШ=2,44; 95% ДИ 1,04-5,70; P=0,03). В то же время в группе спортсменов установлена более высокая частота встречаемости неблагоприятного для сердечно-сосудистой

системы генотипа T/T полиморфного варианта C677T гена MTHFR (ОШ=2,61; 95%ДИ 1,06-6,40; P=0,03).

При анализе полиморфных вариантов 4G/5G гена PAI и Ins/Del гена BDKRB в группе спортсменов наблюдалось преимущественное снижение процента носителей благоприятных для сердечно-сосудистой системы генотипов 5G/5G и D/D соответственно за счет увеличения носителей гетерозиготных и гомозиготных генотипов по неблагоприятным аллелям. Совершенно неожиданно для нас была выявлена тенденция к более высокой частоте встречаемости в группе спортсменов пожарно-спасательного спорта таких неблагоприятных вариантов, как мутация Лейдена (F5 G1691A) и гена протромбина (F2 G20210A). Также группа спортсменов характеризовалась статистически значимой более высокой частотой встречаемости неблагоприятных для сердечно-сосудистой системы генотипов G/T и T/T гена eNOS (ОШ=1,91; 95%ДИ 0,65-5,60, P=0,02).

Полученные нами результаты согласуются с работами российских авторов, которые также установили, что частоты встречаемости протромбиновой мутации (F2 G20210A), мутации Лейдена (F5 G1691A), а также неблагоприятного варианта полиморфизма C677T гена MTHFR у спортсменов были выше, чем у людей, не занимающихся спортом профессионально [12, 13]. Исключение составили спортсмены силовых видов спорта, для которых были выявлены более низкие частоты встречаемости исследованных вариантов генов, ассоциированных с тромбофилией, что вероятно связано с особенно неблагоприятным их влиянием в этой группе атлетов (тяжелая атлетика, пауэрлифтинг) в сочетании с характерным для данных видов спорта бинтованием, сгонкой веса, использованием фармакологических стимуляторов и небольшим объемом аэробных тренировок [12–14]. Можно предположить, что для игровых видов спорта, видов спорта с преимущественным проявлением выносливости и комбинированных видов спорта, к которым относится и пожарно-спасательный спорт, наличие неблагоприятных вариантов по данным полиморфизмам не является лимитирующим фактором для прогресса спортивных результатов.

Также стоит отметить, что в исследованной нами выборке спортсменов пожарно-спасательного спорта не выявлено ни одного носителя неблагоприятного варианта T/T гена AMPD1, который кодирует аденозинмонофосфат-дезаминазу 1, специфичный для скелетных мышц белок, участвующий в регуляции энергетических процессов и обеспечивающий ресинтез АТФ при мышечном утомлении. Вследствие замены цитозина на тимин в позиции 34, синтезируется укороченный белок, лишенный каталитической активности. Индивидуумы, имеющие пониженную активность данного фермента, зачастую характеризуются слабостью, быстрой утомляемостью или мышечными судорогами даже после средней по интенсивности физической нагрузки.

Результаты генотипирования были переданы врачам команды для фармакологической корректировки эффектов неблагоприятных вариантов генов.

*Анализ ассоциации исследуемых вариантов генов с метаболическими показателями физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов*

В таблице 2 представлены метаболические показатели физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов пожарно-спасательного спорта с различными генотипами (в таблице представлены данные для тех вариантов генов, для которых обнаружены статистически значимые различия или различия на уровне тенденции).

Для спортсменов пожарно-спасательного спорта с генотипом R/R гена ACTN3 установлены более высокие значения такого показателя, как анаэробный фонд (совокупность анаэробного креатинфосфатного и гликолитического источников энергопродукции) по сравнению с носителями вариантов R/X и X/X (138,0%, 119,3% и 120,9% соответственно; p=0,025). В частности, выявлено более высокое содержание креатина (44,4% против 34,4% и 36,3% у обладателей

генотипов **R/X** и **X/X**;  $p=0,043$ ) и лактата (**12,0** мМоль/л против **11,3** мМоль/л и **10,0** мМоль/л соответственно;  $p=0,086$ ).

Полученные результаты согласуются с данными об ассоциации генотипа **R/R** гена **ACTN3** с предрасположенностью к физическим нагрузкам скоростно-силового характера [15]. Известно, что у носителей варианта **R/R** в отличие от обладателей варианта **X/X** присутствует миофибрилярный белок альфа-актинин-3, который стабилизирует сократительный аппарат мышечного волокна и способствует синтезу белых, быстросокращающихся мышечных волокон, более богатых креатинфосфатом. Белые мышечные волокна с умеренным содержанием капилляров снабжаются энергией преимущественно анаэробно, что объясняет наблюдаемые высокие значения показателей, характеризующих бескислородное энергообеспечение.

Установлены статистически значимые более высокие показатели аэробной работоспособности (аэробная мощность, аэробный индекс, максимальное потребление кислорода) спортсменов пожарно-спасательного спорта с генотипом **A/A** гена **MTHFR** и **Val/Val** гена **UCP2** по сравнению с носителями альтернативных вариантов соответствующих генов (таблица 2). Также для обладателей варианта **A/A** гена **MTHFR** выявлены более высокие значения частоты сердечных сокращений на пороге анаэробного обмена (**157,7** уд/мин против **154,9** уд/мин и **149,8** уд/мин у носителей генотипов **C/A** и **C/C**;  $p=0,044$ ).

Таблица 2 - Показатели функционального состояния высококвалифицированных спортсменов пожарно-спасательного спорта с различными генотипами

Показатели	Группы спортсменов с различными полиморфными вариантами генов			
	<i>R/R ACTN3</i>	<i>R/X ACTN3</i>	<i>X/X ACTN3</i>	<i>P</i>
<i>n</i>	10	10	4	
Креат. (%)	44,4 (39,1;56,2)	34,4 (29,1;41,7)	36,3 (34,4;41,6)	0,043
Лактат (мМоль/л)	12,0 (10,4;13,8)	11,3 (10,5;13,0)	10,0 (8,65;10,4)	0,086
Анаэр. ф. (%)	138,0 (127,5; 154,3)	119,3 (109,9;130,1)	120,9 (117,8;129,6)	0,025
	<i>G/G MB</i>	<i>G/A MB</i>	<i>A/A MB</i>	
<i>n</i>	7	11	6	
ЧСС ПАНО (уд/мин)	154,3 (151,9; 155,8)	156,4 (150,2;158,4)	159,8 (156,5;160,5)	0,076
	<i>A/A MTHFR</i>	<i>A/C MTHFR</i>	<i>C/C MTHFR</i>	
<i>n</i>	16	6	2	
Аэроб. м. (%)	46,15 (45,1; 47,9)	41,95 (39,3; 43,8)	40,75 (39,6; 41,9)	0,014
ЧСС ПАНО (уд/мин)	157,7 (155,8; 160,2)	154,9 (147,9; 156,4)	149,8 (149,4;150,2)	0,044
Аэроб. и. (%)	27,1 (25,8; 29,2)	22,65 (18,0; 24,7)	23,1 (19,2; 27,0)	0,035
МПК (мл*мин <sup>-1</sup> *кг <sup>-1</sup> )	55,35 (54,2; 57,6)	50,35 (47,2; 52,5)	48,85 (47,5; 50,2)	0,013
	<i>Val/Val UCP2</i>	<i>Val/Ala UCP2</i>	<i>Ala/Ala UCP2</i>	
<i>n</i>	6	10	8	
Аэроб. м. (%)	47,9 (46,1; 48,3)	45,5 (43,8; 46,6)	42,7 (39,8; 45,6)	0,035
Аэроб. и. (%)	28,5 (27,1; 29,9)	26,6 (24,9; 27,2)	23,7 (20,1; 26,5)	0,040
МПК (мл*мин <sup>-1</sup> *кг <sup>-1</sup> )	57,5 (55,3;57,9)	54,6 (52,5;55,9)	51,3 (47,8;54,7)	0,041
ЧСС ПАНО (уд/мин)	154,4 (149,9;157,1)	156,5 (154,3;159,9)	160,1 (156,2;160,6)	0,064
	<i>C/C VEGF</i>	<i>G/C VEGF</i>	<i>G/G VEGF</i>	
<i>n</i>	5	9	10	
Аэроб. м. (%)	43,8 (41,9; 44,4)	47,5 (46,1; 48,3)	44,9 (41,9; 46,0)	0,049
ЧСС ПАНО (уд/мин)	154,3 (150,2; 156,4)	159,7(156,5;160,6)	155,5 (151,9;157,3)	0,032
Аэроб. и. (%)	26,2 (22,6; 26,3)	28,8 (27,1; 29,6)	25,0 (22,7; 27,1)	0,081
МПК (мл*мин <sup>-1</sup> *кг <sup>-1</sup> )	52,5 (50,2; 53,3)	56,9 (55,3; 57,9)	53,9 (50,3; 55,3)	0,048
Примечание: <i>n</i> – количество человек, <i>Me</i> (25%; 75%).				

Вклад полиморфизма **A/C** гена **MTHFR** в спортивную успешность, как и механизм его действия, до настоящего времени слабо изучены, в то время как полиморфный вариант **Ala55Val** гена **UCP2** изучен довольно хорошо в связи с тем, что его ассоциируют с развитием таких заболеваний, как диабет, ожирение и др.

Известно, что для обладателей аллеля **55Val** характерна более высокая метаболическая эффективность мышечной деятельности и пониженный расход энергии в покое, т.е. более экономичный режим работы [16]. Полученные нами результаты подтверждают данные о том, что генотип **Val/Val** гена *UCP2* вносит существенный вклад в аэробную работоспособность организма.

Интересные результаты были получены при исследовании полиморфного варианта **-634G/C** гена *VEGF*. На основании литературных данных [10, 11] и полученных нами результатов генотипирования спортсменов пожарно-спасательного спорта (таблица 1) благоприятным для спорта является генотип **C/C**. Логично предположить, что спортсмены с вариантом **C/C** гена *VEGF* должны характеризоваться более высокими показателями аэробной работоспособности, тем не менее более высокие показатели аэробной работоспособности выявлены у спортсменов с генотипом **G/C**.

*Анализ экспрессии генов HIF1A, MTHFR и UCP2 у спортсменов пожарно-спасательного спорта.*

Выбор генов *HIF1A*, *MTHFR* и *UCP2* для анализа экспрессии обусловлен тем, что продукты, кодируемые этими генами, вносящие большой вклад в адаптацию спортсменов к интенсивным физическим нагрузкам, экспрессируются в лейкоцитах крови, которая является более доступным биологическим материалом, а забор материала менее болезненным по сравнению с биопсией мышечной ткани. Кроме того, клетки крови – это первые клетки после клеток легочной ткани, которые испытывают гипоксию. Согласно исследованию австрийских авторов профили экспрессии генов в крови коррелирует с экспрессией этих же генов в мышечной ткани [17].

Анализ активности работы исследуемых генов у спортсменов пожарно-спасательного спорта выявил, что в соревновательном периоде (период с более интенсивной физической нагрузкой) экспрессия генов *UCP2* и *MTHFR* (**0,94±0,08** и **0,44±0,07** усл. ед. соответственно) статистически достоверно выше по сравнению с их активностью на этапе базовой общефизической подготовки (**0,70±0,04** и **0,22±0,03** усл. ед. соответственно) (рисунок 1). Для гена *HIF1A* статистически достоверных различий в активности генов на различных этапах подготовки выявлено не было.

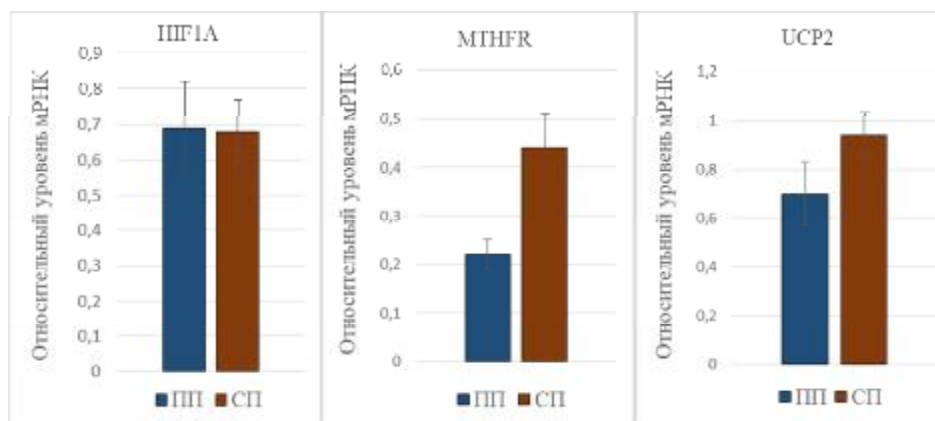


Рисунок 1 – Среднегрупповые уровни мРНК генов *HIF1A*, *MTHFR* и *UCP2* в соревновательный (СП) и подготовительный периоды (ПП) тренировочного цикла

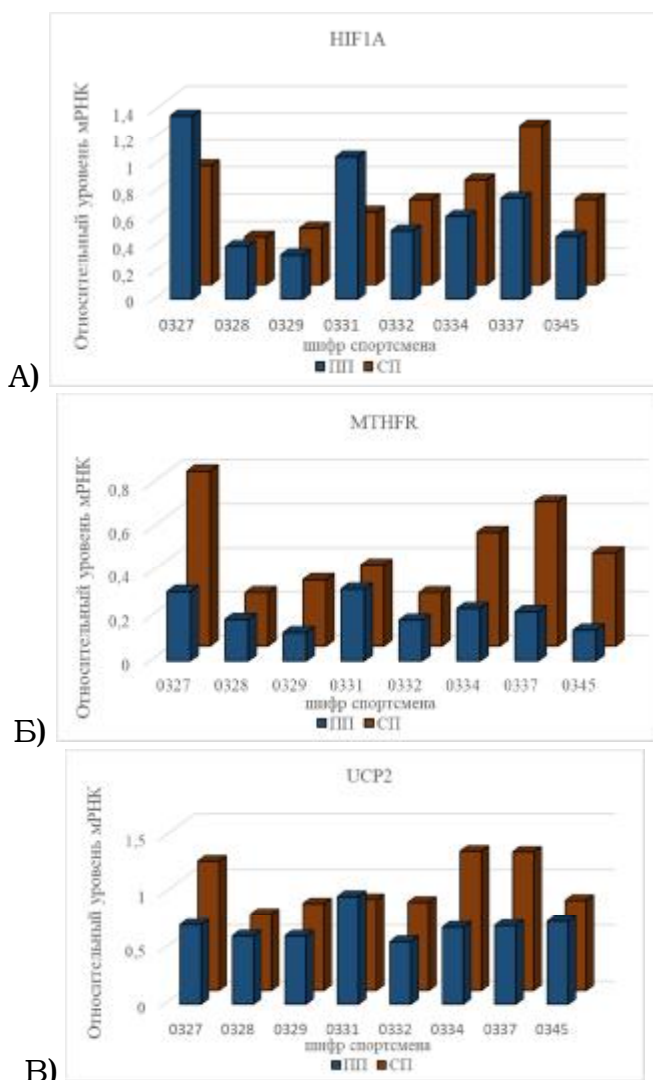
Сравнение активности генов с показателями физической работоспособности спортсменов позволило выявить положительную корреляцию уровней экспрессии генов *MTHFR* и *UCP2* в период базовой подготовки с емкостью анаэробно-гликолитического механизма энергообеспечения (**r=0,79** и **r=0,83** соответственно), а также корреляцию экспрессии гена *UCP2* с максимальным потреблением кислорода (МПК) (**r=0,71**), общей метаболической мощностью (**r=0,76**) и концентрацией

лактата в крови ( $r=0,92$ ). Для гена **HIF1A** статистически достоверных корреляций с метаболическими показателями физической работоспособности спортсменов выявлено не было.

Таким образом, более высокая активность генов **MTHFR** и **UCP2** соответствует более высоким значениям таких показателей, как выносливость, мощность и способность противостоять утомлению. Полученные нами результаты о том, что в соревновательном периоде экспрессия генов **UCP2** и **MTHFR** статистически значительно выше по сравнению с этапом базовой общефизической подготовки спортсменов, являются вполне логичными и свидетельствуют об активации систем энергообеспечения необходимых для выполнения упражнения.

В то же время нами выявлена значительная индивидуальная вариабельность в активности генов **UCP2**, **MTHFR** и **HIF1A** в соревновательном периоде и в период базовой общефизической подготовки (рисунок 2) – на нагрузки одинакового объема и интенсивности спортсмены реагируют по-разному, и процессы, обеспечивающие адаптацию к выполняемой физической нагрузке, запускаются с разной степенью эффективности.

Таким образом, определение динамики экспрессии генов **MTHFR** и **UCP2** в ответ на физические нагрузки является высоко информативным показателем уровня тренированности каждого конкретного спортсмена, что необходимо учитывать при подготовке профессиональных атлетов.



А) *HIF1A* Б) *MTHFR* В) *UCP2* в группе спортсменов в соревновательном периоде (СП) и в период базовой общефизической подготовки (ПП)

Рисунок 2 – Уровни мРНК генов

### Заключение

При сопоставлении результатов молекулярно-генетических исследований с метаболическими показателями физической работоспособности, полученных с помощью системы многофакторной экспресс-диагностики (Д-тест), было показано, что варианты А/А гена *MTHFR*, Val/Val гена *UCP2*, G/C гена *VEGF* ассоциированы с показателями аэробной работоспособности, в то время как вариант R/R гена *ACTN3* ассоциирован с высокой анаэробной работоспособностью. Кроме того, уровень экспрессии гена *UCP2* положительно коррелирует с максимальным потреблением кислорода, общей метаболической мощностью, ожидаемым максимумом лактата и емкостью анаэробно-гликолитического энергообеспечения. Для гена *MTHFR* установлена положительная корреляция уровня его активности с емкостью анаэробно-гликолитического энергообеспечения.

Таким образом, результаты, полученные с помощью методов молекулярно-генетических исследований, коррелируют с результатами системы многофакторной экспресс-диагностики, что подтверждает эффективность прогнозирования реакции организма на физическую нагрузку на основании результатов генотипирования и анализа характера изменений экспрессии генов.

### Список использованных источников

1. Bray, M.S. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update / M.S. Bray, J.M. Hagberg, L. Pérusse, T. Rankinen, S.M. Roth, B. Wolfarth, C. Bouchard // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2009. – Vol. 41. – № 1. – P. 35-73.

2. Моссэ, И.Б. Некоторые аспекты ассоциации генов с высокими спортивными достижениями / И. Б. Моссэ, А. В. Кильчевский, Л. А. Кундас, А. Л. Гончар, С. Л. Минин, К. В. Жур // Вавилонский журнал генетики и селекции. – 2017. – Vol. 21. – № 3. – С. 296-303.

3. Rigat, B. PCR detection of the insertion/deletion polymorphism of the human angiotensin converting enzyme gene (DCP1) (dipeptidyl carboxypeptidase 1) / B. Rigat, C. Hubert, P. Corvol, F. Soubrier // *Nucleic Acids Res.* – 1992. – Vol. 20, № 6. – P. 1433.

4. Zempo, H. Age Differences in the Relation Between *ACTN3* R577X Polymorphism and Thigh-Muscle Cross-Sectional Area in Women / H. Zempo, K. Tanabe, H. Murakami, M. Iemitsu, S. Maeda, S. Kuno // *Genet. Test. Mol. Biomark.* – 2011. – Vol. 15. – № 9. – P. 639-643.

5. Wang, P. No association between alleles of the bradykinin receptor-B2 gene and acute mountain sickness / P. Wang, M.S. Koehle, J.L. Rupert // *Exp. Biol. Med.* – 2010. – Vol. 235. – № 6. – P. 737-740.

6. Душанин С. А. Методические рекомендации Министерства здравоохранения УССР «Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и оперативном врачебно-педагогическом контроле» / Душанин С. А., Береговой Ю. В., Цветкова О. А. – Киев: 1986. – 23 с.

7. Watson, C.J. Identification of polymorphisms within the vascular endothelial growth factor (VEGF) gene: correlation with variation in VEGF protein production / C.J. Watson, N.J. Webb, M.J. Bottomley, P.E. Brenchley // *Cytokine.* – 2000. – Vol. 12. – № 8. – P. 1232-1235.

8. Wilting, J. In vivo effects of vascular endothelial growth factor on the chicken chorioallantoic membrane / J. Wilting, B. Christ, M. Bokeloh, H.A. Weich // *Cell Tissue Res.* – 1993. – Vol. 274. – № 1. – P. 163-172.

9. Gustafsson, T. Exercise-induced expression of angiogenesis-related transcription and growth factors in human skeletal muscle / T. Gustafsson, A. Puntschart, L. Kaijser, E. Jansson, C. J. Sundberg // *Am. J. Physiol.* – 1999. – Vol. 276. – № 2. – P. 679-685.

10. Prior, S.J. DNA sequence variation in the promoter region of the VEGF gene impacts VEGF gene expression and maximal oxygen consumption / S.J. Prior, J.M. Hagberg, C.M. Paton, L.W. Douglass, M.D. Brown, J.C. McLenithan, S.M. Roth // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* – 2006. – Vol. 290. – № 5. – P. 1848-1855.

11. Ахметов, И. И. Генетические маркеры предрасположенности к занятиям футболом / И. И. Ахметов, А. М. Дружеская, В.А. Рогозкин, И.А. Можайская, А.М. Хакимуллина // Ученые Записки Университета Лесгафта. – 2007. – Vol. 11. – С. 5-10.

12. Пушкарев, В.П. Исследование влияния генетических вариаций, ассоциированных с тромбофилией, на спортивную успешность / В.П. Пушкарев, Д.А. Дятлов, Е.В. Леконцев, Л.В. Рахманина, Е.Д. Пушкарев, В.Ю. Вишнев, Л.М. Куликов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. – № 12. – P. 23-28.

13. Дятлов Д.А. Частоты встречаемости генетических вариаций, связанных с тромбофилией, у спортсменов разных видов спорта / Дятлов Д.А. // «Актуальные проблемы генетики и молекулярной биологии», материалы научных докладов участников всероссийской молодежной конференции в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». – Уфа, Россия, 24-28 сентября 2012. – 2012. – Vol. 1. № 1. – С. 129-132.



14. Womack, C.J. Exercise-induced changes in coagulation and fibrinolysis in healthy populations and patients with cardiovascular disease / C.J. Womack, P.R. Nagelkirk, A.M. Coughlin // Sports Med. Auckl. NZ. – 2003. – Vol. 33. – № 11. – P. 795-807.

15. Ахметов И.И. Молекулярная генетика спорта: монография / Ахметов И.И. – Москва : Советский спорт, 2009. – 268 p.

16. Nasibulina, E.S. Polymorphysm Association Ala55Val of UCP2 Gene with Predisposition for Team Sports / E.S. Nasibulina, L.D. Mustafina, I.I. Akhmetova // Eur. Res. Ser. A. – 2012. – № 6-2 (24). – P. 968-969.

17. Zeibig J. Do blood cells mimic gene expression profile alterations known to occur in muscular adaptation to endurance training? / J. Zeibig, H. Karlic, A. Lohninger, R. Damsgaard, G. Smekal // Eur. J. Appl. Physiol. – 2005. – Vol. 95. – № 1. – P. 96-104.

01.10.2017

УДК 796.012.37:612

## **О НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ЭКГ У СПОРТСМЕНОВ-ЛЕГКОАТЛЕТОВ**

**Д. Н. Котко, д-р мед. наук, доцент,**

**Н. А. Гончарук,**

**А. М. Путро, канд. биол. наук, доцент,**

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины

### *Аннотация*

*Проведен анализ электрокардиографических данных у 53 спортсменов-легкоатлетов различных групп квалификации. Сравнение данных ЭКГ у легкоатлетов различных групп показало, что с увеличением квалификации спортсменов и продолжительности их спортивной деятельности чаще наблюдаются и становятся более выраженными изменения ЭКГ, свидетельствующие о нарушении функции сократимости миокарда. Также чаще выявляется гипертрофия левого желудочка. Вышеуказанные изменения подлежат обязательному медицинскому анализу с использованием современной аппаратуры – необходим тщательный медицинский мониторинг с целью сохранения здоровья спортсменов.*

## **ABOUT SOME TRACK-AND-FIELD ATHLETES' ECG VARIATION**

### *Abstract*

*The analysis of electrocardiographic data of 53 track-and-field athletes of different qualification groups was carried out. Comparison of ECG data of different groups' athletes showed that with the increase of the athletes's qualifications and the duration of their sports activities, changes in ECG are getting more observable and expressed, that indicate disorders of myocardial contractility function. Also, hypertrophy of the left ventricle is more often revealed. The abovesaid changes are subject to mandatory medical analysis using modern equipment to carry out careful medical monitoring for the purpose of preserving health of athletes.*

### *Введение*

Сердечно-сосудистая система – одна из ведущих систем организма в обеспечении высокой работоспособности спортсменов. Перенапряжение сердечно-сосудистой системы сопровождается серьезными нарушениями обмена веществ в кардиомиоцитах, что приводит к расстройствам как в самой системе, так и в организме спортсмена в целом [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11]. Под влиянием значительных физических и психоэмоциональных нагрузок почти у каждого спортсмена в сердце возникают изменения, о которых свидетельствуют отклонения показателей его функционирования от нормальных величин [3,7,10,11]. Проблема «спортивного сердца» продолжает занимать многих ученых всего мира и в настоящее время. Выделяют два варианта

«спортивного сердца» – физиологический и патологический, то есть сердце более работоспособное в результате систематических и адекватных тренировок и сердце, патологически измененное, с пониженной трудоспособностью в результате чрезмерных напряжений спортивного характера [5, 8, 11].

Для профилактики патологических состояний, включая правильный подбор тренировочных нагрузок, необходим всесторонний контроль функционирования системы кровообращения спортсменов [9, 10, 11]. Устойчивое увеличение сердечного выброса в течение длительного времени при чрезмерной физической нагрузке связано со структурными и функциональными изменениями в сердце спортсмена и, следовательно, приводит к изменениям ЭКГ [9, 10, 11].

С точки зрения кардиолога, который работает со спортсменами, каждая вторая ЭКГ спортсмена может считаться патологической. Количество спортсменов, которые имеют абсолютно нормальную ЭКГ покоя, сравнительно небольшое – 27% [10]. Среди них не отмечено изменений ЭКГ в процессе нагрузочного тестирования. Следует отметить, что частота нарушений ЭКГ различна у спортсменов различных групп двигательной деятельности, возраста и пола. В последние годы обращает на себя внимание увеличение частоты нарушений ритма сердца, видимо, в связи с увеличением стрессорных нагрузок в тренировках и увеличением объема соревновательных нагрузок [9, 10, 11].

Среди частых изменений на ЭКГ в случае «спортивного сердца» встречаются признаки гипертрофии левого желудочка [5, 8], гипертрофии правого желудочка [11], отклонение оси сердца.

Из нарушений внутрижелудочковой проводимости для спортсменов характерно замедление проведения электрического импульса.

Физиологическая гипертрофия желудочков характеризуется увеличением абсолютной толщины стенок и размеров полостей сердца [5, 11]. На электрокардиограмме появляются признаки, характерные для гипертрофии левого и (или) правого желудочков сердца, определяются в стандартных, грудных отведениях электрокардиограммы и усиленных отведениях от конечностей. Чаще всего гипертрофия желудочков у тренированных спортсменов проявляется в виде повышения амплитуды комплекса QRS [5, 8], а также увеличения амплитуды зубца R в левых грудных отведениях и зубца S в правых отведениях, смещения электрической оси сердца влево [11].

Нередко в спорте встречаются изменения конечной части желудочкового комплекса, которые не укладываются в традиционные трактовки. Картина ЭКГ у спортсменов может носить достаточно непредсказуемый характер, имитируя различные патологические процессы, вплоть до острой ишемии миокарда. К таким изменениям относятся частые изменения зубца T, а также элевация сегмента ST.

#### *Методика исследования*

Для оценки изменений ЭКГ без учета специализации спортсмена изучались результаты изменений ЭКГ у 53 спортсменов.

Проведен анализ изменений ЭКГ у легкоатлетов различных групп специализации:

- 1-я группа (15 легкоатлетов) – спортсмены на этапе специализированной базовой подготовки.

- 2-я группа (28 легкоатлетов) – спортсмены на этапе подготовки к высшим спортивным достижениям.

- 3-я группа (10 легкоатлетов) – спортсмены на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей.

Контрольная группа (юноши и девушки в возрасте 18–21 года, не занимающиеся регулярно спортом) для ЭКГ – исследований.

Запись электрокардиограммы проводили в утренние часы, в положении лежа, в условиях основного обмена, в помещении с температурой 22°C.

Для записи ЭКГ использовали прибор «Кардио+». Запись проводили при стандартном вольтаже (1 мВ = 10 мм). ЭКГ регистрировали в следующих отведениях – I, II и III стандартные отведения по Эйнтховену, aVR, aVL, aVF по Гольдбергеру и 6 грудных отведений (V1, V2, V3, V4, V5, V6).

По данным ЭКГ проводили:

1. Анализ функции проводимости.

2. Определение поворотов оси сердца вокруг переднезадней продольной и поперечной осей (определение положения электрической оси сердца во фронтальной плоскости, определение поворотов сердца вокруг продольной оси, определение поворотов сердца вокруг поперечной оси).

3. Анализ желудочкового комплекса (амплитуда, продолжительность комплекса **QRST**, анализ отрезка и сегмента **ST**, анализ зубца **T**, анализ интервала **QT**).

Оценка результатов проведенных исследований проводилась путем качественной и количественной оценки выявленных изменений с помощью метода определения средней арифметической и статистической ошибки.

#### *Результаты исследований*

При изучении положения электрической оси сердца во фронтальной плоскости было обнаружено, что у **8** человек из **49** обследованных ось сердца отклонена вправо. Угол  $\alpha$  составлял соответственно **+92°, 90°, 85°, 92°, 90°, 91°, 105°, 88°**. Известно, что ось сердца не отклонена, если угол  $\alpha$  составляет от **-14°** до **+83°** (нормальный тип ЭКГ). Ось сердца отклонена вправо, если угол  $\alpha$  от **+84°** до **+180°** (правый тип ЭКГ). Если угол  $\alpha$  от **-14°** до **-90°** – ось сердца отклонена влево (левый тип ЭКГ).

У остальных обследованных (**41** человек) наблюдался нормальный тип ЭКГ. Однако, эта группа была неоднородной. Из **22**-х человек этой группы (угол  $\alpha$  в этой подгруппе был в пределах от **+60°** до **+83°**) **R<sub>I</sub>** был меньше **R<sub>III</sub>**, то есть отмечалась тенденция к отклонению оси сердца вправо. Во второй подгруппе (**19** человек угол  $\alpha$  колебался от **+15°** до **+59°**) **R<sub>I</sub>** был больше **R<sub>III</sub>** – отсутствовала тенденция к отклонению оси сердца. Положение сердца относительно продольной оси сердца было нормальным в **17** обследованных, переходная зона на ЭКГ у них определялась в **V<sub>2</sub> – V<sub>3</sub>**. У **32** обследованных переходная зона была смещена в **V<sub>4</sub> – V<sub>5</sub>**, то есть отмечался поворот оси сердца вправо.

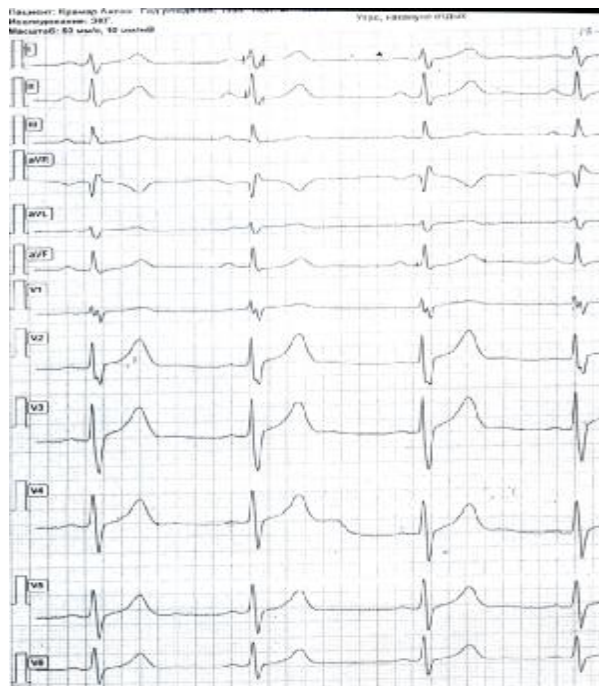
Относительно поворотов сердца вокруг поперечной оси можно сказать следующее. У **31** обследованного позиция сердца вертикальная, в том числе у **14** человек верхушка сердца смещена кзади. Из **15**-ти обследованных позиция полувертикальная, в том числе у **5** человек верхушка смещена вперед. У **3** обследованных позиция сердца промежуточная со смещением верхушки кзади.

Довольно часто (примерно в **80%**), а именно в **39** из **49** обследованных, отмечаются признаки гипертрофии левого желудочка.

У **8** обследованных предполагалось наличие гипертрофии правого желудочка.

Анализ комплекса **QRST** обнаружил ряд изменений у обследуемых. У **16** человек отмечались нарушения проводимости правой ножки пучка Гиса (обследованный К.А., рисунок 1).

У **37** обследованных (примерно **75%**) имеются различные изменения зубцов **R** и **T**. Отмечаются снижение или увеличение зубца **R** в большинстве отведений как в стандартных, так и в грудных отведениях (высокий остроконечный зубец **T**, снижение амплитуды зубца **T**. Эти изменения сопровождались признаками различных нарушений проводимости по желудочкам (зазубренность, расщепление зубцов **R** и **S**). В среднем амплитуда зубца **T** составляет **9,1 ± 3,6** мм (при надлежащем значении не выше **6** мм), превышает норму.



Ритм синусовый, правильный – 67 уд./минуту. Миграция источника ритма внутри пазухи предсердного узла. Ось не отклонена (угол альфа = +74°, тенденция к отклонению оси сердца вправо –  $R_{III} > R_I$ ). Положение относительно продольной оси сердца в норме (переходная зона V<sub>3</sub>). Позиция полувертикальная. Нарушение внутрижелудочковой проводимости правой ножки пучка Гиса (типа Вильсона).

Рисунок 1 – Нарушение проводимости правой ножкой пучка Гиса

Увеличение амплитуды зубца Т по отношению к норме сопровождалось подъемом  $ST \geq 2$  мм в большинстве отводов. Изменения зубца Т в сочетании с положением ST достаточно сложно интерпретировать как «изменения у спортсмена». Они очень напоминают изменения при недостаточности кровоснабжения миокарда. Не исключено, что гипертрофия миокарда увеличивает его биопотенциал и меняет зубцы R и Т с одной стороны, а с другой – увеличение массы миокарда приводит к недостаточности его кровоснабжения. Об этом свидетельствует форма зубца Т. Они у обследуемых высокие и заостренные. Об этом же свидетельствует положение сегмента ST. Интервал Q-электрокардиограммы (электромеханическая систола) в определенной степени отражает состояние сократимости миокарда. Увеличение разницы между продолжительностью Q-фактической и Q-должной для данной частоты сердечных сокращений и пола обследуемых свидетельствует об увеличении продолжительности сердечного сокращения. Это может быть обусловлено либо увеличением массы миокарда, или ухудшением его сократительности. В отношении этих выявленных нами изменений в литературе также есть аналогичные данные [4, 5, 6, 9].

Отражением улучшения сократительной способности миокарда является уменьшение Q-фактического по сравнению с Q-должным. У 8 обследуемых Q-фактическая превышала Q-надлежащую. Эти обследуемые были явные признаки гипертрофии левого желудочка. Можно считать, что именно гипертрофия левого желудочка увеличила время его электромеханической систолы у этих испытуемых. Однако происхождение вышеуказанных изменений комплекса QRST требует уточнения. В среднем у обследованных QT составляет  $0,39 \pm 0,15$  с (при надлежащем значении  $0,38$ ).

При изучении положения оси сердца во фронтальной плоскости обнаружено, что тенденция к ее отклонению вправо у обследованных 2-й и 3-й группы была более выраженной: средняя величина угла альфа в 1-й группе была меньше, чем во второй – соответственно 59,6°, 80,8° и 67°. Частота отклонения оси сердца существенно не отличалась в группах и составляла примерно в первой – 10%, во второй – 20%, в третьей – 25% (у 1-го обследованного 1-й группы и 3 обследованных 2-й группы, у 4 обследованных 3-й группы).

При изучении поворота сердца относительно продольной оси выявлено, что в 1-й группе у 2 из 15 обследованных был выявлен поворот сердца вокруг продольной оси, а в 3-й группе у 7 из 10.

При изучении поворотов сердца относительно поперечной оси существенных различий в обследованных обеих группах не выявлено. У 1-го обследованного 1-й группы и у 2-го обследованного 2-й группы и 1-го обследованного 3-й группы отмечалась промежуточная позиция сердца, у остальных обследованных – вертикальная и полувертикальная позиция (примерно в одинаковом соотношении в обеих группах).

Анализ желудочкового комплекса **QRS** выявил различные нарушения (деформацию зубцов) у 50% обследованных 1-й группы, у 90% обследованных 2-й группы и 95% обследованных 3-й группы. Выявлены нарушения внутрижелудочковой проводимости правой ножки пучка Гиса. Блокада правой ножки пучка Гиса присутствовала у одного обследованного 1-й группы, у 8 обследованных 2-й группы и 8 обследованных – 3-й группы.

Надо отметить более значимые изменения сегмента **ST** и большую частоту их выявления у обследованных 2-й и 3-й групп. Так, в 1-й группе отмечался подъем сегмента **ST** над изолинией на 1,3 мм, а во 2-й группе этот подъем был равен 2,35 мм, что значительно выше, чем в 1-й группе, в 3-й группе он составил 3,2 мм. Подъем сегмента **ST** над изолинией более чем на 1 мм в 1-й группе отмечался у 3 обследованных (30%), во 2-й группе – у 14 из 18 обследованных (примерно 81,2%), в 3-й группе – у 77,7%.

Анализ зубца **T** обнаружил увеличение амплитуды зубца **T** в 3 из 11 обследованных (30%) 1-й группы и у 14 (82,3%) из 18 обследованных 2-й группы, а также в 16 из 20 обследованных 3 группы (80%). Увеличение амплитуды зубца **T** в обследованных 2-й и 3-й группах было более существенным, чем у обследованных 1-й группы. В 1-й группе амплитуда зубца **T** в среднем составила  $8,3 \pm 5,6$  мм, а во 2-й группе –  $9,7 \pm 3,5$  мм, в 3-й группе –  $9,4 \pm 3,4$ . Такие изменения зубца **T** можно объяснить рабочей гипертрофией желудочков сердца спортсменов. Однако, к сожалению, форма зубцов во всех случаях их увеличения свидетельствует о вероятности наличия недостаточности кровоснабжения миокарда. И в этом отношении спортсмены 2-й и 3-й группы находятся в худших условиях по сравнению с обследованными 1-й группы. Об этом также свидетельствует наличие у большинства спортсменов 2-й и 3-й группы отрицательного зубца **T** на ЭКГ.

Во 2-й и 3-й группе на ЭКГ чаще, чем в 1-й группе выявлялись признаки гипертрофии левого желудочка: в 1-й группе у 4 обследованных с 11 (38%), во 2-й группе – у 9 обследованных с 18 (53%), аналогично в 3-й группе.

Длительность интервала **QT** (электромеханическая систола) была более длительной у обследованных обеих групп ( $0,38 \pm 0,033$  с в 1-й группе,  $0,39 \pm 0,033$  с во 2-й группе и  $0,41 \pm 0,02$  с в 3-й группе). Этот факт свидетельствует об увеличении времени сокращения левого желудочка, что, возможно, обусловлено ухудшением сократимости миокарда.

Таким образом, сравнение данных ЭКГ у легкоатлетов различных групп подготовки продемонстрировало следующее: с повышением квалификации спортсменов чаще наблюдаются и становятся более выраженными изменения ЭКГ, свидетельствующие о нарушении функции сократимости миокарда. На наш взгляд, вышеуказанные изменения подлежат обязательному медицинскому анализу с учетом ряда клинических, инструментальных и лабораторных методов обследования, медицинского мониторинга с целью сохранения здоровья спортсменов.

#### *Заключение*

Характерные морфологические изменения сердца, которые определяются у спортсменов – это гипертрофия левого желудочка. На ранних этапах гипертрофия левого желудочка имеет компенсаторный характер, направлена на улучшение сократительной функции миокарда; на поздних стадиях она способствует перегрузке кровью предсердий и желудочков с развитием сердечной недостаточности. Поэтому выявление первых признаков гипертрофии миокарда у спортсменов требует кардиологического мониторинга с целью своевременной профилактики и реабилитации.

Особый интерес представляет сравнительный анализ изменений ЭКГ у легкоатлетов на различных этапах многолетней подготовки. Показано, что у более квалифицированных спортсменов чаще выявляются изменения ЭКГ и они более существенны. Меняется проводимость желудочков, амплитуда зубца **R**, его форма, полярность. Наблюдается их деформация. Отмечается прямая зависимость выраженности и частоты выявления изменений с повышением квалификации спортсменов. В группе легкоатлетов с более высокой квалификацией (2-я и 3-я группы) на ЭКГ чаще выявляются признаки гипертрофии левого желудочка. Также чаще в этой группе отмечено увеличение амплитуды зубца **T** на электрокардиограмме, что свидетельствует о большей биоэлектрической активности сердца. Однако, форма этих зубцов требует более основательного обследования спортсменов с целью исключения возможности развития недостаточности кровоснабжения миокарда в связи с его гипертрофией.

Увеличение электромеханической систолы у спортсменов требует исключения патологического ухудшения сократимости миокарда.

Естественно, что спортсмены достигают более высокой квалификации в результате длительной работы на уровне пограничных нагрузок, которые приводят к «спортивному сердцу». Однако на определенном этапе дальнейшая гипертрофия левого желудочка может привести к декомпенсации. «Спортивное сердце» требует дальнейшего изучения современными методами исследования. Поэтому профессиональные спортсмены подлежат тщательному медицинскому контролю, особенно по мере увеличения продолжительности их работы и квалификации.

#### *Выводы*

1. При изучении положения сердца во фронтальной плоскости выявлена тенденция к отклонению оси сердца вправо, что может косвенно свидетельствовать о ранних признаках гипертрофии миокарда левого желудочка. Частота выявленных изменений возрастала у спортсменов на этапе подготовки к высшим спортивным достижениям по сравнению со спортсменами на этапе специализированной базовой подготовки.

2. Изучение желудочкового комплекса выявило различные изменения: нарушение проводимости, часто по типу блокады правой ножки пучка Гиса. Зубцы желудочкового комплекса нередко деформированы, увеличены в размерах. Иногда меняется полярность зубца **T**. Его остроконечная форма может свидетельствовать о начальных (скрытых) признаках нарушения коронарного кровообращения.

3. Увеличение продолжительности интервала **QT** (электромеханической систолы) является признаком, который требует настороженности относительно ухудшения сократительной функции миокарда левого желудочка.

#### *Список использованных источников*

1. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский // М.: Советский спорт. – 2005. – 348 с.
2. Белоцерковский З.Б. Электрическая активность сердца и физическая работоспособность у спортсменов / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина, Г.А. Койдинова // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 1. – С. 12-19.
3. Бутченко В.А. Некоторые варианты синдрома преждевременной реполяризации миокарда желудочков сердца у спортсменов / В.А. Бутченко // Врачебный контроль и восстановительное лечение спортсменов. М.: Медицина. – 1986. – С. 15-19.
4. Земцовский Э.В. Аритмический вариант клинического течения стрессорной кардиомиопатии / Э.В. Земцовский, Е.А. Гаврилова, В.А. Бондарев // Вестник аритмологии. – 2002. – №29. – с. 34-38.
5. Марушко Ю.В. Состояние сердечно-сосудистой системы у спортсменов («спортивное сердце») / Ю.В. Марушко, Т.В. Гишак, В.А. Козловский // Спортивная медицина. – 2008. – № 2. – С. 21 – 42.
6. Тайболина Л.А., Талатынник Е.А. Влияние соревновательной деятельности на топографию электрической активности сердца у спортсменов высокого класса по гребле на байдарках и каноэ // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні

науки. Фізичне виховання та спорт. – ЧНПУ, Чернігів, 15 – 16 жовтня 2015 р. – 2015. 129 (1). – с. 276 – 280.

7. Макарова Г. А. Спортивная медицина / Г.А. Макарова // М.: Сов. Спорт. – 2005. – 480 с.

8. Хрущев С.В. Спортивное сердце / С.В. Хрущев // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. – 2008. – № 2 (25). – С. 55 – 64.

9. Чистякова Ю. С. Фрактальний аналіз серцевого ритму у спортсменів з аномальною електрокардіограмою (дис. канд. мед. наук: 14.01.24) / Ю. С. Чистякова // – К. – 2007. – 178 с.

10. **The prevalence, distribution, and clinical outcomes of electrocardiographic repolarization patterns in male athletes of African/Afro-Caribbean origin** / [M. Papadakis, F. Carre, G. Kervio et al] // Eur. Heart J. – 2011.- Vol. 32, № 18. – P. 2304-2013. V. 313(1). p. 24-32.

11. Viitasalo M.T. Ambulatory electrocardiographic recordings in endurance athletes / M. Viitasalo, R. Kala, A. Eissalo // Br. Heart J. – 1982. – Vol. 47, № 3. – P. 213-220.

16.10.2017

УДК 796.032

### **СРЕДСТВА ФИЗИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ В ПЕРИОД ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ К XXIII ЗИМНИМ ОЛИМПИЙСКИМ ИГРАМ (АНАЛИЗ, НЕКОТОРЫЕ СОБСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)**

**Д. К. Зубовский, канд. мед. наук,**

Белорусский государственный университет физической культуры

*Аннотация*

*В статье произведен краткий обзор и анализ некоторых методов современной физиотерапии в качестве немедикаментозных средств сопровождения тренировочного процесса в преддверии XXIII зимних Олимпийских игр с акцентом на иммуномодулирующий и адаптационно-восстановительный эффекты лечебных физических факторов; приведены результаты собственных исследований*

### **MEANS OF PHYSICAL MEDICINE DURING SPORTSMEN'S PREPARATORY PERIOD TO THE XXIII OLYMPIC WINTER GAMES (ANALYSIS AND SOME IN-HOUSE RESULTS)**

*Abstract*

*The article represents a brief review and analysis of some modern physiotherapy methods as non-drug means of training process' support in the run-up to The XXIII Olympic Winter Games. The attention was emphasized on immunomodulatory and adaptation and recovery effects of therapeutic physical agents. The results of in-house researches were given.*

Современный спорт высших достижений характеризуется сверхинтенсивными психофизическими нагрузками, которым спортсмены могут подвергаться в различных условиях внешней среды. XXIII зимние Олимпийские игры в Пхёнчхане (Республика Корея) состоятся в феврале 2018 г. в относительно комфортных климатических условиях: на высоте 750 метров над уровнем моря при среднесуточной температуре воздуха – минус 5 – 6,0° и влажности около 67 – 70 %. Таким образом, поддержание в этих условиях адекватной неспецифической антистрессорной реакции защитных систем [1] организма элитного спортсмена представляется относительно несложным.

В то же время проведение Игр в течение более чем двух недель при разнице с Минском во времени 6 часов после перелета с запада на восток повышает вероятность выхода организма спортсменов из состояния устойчивого равновесия [2]. Реакции организма спортсмена, находящегося на пике формы, на экстремальные соревновательные воздействия в необычных геоклиматических условиях могут сформироваться не только в виде высокого спортивного результата, но и в виде предболезненных и патологических состояний. По выражению Г.Л. Апанасенко, «...адаптация к экстремальным воздействиям, в том числе и характерным для спорта высоких достижений, всегда сопровождается выраженной «платой» за адаптацию. Компенсаторные механизмы, проявляющиеся в этих случаях, нередко формируются за счет резервов структуры и функции органов и систем, напрямую не связанных с достижением конечного результата» [3]. В результате истощения нейропсихических, нейровегетативных, нейроиммунных и нейроэндокринных механизмов адаптации могут развиваться вторичные психоэмоциональные и иммунные нарушения [4].

Основными средствами профилактики и преодоления этих состояний, возможности сохранения спортивной работоспособности и обеспечения соревновательного



успеха являются сочетание оптимальной системы тренировочных упражнений и эффективных реабилитационных мероприятий с применением различных незапрещенных фармакологических средств и сбалансированным питанием. Не менее важным считается использование немедикаментозных методов, способных оказывать выраженное интегративное влияние на многие патофизиологические механизмы, участвующие в возникновении и развитии дезадаптационных и патологических процессов. В значительной степени этим требованиям отвечают методы и средства физиотерапии [5, 6].

Актуальность использования лечебных физических факторов (ЛФФ) в функциональной реабилитации спортсменов состоит в возможности не только полного восстановления, но и в эффективной профилактике травм и заболеваний. Следует учесть также жесткий контроль применения медицинских препаратов и методов стимулирования организма.

Системе иммунитета принадлежит важная роль в регуляции и развитии адаптационного синдрома на всех его этапах [7, 8]. Предельные психофизические нагрузки, зачастую в сочетании с нерациональной фармакологической стратегией, способствуют развитию у спортсменов стойкого вторичного иммунодефицита и могут приводить к возникновению острых и обострению хронических воспалительных заболеваний [9, 10]. При этом нарушения иммунного статуса могут наступить быстро, что дало основание назвать эти реакции синдромом «срочной спортивной дезадаптации» (Р.С. Суздальницкий, 1985, 2001) [11].

Исследования показали, что в основе снижения иммунной защиты у элитных спортсменов чаще всего лежат: 1) нарушение микроциркуляции и гипоксия тканей, в том числе лимфоидных; 2) эндогенная интоксикация избыточным количеством метаболитов; 3) воздействие на печень и лимфоидную ткань фармакологическими средствами [9, 12, 13].

Острый стресс, в том числе, серия форсированных тренировок, вызывает характерные изменения в периферической крови: опосредуемый катехоламинами лейкоцитоз, пролиферация – НК-клеток, «окислительный взрыв» нейтрофилов крови и др. [10, 14, 15, 16]. Гуморальные изменения в микро- и макроциркуляторном русле отражают активность иммунного процесса и сравнимы с инфекционно-воспалительной реакцией: увеличение в сыворотке крови концентрации белков острой фазы, высвобождение цитокинов [10, 15, 17], интерферона и др. [18].

При длительных истощающих нагрузках, на фоне неполного восстановления долговременные реакции отрицательного характера, в особенности связанные с несогласованием ожидаемых и реальных результатов, конкуренцией и конфликтными ситуациями, обладают длительным последствием и способностью суммации.

Субфакторами, ускоряющими декомпенсацию и срыв резервных возможностей организма спортсмена, могут явиться: неполноценное питание, в частности дефицит белка и витаминов; необычные условия соревновательной деятельности (сдвиг суточного ритма); усиленная тренировка без достаточного периода акклиматизации и пр.

В отдельных случаях при срыве адаптации может развиваться истощение резервов иммунитета – функциональный «паралич» иммунной системы. Это явление получило название «феномен исчезающих антител и иммуноглобулинов» [11, 19].

Наиболее длительные и выраженные изменения у спортсменов отмечены со стороны показателей Т-системы иммунитета. Это выражается в уменьшении общего количества Т-лимфоцитов крови, снижении количества субпопуляции Т-хелперов, иногда – Т-супрессоров и угнетении функциональных возможностей Т-лимфоцитов. Кроме этого, могут увеличиваться также показатели аутоиммунизации организма (возникновение антител к собственным тканям) [20, 21].

«Открытое окно» подавленной после интенсивных тренировок на выносливость иммунной системы [22] резко повышает восприимчивость к заболеваниям верхних дыхательных путей, особенно при наличии очагов хронической инфекции [9, 20, 21]. Особо отметим, что иммунные нарушения, развившиеся у спортсменов ранее, в ходе многолетней спортивной деятельности, в период непосредственной подготовки к Играм могут быть причиной плохой акклиматизации при смене часовых поясов

и, наоборот, рассогласование суточных ритмов может стать толчком к обострению заболеваний, обусловленных иммунными нарушениями [23, 24].

Факт связи деятельности иммунной системы (как и большинства биологических функций в организме) с циркадианными ритмами считается установленным. Получены доказательства взаимозависимости между качеством сна и иммунной системой. Так, увеличение относительного и абсолютного количества основных популяций лимфоцитов (антиген-активированная иммунная система) сопряжено с нарушениями сна, коррекция качества которого положительно влияет на функцию иммунной системы [25, 26].

Исследования механизмов ассоциации между нарушениями сна [27, 28], усталостью и депрессией [29, 30] и функциями иммунной системы доказали также значительную роль в этих процессах воспалительных цитокинов (TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-6) [27, 28, 29, 30]. Предполагается, что в основе вышеназванных и подобных психоэмоциональных нарушений в ходе «циркадного дезадаптоза» лежит влияние цитокинов на уровень мелатонина и его метаболического предшественника – серотонина [23, 31, 32].

Несмотря на доказанное влияние тяжелой спортивной деятельности на все звенья иммунной системы, нарушения в ней клинически себя могут никак не проявлять; спортсмен не предъявляет жалоб на самочувствие, но однажды показывает результаты ниже своих возможностей, на первый взгляд, без видимых причин. В иных случаях спортсмен заболевает простудой непосредственно перед ответственным стартом. В особенности это следует ожидать при изменении циркадианных ритмов.

Установлено, что срыв иммунологической адаптации и развитие вслед за этим острой или хронической адаптогенной патологии на пике спортивной формы диагностируются более чем у 40% высококвалифицированных спортсменов; при этом в 50% случаев развиваются заболевания верхних дыхательных путей [33]. Все это приводит к необходимости во время тренировочных сборов и соревнований прибегать к лечебным мерам, арсенал которых ограничен.

Под иммуномодуляцией, как правило, понимают направленное действие на отдельные звенья иммунной системы с целью восстановления ее функции с помощью лекарственных препаратов [34, 35]. Клинические и экспериментальные исследования свидетельствуют о возможности модуляции иммунных реакций организма при воздействии на него различных ЛФФ [6, 36]. Эффект иммуномодуляторов (фармакологических и немедикаментозных) зависит от исходного состояния иммунитета, т.к. эти средства понижают повышенные и повышают пониженные показатели иммунитета.

Иммуномодулирующее действие ЛФФ основано на неспецифическом раздражении лимфоидной ткани и с ее последующей реакцией на раздражитель. В этом процессе важную роль играет кожа. Энергия ЛФФ, поглощаясь кожей, модулирует активность ее нейроиммуноэндокринных компонентов – это кератиноциты, клетки Лангерганса, эпидермальные лимфоциты, макрофаги дермы и тучные клетки, изменение состояния которых сказывается на функционировании всей иммунной системы организма и его иммунологической реактивности [36, 37].

Кратко охарактеризуем перспективные методы физиотерапии в качестве средств, оказывающих иммуномодулирующее действие. Данные об аппаратуре и методиках ее применения приводятся в публикациях автора и коллег.

*Электросонотерапия (ЭСТ)* – метод импульсной электротерапии, в основе которого лежит воздействие на центральную нервную систему (ЦНС) постоянным импульсным током (ИТ) низкой частоты и малой силы с короткой длительностью импульсов. ИТ при воздействиях по глазнично-затылочной методике вызывает состояние, близкое к физиологическому сну (электросон) и, вследствие рефлекторного и непосредственного влияния тока на образования мозга, может служить для профилактики переутомления, а также стрессовых ситуаций (астенический синдром). Профилактическое применение ЭСТ эффективно при быстром пересечении часовых поясов, возможном действии метеотропных факторов (изменения погоды), нейроэндокринных расстройствах у спортсменов (предменструальный синдром) [38].

*Дарсонвализация местная (ДМ)* – воздействие на отдельные участки тела переменным синусоидальным ИТ высокой частоты, высокого напряжения, но малой силы.

Локальная ответная реакция проявляется в усилении тканевого кровотока с повышением содержания кислорода в коже, бактерицидном и обезболивающим действиях. За счет сегментарно-рефлекторного характера воздействия улучшается деятельность ЦНС (улучшение сна), проявляется иммуномодулирующий эффект [5, 39]. Спортсменам ДМ может быть рекомендована при кардиалгиях, межреберной невралгии, нейрмиозите, расстройствах сна, кожном зуде, угревой сыпи.

*Индуктотермия (Инт)* – метод электролечения, в основе которого лежит воздействие на организм преимущественно магнитной составляющей электромагнитного поля (МП) высокой частоты. Действие Инт на отдельные звенья иммунной системы: повышается синтез антител, увеличивается содержание в крови компонентов гуморального иммунитета, усиливается фагоцитарная способность лейкоцитов, активность фибробластов и макрофагов, подавляется активность местных иммунных реакций. В спортивной медицине Инт наиболее часто используют при воспалительных заболеваниях органов дыхания, заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата (ОДА), а также для повышения эффективности массажа и электростимуляции мышц. Инт по битемпоральной методике оказывает преимущественное действие на ЦНС: улучшаются результаты психологических тестов и данных электроэнцефалограммы; повышается активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Выполнение Инт по кардиальной методике положительно влияет на показатели общей гемодинамики, определяя переход на эукинетический и гипокинетический тип кровообращения. Значительно улучшаются показатели переносимости эмоциональных и физических нагрузок, определяется переход напряженных адаптационных реакций организма к ненапряженным [1, 40].

*Сверхвысокочастотная (микроволновая) терапия* – воздействие на организм с лечебно-профилактической целью электромагнитными колебаниями сверхвысокой частоты или дециметрового и сантиметрового диапазона. В ходе тренировочного процесса микроволны могут применяться для повышения и восстановления работоспособности спортсменов, повышения эффективности массажа, а также целенаправленной иммуностимуляции [41]. Так, проведение микроволновой гипертермии с использованием портативной аппаратуры в любых условиях пребывания спортсмена будет эффективным в лечении хронического простатита.

*Крайневысокочастотная (миллиметровая) терапия (КВЧ-терапия)* – воздействие на организм электромагнитными волнами миллиметрового диапазона. При КВЧ-терапии изменяется деятельность вегетативной и нейроэндокринной систем, что способствует повышению неспецифической резистентности организма и восстановлению иммунитета [42], о чем свидетельствуют повышение исходно сниженного уровня Т-лимфоцитов за счет Т-хелперов, увеличение иммунорегуляторного индекса, уменьшение дисбаланса сывороточных иммуноглобулинов А, М и G [43]. КВЧ-воздействие на биологически активные точки может быть использовано с целью профилактики переутомления спортсменов [44].

*Адаптационная (динамическая) электростимуляция (АЭНС, ДЭНС)* – метод импульсной электротерапии, обеспечивающий автоматическую адаптацию, т.е. изменение формы и параметров применяемых импульсов электрического тока в зависимости от состояния регионарного кровотока в области проведения процедуры. АЭНС может быть использована для акклиматизации и профилактики переутомления. Применение метода сопровождается уменьшением или ликвидацией болевого синдрома, улучшением кровообращения, нормализацией обмена веществ, повышением иммунологической реактивности, психологической устойчивости и физической работоспособности человека [45].

*Светолечение (фототерапия)* – применение с лечебными и профилактическими целями оптического излучения. Поглощение *инфракрасного излучения (ИКИ)* тканями организма вызывает в них выраженное образование тепла, что, с одной стороны, обеспечивает стимуляцию иммунных и восстановительных процессов в тканях, а с другой, – в связи с раздражением термо- и механорецепторов тканей, ведет к нейрорефлекторному расширению сосудов и снятию спазма гладкой мускулатуры внутренних

органов. Общее воздействие ИКИ с помощью инфракрасной сауны может использоваться спортсменами не только с противовоспалительной и иммуностимулирующей целью, но также и для восстановления после тренировок (снятие болей и перенапряжения мышц). Доказана эффективность сочетанного применения ИКИ, постоянного и переменного магнитных полей при стрессогенных иммунопатиях [46].

*Неселективная хромотерапия* – лечебное применение интегрального видимого излучения. Белый свет, влияя на синтез гормонов гипофиза (соматотропного гормона, меланотропина, кортикотропина и пролактина) и содержание мелатонина в головном мозге, восстанавливает их соотношение. Это, с одной стороны, приводит к восстановлению фаз сна и бодрствования, а с другой – в силу стимуляции синтеза витаминов D и A, повышает неспецифическую резистентность организма [47, 48].

*Селективная хромотерапия (СХТ)* – применение монохроматического видимого излучения, представляющего гамму различных цветовых оттенков, которые избирательно воздействуют на подкорковые нервные центры. Красное и оранжевое излучения способны их возбуждать. Напротив, синее и фиолетовое излучения угнетают их, а зеленое и желтое – уравнивают процессы торможения и возбуждения в коре головного мозга и обладают антидепрессивным действием [5, 49]. Так, при СХТ синим и зеленым цветом выявлено уменьшение индекса напряжения по Баевскому в 2 раза на фоне снижения уровня тревожности [50].

*Ультрафиолетовое облучение* – применение с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями УФ-лучей в длинноволновом (ДУФ), средневолновом (СУФ) и коротковолновом (КУФ) диапазонах [5]. Основными лечебными эффектами ДУФ-лучей являются пигментообразующий, иммуностимулирующий, фотосенсибилизирующий. За счет рефлекторной реакции наблюдается улучшение кровообращения, усиление секреторной активности органов пищеварения и функционального состояния почек. Для СУФ-излучения характерными являются витаминообразующий, трофостимулирующий, иммуномодулирующий (субэритемные дозы), противовоспалительный, анальгетический, десенсибилизирующий (эритемные дозы); для КУФ-лучей – бактерицидный и иммуностимулирующий [51]. В исследованиях эффективности УФО у спортсменов выявлены повышение утилизации кислорода тканями и ускорение ликвидации кислородной задолженности, т.е. сокращение времени повышенного потребления кислорода по завершении тяжелой мышечной работы [52].

*Лазерная терапия (ЛТ)* – применение с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями световой энергии монохроматического когерентного лазерного излучения (ЛИ). Фокусированным лазерным лучом воздействуют преимущественно для воздействия на биологически активные точки (точки акупунктуры), а рассеянным ЛИ – патологический очаг, его накожную проекцию или рефлексогенные зоны. ЛИ малой интенсивности вызывает активизацию факторов неспецифической резистентности: комплемента, интерферона, лизоцима, усиливает общую лейкоцитарную реакцию, повышает фагоцитарную активность макрофагальной системы, активизирует иммунокомпетентные клетки, клеточную и гуморальную специфическую иммунологическую защиту, оказывает выраженное иммуномодулирующее действие [53]. Эти свойства, а также антиоксидантный эффект ЛИ определяют возможность его использования у спортсменов во всех периодах тренировочного процесса [54].

*Лазерное облучение крови (ЛОК)* – целенаправленное воздействие на кровь ЛИ, которое в спортивной медицине следует использовать по чрескожной методике. Облучение лучше проводить инфракрасным лазером, характеризующимся более глубоким проникновением в биологические ткани. Имеются данные о том, что использование одной-двух 20-30-минутных процедур в день на кубитальную ямку и верушечный толчок у некоторых спортсменов в условиях проведения соревнований позволяло отодвинуть момент наступления ацидоза и смягчить его последствия [55].

*Ультразвуковая терапия* – применение с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями ультразвука (УЗ) – упругих механических колебаний частиц среды с частотой выше 16 кГц (т.е. лежащих за пределом слышимости человеческого уха). УЗ обладает широким спектром иммунологических эффектов, наиболее выраженных

при воздействиях на область проекции иммунокомпетентных органов (селезенка, небные миндалины, лимфатические узлы). Механизм действия УЗ как иммуномодулятора связан с улучшением микроциркуляции (крово- и лимфообращения), изменением биосинтеза биоактивных соединений [53, 56, 57].

*Аэроионотерапия (АИТ)* – лечебно-профилактическое воздействие аэроионами – частицами атмосферного воздуха, несущими на себе электрический заряд. В лечебной практике и спортивной медицине преимущественно используют отрицательные аэроионы и гидроаэроионы, образующиеся при распылении воды (гидроаэроионотерапия). Использование АИТ для восстановления спортивной работоспособности, профилактики утомления, снятия усталости и улучшения сна определяется ее антиоксидантным, иммуномодулирующим, адаптогенным и вегетокорректирующим эффектами [58].

*Ингаляционная терапия* – использование с лечебной и профилактической целью лекарственных веществ в виде аэрозолей и электроаэрозолей различной дисперсности. Наиболее часто используют щелочи или щелочные минеральные воды, масла (эвкалиптовое, персиковое, миндальное и др.), ментол, антибиотики, протеолитические ферменты, витамины, фитонциды, отвары и настои лекарственных трав и др. Показаниями к применению ингаляций в клинической и спортивной медицине являются острые и хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей, бронхов и легких. Ингаляции спортсменам следует проводить, через 1–1,5 часа после тренировки или приема пищи [5].

*Оксигенотерапия* может проводиться в виде применения обогащенных кислородом напитков – кислородных коктейлей, показанных спортсменам при расстройствах сна, ухудшении общего состояния, появлении первых признаков утомления (эмоционально-волевые нарушения). При приготовлении коктейлей можно использовать отвары из различных трав [5].

*Нормобарическая гипокситерапия (НГТ)* – применение газовой гипоксической смеси для повышения кислородообеспечения адаптационных реакций, возникающих в организме в ответ на гипоксическую гипоксию. Начинают приобретать распространение тренировки в искусственных гипоксических условиях с помощью камер и помещений, в которые подается заданная гипоксическая смесь. Спортсмены включают в свою подготовку комбинированные интервальные гипоксические тренировки, когда курс НГТ проводится на фоне плановой спортивной тренировки. Физиологической основой эффективности комбинированной гипоксической тренировки служит адаптация к гипоксии двух типов: к гипоксической гипоксии (снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе) и к гиперметаболической гипоксии (гипоксия нагрузки) [59]. Методики проведения НГТ у спортсменов определяются задачами текущего этапа ТП, специализацией спортсмена и должны носить строго индивидуальный характер.

*Локальная вакуум-терапия (ЛВТ)*, заключающаяся в создании вокруг конечности или на участке тела пониженного атмосферного давления, часто чередующегося с компрессией воздуха. Профилактический и лечебный эффекты ЛВТ, проводимой в виде вакуум-массажа, связывают с местным механическим (улучшение микроциркуляции, транскапиллярного обмена), нервно-рефлекторным (ответная реакция ЦНС и улучшение деятельности органов и систем) и гуморальным (активизация вазоактивных веществ) механизмами [60, 61]. Также происходит усиление выделительной функции кожи, что создает условия для очищения организма от накопившихся шлаков. При ЛВТ наблюдается также стимуляция местного иммунитета.

*Общая воздушная криотерапия (ОКТ)* – использование сухого атмосферного воздуха с рабочей температурой от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $-120^{\circ}\text{C}$ . ОКТ активизирует все адаптационные ресурсы организма: терморегуляцию, иммунную, эндокринную и нейрогуморальную системы. В период получения процедур улучшается сон, проходит раздражительность, повышаются настроение и работоспособность, общая и специальная выносливость. ОКТ – хорошее средство тренинга физиологических резервов и повышения сопротивляемости стрессам. Эффект гармонизации и нормализации деятельности всего организма после курса ОКТ сохраняется в течение 4–6 месяцев [62].

*Магнитотерапия (МТ)* – это применение в лечебно-профилактических и реабилитационных целях постоянного (ПМП), переменного (ПеМП) и импульсного (ИМП) магнитных полей (МП). Первичные физико-химические эффекты МП связаны с изменением электрического потенциала клеточных мембран, скорости биохимических реакций и с возникновением в жидких движущихся средах (тканевая жидкость, кровь, лимфа) индуцированного электрического поля. Наибольшее значение имеют их седативный, гипотензивный, противовоспалительный, противоотечный, антиспастический и трофико-регенераторный эффекты. МТ снижает вязкость крови, улучшает микроциркуляцию и регионарное кровообращение, благоприятно влияет на иммунные и нейровегетативные процессы [5].

Особенности действия МП на организм по сравнению с другими ЛФФ связаны, прежде всего, с тем, что направленность реакции в ответ на применение МП зависит от исходного состояния организма и его важнейших функциональных систем. Воздействие на фоне повышенной функции приводит к ее снижению, а применение фактора в условиях угнетения функции сопровождается ее повышением. С этих позиций действие МП может рассматриваться как нормализующее (модулирующее). Другой важнейшей особенностью действия МП является их следовой характер: после однократных воздействий реакции организма или отдельных систем сохраняются в течение 1–6 сут, а после курса процедур 30–45 дней [5, 51].

*Гемомангнитотерапия (ГМТ)* – способ НчМТ, связанный с воздействием МП на кровь пациента. В спортивной медицине предпочтение следует отдавать чрескожной ГМТ. Нашими исследованиями [63, 64] показано, что курс процедур ГМТ приводил к существенному улучшению показателей Т-клеточного иммунитета у спортсменов. Очень важным моментом влияния МТ считаем иммунокорректирующее влияние на иммунорегуляторные субпопуляции, а именно повышение содержания Т-хелперов (CD4) и снижение количества Т-супрессоров (CD8), что отразилось в нормализации значений иммунорегуляторного индекса и в снижении числа лиц со второй и третьей степенью иммунной недостаточности

Показателем возможности функциональных систем организма обеспечить конечную цель тренировочного процесса и его медико-биологического сопровождения – эффективную соревновательную деятельность является физическая работоспособность (ФР). Статистический анализ некоторых показателей иммунного статуса и ФР показал, что между этими параметрами у спортсменов высокой квалификации – представителей циклических видов спорта существует достоверная ( $p < 0,01$ ) непрямая взаимосвязь. Так, между исходным уровнем PWCотн. и показателем Табс. лимфоцитов имелась средней степени отрицательная корреляция ( $r = -0,56736$ ). Кроме этого, выявлена связь между исходными показателями ФР по уровню PWC170 и абсолютным ( $r = 0,468$ ,  $p < 0,05$ ) и относительным ( $r = 0,419$ ,  $p < 0,05$ ) количеством субпопуляции лимфоцитов, обладающих Т-хелперной активностью. Эти данные свидетельствуют о прямой зависимости уровня депрессии Т-клеточного звена иммунитета от интенсивности физических нагрузок. Это подтверждается коэффициентом корреляции между PWCотн. и значением CD4 ( $r = 0,668225$ ).

После курса ГМТ корреляционная связь между исходными показателями ФР и количеством Т-хелперов исчезала, что может свидетельствовать о нормализующем (модулирующем) эффекте курса ГМТ на состояние иммунной системы и уровень ФР. Следовательно, динамика выявленных корреляционных связей отражала как напряжение механизмов адаптации в ходе выполнения постоянных физических нагрузок, так и подтвердила иммунокорректирующее действие ГМТ.

Весьма важно то, что ни у одного из высококвалифицированных спортсменов на момент обследования клинических проявлений иммунодепрессии (инфекционно-воспалительные заболевания) не было, и о фармакологической коррекции иммунодефицита речи в данном случае вести не приходилось. Следует согласиться с мнением о том, что иммунокорректирующие мероприятия у спортсменов, прежде всего, должны носить экстраиммунный характер – без применения лекарств-иммуномодуляторов [65]. В этом и заключалась обоснованность разработанной методики восстановления и повышения работоспособности и иммунокоррекции у спортсменов с помощью ГМТ.

Известно, что вегетативная нервная система, в особенности ее высшие отделы (гипоталамус, гипофиз, ретикулярная формация среднего мозга), играет основную роль в адаптации организма к факторам физического и эмоционального перенапряжения. Установлено, что нервная система, в том числе высшие центры вегетативной регуляции, обладает высокой чувствительностью к действию МП. Это проявляется такими физиологическими и лечебными эффектами МТ, как синхронизация биоэлектрической активности головного мозга, изменение условнорефлекторной деятельности и улучшение мозгового кровообращения, проявляющиеся в улучшении психомоторных качеств. Наши исследования показали, что курс процедур ГМТ снижает величину латентного периода сенсомоторных реакций (ЛПСМР) как на звуковой, так и на световой раздражитель, при этом значимое укорочение ЛПСМР на применяемые стимулы наблюдали не только после завершения курса, но и через две и четыре недели после ГМТ. Полученные данные об отставленном положительном эффекте влияния МТ на уровень изучаемых показателей спортсменов являются еще одним подтверждением известного положения А.А. Ухтомского о «доминанте», формирование которой в ЦНС направлено на оптимизацию достижения «конечного приспособительного результата». Целенаправленное формирование доминанты у спортсменов в процессе курса ГМТ позволяет воздействовать на процессы «отставленного» восстановления их организма и избежать переутомления, дает возможность достигнуть более высокого состояния тренированности в подготовительном периоде, а также увеличения их функциональных возможностей на этапе предсоревновательной подготовки и предстоящей акклиматизации [6, 66].

*Общая магнитотерапия (ОМТ)* – способ МТ, связанный с воздействием МП на весь организм или большую часть его. Преимущественное положительное влияние ОМТ на рефлекторные и вегетативные реакции, психофизиологическое состояние, общее самочувствие указывает на то, что ОМТ в спортивной медицине должна найти применение, прежде всего для оказания влияния на общее состояние организма, где необходима коррекция взаимодействия между его системами, а также активное воздействие на адаптационные процессы, общую и иммунологическую реактивность организма [67, 68].

Наши исследования [69, 70] показали, что при проведении курса процедур ОМТ уже на 3–4-й процедуре спортсмены отмечали значительное улучшение качества сна и настроения. При анализе по тесту САН психоэмоционального состояния спортсменов после курса МТ отмечено уменьшение числа лиц с субдепрессивным состоянием и появление лиц с выраженным оптимистическим отношением к внешним факторам. При анализе динамики индивидуальных отклонений по тесту Тейлора отмечено повышение стрессоустойчивости. По данным теста Люшера отмечено значительное уменьшение тревоги, беспокойства, раздражительности, активация мотиваций к положительным результатам тренировок и соревнований.

Полученные данные свидетельствуют о повышении активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) и одновременном уменьшении влияния центров регуляции симпатического отдела ВНС после проведения курса ОМТ. Это связано с модулирующим действием ОМТ на структуры ЦНС, находившиеся у высококвалифицированных спортсменов в возбужденном состоянии [8].

Формулируя задачу включения ряда ЛФФ в программу медицинского сопровождения спортсменов в период подготовки к XXIII Олимпийским играм, мы исходили из того, что специфика деятельности спортсменов в условиях среднегорья диктует необходимость разработки и использования оптимальных комплексных методик применения ЛФФ для поддержания пика спортивной формы.

Основными задачами применения ЛФФ в период непосредственной подготовки к Играм и в условиях их проведения являются: улучшение доставки кислорода в клетку, купирование «окислительного стресса», уменьшение ацидоза, улучшение выведения продуктов метаболизма из организма и психологическая разгрузка.

Мы рекомендуем в период непосредственной подготовки для профилактики переутомления, развития иммунодефицита на пике формы и ускорения естественных восстановительных процессов в конце тренировочного дня использовать комплекс из 2-3 ЛФФ, оказывающих общеукрепляющее и модулирующее действие. Прежде всего,

это – низкочастотная магнитотерапия, электросонотерапия, сауна, общий массаж, контрастные ванны, аэроионизация, аэрофитотерапия, оксигенотерапия, альфа-массаж, аудиовизуальная релаксация, селективная хромотерапия и пр.

Методы «текущего» восстановления (В.Н.Платонов, 1997) осуществляются группой средств преимущественно направленного характера. Их использование должно быть связано, прежде всего, с восстановлением функционального состояния нервно-мышечного аппарата и коррекцией психоэмоциональной сферы. Рекомендуется использовать локальные виды воздействий (местный массаж, низкочастотная электро-терапия, вибромассажная релаксация, локальная вакуум-терапия и пр.).

ЛФФ тонизирующей направленности между тренировочными занятиями в режиме дня с целью подготовки организма спортсмена после первой тренировки ко второму тренировочному занятию или соревнованию (за 5-6 часов до их проведения). Это повышает функциональное состояние нервно-мышечного аппарата сразу после работы, обеспечивая срочное восстановление спортсменов (срочная адаптация). Физические средства восстановления релаксирующей направленности необходимо применять в конце тренировочного дня или в день отдыха. Такой подход способствует быстрейшему снижению функциональной активности организма, обеспечивая отставленное восстановление спортсменов (долговременная адаптация), что создаст оптимальные условия для восполнения и накопления энергетического и пластического материала и выхода организма на качественно новый уровень функционирования на следующий день.

Какие бы методы восстановления не были в распоряжении тренера и врача, хотелось бы отметить еще три важных момента. Во-первых, приведенные рекомендации должны служить лишь ориентиром в выборе оптимальных средств воздействия, так как не только выраженность, но даже и направленность реакций организма на применение ЛФФ зависят от очень многих условий, прежде всего от индивидуальности спортсмена, характера тренировочного процесса и дозировки процедуры. Оценить все особенности спортсмена и нюансы проведения у него процедур сможет только врач команды, в совершенстве владеющий всеми методами восстановительной терапии и постоянно наблюдающий за спортсменом.

Во-вторых, продолжительность и интенсивность воздействия ЛФФ должны уменьшаться тем значительнее, чем большее число их включается в восстановительный комплекс.

В-третьих, следует всегда помнить, что использование физических факторов для восстановления – небезобидная процедура. ЛФФ могут (при передозировании или неадекватных состоянию дозировках) оказать отрицательное влияние – уменьшить резервные возможности организма и снизить его работоспособность. Избежать этих нежелательных реакций, хотя и редко встречающихся, могут помочь только компетентность врача, научные исследования и обобщение опыта в этой области спортивной медицины.

Использование адаптационно-восстановительных и лечебно-оздоровительных комплексных методик на основе применения различных ЛФФ является велением времени, т.к. обусловлено возможностью целенаправленного снижения фармакологической нагрузки на организм, оптимизации учебно-тренировочного процесса и достижения высоких спортивных результатов на крупнейших соревнованиях.

#### *Список использованных источников*

1. Гаркави, Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма. / Л.Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова // Ростов на Дону, ИРУ, 1990. – 223 с.
2. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь / А. Л. Чижевский. – М.: Мысль, 1973. – 352 с.
3. Апанасенко, Г. Л. Здоровье спортсмена: критерии оценки и прогнозирования / Г. Л. Апанасенко, Ю. С. Чистяков // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 1. – С. 19-22.
4. Пономаренко, Г. Н. Спортивная физиотерапия / Г. Н. Пономаренко, В. С. Улащик, Д. К. Зубовский. – СПб, 2009. – 318 с.
5. Улащик, В. С. Основы общей физиотерапии / В. С. Улащик, И.В. Лукомский И.В. – Минск, 1997. – 364 с.
6. Зубовский, Д.К. Введение в спортивную физиотерапию / Д. К. Зубовский, В.С. Улащик. – Минск. – 2009. – 235 с.



7. Абрамов, В.В. Интеграция иммунной и нервной систем. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991. – 166 с.
8. *The Adaptive Immune Response* / Ian A. Wilson et al. // *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease* / C. Janeway [et al.]. – 6-th ed. – NJ: Garland Science, 2004. – 383–476.
9. Суздальницкий, Р. С. Стрессорные и спортивные иммунодефициты у человека / Р.С. Суздальницкий [и др.] // *Теория и практика физической культуры*. – 1990. – № 6. – С. 9–17.
10. Pedersen, B.K. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation / B.K. Pedersen // *Physiol Rev.* – 2000. – Vol. 80, № 3. – P. 1055–1081.
11. Стернин, Ю. И. Особенности регуляции иммунной системы при высокой физической активности / Ю. И. Стернин, Г. Ю. Кнорринг, А. П. Сизякина // *Цитокины и воспаление*. – 2007. – № 2. – С. 63–67.
12. Дубровский, В.И. Влияние массажа и оксигенотерапии на иммунологическую реактивность высококвалифицированных спортсменов / В.И. Дубровский // *Физиотерапия, бальнеология, реабилитация*. – 2005. – №1. – С. 26–28.
13. Effects of training on metabolic responses and performance capacity in *Streptococcus pneumoniae* infected rats / N.G. Ilbäck [et al.] // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1991. – Vol. 23. – P. 422–427.
14. Effect of sport stress on lymphocyte transformation and antibody formation / J. Eskola [et al.] // *Clin Exp Immunol.* 1978. – Vol. 32, Suppl. 2. – P. 339–345.
15. Gabriel, H. The acute immune response to exercise: What does it mean? / H. Gabriel, W. Kindermann // *Int. J. Sports. Med.* – 1997. – Vol. 18, suppl.1. – S. 28–45.
16. Bishop, N.C. Acute Exercise and Acquired Immune Function / N.C. Bishop // *Immune Function in Sport and Exercise. Advances in Sport and Exercise Science Series*. – Churchill Livingstone Elsevier: Edinburgh, UK, 2006. – P. 91–113.
17. Maughan, R. J. The Biochemical Basis of Sports Performance / R.J. Maughan, M. Gleeson // *Br J Sports Med.* – 2006. – Vol. 40, № 7. – P. 655–656.
18. Gunzer, W. Exercise-Induced Immunodepression in Endurance Athletes and Nutritional Intervention with Carbohydrate, Protein and Fat – What Is Possible, What Is Not? / W. Gunzer, M. Konrad, E. Pail // *Nutrients*. – 2012. – №. 4, vol. 9. – P. 1187–1212.
19. Изучение механизма феномена исчезающих иммуноглобулинов при стрессе в эксперименте / Б.Б.Першин [и др.] // *Пат. физиол. и Экспер. терапия*. – № 5. – С. 32–35.
20. Футорный, С. М. Перспективы использования иммунологических методов в современной спортивной медицине / С.М.Футорный // *Спортивная медицина*. – 2004. – №1-2. – С. 49–54.
21. Мокеева, Е. А. Механизмы формирования иммунных дисфункций и пути их профилактики у высококвалифицированных спортсменов // Е. А.Мокеева, И. Н. Савельева // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. – 2011. – № 8, т. 78. – С. 132–135.
22. Nieman, D. Exercise, infection and immunity / D. Nieman // *International Journal of Sports Medicine*. – 1994. – Vol. 15. – P. 131–14.
23. Литвиненко, Г.И. Морфофункциональные изменения в клетках иммунной системы при нарушении светового режима и иммунопатологии : автореф. дисс. ... докт. мед. наук: 03.03.04 / Г.И.Литвиненко; ГОУВПО «Новосибирский ГМУ». – Новосибирск, 2011. – 42 с.
24. Leutz, A. *Zirkadiane Rhythmen in Zellen des erworbenen Immunsystems* / A. Leutz: inauguraldiss. zur Erlangung der Doktorwürde; Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene der Universität zu Lübeck. – 2013. – 76 s.
25. The relevance of sleep abnormalities to chronic inflammatory conditions / Z. Ranjbaran [et al.] // *Inflamm Res.* – 2007. – Vol. 56. – P. 51–57.
26. Lange, T. Effects of sleep and circadian rhythm on the human immune system / T. Lange, S. Dimitrov, J. Born // *Ann NY Acad Sci.* – 2010. – Vol. 1193. – P. 48–59.
27. Gamaldo, CE. The sleep-immunity relationship / CE. Gamaldo, AK. Shaikh, JC. McArthur // *Neurol Clin.* – 2012. – Vol. 30. – P. 1313–1343.
28. Sleep, immunity and inflammation in gastrointestinal disorders / T. Ali [et al.] // *World J Gastroenterol.* – 2013. – Vol. 19, № 48. – P. 9231–9239.
29. Miller, A.H. Inflammation and Its Discontents: The Role of Cytokines in the Pathophysiology of Major Depression / A.H. Miller, V. Maletic, Ch.L. Raison // *Biol Psychiatry.* – 2009. – Vol. 65, № 9. – P. 732–741.
30. Bechtel, W. Circadian Rhythms and Mood Disorders: Are the Phenomena and Mechanisms Causally Related? / W. Bechtel // *Front Psychiatry.* – 2015. – Vol. 6, № 118. – P. 1–10.
31. Soluble TNF-alpha receptor 1 and IL-6 plasma levels in humans subjected to the sleep deprivation model of spaceflight / WT. Shearer [et al.] // *J Allergy Clin Immunol.* – 2001/ – Vol. 107/ – P. 165–170.
32. Alterations in circadian rhythms of melatonin and cortisol in patients with bronchial asthma / GH. Fei [et al.] // *Acta Pharmacologica.* – 2004. – Vol. 25. – P. 651–656.
33. Булатова, М.М. Спортсмен в различных климато-географических и погодных условиях / М. М. Булатова, В. Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 1996. – 176 с.
34. Хайтов, Р.М. Иммуномодуляторы и некоторые аспекты их клинического применения / Р.М. Хайтов, Б.В. Пинегин // *Клин. медицина* – 1996. – т. 74, № 8. – С. 7–12.
35. Панкратов, О.В. Иммуномодуляторы в лечении герпетической инфекции, вызванной вирусом простого герпеса / О.В.Панкратов // *Медицинские новости*. – 2011. – №4. – С. 18–24.
36. Улащик, В.С. Иммуномодулирующее действие лечебных физических факторов / В.С. Улащик // *Медицинские новости*. – 2006. – №11. – С. 8–13.
37. Смирнова, И. О. Нейроиммуноэндокринные маркеры старения кожи : автореф. дис. докт. мед. наук : 14.00.53, 14.00.11 / И. О. Смирнова; С.-Петерб. ин-т биорегуляции и геронтологии. Сев.-Зап. отд-ние РАМН. – Санкт-Петербург, 2004. – 46 с.

38. Дубровский, В.И. Реабилитация в спорте / В.И. Дубровский. – М.: ФиС, 1991. – 201 с.
39. Шувалова Л.Я. Влияние дарсонвализации на состояние локального иммунитета в раннем послеоперационном периоде после дентальной имплантации / Н.Я.Шувалова // Новые технологии в физиотерапии. – Москва. – 2002. – С.62–64.
40. Яковлева, Л.М. Влияние электромагнитных полей ультравысокой частоты на психовегетативный статус у больных с артериальной гипертензией : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.51 / Л.М.Яковлева; С.-Пб. МАПО.– Санкт-Петербург, 2008. – 21 с.
41. Гюллинг, Э.В. Физиологическое обоснование микроволновой иммунокоррекции / Э.В. Гюллинг, А.А. Терещенко, Г.П. Кравчук // Врачебное дело. – 1988. – № 12. – С. 4–9.
42. Black David, R. Radiofrequency (RF) Effects on Blood Cells, Cardiac, Endocrine and Immunological Functions, David R. Black, Louis N. Heynick // Bioelectromagnetics Supplement. – 2003. – № 6.– P. S 187- S 195.
43. Мамбеталиева, А. С. КВЧ-терапия в профилактике острых респираторных заболеваний у детей : автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.51 / А.С. Мамбеталиева; Рос. НЦ восстановит. медицины и курортологии. – Москва: 2009. – 23 с.
44. Азарова, Н.О. Применение КВЧ-терапии для профилактики синдрома перетренированности у спортсменов /Н. О. Азарова [и др.] // Поликлиника: профессиональный журнал для руководителей и врачей всех специальностей ЛПУ России. – 2010. – № 3. -- С. 52-53.
45. Улащик, В.С. Электротерапевтические аппараты нового поколения «Пролог-02» / В. С. Улащик, Л. Е. Козловская, О. Н. Воробьев // Здравоохранение. – 2006. – №4 . – С. 37-38.
46. Алимова, В. Н. Сочетанное применение инфракрасного излучения, постоянного и переменного магнитных полей при стрессогенных иммунопатиях (экспериментально-клиническое исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.Н. Алимова ; Рос. науч. центр восстановит. медицины и курортологии МЗ РФ. – Москва, 2002. – 21 с.
47. Пономаренко, Г. Н. Лечебные эффекты неселективной хромотерапии. / Г.Н. Пономаренко Лечебные эффекты неселективной хромотерапии: материалы науч.-практ.конференции «Новые направления в использовании светотерапии «Биоптрон». – Москва, Екатеринбург, 2003. – С. 32-33.
48. Fenyó, M. Opposite effect of linearly polarized light on biosynthesis of interleukin-6 in a human B lymphoid cell line and peripheral human monocytes / M.Fenyó, J.Mandl, A.Falus A. // Cell Biol. – 2002. – Int. 26. – P. 265-269.
49. Селективная хромотерапия в медицинской реабилитации часто болеющих / М.А.Хан [и др.] //Аллергология и иммунология в педиатрии. – 2015.– № 4. – С.36-43.
50. Алиева, Н.А. Селективная хромотерапия в оптимизации комплексного лечения артериальной гипертензии у работников локомотивных бригад : автореф. дис. ... кандидата медицинских наук : 14.03.11 / Н.А.Алиева;Рос. науч. центр восстанов. мед. и курортологии. – Москва, 2010. – 24 с.
51. Боголюбов, В.М. Общая физиотерапия / В.М. Боголюбов, Г.Н. Пономаренко – СПб., 1998. – 484 с.
52. Граевская, Н.Д. Медицинские средства восстановления работоспособности спортсменов / Н.Д. Граевская. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 128 с.
53. Иммуномодулирующие эффекты физических факторов: пособие для врачей / М.И. Гринзайд [и др.] – Пятигорск, 1996. – 49 с.
54. Илларионов, В.Е. Основы лазерной терапии / В.Е. Илларионов. – М., 1992.– 124 с.
55. Потемкин, Л.А. Медико-биологическое обеспечение и квантовая медицина спорта высших достижений / Л.А. Потемкин. – М., 2001. – 135 с.
56. Улащик, В.С. Ультразвуковая терапия/ В.С. Улащик, А.А. Чиркин. – Минск: Беларусь, 1983. – 254 с.
57. Новикова, И.А. Иммуномодулирующее действие ультразвука и синусоидальных модулированных токов / И.А.Новикова, Е.А.Уланова // Вопр. курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1991. – № 1. – С. 17-20.
58. Червинская А.В. Аэроионотерапия / А.В.Червинская // Физиотерапевт. – 2009. – №4. – С. 28-36.
59. Колчинская, А.З. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте: руководство для врачей / А.З. Колчинская, Т.Н. Цыганова, Л.А. Остапенко. – М: Медицина, 2003. – 412 с.
60. Аванесов, В.У. Использование барокамеры В.А. Кравченко как средства восстановления работоспособности спортсменов / В.У. Аванесов // Физиологические и клинические эффекты локального отрицательного давления на организм человека и животных. – М.: ВНИИФК, 1972. – 24 с.
61. Михайличенко, П.П. Основы вакуум-терапии: теория и практика / П.П. Михайличенко. – М.: АСТ; СПб.: Сова, 2006. – 318 с.
62. Воздушная криотерапия общая и локальная: сб. статей и пособий для врачей; под ред. В. В. Портнова. – М., 2007. – 51 с.
63. Применение низкочастотной магнитотерапии для повышения работоспособности и коррекции иммунного статуса спортсменов / С.В.Плетнев, В.А.Остапенко, Д.К.Зубовский, Т.В.Воронцова, С.Н.Португалов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2004. – №6. – С.29-31.
64. Зубовский, Д.К. Влияние гемоманнитотерапии на состояние иммунного гомеостаза и физической работоспособности спортсменов / Д.К. Зубовский, В.С. Улащик, Т.В. Воронцова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2007. – № 1. – С. 18-22.
65. Футорный, С.М. Иммунологическая реактивность спортсменов как одно из направлений современной спортивной медицины / С.М. Футорный // Теория и практика физической культуры – 2004. – №1. – С.16-19.
66. Пономаренко, Г.Н. Физические методы профилактики утомления спортсменов / Г.Н. Пономаренко, В.С. Улащик, Д.К. Зубовский // Физиотерапевт, 2010. – №3. – С.23-31.

67. Беркутов, А.М. Системы комплексной электромагнитотерапии: учеб. пособ. для ВУЗов; под ред. А.М. Беркутова [и др.]. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2000. – 376 с.

68. Улащик, В.С. Общая магнитотерапия и ее применение / В.С. Улащик, Е.И. Золотухина // Здравоохранение. – 2002. – № 8. – С. 44–46.

69. Зубовский, Д.К. Магнитотерапевтическая коррекция вегетативных дисфункций у спортсменов циклических видов спорта / Д.К. Зубовский, Г.Р. Солянка // Мир спорта. – 2006. – № 4. – С.95–98.

70. Влияние общей магнитотерапии на вегетативный статус и физическую работоспособность спортсменов циклических видов спорта / Д.К. Зубовский [и др.] // Медицинский журнал – 2006 – №4. – С.55–56.

16.10.2017

УДК 796.91

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА В КОНЬКОБЕЖНОМ СПОРТЕ**

**А. Н. Будко, Е .А. Мороз,**

**А. И. Нехвядович, канд. пед. наук, доцент,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация*

*В статье представлены результаты изменения основных биохимических показателей крови у спортсменов – представителей спортивного резерва, специализирующихся в конькобежном спорте, под влиянием тренировочных нагрузок специального характера при подготовке к ответственным соревнованиям в сезоне. Выявлены более значительные изменения метаболических процессов под действием интенсивной физической нагрузки у более успешных спортсменов.*

## **CORRELATION BETWEEN CLINICO-LABORATORIAL INDEXES AND PERFORMANCE OF COMPETITIVE ACTIVITY OF THE SPORT RESERVE IN THE ICE SKATING**

*Abstract*

*The article represents results of key blood chemistry values' changes under the impact of technicality's training loads of sport reserve sportsmen in ice skating during preparation to significant competitions of the season. The most significant metabolic processes' changes under the impact of intense physical load among more successful sportsmen were revealed.*

*Введение*

Система подготовки спортсменов циклических видов спорта на современном этапе характеризуется возрастанием интенсивности тренировочного процесса, находящегося на пределе физических возможностей. На этапе совершенствования спортивного мастерства решаются все более специфические задачи подготовки. При этом существенно повышается роль индивидуальных особенностей спортсмена и специализации в основном соревновательном упражнении. Структура спортивной подготовки на данном этапе приобретает выраженные специализированные и индивидуальные черты, характеризующиеся гибкостью использования основных и дополнительных тренировочных средств с целью значительного повышения специальной подготовленности. Ключевым моментом эффективного управления тренировочным процессом в циклических видах спорта является

индивидуализация тренировочных программ с учетом реакции организма спортсменов на нагрузки.

В конькобежном спорте физическая нагрузка носит локальный характер со значительной долей гликолиза в энергообеспечении [1]. Правильно разработанная система применения средств и методов контроля даёт возможность с высокой эффективностью управлять тренировочным процессом. Своевременное внесение в план подготовки коррективов способствует предотвращению явлений перетренированности. Использование ряда маркеров, в частности биохимических, объективно отражающих развитие неблагоприятных реакций в деятельности разных систем организма и механизмов, может оказаться информативным для идентификации и характеристики состояния перетренированности [2, 3, 4].

Спорт высоких достижений связан с чрезмерными тренировочными и соревновательными нагрузками, что может сопровождаться развитием состояния перетренированности, приводить к перенапряжению функциональных систем организма и, как следствие, к снижению уровня спортивных результатов. Эффективному управлению тренировочным процессом способствует проведение биохимического контроля, а также использование других физиологических параметров определения функционального состояния организма спортсменов в системе тренировок [5, 6].

Однако в литературных источниках отсутствуют данные о взаимосвязи динамики клинико-лабораторных показателей с результативностью соревновательной деятельности у спортсменов, специализирующихся в конькобежном спорте. Поэтому актуальным является изучение изменений биохимических показателей обусловленных направленностью тренировочных нагрузок, уровнем общей и специальной подготовленности спортсменов в конькобежном спорте в зависимости от успешности соревновательной деятельности.

*Целью исследований* являлось определение взаимосвязи клинико-лабораторных показателей с результативностью соревновательной деятельности спортивного резерва в конькобежном спорте.

*Организация и методы исследований.* Обследования спортсменов проводились в специально-подготовительном и соревновательном периодах годового цикла подготовки на базе спарткомплеса «Минск-арена» в период 2014–2017 годов при подготовке к ответственным стартам. Под наблюдением находились **28** спортсменов: **19** юношей и **9** девушек в возрасте **17–23** лет, имеющих квалификацию МСМК – **2**, МС – **20** и КМС – **6** человек. Выполнено **282** человеко-обследования.

Забор капиллярной крови осуществлялся дважды в каждом мкц утром натощак: **1)** в начале после дня отдыха и **2)** в середине микроцикла после ударного дня тренировок. Определялось исходное состояние гомеостаза, степень его восстановления после предыдущего мкц и за время ночного отдыха с целью оценки адекватности тренировочных нагрузок функциональным возможностям спортсменов и их достаточности для роста адаптационного резерва.

В плазме крови определяли показатели белково-азотистого обмена (содержание мочевины), углеводного (глюкозы), активности ферментов креатинфосфокиназы (КФК), аспаргат- и аланинаминотрансфераз (АСТ, АЛТ). Биохимические исследования осуществляли с использованием фотометра РМ 2111 «Солар» (пр-ва Республика Беларусь) и диагностических наборов фирмы «Анализмед» (Республика Беларусь). Концентрации кортизола и тестостерона в крови определяли иммуноферментным методом с использованием анализатора i-CHROMA™ (Boditech, Южная Корея) и реактивов этой же фирмы.

Для определения степени перетренированности определяли индекс анаболизма (ИА), который представляет собой отношение сывороточной концентрации тестостерона к концентрации кортизола, регулирующего анаболические процессы во время восстановления. Для характеристики метаболических нарушений при

перетренированности исследовали активность ферментов в сыворотке крови: креатинфосфокиназы (КФК), аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ) и рассчитывали ряд индексов, характеризующих уровень эндогенной интоксикации организма в условиях чрезвычайно высокой напряженности тренировочной деятельности. На основе количественной оценки ферментов КФК и АСТ определяли коэффициент КФК/АСТ, вычисляя его как отношение между собой абсолютных величин этих показателей [7, 8].

Определение скорости нормализации обменных процессов, вызванных интенсивной нагрузкой, в различных периодах не ограничивается обоснованием рационального сочетания тренировочных нагрузок и отдыха, предупреждения перетренированности. Скорость восстановления биохимических изменений зависит от уровня тренированности, поэтому они могут использоваться и с целью коррекции тренировочного процесса, изменения схемы медикаментозной помощи спортсменам для ускорения процессов восстановления, повышения физической работоспособности и др. [6, 7].

Биохимические сдвиги, характеризующие повышение напряжения клеток миокарда и мышечной ткани спортсменов, механизмы долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузкам различной направленности, связаны, в первую очередь, с перестройкой метаболических процессов, что согласуется с принципом преимущественного структурного обеспечения систем, доминирующих в процессе адаптации [9].

Для выявления взаимосвязи динамики клинико-лабораторных метаболических процессов спортсмены мужского и женского пола выделены в две группы: в первую группу вошли спортсмены, вошедшие в десятку сильнейших на международных соревнованиях среди юниоров и нео-сеньоров (до 23 лет). Во вторую группу – не отобравшиеся на соревнования международного уровня и занявшие ниже 10-го места. Рассмотрены постнагрузочные изменения клинико-лабораторных показателей в различные периоды отдыха в двух группах спортсменов: 1-я группа – успешные спортсмены, 2-я группа – менее успешные.

Полученные данные подвергались математико-статистической обработке: 1) методом описательной статистики; 2) вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента.

#### *Результаты исследований и их обсуждение.*

Полученные данные динамики биохимических показателей в зависимости от этапа обследования и уровня успешности спортсмена представлены в таблицах 1–4.

Таблица 1 – Взаимосвязь клинико-лабораторных показателей, полученных в начале микроциклов утром натощак после дня отдыха, с успешностью соревновательной деятельности конькобежцев (мужчины)

Показатели	1-я группа (n = 58)				2-я группа (n = 76)				p
	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	
Urea	5,34	1,42	2,33	10,88	5,46	1,21	3,25	8,06	0,595
KFK	411,71*	469,02	110,05	2688,00	218,78*	111,15	91,00	715,90	0,001
AST	34,58*	11,66	20,06	87,30	26,37*	5,92	17,46	45,87	0,000
ALT	21,46*	5,51	12,22	35,10	17,40*	3,96	10,48	27,94	0,000
Glu	4,72	0,78	3,30	7,74	4,74	0,60	3,49	6,06	0,839
Tg	0,68*	0,23	0,35	1,24	0,82*	0,33	0,33	1,68	0,006
AST/ALT	1,66	0,48	0,94	2,71	1,55	0,32	0,93	2,57	0,115
KFK/AST	10,31*	6,16	3,89	33,16	8,31*	3,54	3,26	19,52	0,020
Test	18,08	1,95	14,70	21,11	19,39	4,53	14,00	25,60	0,353
Cort	501,16	56,69	399,29	577,87	496,82	45,41	431,40	571,80	0,855
T/C	3,65	0,54	3,00	4,58	3,94	1,00	2,48	5,00	0,376

Примечание: 1-я группа – успешные спортсмены, 2-я группа – менее успешные

Как видно из таблицы 1, у мужчин исходные значения показателей углеводного, жирового и белково-азотистого обменов, полученные в начале микроцикла после дня отдыха, значительно не отличались. Так, значения уровня мочевины находились в пределах клинической нормы. Наибольшие изменения выявлены в значениях показателей активности КФК. Рассмотрение показателей активности фермента КФК, АСТ и АЛТ выявило различие не только величины, но и направленности их сдвигов у спортсменов в зависимости от успешности соревновательной деятельности.

У спортсменов первой группы после дня отдыха и в середине микроцикла отмечалось достоверно более значимое повышение активности этих ферментов. При этом утренние величины активности КФК у спортсменов первой группы после дня отдыха и в середине микроцикла были достоверно выше, чем у спортсменов второй группы и составили  $411,71 \pm 469,02$  и  $218,78 \pm 111,15$  Е/л – после дня отдыха и  $374,74 \pm 248,77$  и  $249,41 \pm 133,53$  Е/л – в середине микроцикла, соответственно. Это свидетельствует о низкой скорости восстановления энергообменных процессов в работающих мышцах и о том, что группа более успешных спортсменов выполнила работу большего объема и интенсивности при подготовке к ответственным стартам. Высокие значения активности КФК у спортсменов на фоне отдыха дают основание для полного диагностического обследования состояния мышц по выявлению скрытых мышечных проблем, вызванных тренировочными нагрузками на фоне пролонгированного утомления. Это также является основанием для снижения интенсивности тренировочных нагрузок с целью обеспечения адекватного восстановления организма [10]. Повышенная напряженность энергообмена в мышцах в специально-подготовительном периоде подготовки может быть связана с большими объемами тренировочных нагрузок, а также с различной скоростью адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам [10].

Значительная вариация активности креатинфосфокиназы обусловлена различиями в скорости выхода фермента в кровь, которая зависит от состояния клеточных мембран и изменения их проницаемости под воздействием физических нагрузок. В зависимости от направленности тренировочных нагрузок выход фермента в кровь из клетки может быть обусловлен различными причинами, главными из которых являются механические повреждения мышц, индуцированные физической нагрузкой, и, возможно, метаболический стресс, обусловленный образованием свободных радикалов в процессе тренировки [10].

В зависимости от группы спортсменов у мужчин наблюдались изменения уровня количественной оценки ферментов КФК и АСТ (КФК/АСТ) после дня отдыха. Анализируя динамику активности ферментов и значение индекса КФК/АСТ в период исследуемых тренировочных микроциклов спортсменов, можно предположить, что действие физических нагрузок в первой группе спортсменов сопровождается достоверным возрастанием напряжения скелетных мышц спортсменов до  $10,31 \pm 6,16$  у.е.

Показатели концентрации триглицеридов в сыворотке крови у спортсменов первой группы после дня отдыха были достоверно ниже, чем у представителей второй группы и составили  $0,68 \pm 0,23$  и  $0,82 \pm 0,33$  ммоль/л, соответственно. Наименьшее содержание триглицеридов у спортсменов первой группы обусловлено, с одной стороны, участием жировых источников в энергообеспечении мышечной деятельности, а с другой – в восполнении затраченных углеводов, что соответствует характеристике вида спорта.

Примерно такая же направленность изменения клинко-лабораторных показателей отмечалась у мужчин и утром натощак в середине микроциклов (таблица 2).

Таким образом, конькобежцы первой группы (более успешные) нуждаются в усиленном медико-биологическом контроле над состоянием энергетического обмена в мышцах после тренировочных нагрузок. Напряженная тренировочная

деятельность спортсменов первой группы, в ряде случаев сопровождается не повышением, а снижением адаптационных возможностей. Вероятнее всего это связано с более высокими тренировочными нагрузками и объемами выполняемой работы.

Таблица 2 – Взаимосвязь клинико-лабораторных показателей, полученных в начале микроциклов утром натощак в середине микроциклов, с успешностью соревновательной деятельности конькобежцев (мужчины)

Показатели	1-я группа (n=24)				2-я группа (n=26)				p
	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	
Urea	5,72	1,40	3,58	8,50	5,75	1,40	3,60	9,68	0,932
KFK	374,74*	248,77	140,30	1204,00	249,41*	133,53	127,30	702,90	0,030
AST	35,12*	9,80	20,95	62,86	28,79*	5,75	17,46	41,90	0,007
ALT	23,14	7,84	14,00	45,40	19,66	4,87	12,20	33,17	0,063
Glu	4,79	0,69	3,40	6,06	4,84	0,69	3,15	6,12	0,816
Tg	0,66	0,26	0,41	1,58	0,79	0,27	0,44	1,49	0,095
AST/ALT	1,63	0,56	0,68	3,00	1,53	0,40	0,77	2,43	0,465
KFK/AST	10,38	5,08	3,84	21,08	8,77	4,06	4,32	17,24	0,221
Test	18,28	2,27	15,24	21,73	16,81	4,82	12,53	22,92	0,444
Cort	470,93	77,93	363,68	603,51	470,20	57,89	411,68	541,38	0,986
T/C	3,98	0,87	3,17	5,48	3,60	1,05	2,62	5,12	0,479

Примечание: 1-я группа – успешные спортсмены, 2-я группа – менее успешные

Фоновое состояние организма у женщин в зависимости от успешности соревновательной деятельности также характеризовалось различной величиной показателей переносимости тренировочных нагрузок по активности белково-азотистого, углеводного и жирового обмена. При этом данные клинико-лабораторных показателей у женщин, полученные в начале микроциклов, указывают на более значимое их повышение также у представительниц первой группы (таблица 3).

Так, наблюдаются достоверно более высокие значения уровня мочевины у представительниц первой группы после дня отдыха до  $6,24 \pm 1,35$  ммоль/л, тогда как во второй группе до  $5,38 \pm 1,13$  ммоль/л. Это указывает на сбалансированность катаболических и анаболических процессов и на то, что нагрузки, используемые в тренировке, соответствуют функциональным возможностям организма спортсменов.

Следует отметить достоверные отличия по индексам КФК/АСТ и АСТ/АЛТ у спортсменок первой группы после дня отдыха. Представительницы данной группы по соотношению определяемых индексов находились в более восстановленном состоянии. Рассмотрение минимальных и максимальных значений указывает на большой диапазон колебания изучаемых биохимических показателей, которые во многих случаях значительно превышали допустимые пределы нормы. Учитывая, что аминоксиферазы играют центральную роль в обмене белков, катализируя реакции трансминирования аминокислот, можно предположить, что повышенная активность АСТ у спортсменок в предсоревновательном и соревновательном периодах подготовки обусловлена интенсивностью белкового обмена, поскольку нагрузки способствуют активации синтеза белка в работающих мышцах, в том числе и сердечной [9].

Таблица 3 – Взаимосвязь клинико-лабораторных показателей, полученных в начале микроциклов утром натощак после дня отдыха с успешностью соревновательной деятельности конькобежцев (женщины)

Показатели	1-я группа (n=36)				2-я группа (n=35)				p
	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	
Urea	6,24*	1,35	3,60	9,46	5,38*	1,13	3,34	8,04	0,005
KFK	222,70	91,48	97,62	468,60	193,53	90,75	86,67	488,10	0,182
AST	27,06	6,31	19,21	41,90	28,84	5,37	19,71	40,63	0,204
ALT	20,35	5,85	12,22	36,67	18,43	4,36	10,90	26,20	0,123
Glu	4,77	0,88	2,96	7,33	4,79	0,55	3,80	6,06	0,900

Показатели	1-я группа (n=36)				2-я группа (n=35)				p
	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	
Tg	0,68*	0,25	0,33	1,18	0,95*	0,24	0,63	1,64	0,000
AST/ALT	1,37*	0,27	0,91	2,09	1,63*	0,41	0,92	2,72	0,003
KFK/AST	8,48*	3,43	2,77	16,80	6,81*	3,03	2,26	15,76	0,033

Примечание: 1-я группа – успешные спортсмены, 2-я группа – менее успешные

Выявлены достоверно более высокие показатели концентрации триглицеридов в сыворотке крови у спортсменок второй группы после дня отдыха и составили  $0,95 \pm 0,24$  ммоль/л. В середине микроцикла этот показатель также имел достоверные отличия между первой и второй группой. Это позволяет полагать о высокой активации процессов жирового обмена в ходе тренировочной деятельности спортсменок на данном этапе подготовки. В середине микроцикла этот показатель значительно снизился у представительниц второй группы до  $0,58 \pm 0,13$  ммоль/л. Отличия в содержании триглицеридов в середине микроцикла под действием тренировочных нагрузок связаны с пластическим, энергетическим обменом и мышечной деятельностью (таблица 4).

Таблица 4 – Взаимосвязь клинико-лабораторных показателей, полученных в начале микроциклов утром натощак в середине микроциклов, с успешностью соревновательной деятельности конькобежцев (женщины)

Показатели	1-я группа (n=12)				2-я группа (n=15)				p
	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	
Urea	6,04	1,18	4,20	7,85	6,26	1,73	3,20	8,81	0,713
KFK	239,59	130,38	94,92	444,34	263,97	97,19	128,70	449,10	0,582
AST	34,42	5,70	26,19	43,65	29,42	7,74	19,21	43,65	0,073
ALT	23,25	5,77	12,22	31,43	21,60	4,42	14,00	28,00	0,408
Glu	5,29	0,88	4,30	6,80	4,77	0,52	3,90	5,88	0,088
Tg	1,06*	0,58	0,46	2,28	0,58*	0,13	0,40	0,84	0,006
AST/ALT	1,58	0,50	0,83	2,86	1,37	0,28	0,97	2,05	0,192
KFK/AST	6,93	3,51	2,74	13,67	9,27	3,10	2,95	14,88	0,077

Примечание: 1-я группа – успешные спортсмены, 2-я группа – менее успешные

Концентрация глюкозы у конькобежцев в зависимости от группы изменялась незначительно, в пределах границ физиологической нормы.

Выводы.

Анализ взаимосвязи клинико-лабораторных показателей с результативностью соревновательной деятельности у спортивного резерва в конькобежном спорте выявил следующие благоприятные факторы:

1) у юношей значительные повышения активности КФК после дня отдыха и в середине микроциклов; низкие значения содержания триглицеридов после дня отдыха;

2) у девушек более высокие значения содержания мочевины и низкие уровни триглицеридов после дня отдыха.

Полученные данные переносимости тренировочных нагрузок организма спортсменов в зависимости от успешности выступления на соревнованиях международного уровня позволяют более точно оценить реакцию организма спортсменов на различные по характеру, типу и продолжительности тренировочные нагрузки. С ростом спортивного мастерства возрастает специфика тренировки, обусловленная индивидуальными особенностями данного спортсмена и его резервными возможностями.

Динамика клинико-лабораторных показателей, измеренных в состоянии покоя после дня отдыха и после выполненных тренировочных нагрузок в середине микроцикла, позволяет давать объективное заключение о состоянии систем энергообеспечения, переносимости тренировочных нагрузок, скорости и качестве восстановительных процессов.



1. Вашляев Б.Ф. Тренировка квалифицированных конькобежцев: теоретические основы / Б.Ф.Вашляев. – Екатеринбург, 2007. – 186 с.
2. Платонов В.Н. Теория спорта / В.Н.Платонов. – К.: Вища. шк. Головное изд-во, 1987. – 427 с.
3. Платонов В.Н. Перетренированность в спорте / В.Н. Платонов // Наука в олимпийском спорте. – 2015. – № 1. – С. 19-34.
4. Михайлов С.С. Спортивная биохимия / С.С. Михайлов. – М: Советский спорт, 2004. – 220 с.
5. Земцова И.И. Биохимические и функциональные аспекты состояния организма спортсменов-гребцов высокой квалификации в практике этапного комплексного контроля / И.И. Земцова, Л.Г. Станкевич, Е.М. Лысенко, Е.В. Мишнев, Л.А. Гордиенко // Наука в Олимпийском спорте. 2007. № 3. С. 83-86.
6. Фролова О.В. Метаболический статус спортсменов-биатлонистов в подготовительном периоде / О.В. Фролова, Ю.А. Кондакова, О.Л. Ковязина // Спорт: медицина, генетика, физиология, биохимия, педагогика, психология и социология. 2014. С. 107-111.
7. Курашвили В.А. Биохимические корреляты перетренированности. /В.А.Курашвили// Вестник спортивных инноваций. №47, 2014. С.30-36.
8. Афанасьева И.А. Синдром перетренированности у спортсменов: эндогенная интоксикация и факторы врожденного иммунитета / И.А. Афанасьева В.А. Таймазов // Научно-теоретический журнал «Ученые записки». –2011. – № 12(82). – С. 24-30.
9. Будко А.Н., Рыбина И.Л. Биохимические аспекты перетренированности у спортсменов в конькобежном спорте. Международный научно-теоретический журнал «Прикладная спортивная наука», №3. Мн., 2016. – С. 44-49.
10. Рыбина И.Л., Кузнецова З.М. Использование активности креатинфосфокиназы в оценке срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам. / Рыбина И.Л., Кузнецова З.М.// Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта, №3(36) 2015, стр.150-158.

05.10.2017

УДК 796.015

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ НА ТЕМУ ПРИМЕНЕНИЯ БОС В СПОРТЕ**

**И. А. Чарыкова, канд. мед. наук,**

**А. Г. Рамза, Я. Л. Сороколит, Е. С. Бульинко, А. А. Мухамова,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

### *Аннотация*

*В статье представлен обзор зарубежных статей, посвященных использованию биологической обратной связи в процессе спортивной деятельности. Проведенный анализ современных тенденций применения метода биоуправления показал, что использование современных компьютерных БОС-технологий с учетом педагогических критериев оценки для решения прикладных задач в обучении как начинающих спортсменов, так и высококвалифицированных получает все большую популярность среди специалистов. Учитывая возрастающий интерес зарубежных исследователей к БОС-технологиям, необходимо развивать данное направление и в нашей стране.*

## FOREIGN SCIENTIFIC PUBLICATIONS' ANALYTICAL REVIEW ON THE TOPIC OF THE NEUROFEEDBACK APPLICATION IN SPORT

### *Abstract*

*The article represents foreign publications' review dedicated to the neurofeedback application in sport. Carried out analysis of modern tendency of application of the biofeedback method showed, that the usage of modern computer neurofeedback technology taking into account pedagogical criteria of evaluation to solve experimental problems in education not only of young sportsmen but high qualified sportsmen, obtained more popularity among specialists. Taking into account foreign specialists' huge interest towards neurofeedback it's required to develop this direction in our country.*

Анализ научных публикаций по вопросу применения методов биологической обратной связи (БОС) в спортивной деятельности показывает, что в последнее время интерес к данному методу со стороны специалистов спорта возрастает (Blumenstein B., Weinstein Y. 2011; U. Johnson, A. Ivarsson, A. Edvardsson 2012; Strack B., Gevirtz R. 2011; Amon K.L., Campbell A. 2008). «Принцип обратной связи является критически важным для существования любой живой системы: без учета результатов собственной активности (обратной связи) выживание организма было бы просто невозможным»[1]. По определению Американской ассоциации прикладной психофизиологии и биологической обратной связи (**The Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, AAPB**), метод биоуправления является «методом коррекции поведения с использованием специальной аппаратуры для регистрации, усиления и «обратного возврата» пациенту психофизиологической информации» [4].

В последнее время тренировка с использованием биологической обратной связи стала популярным и эффективным инструментом для достижения осознанного контроля над произвольными физиологическими реакциями. Такой инновационный подход изначально был реализован в клинической практике для лечения различных заболеваний и реабилитации. Дальнейшее его применение в спортивной практике было реализовано в лабораторных условиях и специально организованных занятиях в полевых условиях с использованием оригинальных портативных устройств обратной связи (Tenenbaum, 2005). Целью такого подхода было регулирование психофизиологических реакций спортсменов в стрессовых ситуациях и изменение их поведения во время подготовки, спортивных выступлений и восстановления после них. Кроме того, различные виды биологической обратной связи использовались для организации соответствующих тренировочных условий. Положительное влияние применения биологической обратной связи неоднократно показано в исследованиях в спортивной практике. Были получены перспективные результаты при улучшении двигательных действий в различных видах спорта, таких как, гимнастика (Zaichkowsky, 1983), стрельба (Landers, 1985), гребля на байдарках и каноэ (Blumenstein, Bar-Eli, 1998) и плавание (Bar-Eli, 2002) [2].

Сегодня БОС-технологии активно используются в подготовке элитных спортсменов США, Китая, Японии, Канады и др.

В Китае создан национальный центр специальной БОС-подготовки всех олимпийских сборных. В США открыт Центр подготовки национальной спортивной элиты (**PeakPerformance**), в составе которого функционирует комплексный компьютеризированный БОС-тренажер (**Sensory Sports Training Room**). На летних Олимпийских играх в Пекине более 10 команд США в различных видах спорта использовали в ходе подготовки БОС-методы. В Канаде создан Центр специальной сенсорной тренировки (**Dynamic Edge Sports Vision Training Centers**) в Оттаве для членов олимпийской сборной.

Футболисты национальной сборной Италии перед началом чемпионата страны прошли нейротренинг на системе **ProComp-MindRoom** (комплексный БОС-тренажер). Футбольные топ-клубы Реал (Мадрид) и Челси включили БОС-методы в подготовку своих футболистов.

Целесообразность и эффективность БОС-методов обусловлена тем обстоятельством, что в обычных условиях потенциал своего мозга индивидум использует далеко не полностью. Целый ряд функций блокируется стрессом и сильными негативными эмоциями. Особенно страдает функция внимания, а следовательно, точности и правильности программирования стереотипных двигательных актов.

В ближайшие годы следует ожидать массового внедрения БОС-методов в структуру подготовки элиты многих видов спорта [3].

Анализируя доступные нам научные публикации, можно выделить три основных направления научных исследований использования БОС-методов в спорте: а) повышение спортивных результатов; б) профилактика различного рода психологических и физических нарушений, в) адаптация к условиям стресса.

Авторы **Balague, G., 2000; Blumenstein, B., Bar-Eli, M., & Collins, D., 2002; Carrera, M., & Vompa, T., 2007** рассматривают методы БОС как способ повысить спортивные результаты путем формирования у спортсменов навыков регуляции психофизиологических параметров (вариабельность сердечного ритма, КГР, повышение-понижение температуры отдельных участков тела и т.д.). Подробно иллюстрируются примеры использования метода БОС в спорте высших достижений, широко обсуждаются, какие виды БОС оптимально подходят для различных видов спорта, приводятся методические предпосылки подготовки спортсменов по методам БОС, уделяется внимание также повышению эффективности сеансов биоуправления [8, 10, 12].

Особый интерес представляет работа специалистов *Ribstein Center for Sport Medicine Sciences and Research* (Израиль) **Boris Blumenstein** и **Yitzhak Weinstein**, в которой продемонстрирована 5-ступенчатая программа (**W5SA**) подготовки и обучения спортсменов с помощью методов БОС на основе спортивной периодизации, предложенной Матвеевым в 1981 году.

Авторы программы **The Wingate 5-Step Approach** сосредоточили внимание на решении концептуальной проблемы применения БОС в спорте – перенос навыков саморегуляции, полученных в лабораторных условиях, на собственно соревновательную деятельность. Для решения этой проблемы предлагается включение в систему многолетней подготовки (макро-, микроциклов) спортсменов методов обучения БОС. При этом на первичных этапах подготовки акцент делается на индивидуальное определение предпочтений параметра БОС метода (ЧСС, КГР, ЭЭГ и т.д.) с целью дальнейшего обучения и развития соответствующего навыка саморегуляции, характерного для конкретного спортсмена. Этому соответствуют первые 3 ступени программы. Далее, на этапе совершенствования спортивного мастерства предлагается использование полученных навыков непосредственно на соревнованиях, перед стартом, в перерывах между боями и т.д. с использованием портативного аппарата БОС [11].

Рассмотрим различные аспекты данной учебной программы.

Положительные аспекты:

1. Структура программы, основанная на принципе поэтапного освоения и применения навыков саморегуляции (вначале ознакомление и освоение различных методик регуляции, затем развитие специфических спортивных навыков саморегуляции, а в дальнейшем повышение эффективности полученных навыков).

2. Внедрение методов обучения БОС в структуру многолетней подготовки спортсменов на различных этапах совершенствования спортивного мастерства либо в период макро-, микроциклов соответственно, а не только при обращении самих спортсменов или тренеров, что приводит к более системной подготовке.

3. Совершенствование навыков саморегуляции, что называется «непосредственно в поле», т.е. во время соревнований. По нашему мнению, последний аспект заслуживает особого внимания и может быть применим в отечественном спорте, т.к. приближает к решению вопроса применимости освоенных ранее навыков саморегуляции на практике.

4. Моделирование соревновательного стресса в лабораторных условиях (спортсмену предъявляются видео, звуковое, графическое сопровождения, типичные для соревновательного стресса в конкретном виде спорта) и постепенное совладание с ним, несомненно, является достаточно эффективным способом профилактики чрезмерного стресс-реагирования и дезадаптивного поведения.

Отрицательные аспекты:

1. Отсутствие математико-статистического обоснования эффективности данной программы (описаны только единичные случаи улучшения спортивного результата).

2. Необходимость обязательного применения портативного оборудования БОС, иначе теряется значимость всей обучающей программы **The Wingate 5-Step Approach**.

3. Остается нерешенным вопрос переноса навыков, механизмов такого переноса, причинах неудач или успеха. Отдельным вопросом стоит определение критерия эффективности саморегуляции и методов исследования.

4. Не учитываются личностные качества спортсменов, мотивация к спортивной деятельности на различных этапах совершенствования спортивного мастерства.

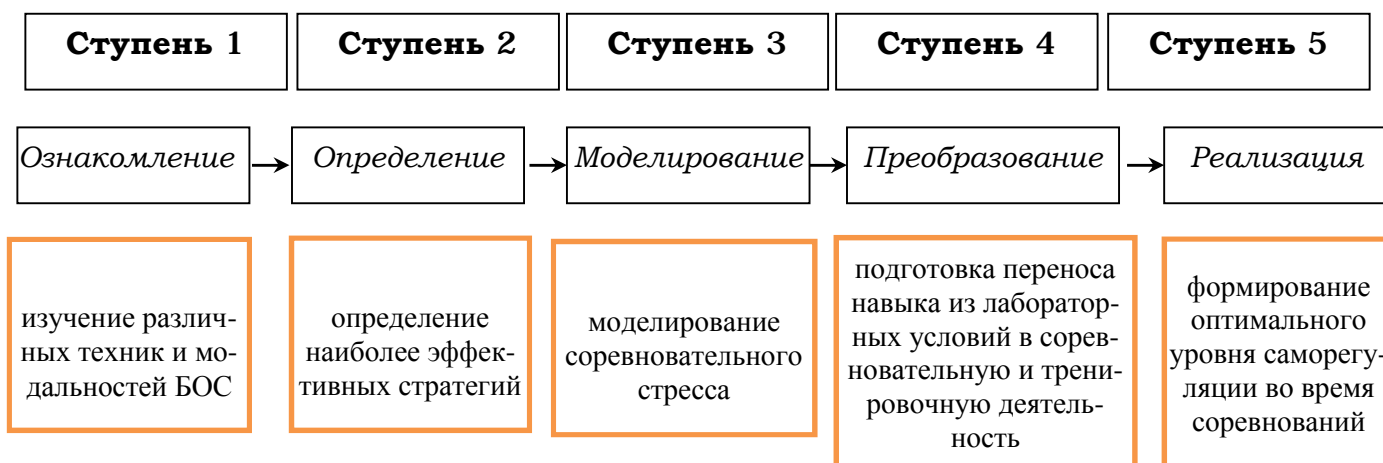


Схема – Обучающая программа «**The Wingate 5-Step Approach**»

Безусловно, обучающая программа **The Wingate 5-Step Approach** заслуживает должного внимания и у отечественных специалистов по подготовке спортсменов. До сих пор остаются спорными и нерешенными вопросы не только применимости навыков саморегуляции по методам БОС на практике, но и методические проблемы, такие, как, количество сеансов биоуправления, их частота и объем. Авторы данной программы предлагают на каждую ступень отводить по 15 занятий длительностью 50–60 мин, не реже 2 раз в неделю. Таким образом, получается примерно полугодовой курс занятий, достаточно большого объема обучающей нагрузки.

Конечно, следует учитывать, что данная обучающая программа построена на принципах когнитивно-поведенческой психологии, а значит требует комплексного подхода, включающего не только процедуры биоуправления, но и ряд специализированных психологических техник соответствующей направленности.

Возможно такой вариант обучения навыкам саморегуляции спортсменов различного уровня подготовки с учетом макро-, микроциклов будет полезен и в нашей стране.

Актуальным вопросом остается применение методов БОС для профилактики психологических нарушений в практике спорта, дезадаптации при чрезмерном соревновательном стрессе, а также предупреждения физических травм (Williams J.M., Andersen M.B., 2007; Weinberg R.S., Gould D., 2007; Strack B., Gevirtz R., 2011). Авторы доказывают эффективность применения методов БОС в комплексной психологической подготовке спортсменов различного уровня квалификации, направленную на повышение стрессоустойчивости, овладение навыками саморегуляции, и как следствие, снижение травматизма в спорте [20, 21, 22].

В связи с этим можно выделить исследование группы специалистов по психологической подготовке юных футболистов из Centre for Research on Welfare, Health and Sport at Halmstad University (Швеция). Профессор Urban Johnson совместно с соавторами решили выяснить, насколько полезны будут обучающие занятия по методу БОС в предупреждении получения различных физических травм юных футболистов. В первую очередь, следует заметить, что исследование проводилось с использованием контрольной группы, а статистическая достоверность различий между экспериментальной и контрольной выборкой определялась с помощью критерия Манна-Уитни. В исследовании приняли участие в общей сложности 29 спортсменов. Экспериментальная группа составила 15 человек, а контрольная группа – 14. Средний возраст участников исследования 17 лет, при этом для контроля использовались стандартизированные психологические опросники на определение уровня тревожности и навыков совладания со стрессовой ситуацией (Sport Anxiety Scale, Life Event Scale for Collegiate Athletes and coping skills (Athletic Coping Skills Inventory – 28).

Общая продолжительность психологического обучения для экспериментальной группы составила девять недель и включала 7 психологических сессий, направленных на:

- 1) достижение состояния релаксации;
- 2) остановку потока автоматических мыслей умения справиться с чрезмерной сосредоточенностью над проблемой;
- 3) умение справиться с эмоциями;
- 4) обучение постановке целей;
- 5) обучение регуляции физиологического параметра с применением методов БОС (по ЧСС, с использованием дыхательных техник);
- 6) демонстрацию видеоролика с записью игры футболистов того же возраста, глазами самих игроков (видео от первого лица);
- 7) ведение специально структурированного дневника.

Как видим, программа психологического обучения включала не только собственно обучение посредством метода БОС, но и значительную часть психологических техник когнитивно-поведенческой направленности, что говорит о комплексном подходе в психологической подготовке юных футболистов и, по нашему мнению, отражает общемировые тенденции в области обеспечения психологического сопровождения спортсменов.

Примечательно, что в данной обучающей программе использовался метод БОС по регуляции variability сердечного ритма (измеряет естественные колебания частоты сердечных сокращений). С помощью специально разработанной техники дыхания (Lehrer P.M., 2007) – медленное, глубокое брюшное дыхание, создает регулярный сердечный ритм, который вызывает релаксационные процессы в организме и укрепляет вегетативную нервную систему, а также способствует улучшению контроля за эмоциональным состоянием, и, в конечном счете (по мнению авторов) повышает уверенность в себе. Использование принципа моделирования стрессовых ситуаций посредством просмотра соответствующих видеороликов, способствует формированию новых, более адаптивных стратегий совладания со стрессом [16].

Интерес вызывают итоги данного исследования: статистически значимых

различий между экспериментальной и контрольной выборкой ни по количеству полученных травм, ни по данным стандартизированных опросников после проведенного психологического обучения не выявлено. При этом в контрольной группе было получено 14 травм, а в экспериментальной только 5 (примеры зарегистрированных травм: вывих лодыжки и растяжение подколенного сухожилия).

Авторы объясняют такие итоги в первую очередь, за счет малочисленности выборки юных спортсменов, а с другой стороны, сторонними факторами. При этом подчеркивается практическая значимость данного исследования для дальнейшего изучения влияния психологического обучения на предотвращение получения физических травм, так как несмотря на отсутствие статистически достоверных различий, между группами обследованных спортсменов эффект психологического обучения имеет практическое значение: частота травм в экспериментальной группе за отчетный период ниже, чем в контрольной. С учетом вышесказанного делается вывод: психологическое обучение с использованием методов когнитивно-поведенческой психологии и БОС является эффективным средством по предотвращению получения травм.

На наш взгляд, общая структура исследования удовлетворяет требованиям научного поиска – наличие математико-статистического анализа, экспериментальной и контрольной группы, а общий вывод исследования в полной мере соответствуют поставленной задаче, однако недостаточно убедителен, так как при анализе полученных данных не учитывался ряд существенных факторов:

1. Явно недостаточное количество проведенных психологических сессий (всего 7 по 30–60 мин) за более чем 2 месяца.

2. Отсутствуют данные анализа личностных характеристик спортсменов, функционального состояния ЦНС, педагогических критериев оценки результативности и эффективности спортивной деятельности (например такой, как анализ невынужденных ошибок в теннисе как критерий саморегуляции).

3. Отсутствие статистически значимых различий между экспериментальной и контрольной группами по результатам психологического тестирования говорит о слабой эффективности выбранных методов обучения, их недостаточной интенсивности.

4. Не используется сам метод БОС как критерий оценки саморегуляции.

Следует заметить, что количество подобных исследований в области спортивной науки незначительно, а значит данное исследование и его итоги представляют определенный интерес для специалистов по психологическому обеспечению спортивных команд и спортивных врачей.

Дальнейшее изучение возможностей недопущения получения травм с помощью психологических методов, включая использование метода БОС, позволит получить не только больше знаний о взаимосвязи между психологическими навыками и вероятностью получения травмы, но и разработать программы психологической подготовки спортсменов, увеличить точность прогнозирования и выявления занимающихся, склонных к спортивным травмам, улучшить качество отбора в спортивные команды.

Конечно, идея использования видеороликов в качестве стимулов для формирования навыков саморегуляции по методу БОС не новая. Научных исследований по данному вопросу незначительно, поэтому стоит выделить исследования **The University of Sydney** авторов **Krestina L. Amon** и **Andrew Campbell** (Австралия). Целью данного исследования было изучить, насколько эффективна программа «Путешествие в дивный мир» по методу БОС, использующая игровые и видеоэлементы для коррекции поведения детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ). Во время видеоигры дети манипулировали своим сердечным ритмом и обучались технике дыхания для достижения состояния релаксации, откликаясь на задания интерактивных персонажей видеоигры, выполнение которых позволяет проходить различные уровни. Обучение проходило в течение 12 недель. Экспериментальная группа

составила 24 (средний возраст 9,5 лет) ребенка с синдромом СДВГ, контрольная – 12 (средний возраст 8,7 лет) без синдрома СДВГ. Изменения со стороны физиологических показателей фиксировались с помощью датчиков, измеряющих частоту сердечных сокращений и игр. Также для экспериментальной группы применялись следующие методы: 1) медитация; 2) аутотренинг; 3) прогрессивная релаксация; 4) методы релаксации; 5) визуальные образы (видеоряд).

Результаты оценивались с помощью анкеты (SDQ), специализированного опросника для изучения влияния программы «Путешествие в дивный мир» и дневника наблюдений за изменениями в поведенческих реакциях, которые заполняли родители. Математико-статистический анализ проводился с применением Т-критерия и критерия Уилкоксона.

В итоге дети из экспериментальной группы продемонстрировали значительные изменения в улучшении поведения относительно контрольной группы, а программа «Путешествие в дивный мир» по методу БОС показала высокую эффективность в обучении методам релаксации.

Интерес представляют результаты математико-статистического анализа данного исследования. Экспериментальная группа в свою очередь делилась на две подгруппы с разным количеством сеансов биоуправления в неделю (1-я группа – 1 раз, 2-я группа – 2–3 раза) для выяснения количества сеансов, необходимых для успешного усвоения соответствующих навыков. Статический анализ показал отсутствие значимых различий между данными подгруппами. Авторы исследования не смогли однозначно определить наиболее предпочтительную частоту сеансов биоуправления, а с учетом небольшой выборки предлагается продолжить исследования в этом направлении на больших группах испытуемых.

Существенным выводом по итогам исследования, на наш взгляд, является определение выхода на плато через определенный промежуток времени, значений показателей проявления симптомов СДВГ по субъективной оценке родителей. По мнению исследователей, это означает уменьшение интереса к концу обучения, привыкание к стимулам БОС-видеоигры.

Основным критическим замечанием к данному исследованию можно отнести отсутствие объективных методов оценки положительных изменений представителей экспериментальной группы, таких как собственно показателей БОС-процедур, показателей психофизиологического состояния, уровней тревожности, нейротизма, успеваемости в школе и т.д. Также остается нерешенным вопрос устойчивости полученных навыков в долгосрочной перспективе [6].

Следует заметить и ряд положительных замечаний: хорошо проработанный математико-статистический аппарат, комплексный подход в обучении детей с СДВГ (медитация, визуализация, прогрессивная релаксация), обнаружение дальнейших направлений исследований (количество и объем процедур биоуправления, дальнейшее стимулирование БОС после выхода на плато).

По нашему мнению, данное исследование может быть полезным не только для специалистов в области детской психологии, но и для психологической подготовки спортивных команд юниоров, ближайшего резерва, так как вопросы развития и коррекции нарушений концентрации внимания, устойчивости и скорости переключения весьма актуальны во многих видах спорта, особенно «молодых» (художественная гимнастика).

Применение в практике подготовки спортивных команд (детского и юношеского возраста) видеоигр на основе БОС, возможно, позволит более эффективно и в кратчайшее сроки решать вопросы психологической подготовки, развития психических функций детей и подростков, а также своевременной коррекции соответствующих нарушений.

Результаты исследования, проводимого на базе факультета спортивной медицины и физиотерапии (Индия, 2012), доказывают позитивное влияние методов

биологической обратной связи на психологические и психофизиологические процессы организма спортсменов. Так, тренировка сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма баскетболистов ( $n=30$ ) оказала положительное влияние на время реакции, концентрацию внимания и точность. Также было замечено, что вариабельность сердечного ритма оказалась наиболее чувствительной к изменению эмоционального фона спортсменов.

Как известно, тревога и волнение во время соревнований являются существенным неблагоприятным фактором эффективности выступлений (ссылка). Способность своевременно справляться с повышенной тревогой и чрезмерным волнением является необходимой для спортсменов высокого уровня мастерства. Авторы **Paul M.** и **Garg K.** в журнале **Appl Psychophysiol Biofeedback** в 2012 году опубликовали материалы исследований возможностей процедур биоуправления вариабельности сердечного ритма (ВСР) по методу БОС для саморегуляции физиологических реакций, способствующих улучшению психофизиологического состояния, а также изучили взаимосвязи между состоянием тревоги и результативностью спортсменов-баскетболистов. В исследовании приняли участие 30 профессиональных баскетболистов мужчин и женщин (возраст от 18 до 28) с высокими показателями личностной тревожности по стандартизированному опроснику. Всех участников разделили рандомизированным способом на три группы: экспериментальная (с применением БОС), группа плацебо (предъявлялись мотивационные ролики), контрольная группа (без вмешательств).

Экспериментальная группа спортсменов проходила обучение саморегуляции ВРС по методу БОС в течение 10 дней по 20 мин. с использованием дыхательных техник. При анализе данных учитывались следующие показатели: самоэффективность, ВСР, частота дыхания и спортивная результативность (дриблинг, введение мяча и точность попадания в корзину). Статистический анализ показал достоверные различия между группами по прошествии одного месяца (при  $p < 0,05$ ) – контрольная группа не показала никаких изменений по исследуемым показателям, участники группы плацебо показали улучшение самоэффективности в некоторой степени, экспериментальная группа продемонстрировала статистически достоверные улучшения всех рассматриваемых показателей [17].

Таким образом, исследователями было установлено, что саморегуляция ВРС по методу БОС снижает уровень тревожности и беспокойства, а также является средством повышения спортивной результативности.

Следует заметить, что наряду с отсутствием описания личностных характеристик испытуемых (параметров) нет сведений и об успешности выступлений данных спортсменов (игровой, соревновательной статистики).

Однако при этом важным аспектом, по-нашему мнению, является использование в данном исследовании педагогических критериев оценки результативности (дриблинг, точность попаданий), а также самого показателя ВРС по методу БОС. Установленные взаимосвязи между уровнем тревоги и результативностью, а также между ВРС по методу БОС и тревогой дают возможность корректировать тренировочный процесс не только всей команды, но и отдельных (ведущих) игроков. Несомненно, что результаты данного исследования заслуживают внимания специалистов по подготовке спортивных команд, а внедрение в практику спорта методов диагностики и коррекции саморегуляции по методу БОС в нашей стране представляется весьма перспективным и достаточно эффективным.

Применение технических средств и информационных технологий в подготовке спортсменов с каждым годом приобретает особое значение. Этому способствует все большее распространение компьютерной техники, мобильной телефонии и интернета. Ярким примером использования информационных технологий и БОС является работа **Benjamin Moeyersonsa, Franz Konstantin Fussa, Adin Ming Tana, Yehuda Weizmana** из *School of Aerospace, Mechanical and Manufacturing Engineering, Sports Technology and Engineering Research Team SportzEdge, RMIT*



*University* (Мельбурн, Австралия) и *Faculty of Movement and Rehabilitation Sciences, KU Leuven* (Бельгия). Цель данной работы заключалась в разработке системы БОС для начинающих сноубордистов, а также в проектировании и построении электронной системы, способной анализировать распределение веса спортсмена и корректировать неправильные движения.

С помощью специальных датчиков, расположенных в ботинках сноуборда, фиксируется распределение веса спортсменов. Также были использованы камеры **GoPro** и смартфон со стандартным приложением из **Google Play Store** для записи полученных данных. Информация с датчиков передается посредством **Bluetooth** соединения. Однако сам спортсмен может непосредственно наблюдать за отклонением в распределении веса по установленным светодиодам красного, желтого и зеленого цвета соответственно. При красном сигнале необходимо изменить распределение веса, а зеленый сообщает о правильности движений [18].

Таким образом, была разработана БОС-система для обучения и коррекции техники сноубординга. В первую очередь обращает на себя внимание использование современных компьютерных технологий для решения прикладных задач в обучении начинающих спортсменов. Причем сначала была определена методическая проблема (распределение веса как основной фактор ошибок и неудач в сноуборде), а затем разработано техническое задание по решению этой проблемы. Авторы подчеркивают, что все датчики и микроконтролеры собственной разработки. Здесь мы видим хороший пример симбиоза уже используемых технологий (телефон, камеры) и новых внедрений. Впрочем, авторы ничего не говорят об эффективности данного метода обучения, о внедрении этой технологии в практику подготовки спортсменов, а только об успешном тестировании, и выражают надежду на дальнейшие исследования в этой области. Соответственно нет статистическо-математических подтверждений успешности овладения навыком занимающихся.

Также большое количество публикаций посвящено изучению необходимости учета ведущих сенсорных систем при проведении ЭЭГ-тренинга (метод БОС) с целью повышения успешности спортсменов различных видов спорта. Данному направлению исследований посвящена публикация **Ingriselli JM, Register-Mihalik JK, Schmidt JD, Mihalik JP, Goerger BM, Guskiewicz KM, 2013**. В результате обучения при помощи метода БОС у спортсменов с ведущей кинестетической сенсорной системой повышаются показатель креативности и коэффициент интеллекта. У спортсменов с ведущей аудиальной сенсорной системой улучшаются креативность и коэффициент интеллекта по вербальному тесту, а с ведущей визуальной сенсорной системой – только креативность. Также у представителей игровых видов и единоборств до начала комплекса ЭЭГ-тренинга выявлен средний уровень вербального интеллекта, а после тренинга и у первых и у вторых отмечено его повышение ( $p < 0,001$ ) и выявлен переход на более высокий уровень [15].

**P. Beauchamp и M. Beauchamp, 2010** в своей публикации описали опыт работы с представителями зимних видов спорта. Достаточно подробно раскрыта технология использования метода биологической обратной связи с целью обучения спортсменов приемам саморегуляции и развитию внимательности, что в дальнейшем позволило использовать данные навыки в соревновательной деятельности.

В настоящее время растет число исследований с применением методов БОС в области спортивной психологии и психофизиологии. Результаты данных исследований говорят о положительном влиянии БОС в отношении умения организма человека к преодолению напряжения. Сегодня метод биологической обратной связи отражает транзакционное представление о спортивной деятельности. В частности, в рамках транзакционного анализа выступление спортсмена подразумевает под собой как окружающую среду (ситуации, в которых находится сам спортсмен, тренеры, профессиональная поддержка, семья), так и взаимосвязь психологических, когнитивных и эмоциональных компонентов спортивного стиля поведения.

Обучение и оценка навыков методом биологической обратной связи происходила в тот момент, когда были завершены основные психологические мероприятия в рамках программы общей подготовки спортсмена. Данная программа включала обучение когнитивным навыкам в рамках когнитивно-поведенческой модели, а также обучение осознанности (рефлексии) посредством ежедневного ведения дневника-самоотчета спортсмена.

Оценка стрессового состояния спортсмена включала в себя как психофизиологические методы, так и методы БОС (ЭЭГ, ЧСС, ВСР, частота дыхания, ЭМГ, температура кожи и КГР). Обучение навыкам саморегуляции при помощи БОС осуществлялась каждую неделю. Суть индивидуализации программы состояла в том, что спортсмены могут продолжать работать в каждом учебном модуле до тех пор, пока они не выработают тот или иной навык. В среднем требовалось от **6 до 10** сеансов. Далее спортсменам было предложено использовать эти навыки в тренировках с последующими отметками в дневнике самоотчета. Следующий этап состоял в применении этих навыков на международных соревнованиях. По окончании программы обучения навыкам саморегуляции спортсмены научились отслеживать и рефлексировать свое состояние [9].

В исследовании *Margaret Dupee, Penny Werthner, and Tanya Forneris*, посвященном новейшей проблеме **Biofeedback**, были изучены лыжники мирового класса для оценки взаимосвязи между способностью к саморегулированию спортсменов и их мировым рейтингом.

В ходе девятиступенчатой стресс-оценки были зафиксированы **15** психофизиологических реакций на эмоциональное напряжение спортсменов элитного уровня. Измерялись частота дыхания, частота сердечных сокращений, вариабельность сердечного ритма, проводимость кожи, температура поверхности тела и электромиография.

Результаты данного исследования свидетельствуют о существовании прямой взаимосвязи между общей способностью саморегулирования элитных спортсменов и их мировым рейтингом. То есть, чем лучше способность к саморегулированию спортсмена, тем лучше его рейтинг в мире [13]

Цель исследования *Pusenjak N, Grad A, Tusak M, Leskovsek M, Schwarzlin R* состояла в том, чтобы проверить, может ли **8**-недельный период воздействия при помощи биологической обратной связи улучшить психофизиологический контроль над соревновательной тревожностью и повысить спортивный результат.

Результаты исследования продемонстрировали, что большее количество участников экспериментальной группы (**18** спортсменов) смогли успешно контролировать свои психофизиологические параметры по сравнению со своими сверстниками в контрольной группе (**21** спортсмен).

Устройство биологической обратной связи **Nexus 10** использовалось для регистрации и измерения психофизиологических реакций спортсменов. Спортсмены обеих групп (контрольной и экспериментальной) подвергались стрессовым испытаниям. Регистрация психофизиологических показателей проводилась до и после эксперимента. При этом экспериментальная группа обучалась методам саморегуляции с использованием биологической обратной связи, а контрольная просто подвергалась стрессовым испытаниям.

Через год все участники экспериментальной группы указали, что они продолжают использовать навыки, приобретенные в ходе обучающей программы методом биологической обратной связи. Кроме того, спортсмены сообщали о том, что эти навыки положительно повлияли на их спортивную деятельность и общее состояние [19].

Определенный интерес вызывает публикация, описывающая исследование баллистических бросковых движений (*Aggelousis et al., 2001*). Данное исследование было выполнено с использованием биологической обратной связи в реальном времени для координации мышечной деятельности. При совершении бросков

взаимодействие мышц-агонистов/антагонистов визуализировалось, контролировалось и оптимизировалось. Спортсмен практиковал новое метательное умение, которое включало бросок мяча при сгибании локтя. Анализ электромиограмм выявил улучшение показателей эффективности после практики и значительное снижение ЭМГ для мышц-агонистов и первичного антагониста [5].

Еще один пример распространения систем обратной связи может быть найден в мировой практике подготовки в гребле на байдарках и каноэ (Васа, 2006). Портативные устройства, которые обеспечивают спортсменов информацией о темпе гребли и скорости хода лодки, стали основой составления различных тренировочных режимов для надлежащего контроля за нагрузками [7].

При использовании КГР (кожно-гальваническая реакция) обратная связь стала очень популярной в исследованиях, когда психологи пытались уменьшить негативные последствия тревожности, страха и раздражения спортсмена (Blumenstein, 2002). КГР является признанным в мире показателем эмоциональной напряженности, а ее мониторинг в значительной степени помогает при применении различных психологических методик, таких как аутогенная тренировка. В итоге спортсмены могут развить такие психологические навыки и стиль поведения, которые помогут им справляться с вредными эмоциями. Обратная связь посредством контроля ЧСС, например устройства фирмы Polar, на самом деле являются наиболее широко применяемыми инструментами, позволяющими регулировать интенсивность упражнений, полноту восстановления после выполненных упражнений и даже уровень эмоциональной напряженности в стрессовых ситуациях.

Выводы: использование современных компьютерных БОС-технологий с учетом педагогических критериев оценки для решения прикладных задач в обучении как начинающих спортсменов, так и высококвалифицированных получает все большую популярность среди специалистов.

Учитывая возрастающий интерес зарубежных исследователей к БОС-технологиям, необходимо развивать данное направление и в нашей стране.

#### *Список использованных источников*

1. Анохин, П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / П.К. Анохин. – М., 1968. – 647 с.
2. Иссурин, В.Б. Подготовка спортсменов XXI века : научные основы и построение тренировки / В.Б. Иссурин. – М. : Спорт, 2016. – 464 с.
3. Курашвили, В.А. Перспективы исследований // В.А. Крашвили журнал вестник спорт инноваций 2014 №48.
4. Черноризов А.М., Девишвили В.М., Исайчев С.А. Методы биоуправления: теория и практика, применение в спортивной психофизиологии. М., МГУ имени М.В. Ломоносова, 2010.
5. Aggelousis, N., Mavromatis, G., Gourgolis, V. et al. (2001). Modifications of neuromuscular activity in performance of a novel motor skill. *Perceptual and Motor Skills*; 93: 239-248.
6. Amon K.L., Campbell A. Can children with AD/HD learn relaxation and breathing techniques through biofeedback video games? *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology* 8, 72-84, 2008.
7. Vaca, A., Kornfeind, P., Heller, M. (2006). Feedback systems in rowing. *The Engineering in Sport*; 10: 407-412.
8. Balaque, G. Periodization of psychological skills training. *Journal of Science and Sport Medicine*, 3, 230-237, 2000.
9. Beauchamp, P., & Beauchamp, M.K. (2010). Using biofeedback for sport psychology and better athletic training. *Winning Performance*. Posted October 2, 2010. Retrieved November 15, 2010 from AdvanceWeb: <http://physical-therapy.advanceweb.com/Archives/Article-Archives/Winning-Performance.aspx>.
10. Blumenstein, B., Bar-Eli, M., & Collins, D. Biofeedback training in sport. In B. Blumenstein, M. Bar-Eli, & G. Tenenbaum (Eds.), *Brain and body in sport and exercise: Biofeedback applications in performance enhancement* (pp. 55-76). Chichester, UK: Wiley, 2002

11. Blumenstein, B., Weinstein, Y. Biofeedback training: enhancing athletic performance. *Biofeedback*; 39: 3, 101-104, 2011
12. Carrera, M., & Bompa, T. Theory and methodology of training: General perspectives. In B. Blumenstein, R. Lidor, & G. Tenenbaum (Eds.), *Psychology of sport training* (pp. 19–39), 2007.
13. Dupee Margaret, Penny Werthner, and Tanya Forneris (2015) A Preliminary Study on the Relationship Between Athletes' Ability to Self-Regulate and World Ranking. *Biofeedback: Summer 2015*, Vol. 43, No. 2, pp. 57-63.
14. Ekstrand J., Hägglund M., Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football – the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine* 45(7), 553-558, 2011.
15. Ingriselli JM, Register-Mihalik JK, Schmidt JD, Mihalik JP, Goerger BM, Guskiewicz KM. Outcomes, utility, and feasibility of single task and dual task intervention programs: Preliminary implications for post-concussion rehabilitation. *J Sci Med Sport*. 2013 Nov 28.
- Is a Cognitive-Behavioural Biofeedback Intervention Useful to Reduce Injury Risk in Junior Football Players? (2012).
16. Lehrer P.M. Biofeedback training to increase heart rate variability. In: *Principles and Practice of Stress Management*. : Lehrer P.M., Woolfolk R.L., Sime W.S., editors. 3rd edition New York: Guilford Press; 227-248, 2007.
17. Maman P., Kanupriya G., Jaspal S. S. Role of Biofeedback in Optimizing Psychomotor Performance in Sports // *Asian J Sports Med*. 2012, march 3 (1), p.29-40.
18. Moeyersonsa Benjamin, Franz Konstantin Fussa, Adin Ming Tana, Yehuda Weizman. Biofeedback system for novice snowboarding. //11th conference of the International Sports Engineering Association, ISEA 2016: *Procedia Engineering* 147, p. 781 – 786, 2016.
19. Pusenjak N<sup>1</sup>, Grad A, Tusak M, Leskovsek M, Schwarzlin R. *Phys Sportsmed*. 2015 Jul;43(3):287-99. doi: 10.1080/00913847.2015.1069169. Epub 2015 Jul 22. Can biofeedback training of psychophysiological responses enhance athletes' sport performance? A practitioner's perspective.
20. Strack B., Gevirtz R. Getting to the heart of the matter: Heart variability (HRV) biofeedback (BFB) for enhanced performance. In: *Biofeedback & neurofeedback applications in sport psychology*.: Strack B.W., Linden M.K., Wilson V.S., editors. Wheat ridge: Association for applied psychophysiology and biofeedback; 145-173, 2011.
21. Weinberg R.S., Gould D. *Foundations of sport and exercise psychology*. 4th edition Human Kinetics, Champaign IL, 2007.
22. Williams J.M., Andersen M.B Psychosocial antecedents of sport injury and interventions for risk reduction. In: *Handbook of sport psychology*. : Tenenbaum G., Eklund R.C., editors. 3rd edition Hoboken NJ: John Wiley & Sons; 3-30, 2007.
23. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10484-012-9185-2>.
24. <http://pubmedcentralcanada.ca/pmcc/articles/PMC3737884>.

20.10.2017

УДК 796.015

## **О СОЗДАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЭЛЕКТРОННАЯ КАРТА СПОРТСМЕНА»**

**Г. М. Загородный, канд. мед. наук, доцент,**

**Н. М. Шут,**

**Н. В. Иванова, канд. биол. наук, доцент,**

**Н. Н. Иванчикова, канд. биол. наук,**

**А. В. Шумилов,**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»

*Аннотация.*

*Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой*

деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Лидирующие области по внедрению компьютерных технологий занимают архитектура, машиностроение, образование, банковская структура и, конечно же, наука и медицина. Создание единой программной среды, которая позволит собирать, обрабатывать, систематизировать, визуализировать, анализировать, накапливать и предоставлять информацию о работе всех подразделений РНПЦ спорта позволит вывести спортивную подготовку белорусских спортсменов на современный методический уровень.

## ON CREATION OF AUTOMATIC ANALYTICAL AND INFORMATION SYSTEM «ELECTRONIC SPORTSMAN'S CARD»

### *Abstract*

*Modern period of society development is characterized by huge influence of computer technologies, which penetrates into every sphere of human activity, provides the development of information flows inside society, forming global information space. Flagship areas of technology infusion are taken by architecture, mechanical engineering industry, education, banking structure and, of course, science and medicine. Creation of unified program environment, that will allow to collect, process, systematize, visualize, analyze, gather and provide data about all of the republic scientific and practical center of sport's departments' functioning, will allow to carry belarusian sportsmen's sport readiness to a modern methodical level.*

Сегодня отсутствует целостная система информатизированного динамического наблюдения за состоянием здоровья спортсменов. Доминирующий ручной способ формирования и хранения баз данных, с последующим недостаточно автоматизированным анализом огромного массива ресурсов отнимает много времени и нередко приводит к серьезным ошибкам, утрате актуальной информации.

Совершенствование системы управления тренировочным процессом предполагает наличие механизмов, позволяющих объективизировать такие разноплановые знания, как особенности соревновательной деятельности; степень подготовленности спортсмена; эффективность тренировочного процесса; состояние здоровья, питание, фармакологическая поддержка, реакции организма на тренировочные и соревновательные нагрузки, адаптационные перестройки функций организма; психологическое состояние и многое другое. При этом необходимо также учитывать общие закономерности становления спортивного мастерства в избранном виде спорта [1,2].

Вместе с тем единое заключение о перспективах тренировочного процесса на каждом этапе совершенствования может быть осуществлено только в результате объединения фрагментарных данных, полученных тренерами, спортивными врачами, учеными [3]. Поэтому очевидной стала необходимость создания эффективных информационных систем, позволяющих воспринимать огромные информационные потоки, грамотно их сохранять, обеспечивать быстрый доступ к данным и принимать на их основе эффективные управленческие решения [4,5].

Динамическое наблюдение за спортивной подготовкой как единым многофакторным процессом (а не только за медицинской, педагогической или иной сферами) следует реализовать с помощью современных информационных технологий.

На основании комплексного анализа данных (от субъективного осмотра и анкетирования до генетических исследований) появляется возможность прогнозировать медико-биологические и педагогические аспекты спортивной подготовки.

Особую актуальность имеет динамический контроль состояния спортсмена

при текущих очередных и внеочередных обследованиях, а также в рамках работы комплексных научных групп (КНГ), с помощью информационно-коммуникационных технологий, которые позволяют оперативно реагировать на поставленные задачи.

Современные средства передачи и визуализации данных позволяют использовать актуальные стандартизированные протоколы обследований, находясь в любой точке мира, в дополнение к огромному количеству мобильных телекоммуникационных устройств, позволяющих осуществлять персональный мониторинг состояния здоровья человека.

Возможность онлайн-общения со всеми заинтересованными (спортсмен, тренер, врач, менеджер и т.п.) позволяет перейти к новому уровню контроля за спортивной подготовкой, ее медицинским обеспечением без физического присутствия атлета в медицинской организации.

В течение последних 10 лет неоднократно предпринимались попытки разработки подобных электронных паспортов. В значительном большинстве случаев такие проекты представляли изолированные (медицинские по направлениям, педагогические) автоматизированные системы накопления, формирования и хранения баз данных, т.е. цифровые копии бумажных носителей. Естественно, практика спортивной подготовки не принимала подобные «труды» в связи с их малой практической значимостью и перспективностью.

Таким образом, целью настоящей работы является разработка информационной мультифакторной прикладной модели динамического наблюдения за состоянием здоровья спортсменов, его спортивной подготовкой на всех этапах с учетом имеющейся нормативно-правовой и организационно-методической базы.

Главным и основным назначением автоматизированной информационно-аналитической системы «Электронная карта спортсмена» (АИАС ЭКС) является информационная поддержка научно-методического и медицинского обеспечения спортивной подготовки в рамках уставной деятельности государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта» (РНПЦ спорта), других учреждений и организаций Министерства спорта и туризма Республики Беларусь за счет управления информационными потоками, сбора, анализа и обработки данных, получаемых в результате обследований спортсменов.

АИАС ЭКС должна выполнять следующие функции:

планирование и организацию обследований спортсменов, закрепленных за РНПЦ спорта;

планирование и организацию научной, научно-методической, педагогической и медицинской деятельности;

ведение электронных «Карты комплексного обследования спортсмена», «Врачебно-контрольной карты спортсмена», «Карты педагогических обследований спортсмена», всех видов медицинских журналов, используемых в практике учреждений спортивной медицины, с возможностью получения бумажных копий;

стандартизированное и оптимизированное накопление информации в местах ее возникновения (в том числе на автоматизированных рабочих местах (АРМ) работников), возможность отображать информацию в виде графиков (таблиц);

обеспечение руководства и сотрудников необходимой информацией для рационального управления;

создание единой базы данных медицинских, комплексных, педагогических обследований, оперативный доступ ко всей совокупности медицинской, научной, педагогической информации;

однозначное толкование всеми категориями сотрудников медицинских документов за счет приведения их к единому виду и использование при их заполнении общепринятых справочников и кодификаторов, в том числе международных (МКБ-10, DICOM, ЛИС, HL7 и др.);

поддержка (в том числе перспективная) взаимодействия с корпоративными информационными системами Министерства здравоохранения Республики Беларусь, региональными учреждениями спортивной медицины;

учет, контроль и анализ деятельности медицинского и научного подразделений, а также результатов иных видов деятельности;

формирование внутренних документов, необходимых для выполнения научной, научно-методической и медицинской деятельности сотрудниками РНПЦ спорта непосредственно на рабочих местах;

формирование статистической отчетности о работе подразделений РНПЦ спорта и о работе учреждения в целом перед вышестоящими органами;

информационная поддержка принятия решений по накопленной информации;

разграничение индивидуально учитываемого доступа к информации в АИАС ЭКС на основе должностных обязанностей (ролей) пользователей, а также их отношения к запрашиваемой информации и целей, для которых данные будут использоваться.

В рамках работы АИАС ЭКС необходимо предусмотреть:

ввод новых показателей, индексов, методов обследования в каждой подсистеме;

изменение референтных и должных значений, единиц измерения;

выделение градиентным цветовым маркером значений показателей, выходящих за пределы референтных и должных значений;

выбор из представленного шаблона (списка) исследований, заключений;

построение диаграмм, таблиц по показателям в динамике;

использование QR-кода для спортсменов и сотрудников;

интеграцию результатов исследований близких по направлению деятельности;

сопряжение отдельных АРМ с диагностическим оборудованием через DICOM-интерфейс (DICOM-сервер) и другие аналоговые и цифровые интерфейсы для создания в АИАС ЭКС базы данных диагностических изображений.

Структура АИАС ЭКС будет состоять из четырех модулей: общего, научного, медицинского, педагогического. Каждый модуль будет включать несколько функциональных подсистем (рис. 1).

Функциональные подсистемы АИАС ЭКС – это автоматизированные информационные системы, обеспечивающие реализацию отдельных функций медицинских, научных подразделений РНПЦ спорта в соответствии с ее специализацией.

Каждая из функциональных подсистем должна быть связана с обслуживанием структурных подразделений РНПЦ спорта, других учреждений обладать всеми основными свойствами целого и функционировать как автономно, так и в комплексе друг с другом.

Реализация функциональных задач внутри каждой подсистемы осуществляется в соответствии с правами доступа к информации базы данных и согласованной работы с ней, обеспечивая формирование и движение документов и информационно-справочный режим.

## СТРУКТУРА

автоматизированной информационно-аналитической системы «Электронная карта спортсмена»

### АДМИНИСТРАЦИЯ

Общий модуль

Администратор АИАС

Информационное  
табло

Справочник -  
Нормативно-правовая  
документация

Внутренняя  
административная  
документация

Учет платных услуг

Статистика

Научный модуль

Лаборатория  
психологии спорта

Лаборатория  
медико-биологических  
исследований

Лаборатория  
биохимии

Лаборатория  
спортивного травматизма

Лаборатория теории и ме-  
тодики спортивной подго-  
товки

Учебно-тренировочный  
сбор

Медицинский  
модуль

Общие сведения

Уточненные диагнозы

Сведения о врачебном  
контроле

Диагностические методы  
исследования

Клинико-диагностическая  
лаборатория

Дополнительная  
информация

Восстановительные  
и реабилитационные  
мероприятия

Педагогический  
модуль

Педагогические  
исследования (тесты)

План/модель подготовки  
по виду спорта

План-конспект учебно-  
тренировочного занятия

Результаты выступлений  
спортсмена

Дневник спортсмена

Основные количествен-  
ные и качественные по-  
казатели выполненного  
объема физических  
нагрузок

### РЕГИСТРАТУРА



*Подсистема «Администрация»* будет обеспечивать доступ к подсистемам общий, научный, медицинский и педагогический модули, возможность получения всех отчетов, формируемых АРМ «Статистика», а также осуществлять автоматический поиск и выдачу информации по конкретному спортсмену; о проведенных обследованиях и принятых спортсменах за заданный период времени; по результатам комплексных и медицинских обследований; о спортсменах, которым назначено очередное обследование в конкретный интервал времени; о проведенных обследованиях спортсменов по видам спорта, возрасту, полу, квалификации, составу команды; по диспансеризации; по функции врачебной должности

*Подсистема «Общий модуль»* будет включать АРМ подсистем «Администратор АИАС», «Информационное табло», «Справочник – Нормативно-правовая документация», «Внутренняя административная документация», «Учет платных услуг», «Статистика».

Подсистема «Администратор АИАС» должна осуществлять регистрацию пользователей, определение их статуса по работе в АИАС ЭКС, ведение и поддержание в актуальном состоянии нормативно-справочной информации, архивирование баз данных, проведение централизованного обновления баз данных АИАС ЭКС.

Подсистема «Информационное табло» должна передавать на устройство отображения («видеостену») актуальные сведения о графике работы врачей и сотрудников лабораторий, оперативное расписание проведения медицинских, комплексных, педагогических обследований, объявления и другую статическую информацию.

Подсистема «Справочник – Нормативно-правовая документация» будет предназначена для формирования и выдачи информации об основных нормативных актах, необходимых для функционирования РНПЦ спорта (постановления, приказы, инструкции и др.); клинических протоколах диагностики и лечения, клинических протоколах оказания неотложной помощи, справочнике лекарственных средств, списке запрещенных препаратов и методов WADA (с возможностью ежегодного обновления), бланках рецептов и др.

Подсистема «Внутренняя административная документация» будет обеспечивать учет проверок оборудования, контроль за реализацией требований техники безопасности и охраны труда, иные вопросы.

Подсистема «Учет платных услуг» будет обеспечивать регистрацию количества услуг, оказанных клиентам на платной основе, формирование отчетных форм по платным услугам (по единицам трудозатрат, по стоимости услуг и др.).

Подсистема «Статистика» будет предназначена для автоматизации процесса подготовки оперативных сведений и форм государственной статистической и ведомственной отчетности на основе паспортно-демографических данных, сведений об обследованиях спортсменов из электронных «Карты комплексного обследования спортсменов», «Врачебно-контрольной карты спортсмена», «Карты педагогического обследования спортсмена».

*Подсистема «Научный модуль»* будет включать АРМ подсистем «Лаборатория психологии спорта», «Лаборатория медико-биологических исследований», «Лаборатория биохимии», «Лаборатория спортивного травматизма», «Лаборатория теории и методики спортивной подготовки», «Учебно-тренировочный сбор».

АРМ подсистемы «Лаборатория психологии спорта», «Лаборатория медико-биологических исследований», «Лаборатория биохимии», «Лаборатория спортивного травматизма», «Лаборатория теории и методики спортивной подготовки» будут предназначены для регистрации приема и обследований спортсменов сотрудниками научных лабораторий и должны осуществлять автоматизацию основных процессов ввода, накопления и обработки данных о выполненных обследованиях

и введение этих сведений в «Карту комплексного обследования спортсмена». В АРМ подсистем должны быть реализованы ряд функций: «Выбор метода обследования», «Ввод результатов проведенных обследований», «Архив результатов обследований», «Результаты обследований спортсмена в динамике», «Сравнение фактических данных с модельными характеристиками спортсменов по виду спорта», «Печать заключений по результатам обследований», «Учет выполненных обследований», «Журнал учета проведенных обследований лаборатории» и др.

АРМ подсистемы «Лаборатория биохимии» должны обеспечивать программно-аппаратное сопряжение с лабораторными анализаторами для автоматического получения конечных результатов лабораторных обследований и их передачи в базу данных АИАС.

Для осуществления контроля явки спортсменов на повторное обследование должна быть реализована возможность получения списков спортсменов, которые должны явиться на повторное обследование в определенную дату, а также возможность получения списков спортсменов, которые не явились на повторное обследование в определенную дату.

Функция «Результаты обследований спортсмена в динамике» должна предоставлять возможность построения диаграмм, таблиц по результатам обследований в динамике. Функция «Сравнение фактических данных с модельными характеристиками спортсменов по виду спорта» должна предоставлять возможность формирования таблиц с фактическими данными спортсмена и разработанными модельными характеристиками по виду спорта.

АРМ подсистемы «Учебно-тренировочный сбор» должны осуществлять автоматизацию основных процессов ввода, хранения и обработки результатов обследований, проводимых работниками во время проведения учебно-тренировочных сборов (УТС).

В АРМ подсистемы должны быть реализованы следующие функции: ведение «Врачебно-контрольной карты спортсмена», «Карты комплексного обследования спортсмена», «Карты педагогического обследования спортсмена», формирование и ведение дневника спортсмена, рекомендации (запросы) тренера и врача национальной команды об объеме необходимых обследований, ввод данных о проведенных обследованиях членами комплексной научной группы, заключение руководителя комплексной научной группы, критерии эффективности работы комплексной научной группы, результаты работы мобильного научно-медицинского центра [7].

*Подсистема «Медицинский модуль»* должна включать АРМ подсистем «Общие сведения», «Уточненные диагнозы», «Сведения о врачебном контроле», «Диагностические методы исследования», «Клинико-диагностическая лаборатория», «Дополнительная информация», «Восстановительные и реабилитационные мероприятия» [8].

АРМ подсистемы «Общие сведения» будут предназначены для автоматизации процесса создания и ведения паспортно-демографических, анамнестических сведений, времени начала занятий спортом, виде спорта, динамике спортивного результата, данных о флюорографических исследованиях, иммунизации, онкологическом осмотре.

АРМ подсистемы «Уточненные диагнозы» будут предназначены для регистрации перенесенных заболеваний, травм и иных патологических состояний в процессе медицинского сопровождения спортсмена.

АРМ подсистемы «Сведения о врачебном контроле» будут предназначены для регистрации приема и обследования спортсменов врачами спортивной медицины, врачами отдела координации медицинского обеспечения национальных команд и врачами – специалистами учреждений спортивной медицины.

АРМ подсистемы «Диагностические методы исследования» должны осуществлять автоматизацию основных процессов ввода, накопления и обработки данных о выполненных диагностических исследованиях.

АРМ подсистемы «Клинико-диагностическая лаборатория» должны осуществлять автоматизацию основных процессов ввода, хранения и обработки результатов исследований, проводимых лабораторией.

Программное обеспечение подсистемы «Клинико-диагностическая лаборатория» должно выполнять преобразование электронного назначения на лабораторное исследование в соответствующее задание для анализаторов с использованием штрихового кодирования проб.

При значительном изменении (увеличении, снижении) показателей от модельных данные должны высвечиваться «сигнальным маячком» (выделяться цветом и т.д.).

АРМ подсистемы «Дополнительная информация» будут предназначены для формирования и выдачи информации об обращениях спортсмена в учреждения здравоохранения Республики Беларусь, а также за ее пределами.

АРМ подсистема «Восстановительные и реабилитационные мероприятия» должна осуществлять автоматизацию основных процессов ввода данных о приеме спортсменов, назначенных процедурах, накопление и обработку данных о выполненных и отпущенных процедурах и занесение этих сведений во врачебно-контрольную карту спортсмена.

В подсистеме должны быть предусмотрены функции «Учет отпущенных процедур», «Учет нагрузки персонала», «Журнал учета процедур» и др.

Функция «Регистрация отпущенных процедур» будет осуществлять учет отпущенных процедур в отделении. На основании выполнения функции будет вестись «Журнал учета процедур». Результаты выполнения этой функции являются исходной информацией для учета израсходованных материалов и составления статистических отчетов о работе кабинета, а также для формирования и выдачи различных справок по требованию персонала учреждения.

Функция «Учет нагрузки персонала» будет осуществлять расчет нагрузки персонала кабинета на основе функции «Учет отпущенных процедур».

*Подсистема «Педагогический модуль»* будет включать АРМ подсистем «Педагогические обследования», «План/модель подготовки по виду спорта», «План-конспект учебно-тренировочного занятия», «Результаты соревновательной деятельности спортсмена», «Дневник спортсмена».

АРМ подсистемы «Педагогические обследования» должны осуществлять автоматизацию основных процессов ввода, накопления и обработки данных о выполненных педагогических обследованиях.

АРМ подсистемы «План/модель подготовки по виду спорта» должны осуществлять автоматизацию основных процессов ввода, накопления и обработки данных о плане/модели подготовки по виду спорта.

АРМ подсистемы «План-конспект учебно-тренировочного занятия» должны предоставлять возможность введения плана-конспекта учебно-тренировочного занятия.

АРМ подсистемы «Результаты соревновательной деятельности спортсмена» будут обеспечивать ввод результатов соревновательной деятельности спортсмена; печать комплексного заключения по результатам соревновательной деятельности; архив результатов соревновательной деятельности спортсменов; результаты соревновательной деятельности спортсмена в динамике; сравнение фактических данных с лучшими личными и мировыми результатами спортсменов по виду спорта и др.

АРМ подсистемы «Дневник спортсмена» должны будут осуществлять автоматизацию основных процессов ввода, накопления и обработки данных о тренировках спортсмена; его питании; самочувствии, качестве сна, бодрствовании и др.

В подсистеме должна быть реализована возможность экспорта результатов тренировок в любой удобный формат и вид; возможность оценки динамики результатов тренировок; составления планов питания и диеты; а также график приема назначенного специализированного питания и БАДов; расчет времени отдыха и др.

Подсистема «Регистратура» будет предназначена для автоматизации процесса создания и ведения паспортно-демографических сведений, анамнестических сведений о спортсменах. Сведения являются входной информацией для «Карты комплексного обследования спортсмена», «Врачебно-контрольной карты спортсмена», «Карты педагогических обследований спортсменов», записи на прием к работникам РНПЦ спорта (врачам, научным сотрудникам и т.д.) как при непосредственном обращении спортсмена, так и по телефону.

#### *Заключение.*

Создание единой программной среды, которая позволит собирать, обрабатывать, систематизировать, визуализировать, анализировать, накапливать и представлять информацию о работе всех подразделений РНПЦ спорта позволит вывести спортивную подготовку белорусских спортсменов на современный методический уровень, даст серьезный импульс для развития теории и методики спорта.

#### *Список использованных источников*

1. Загузов, Н.И. Эволюция научной специальности «Теория и методика физического воспитания и спортивной тренировки» в педагогике / Н.И. Загузов // Теория и практика физической культуры. – 1997. – № 1. – С. 55–57.

2. Иорданская, Ф.А. Мониторинг здоровья и функциональная подготовленность высококвалифицированных спортсменов в процессе учебно-тренировочной работы и соревновательной деятельности / Ф.А. Иорданская, М.С. Юдинцева. – М.: Советский спорт, 2006. – 184 с.

3. Радчич, И.Ю. Цели и задачи информационно-аналитической деятельности в сфере спортивной науки / И.Ю. Радчич, Л.Б. Кофман, В.А. Курашвили // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 5. – С. 31–35.

4. Кутушев, Т.Ш. Научные подходы в использовании информационных технологий при оказании медицинской помощи: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.33 / Т.Ш. Кутушев; ГОУВПО «СПГПМА». – С-П, 2009. – 164 с.

5. Арансон, М.В. Информатика в современной спортивной науке / М.В. Арансон, Л.Б. Кофман, В.А. Курашвили // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 2. – С. 3–8.

6. Лебедев, Г.С. Построение информационной системы динамического наблюдения за состоянием здоровья спортсменов / Г.С. Лебедев, П.И. Лидов, Н.М. Котов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11(4). – С. 697–702;

7. Бадугев, А.И. Опыт работы комплексных научных групп в спортивной подготовке белорусских атлетов / А.И. Бадугев, А.П. Баскакова, Г.М. Загородный // Материалы Всероссийской научно-практической конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте и спорте высших достижений: сборник материалов конференции. – 2016. – С. 247–251.

8. Загородный, Г.М. Дистрофия миокарда вследствие психофизического перенапряжения у спортсменов: методические указания / Г.М. Загородный, Е.А. Лосицкий, С.А. Пристром. – Минск, 2003. – 25 с.

30.10.2017

## **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);
- 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 по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертаций, утвержденной постановлением Президиума Государственного высшего аттестационного комитета Республики Беларусь от 24 декабря 1997 г. № 178 «Об утверждении Инструкции по оформлению диссертации и автореферата» (изменения и дополнения: постановление Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 22 февраля 2006 г. № 2 и постановление Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 15 августа 2007 г. № 4), 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 абзачным 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 (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки (*например*: Рисунок 1 – Детали прибора).

*Формулы, уравнения и сноски*, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте.

В ссылках слова «таблица», «рисунок», «формула» приводятся полностью (без сокращения).

В разделе «*Заключение*» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения. При необходимости должны быть также указаны границы применимости полученных результатов.

*Список использованных источников* следует располагать в конце статьи в порядке появления ссылок в тексте либо в алфавитном порядке.

Список использованных источников должен быть составлен в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Список использованных источников в объеме статьи не включается.

Автор несет личную ответственность за направление в редакцию ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями.

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:**

220020, г. Минск, пр. Победителей, 105, каб. 559.

e-mail: [post@medsport.by](mailto:post@medsport.by)

тел. (+375 17) 209 61 09, тел./факс (+375 17) 209 61 10.