

ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

Международный
научно-теоретический журнал

№ 1 (5)

Минск
2017

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

№ 1 (5)

2017 г.

ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

*Международный
научно-теоретический журнал
Издаётся 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 Н. И. Кананович
Корректор Н. В. Кулик

Подписано в печать 15.06.2017.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 13,48. Уч.-изд. л. 10,22.
Тираж 100 экз. Заказ 636

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
на ризографе в ООО «Печатная компания».
Ул. Некрасова, д. 5, 220040, Минск

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
Нарскин Г. И., д-р пед. наук, проф.; Беларусь
Кручинский Н. Г., д-р мед. наук, доц.; Беларусь
Плетнёв 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
Нехядович 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 Голльхойфер, д-р мед. наук, проф., Германия
Триша Лихи, д-р психол. наук, КНР.*

СОДЕРЖАНИЕ

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ И АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Белоус П.А., Борщ М.К.	
АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ И ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТЕХНИКИ ДВИЖЕНИЙ СТРЕЛКОВ ИЗ ЛУКА.....	4
Выков Д.Ю., Васюк В.Е.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ КОНЬКОБЕЖЦЕВ	11
Колумбет А.Н.	
БИОДИНАМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ДИАГНОСТИКИ УТОМЛЕНИЯ В ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЗАНЯТИЯХ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ.....	18
Лукашевич Д.А., Михута И.Ю.	
ОЦЕНКА СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ВЕДУЩИХ ГРУПП МЫШЦ ГРЕБЦОВ-КАНОИСТОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ.....	24
Рыбина И.Л., Цибульский А.А., Синиченко Р.П., Назарова О.В., Калинчик Л.В.	
СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОРТСМЕНОВ В БИАТЛОНЕ	31
Хохолко А.А., Михута И.Ю.	
ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЦИОНАЛЬНОСТИ ДВИЖЕНИЙ В ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЯХ СО СЛОЖНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ.....	39
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ	
Ветчинкина Е.В., Рыбина И.Л., Неквядович А.И., Синиченко Р.П.	
ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК РАЗЛИЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ НА ПРОЦЕССЫ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ В БИАТЛОНЕ	46
Козулько А.Н.	
ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА СТУДЕНТОВ БРЕСТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	53
Сосна Л.С., Костина Е.Я., Мельнов С.Б., Ветчинкина Е.В., Шведова Н.В.	
КАРТИНА КРОВИ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА.....	59
Цехмистро Л.Н., Иванова Н.В.	
ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ	64

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПРОФИЛАКТИКА ПАТОЛОГИЙ, СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

Михалюк Е.Л.	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭКГ У ЖЕНЩИН И МУЖЧИН, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В БЕГЕ НА 400 МЕТРОВ.....	69
Плакида А.Л.	
АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПАУЭРЛИФТИНГОМ	76

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Загородный Г.М., Муха П.Г., Ясюкевич А.С., Гулевич Н.П.	
ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ PRP-ТЕРАПИИ В МЕДИЦИНЕ И СПОРТИВНОЙ ПРАКТИКЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	83
Зубовская Т.М., Мазаник И.М., Зубовский Д.К.	
ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЛОКАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ СПОРТСМЕНА	91

КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ОБУЧАЮЩИЙ СЕМИНАР С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «НОВЫЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СПОРТИВНОЙ НАУКИ»

Скоробогатова А.С., Лукьяненко Л.М., Слобожанина Е.И., Дубовская Л.В., Загородный Г.М.	
ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ	101
Пинчук С.В., Дубовская Л.В., Загородный Г.М., Волотовский И.Д.	
КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРЕИМУЩСТВА.....	105
Шантарович В.В.	
СИСТЕМА МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ В СТРУКТУРЕ ОЛИМПИЙСКОГО ЦИКЛА.....	112
Kallaur E.G.	
ASSESSMENT OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM AND VEGETATIVE BALANCE OF THE ATHLETES ROWING SPECIFIED BY THE DRUG FITONOL....	117

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ПОДГОТОВКА СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА: РЕКОМЕНДАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОГО ОЛИМПИЙСКОГО КОМИТЕТА	122
Перевод С.С. Новикова, К.С. Тихоновой, Г.М. Загородного	

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ И АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

УДК 799.322.2

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ И ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТЕХНИКИ ДВИЖЕНИЙ СТРЕЛКОВ ИЗ ЛУКА

П. А. Белоус, магистр пед. наук,

Белорусский национальный технический университет;

М. К. Борщ,

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Республика Беларусь

Аннотация

В статье представлены данные анализа продолжительности отдельных фаз выстрелов в ходе выполнения соревновательного упражнения. Выявлено, что наиболее продолжительными фазами являются фаза удержания и фаза изготовки. Определены индивидуальные отличительные характеристики временных параметров выстрела между лучшим и худшим результатом. Осуществлен индивидуальный анализ результатов динамики паттернов суммарной ЭМГ 11 ключевых мышц по средней амплитуде и частоте, по которым можно судить о величине развиваемых ими усилий в процессе реализации выстрела.

ANALYSIS OF THE TEMPORARY AND ELECTROMYOGRAPHY PARAMETERS IN THE MOTIONS' EVALUATION OF ARCHERS

Annotation

The article represents analysis data of the single phases' duration during competitive exercise. It was discovered that the longest phases were the hold-on phase and ready position phase. The personal distinctive characteristics of temporary parameters of shot between the best and the worst results were discovered. Personal analysis of the results of the patterns of total electromyography of 11 key muscles of the average amplitude and frequency, by which can estimate the value of developing efforts in the implementation process of the shot, was carried out.

Введение

Стрелковые виды спорта отличает характер двигательной активности, направленный на многократное попадание в цель. При этом в значительной степени качество стрельбы зависит от способности концентрировать и удерживать внимание на кинестетических ощущениях и осуществлять тонкую и точную кинестетическую регуляцию [1, 2].

Основным показателем качества выстрела является попадание стрелы в центр мишени [3]. Для достижения точного результата необходимо качественное выполнение каждого из компонентов выстрела [4]. Соразмерность и высокая выверенность всех движений осуществляется за счет согласованной межмышечной координации, что позволяет стрелку длительное время находиться в одной позе во время прицеливания [5].

Одним из обязательных компонентов спортивного мастерства стрелков из лука является также высокий уровень специальной физической подготовленно-

сти спортсмена, который непосредственно связан с эффективностью технического выполнения выстрела из лука, так как соревнования и тренировочная деятельность лучников характеризуются многочасовой стрельбой в различных, зачастую неблагоприятных метеорологических условиях. Это приводит к большому расходу энергии, физическому и психическому утомлению [6].

Специальная физическая подготовка решает несколько задач. Одной из них является такое развитие специальной силы, статической и динамической выносливости мышечных групп, участвующих в реализации выстрела, чтобы стрелок мог выполнить длительные стрелковые упражнения и при этом не уставать [5].

Для повышения эффективности тренировочного процесса в целом и силовой подготовки в частности необходимо иметь точные сведения о специализированных усилиях основных мышц и координации активности этих мышц при стрельбе в соревновательных условиях. Рядом авторов было выявлено, что маркерами успешных выстрелов являются оптимальные величины мышечных усилий в фазе «дотяг» следующих мышц: лучевого сгибателя кисти правой руки; локтевого разгибателя кисти левой руки; нижних пучков правой трапециевидной мышцы спины; задних пучков дельтовидной мышцы правой руки; передних пучков дельтовидной мышцы левой руки [4, 7].

Существует сложившееся мнение, что стрелок должен обладать:

- высокой работоспособностью в условиях длительной относительной неподвижности;
- достаточно развитой мышечной системой и выносливостью к большим статическим нагрузкам;
- умением расслаблять группы мышц, которые не принимают непосредственного участия в удержании позы тела и оружия, в то же время дозированно и избирательно напрягать и расслаблять группы мышц, обеспечивающие необходимое техническое действие;
- точностью и согласованностью движений и положений;
- быстрой и тонко координированной двигательной и зрительно-двигательной реакцией;
- хорошо развитым чувством равновесия;
- способностью быстро и достаточно полно восстанавливать свою работоспособность после больших нагрузок;
- высокой психологической устойчивостью в условиях повышенных эмоциональных напряжений на соревнованиях [8].

Учитывая, что в последние годы резко повысился темп выполнения упражнений, спортсмену-лучнику надо уметь быстро согласовывать, соподчинять, организовывать в единое целое и воспроизводить двигательные действия, развивая при этом способность к эффективному управлению мышечным напряжением и расслаблением. Это закладывает основу последующего развития точности восприятия и воспроизведения мышечных усилий, а также способности дифференцирования временных, скоростных и силовых характеристик, обеспечивающих выстрел [10–13].

Цель исследования: изучить особенности временных и электромиографических параметров в оценке качества техники движений стрелков из лука.

Организация и методы исследования. Исследования проводили на базе Белорусского национального технического университета, в котором принимали участие 8 спортсменов с уровнем квалификации от кандидата в мастера спорта до мастера спорта международного класса. Возраст обследуемых – от 17 до 40

лет. Спортсмены выполняли 60 выстрелов из классического лука в условиях, моделирующих соревновательную деятельность – 20 серий по 3 выстрела в каждой. Условия для выполнения соревновательного упражнения были стандартны, дистанция до мишени – 18 м.

В стрелковом упражнении анализировались лучший и худший выстрелы стрелковой серии. Лучший выстрел – попадание в 10 при наименьшем расстоянии до центральной точки мишени. Худший выстрел – наибольшее отклонение от центральной точки мишени.

Во время стрельбы из лука осуществлялась видеосъемка при помощи системы видеоанализа, а также регистрировалась электромиография мышц. Анализ техники стрельбы проводился с помощью системы Qualisys. В состав данной видеорегистрирующей системы входили восемь цифровых видеокамер Oqus-300, программное обеспечение для регистрации и обработки видеозображения Qualisys Track Manager, персональный компьютер с программным обеспечением для сохранения данных. Регистрация биопотенциалов мышц осуществлялась с помощью системы электромиографии Delsys, а обработку полученных данных проводили в специальной компьютерной программе EMGwork Analisys. Электромиографический комплекс Delsys позволяет записывать биоэлектрическую активность исследуемых мышц на значительном расстоянии от регистрирующего компьютера. Данные передавались в режиме online на основе беспроводных технологий Wi-fi. Все системы были синхронизированы между собой, размещались стационарно в условиях спортивного зала. Обработка полученных в ходе исследования материалов осуществлялась математико-статистическими методами с применением программных продуктов компании Microsoft Office.

Результаты исследования и их обсуждение

Для оценки параметров, характеризующих технику двигательного действия в стрельбе из лука, была осуществлена строгая последовательность действий по применению аппаратно-программных комплексов, связанных с процессами регистрации, записи, обработки полученных данных, а также последующей визуализации информации, полученной на их основе.

В рамках исследования был разработан алгоритм регистрации для оценки результативности выстрелов для каждого спортсмена, в котором указывались результаты попадания в мишень 60 выстрелов в 20 стрелковых сериях. Проводилась оценка каждого выстрела по отклонению от центра мишени. Чем меньше отклонения от центра в мм, тем выше оценка выстрела. Наивысшая оценка – 100 баллов – присваивается выстрелу с отклонением от центра, равным 0. Применялся сенсомоторный метод для оценки качества выстрела самим спортсменом.

Проанализировав соревновательную технику стрельбы из лука на основании данных литературы и на основании оценки видеоряда выполняемого стрелкового упражнения, было осуществлено деление структуры всего выстрела на рабочие фазы с указанием граничных моментов начала и завершения каждой из фаз [7, 8]:

1-я фаза – изготовки, включает в себя следующие действия: занятие исходной стойки (положение ступней и распределение веса на стопы, установка туловища и бедер); заряжение стрелы, захват тетивы, подъем лука, завершающим действием 1-й фазы является упор в лук.

2-я фаза – предустановки лука и растягивания. В этой фазе все ключевые элементы: положение головы, положение удерживающей руки, давление на упор при поднятии лука – остаются без изменений, единственное изменение –

лук поднят и нацелен в мишень. В результате предустановки задается основное направление для растягивания лука. Растягивание лука включает в себя динамическое перераспределение усилий спины, вызванное поворотом плеча и области лопатки, приводящее к изменению положения тетивы и стрелы на расстояние длины растяжки. Переход к удержанию является определяющей точкой окончания растягивания лука.

3-я фаза – удержания и выхода стрелы из-под кликера («дотяга»). Фаза удержания достигается, когда тянущая рука оказывается под подбородком и значительное усилие удерживается мышцами спины.

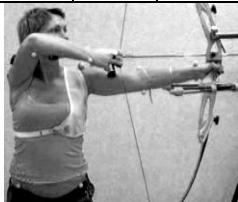
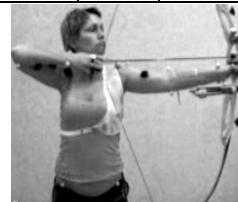
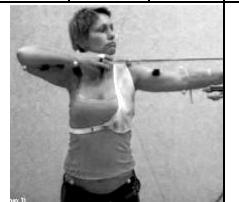
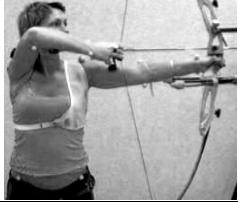
4-я фаза – выпуск стрелы и завершение выстрела. Выпуск – соскальзывание тетивы с пальцев: последний важный момент, когда лучник еще находится в контакте с луком.

5-я фаза – расслабления: включает в себя действия стрелка с момента опускания опорной руки до принятия им предварительной изготовки. Тело и разум должны подготовиться к следующему выстрелу и сбросить любое напряжение, созданное предыдущим выстрелом.

Регистрация временных параметров стрельбы свидетельствует о большой вариативности времени выполнения выстрела у разных стрелков и значительном различии в результатах попадания в цель. При этом автором отмечено, что при сокращенном времени прицеливания более 60 % результатов попадания выше, чем при выстrelах со стандартной фазой прицеливания [12]. Из чего следует, что для объективного выявления временных параметров выполняемых действий при максимальном использовании спортсменом двигательного потенциала необходимо учитывать временные параметры стрельбы.

Используя возможности системы Qualisys были определены следующие временные параметры выполнения фаз выстрела спортсменкой М.А., мастером спорта международного класса, а именно: время фазы удержания лука, время фазы изготовки, время фазы завершения, время фазы предустановки, суммарное время выстрела (таблица 1).

Таблица 1 – Временные характеристики выстрелов

Показатель	Время фазы изготовки, с			Время фазы предустановки, с			Время фазы удержания, с			Время фазы завершения, с			Время выстрела, с		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
№ выстрела															
Серия № 9	2,67	2,68	2,95	1,75	1,58	1,42	2,48	2,50	2,40	1,00	1,04	1,08	8,50	8,40	8,40
Серия № 5	2,78	2,96	2,91	1,47	1,75	1,47	3,20	2,42	2,37	1,06	1,10	1,03	9,50	8,90	8,50
					Первый кадр фазы							Последний кадр фазы			

Анализируя длительность отдельных фаз выстрелов в ходе выполнения соревновательного упражнения, необходимо отметить, что наиболее продолжительными фазами являются фаза удержания и фаза изготовки. Временные характеристики выстрела между лучшим и худшим выстрелом отличаются на 0,49 секунды, это разница во времени достигается в результате разной длительности фазы изготовки и натягивания лука. В лучшем выстреле на фазу изготовки и натяжение затрачено 4,26 секунды, в худшем выстреле – 4,71 секунды.

Ранее было установлено, что на фоне нарастающего утомления первым начинает пропадать чувство времени удержания [12]. Время отвечает за плавность и контроль выстрела. Именно время начинает изменяться первым в стрессовой ситуации. В среднем лучники тратят на удержание от полутора до трех секунд, после четырех секунд резко ухудшается постоянство прицеливания и падает концентрация. Если фаза удержания менее одной секунды, выстрел будет неточным. Постоянство времени удержания важнее количества времени [7, 9]. Разница во времени удержания между выстрелами не должна превышать 1 секунду. Постоянство удержания позволяет лучнику концентрироваться максимально только на короткий промежуток времени, так как существует определенное «окно» времени фазы удержания, в котором достигаются наилучшие результаты.

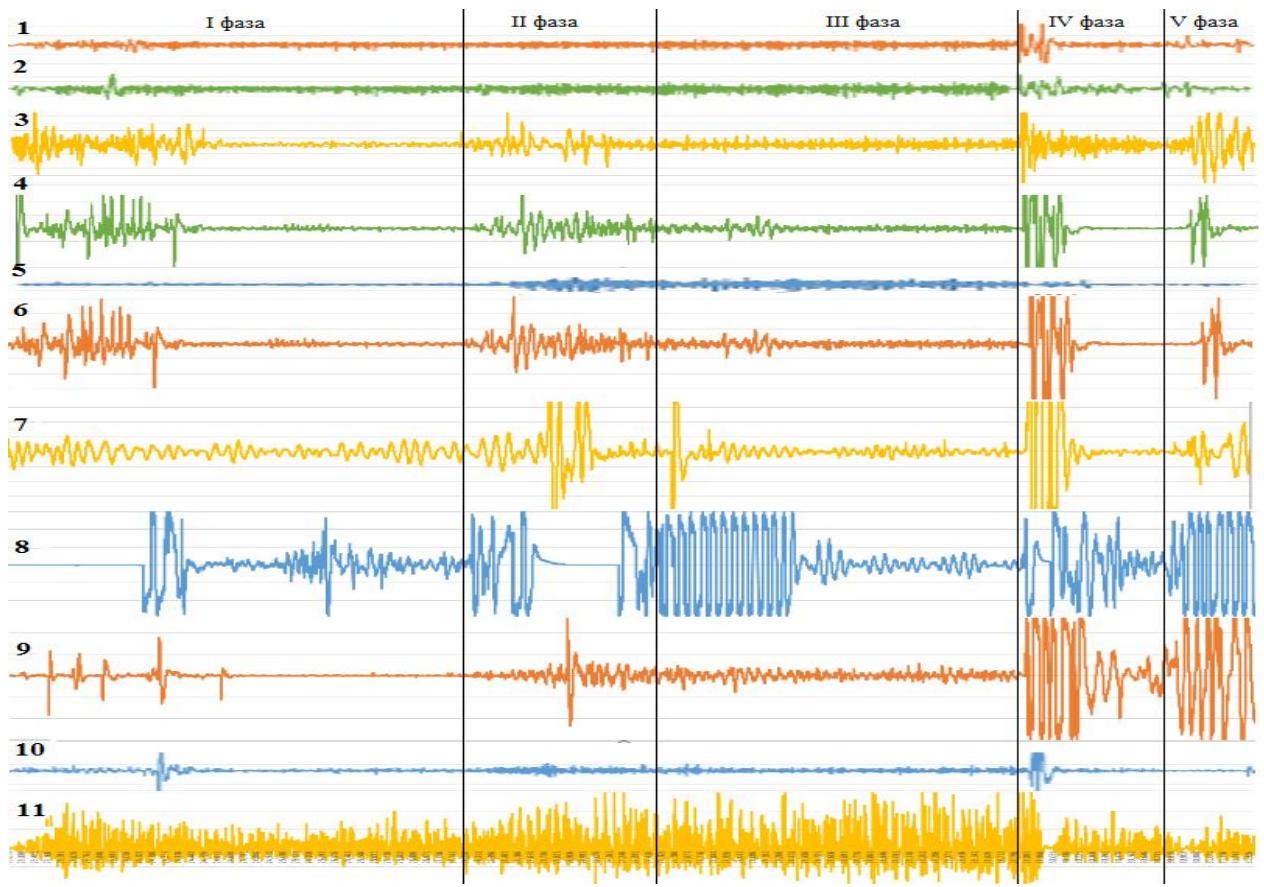
В проведенных ранее исследованиях было установлено, что вариативность кинематических параметров внешней структуры выстрела из классического лука существенно выше, чем структуры внутренней, представленной ЭМГ паттернами скелетных мышц, обеспечивающих реализацию выстрела [4, 7]. В исследованиях по изучению мышечной активности у стрелков из лука была выявлена зависимость результативности выстрела от проявления оптимальных мышечных усилий ведущих мышц [4, 7].

Для оценки биоэлектрической активности ведущих мышечных групп беспроводные датчики регистрации суммарной электромиографии (ЭМГ) крепились на двигательной точке мышцы, далее выполнялось соревновательное упражнение. Анализировали данные 11 мышц: двуглавой мышцы плеча (слева и справа), трехглавая мышцы плеча (слева и справа), передней и задней части дельтовидной мышцы справа, задней части дельтовидной мышцы слева, лучевого сгибателя запястия справа, широчайшей мышцы спины справа, средних и нижних пучков трапециевидной мышцы справа.

Синхронизация временных параметров выстрела с зарегистрированной электрической активностью исследуемых мышц позволила произвести точный электромиографический анализ рассматриваемых фаз выстрела.

На данном этапе были получены количественные значения показателей электромиографии, характеризующих среднюю амплитуду и среднюю частоту ЭМГ, по которым можно судить о величине развиваемых усилий. Значения средней амплитуды и средней частоты прежде всего определялись количеством активизированных двигательных единиц мышц, а также степенью их синхронизации.

Типичная запись интерференционной ЭМГ исследуемых мышц представлена на рисунке 1. Маркерами в виде линий отмечены исследуемые фазы выстрела.



Двуглавая мышца плеча слева (1), трехглавая мышца плеча слева (2), средний пучок трапециевидной мышцы справа (3), нижний пучок трапециевидной мышцы справа (4), широчайшая мышца спины справа (5), трехглавая мышца плеча справа (6), лучевой сгибатель запястья справа (7), передний пучок дельтовидной мышцы справа (8), задний пучок дельтовидной мышцы справа (9), двуглавая мышца плеча справа (10), задний пучок дельтовидной мышцы слева (11); I–V фазы выстрела: I фаза – «изготовки»; II фаза – «предустановки»; III фаза – «удержания»; IV фаза – «выпуска»; V фаза – «расслабления»

Рисунок 1 – Типичная запись интерференционной ЭМГ мышц, участвующих в реализации выстрела у спортсменки М.А., МСМК, 39 лет

Анализ результатов динамики паттернов суммарной ЭМГ у спортсменки позволил нам выявить, что среди 11 мышц наблюдается определенная разнотипность в амплитудно-частотном спектре, а также различная степень включенности в работу той или иной группы мышц. К наиболее активным мышечным группам по амплитуде следует отнести: трехглавую мышцу плеча справа ($376,02 \pm 25,72$ мкВ), лучевой сгибатель запястья справа ($578,78 \pm 23,29$ мкВ) передний пучок дельтовидной мышцы справа ($1,83 \pm 0,03$ мВ), задний пучок дельтовидной мышцы справа ($799,12 \pm 21,62$ мкВ), средний пучок трапециевидной мышцы справа ($136,24 \pm 12,47$ мкВ), задний пучок дельтовидной мышцы слева ($274,47 \pm 13,54$ мкВ). Анализ мышц показывает, что именно на эти мышцы ложится основная нагрузка, а следовательно, можно говорить об их ведущей роли в реализации выстрела в целом. Что касается анализа амплитуды электроактивности мышц по fazam, необходимо отметить, что большинство мышц максимум своей активности проявляют в 3-й «фазе удержания» и 2-й «фазе натягивания».

К менее активным мышечным группам по амплитуде следует отнести: трехглавую мышцу плеча слева ($90,25 \pm 2,35$ мкВ), широчайшую мышцу спины

справа ($42,09 \pm 1,89$ мкВ), двуглавую мышцу плеча слева и справа ($106,55 \pm 2,31$ мкВ, $125,92 \pm 4,35$ мкВ). При этом именно эти мышцы проявили наиболее высокие параметры частоты ЭМГ.

Показатели амплитуды напряжения характеризуют силовые способности мышцы и, соответственно, мобилизацию высокопороговых двигательных единиц, а частоты импульсации – активизацию низкопороговых двигательных единиц, которые отвечают за выносливость. В лучшей попытке наибольшую биоэлектрическую активность демонстрируют мышцы обеих рук и правая трапециевидная мышца. Широчайшая мышца спины включена в работу незначительно, как в лучшей, так и в худшой попытках. В худшой попытке отмечается включение мышц только правой конечности и правой стороны спины. Зафиксированы слишком высокие показатели активности мышц в обеих попытках, что может свидетельствовать об излишней напряженности.

В результате анализа данных биоэлектрической активности разных групп мышц были предложены следующие рекомендации: необходимость включать в работу мышцы спины, чтобы снять излишнее напряжение с мышц рук; использовать упражнения на расслабление между подходами.

Заключение

Использование мобильных аппаратно-программных комплексов дает возможность определить достаточно точные граничные моменты перехода от одной фазы к другой, что очень важно для регистрации временных характеристик, получения параметров опорных взаимодействий и проведения точного электронейромиографического анализа всех фаз выстрела в соревновательном упражнении.

Обоснование и разработка методики оценки качества движения спортсменов-лучников является главным ориентиром в поиске эффективных направлений построения тренировочного процесса и способов его коррекции. Рациональное использование аппаратно-программных средств направленного воздействия на спортивную тренировку лучников, поиск оптимальной техники стрельбы и путей реализации поставленных задач способствует достижению высокого спортивного результата.

Список использованных источников

1. Тарасова, Л.В. Факторы устойчивости системы «стрелок – оружие» в тренировке высококвалифицированных стрелков / Л.В. Тарасова // Вестник спортивной науки. – М., 2009. – № 3. – С. 25–27.
2. Напалков, Д.А. Диагностика и оптимизация психофизиологического состояния стрелка / Д.А. Напалков [и др.] // Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок. – М., 2007. – Вып. 3. – С. 117–129.
3. Тарасова, Л.В. Комплексная оценка общей и специальной подготовленности высококвалифицированных стрелков из лука / Л.В. Тарасова, А.Н. Корженевский // Теория и практика физической культуры. – № 3. – 2006. – С. 21–29.
4. Моисеев, С.А. Вариативность как фактор стабилизации системы управления движениями в стрельбе из лука / С.А. Моисеев // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 6. – С. 17–20.
5. Байдыченко, Т.В. Совершенствование технической подготовленности спортсменов, стрелков из классического лука / Т.В. Байдыченко, Е.А. Архипова, Р.В. Шакиров // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – № 3. – 2014. – С. 19–24.

6. Байдыченко, Т.В. Техническая подготовленность стрелков из лука и методы ее совершенствования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 /Т.В. Байдыченко; ГЦОЛИФК. – М., 1989. – 142 с.
7. Пухов, А.М. Закономерности управления движениями у высококвалифицированных стрелков из лука / А.М. Пухов и др. // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 6. – С. 20–22.
8. Сыманович, П.Г. Стрельба из лука – основы техники: учеб. пособие / П.Г. Сыманович. – Мозырь: МГПИ им Н.К. Крупской, 2002. – 63 с.
9. Пухов, А.М. Некоторые физиологические механизмы прицельных движений/ А.М. Пухов, Р.М. Городничев // Sportul Olimpic și sportul pentru toți: Materialele Congresului Șt. Intern / col. red.: Manolachi V., Danail S. – Ch.: USEFS, 2011. – S. 428–431.
10. Christodonlou, V.X. Changes in heart rate variability during an archery competition / V.X. Christodonlou et al // 15th annual congress of the European College of Sport Science: book of abstracts. – Vol. № 15. – 2010. – P. 339.
11. McKinney, W. Archery / W. McKinney, M. McKinney. – London: Brown & Benchmark, 1997.
12. Ki Sik Lee. Total Archery Inside the archer / Ki Sik Lee // Astra LLC. – 2009. – P. 256.

20.04.2017

УДК 796.012.268

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ КОНЬКОБЕЖЦЕВ

**Д. Ю. Быков, магистр пед. наук,
В. Е. Васюк, канд. пед. наук, доцент,**

Белорусский национальный технический университет

Аннотация

Статья посвящена исследованию, направленному на разработку методики оценки технической подготовленности конькобежцев в рамках выполнения упражнений технической имитации. Данные распределения давления, прикладываемого спортсменом к опоре подошвами стоп, а также угловые характеристики в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах отмечены как ключевые, определяющие эффективность выполнения таких упражнений. Регистрация данных осуществлялась на основе использования методов компьютерной педобарографии, а также видеозахвата движений. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости использования современных диагностических средств в процессе комплексного контроля за уровнем технической подготовленности конькобежцев.

USE OF MODERN MOBILE HARDWARE AND SOFTWARE IN THE EVALUATION OF TECHNICAL READINESS OF SPEED SKATERS

Annotation

The article is devoted to the research, aimed at developing a methodology for assessing the speed skaters' technical readiness within the performing of technical simulation exercises. Pressure distribution data, applied by the athlete to the soles of

the feet's support, and also angular responses in the hip, knee and ankle joints are marked as key, determining the effectiveness of performing these exercises. Data were recorded based on the computer-assisted pedobarography methods and video capture movements. The results of the research testify to the requirement for usage of modern diagnostic tools during comprehensive control over the level of speed skates' technical readiness.

Введение

В рамках конькобежного спорта проводится много различных соревнований. Цель любого из них состоит в том, чтобы как можно быстрее преодолеть соревновательную дистанцию, т. е. достичь как можно более высоких значений механической мощности и снизить потери на трение [1]. Изучение характеристик, определяющих достигнутую механическую мощность и величину силы трения, всегда интересует исследователей. Эти характеристики могут быть подразделены на антропометрические, технические, физиологические, тактические и психологические [2, 3].

В последние годы в конькобежном спорте на мировой арене неуклонно растет уровень конкуренции. Спортсмены, борющиеся за призовые места, обладают стабильно высоким и примерно равным уровнем специальной физической подготовленности. Об этом свидетельствуют результаты, к примеру, последних Олимпийских зимних игр в Сочи [4]. Индивидуальная борьба в спринте или на средней дистанции у мужчин разворачивалась за десятые, сотые и даже тысячные доли секунды. В связи с этим можно сказать, что на первый план выходит техническая подготовленность спортсменов.

В конце XX – начале XXI века в практику повсеместно стала внедряться клап-скейтовая технология крепления лезвий конька к ботинку, которая позволила существенно увеличить скорости прохождения соревновательных дистанций [5]. Но в последнее время тенденции роста спортивных результатов снижаются, в связи с чем возникает необходимость обращать внимание на особенности техники выполнения движений.

Мы полагаем, что повышение уровня технической подготовленности возможно за счет целенаправленного воздействия на отдельные элементы техники движений с учетом индивидуальных биомеханических параметров конькобежцев. Однако данные параметры требуют более детального изучения, т. к. литература не дает достаточно полной их оценки с количественной точки зрения. Такая оценка становится возможной с помощью мобильных аппаратно-программных средств, использование которых позволяет в реальных условиях тренировочного процесса регистрировать интересуемые параметры движений спортсменов. Однако в отечественном конькобежном спорте это по-прежнему достаточно проблематично из-за отсутствия высокоточных и беспроводных технологий регистрации данных.

Цель и задачи исследования

Разработать методику оценки биомеханических параметров показателей техники движений конькобежцев с использованием мобильных аппаратно-программных средств.

В связи с этим в процессе исследования решались следующие задачи:

1. Разработать методику беспроводной регистрации и оценки биомеханических показателей техники движений конькобежцев, основанную на использовании мобильных аппаратно-программных средств.

2. Выявить биомеханические параметры, отражающие индивидуальный уровень технического мастерства спортсменов в конькобежном спорте.

Методы и организация исследования

В подготовке конькобежцев активно используются подводящие и специализированные упражнения, которые оказывают воздействие как на физическую, так и на техническую подготовленность спортсменов [6].

А.В. Суслин в своем исследовании отмечает, что специально-подготовительные упражнения в виде разновидностей пригибной ходьбы, имитаций бега конькобежца, выполняемых прыжками или в форме технической имитации (шагом), являются одним из основных и наиболее доступных средств технической подготовки [6]. Однако наиболее близкие признаки структурно-динамического соответствия главному спортивному упражнению присущи только тем тренировочным упражнениям, которые имеют тот же фазовый состав цикла скользящего шага при скоростном беге на коньках по льду [6]. К таковым, в первую очередь, относятся упражнения технической имитации, в рамках выполнения которых осуществляется перенос веса тела с ноги на ногу, как с использованием специализированных тренировочных устройств, имеющих в своем составе «имитационную платформу», позволяющую регламентировать длительность скольжения на одной ноге после отталкивания, так и без них.

На основании вышесказанного в качестве одного из вариантов оценки отдельных сторон технической подготовленности конькобежцев можно рассматривать показатели, характеризующие эффективность выполнения упражнений технической имитации.

Исследование проводилось на базе спортивно-технического факультета БНТУ и было направлено на разработку методики регистрации и оценки биомеханических параметров движений конькобежца при выполнении имитации элементов «посадки» в соревновательном упражнении.

В исследовании принимали участие четыре спортсмена по конькобежному спорту, среди которых были мастер спорта международного класса и три мастера спорта.

Для исследования взаимодействия стоп спортсмена с опорой использовался проводной вариант аппаратно-программного комплекса HR Mat Tekscan [7], осуществлялась регистрация и запись данных давления, прикладываемого спортсменом к специальной измерительной платформе подошвами стоп (без обуви) при выполнении трех полных циклов движений.

С целью идентификации фазового состава упражнения осуществлялся видеозахват движений посредством аппаратно-программной системы «Qualisys AB» [8]. С помощью данной системы регистрировались и записывались кинематические параметры движений (величины суставных углов, скорости и ускорения их изменения).

Обе системы были синхронизированы, размещались стационарно в условиях спортивного зала.

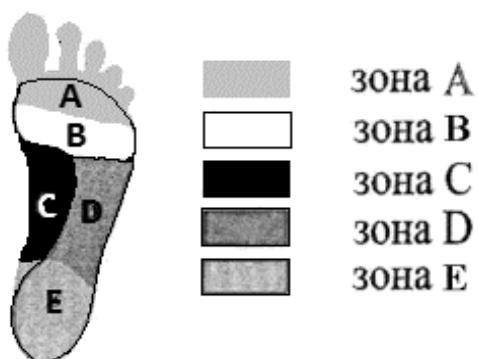
Результаты исследования и их обсуждение

При изучении фазовой структуры имитационного упражнения определялись характеристики граничных моментов фаз цикла двигательного действия, который для удобства анализа был разделен на два полуцикла, т. е. движение одной ногой, а затем – другой. Данные представлены в таблице 1.

Для каждого спортсмена получены данные, характеризующие процесс распределения давления по подошвенной поверхности стоп во время выполнения упражнения, с выделением пяти биомеханических зон (рисунок 1) [9].

Таблица 1 – Фазовый состав упражнения технической имитации для полуцикла

Полуцикл				
Левая нога	I фаза – «заведение свободной» ноги назад	II фаза – «вынос бедра вперед»	III фаза – «постановка свободной ноги на опору»	IV фаза – «двойная опора»
Правая нога	«Одиночная опора»	«Одиночная опора»	«Одиночная опора»	«Двойная опора»
Начало	Давление оказывают обе ноги	Свободная нога максимально заведена назад	Бедро свободной ноги максимально вынесено вперед	Первый контакт свободной ноги с платформой
Окончание	Свободная нога максимально заведена назад	Бедро свободной ноги максимально вынесено вперед	Первый контакт свободной ноги с платформой	Обе ноги оказывают давление на опору



А – зона пальцев; В – метатарзальная зона; С, Д – медиальная и латеральная зона серединной области стопы; Е – пятончая зона

Рисунок 1 – Дифференциация биомеханических зон в области стопы

Чтобы оценивать технику выполнения движений в рамках определенной фазы с позиций особенностей распределения давления, необходимо четко представлять частную задачу фазы.

В рамках выполнения движений в фазе I – «заведение свободной» ноги назад необходимо сохранить и использовать в последующем отталкивании скорость, созданную предыдущим отталкиванием [10], а также подготовиться к последующему, как можно более эффективному, отталкиванию. В скоростном беге на коньках данная фаза характеризует фазу свободного скольжения. Для сохранения величины скорости, созданной предыдущим отталкиванием, необходимо, чтобы площадь области перемещения центра давления была как можно меньше. Чем меньше площадь данной области, тем стабильнее положение тела спортсмена в пространстве и меньше потери скорости.

Ведущая рука и нога у всех спортсменов правая. В момент опоры спортсменами на правую ногу наблюдается уменьшение площади области перемещения центра давления в среднем почти на 50 %, нежели в момент опоры на левую ногу. Это говорит о том, что сохранять равновесие и контролировать свое перемещение на внутреннем либо внешнем ребре конька спортсменам труднее при опоре на левую ногу.

Фаза II – «вынос бедра вперед» и фаза III «постановка свободной ноги на опору» в скоростном беге по льду входят в состав фазы одноопорного отталкивания. Особенность подготовки к одноопорному отталкиванию состоит в

необходимости нахождения спортсмена в момент начала такого отталкивания на внешнем ребре конька, что соответствует приложению максимальной величины давления спортсменом в зоне D (рисунок 1) [10]. Соблюдение данного условия позволяет осуществить эффективное отталкивание толчковой ногой еще до момента постановки конька свободной (маховой) ноги, что в конечном счете увеличит скорость продвижения общего центра тяжести спортсмена.

Для спортсменов, принимавших участие в исследовании, одноопорное отталкивание левой ногой, так же как и правой, в трех циклах начиналось из различных зон. В некоторых циклах это соответствовало соблюдению условия эффективного отталкивания (зоне D).

В скоростном беге на коньках фаза IV – «двойная опора» характеризует фазу двухопорного отталкивания. В начале фазы основное давление должно оказываться преимущественно латеральной зоной D серединной области стопы [10]. Завершать отталкивание в данной фазе необходимо пальцевой зоной А, что позволит максимально использовать возможности клап-скейтовой технологии крепления лезвий конька к ботинку – задействовать в процессе отталкивания сгибатели стопы [11]. Предваряя завершение отталкивания в пальцевой зоне А, необходимо оказывать основное давление на опору пяточной зоной Е, т. е. как бы перекатываясь с пятки на пальцы.

В рамках анализа данных давления в данной фазе нами было отмечено, что спортсмены в полной мере не задействуют подошвенные сгибатели стопы и икроножные мышцы.

В таблице 2 представлены данные об угловых характеристиках, полученные в процессе использования системы видеозахвата движений, в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах опорной ноги при выполнении трех циклов упражнения мастером спорта международного класса.

Таблица 2 – Диапазоны изменения суставных углов в процессе выполнения упражнения

Фаза	Опорная нога	Диапазон изменения суставного угла, град.		
		тазобедренный	коленный	голеностопный
		min-max	min-max	min-max
I	левая	39,5–40,9	85,0–92,4	70,6–71,2
	правая	38,0–40,0	82,0–88,0	76,5–72,0
II	левая	36,0–41,0	77,0–92,0	68,0–71,0
	правая	38,0–40,5	79,0–88,5	69,0–71,5
III	левая	37,0–41,5	76,0–90,7	69,0–71,0
	правая	38,0–38,5	78,0–81,0	68,5–71,5

В зависимости от углов в тазобедренном и коленном суставах различается низкая и высокая посадка. Низкая посадка более эффективна для отталкивания, поэтому она применяется при беге на короткие дистанции. Чем ниже посадка, тем длиннее толчок; чем выше посадка, тем быстрее можно произвести отталкивание [12].

На рисунке 2 представлена посадка спортсмена при выполнении упражнения.

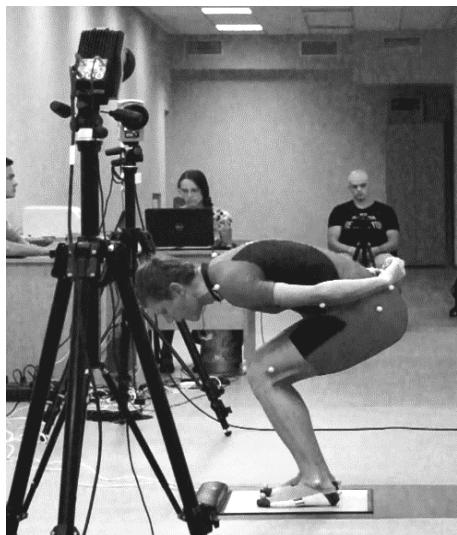


Рисунок 2 – Посадка спортсмена во время выполнения упражнения

Меньший угол в коленном суставе в начале отталкивания позволяет повысить эффективность работы, выполняемой спортсменом за один шаг [13]. В фазе скольжения углы в коленных суставах у спортсменов находятся в пределах 90° [13, 14].

Меньший угол в коленном суставе перед началом разгибания в нем и последующее как можно более быстрое разгибание в фазе отталкивания позволяют производить большую выходную мощность [15].

Вышесказанное подтверждает возможность и необходимость использования современных высокоточных аппаратно-программных диагностических средств в процессе комплексного контроля за уровнем технической подготовленности спортсменов.

Заключение

Имитационные упражнения являются важной составляющей совершенствования технической подготовленности конькобежцев, поскольку по биомеханическим параметрам соответствуют соревновательному упражнению. В связи с этим изучение динамических и кинематических показателей двигательного действия даст возможность целенаправленно воздействовать на качество его выполнения и, соответственно, повышать эффективность технической подготовки спортсмена.

К биомеханическим параметрам, на основании которых можно оценить эффективность выполнения упражнений технической имитации, относятся параметры распределения давления, характеризующие взаимодействие подошвенной поверхности обеих стоп спортсмена с опорой, а также диапазоны изменения величин суставных углов в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах, характеризующие посадку конькобежца.

Использование специалистами и тренерами современного диагностического инструментария в учебно-тренировочном процессе конькобежцев различной квалификации позволит выявить сильные и слабые стороны в технической подготовленности, что, в свою очередь, послужит основанием для внесения в тренировочный процесс соответствующих коррективов.

Список использованных источников

1. Van Ingen Schenau, G. J. The influence of air friction in speed skating / G. J. Van Ingen Schenau // J. Biomech. – 1982. – Vol. 15, iss. 6. – P. 449–458.

2. Elferink-Gemser, M. T. Relation between multidimensional performance characteristics and level of performance in talented youth field hockey players / M. T. Elferink-Gemser, C. Visscher, K. A. Lemmink [et al.] // J. Sports Sci. – 2004. – Vol. 22, iss. 11–12. – P. 1053–1063.
3. Olympia exists Pushing boundaries for talented athletes Talent Identification and Development in Sports Research Group [Electronic resource] : HAN University of Applied Sciences Press. – Mode of access: https://www.han.nl/onderzoek/nieuws/marije-elferink-installat/_attachments/13002_lectoraat_marije_elferink-gemsen_en_lr4.pdf. – Date of access: 10.01.2017.
4. INTERNATIONAL SKATING UNION // Olympic Winter Games 2014, Sochi. Result 1500m Men [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://live.isuresults.eu/2013-2014/sochi/r1509.html>. – Дата доступа: 05.04.2017.
5. Posey, C. XXVI Olympiad: Atlanta 1996, Nagano 1998 (The Olympic Century Book 24) / C. Posey. – Toronto : Warwick Press Inc., 2015. – 588 p.
6. Суслин, А. В. Методика физической и технической подготовки квалифицированных конькобежцев : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А. В. Суслин. – М., 1984. – 24 с.
7. HR Mat // Tekscan. Pressure Mapping, Force Measurement & Tactile Sensors [Электронный ресурс]. – Boston, 2017. – Режим доступа: <https://www.tekscan.com/products-solutions/systems/hr-mat?tab=description>. – Дата доступа: 10.01.2017.
8. Qualisys Track Manager // Qualisys. Software [Электронный ресурс]. – Göteborg, 2017. – Режим доступа: <http://www.qualisys.com/software/qualisys-track-manager>. – Дата доступа: 10.01.2017.
9. Мармыш, А. Г. Возможности педобарографии в диагностике и ортопедической коррекции продольного плоскостопия / А. Г. Мармыш, В. Н. Горбузов, С. И. Болтрукевич [и др.] // Журн. ГрГМУ. – 2010. – № 2. – С. 59–64.
10. Макаренко, Б. Н. Конькобежный спорт: Учеб.-метод. пособие / Б.Н. Макаренко. – Коломна, 2005. – 228 с.
11. Houdijk, H. Push-off mechanics in speed skating with conventional skates and klapskates / H. Houdijk, J. J. de Koning, G. de Groot [et al.] // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2000. – Vol. 32. – № 3. – P. 635–641.
12. De Greeff, M. J. W. Explaining the performance of talented youth speed skaters / M. J. W. De Greeff, M. T. Elferink-Gemser, G. Sierksma [et al.] // Annals Res. Sport. Phys. Act. – 2011. – № 1. – P. 85–99.
13. Van Ingen Schenau, G. J. On the origin of differences in performance level between elite male and female speed skaters / G. J. Van Ingen Schenau, G. De Groot // Hum. Mov. Sci. – 1983. – Vol. 2, iss. 3. – P. 151–159.
14. Yuda, J. Kinematic analysis of the technique for elite male long-distance speed skaters in curving / J. Yuda, M. Yuki, T. Aoyanagi [et al.] // J. of Appl. Biomech. – 2007. – Vol. 23, iss. 2. – P. 128–138.
15. Van Ingen Schenau, G. J. The control of speed in elite female speed skaters / G. J. Van Ingen Schenau, G. De Groot, R. W. De Boer // J. Biomech. – 1985. – Vol. 18, iss. 2. – P. 91–96.

13.04.2017

БИОДИНАМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ДИАГНОСТИКИ УТОМЛЕНИЯ В ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЗАНЯТИЯХ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ

А. Н. Колумбет, д-р пед. наук, профессор,

Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина

Аннотация

Целью исследований явилось изучение особенностей структуры педалирования и создание диагностической модели изменений координации движений велосипедистов под воздействием утомления в тренировочных занятиях различной направленности. В исследованиях приняли участие 18 спортсменов высокой квалификации. Особенности координационной структуры движений велосипедистов изучались в эксперименте, моделирующем занятия различной направленности. Спортсмены на велоэргометре выполняли программы тренировочных занятий, направленных на развитие скоростно-силовых возможностей и выносливости к работе анаэробного и аэробного характера. Выявлено, что в период преодолеваемого утомления исчезают динамические толчки в характере прикладываемых усилий и рисунок биодинамических составляющих становится более слаженным. При этом возрастает относительное использование горизонтальных составляющих усилий, тогда как импульс силы вертикальных усилий остается без существенных изменений. В период явного утомления возрастает вариативность кинематических характеристик движений, снижается экономичность работы и возрастает интегрированная биоэлектрическая активность исследуемых мышц велосипедистов.

BIODYNAMIC CRITERIA OF FATIGUE'S DIAGNOSTIC DURING THE TRAINING SESSIONS OF QUALIFIED BICYCLISTS

Annotation

Goals: to investigate the structure's peculiarities of pedaling and to create the diagnostic models of coordination change in coordination motions of bicyclists driven by fatigue during different orientation's training session. Cohesive: 18 high qualification sportsmen took part in researches. Results: Peculiarities of coordinating structure of bicyclists' motion were studied in the experiment, modeling training of different direction. Sportsmen on a veloergometer accomplished the training session programmes, focused on speed and power capabilities' development and work's endurance of anaerobic and aerobic character. Conclusions: In the period of the overcome fatigue disappear dynamic impulses in applied force character disappear and picture of biodynamic components become more smoothed out. Thus the relative usage of horizontals of efforts' components increases, while the impulse of force's momentum of vertical efforts remains without substantial changes. The variability of kinematic motions characteristics increases in the period of obvious fatigue, bicyclists' work efficiency decreases and the integrated electrobiological activity of the bicyclists' investigated muscles increases.

Введение

Эффективность управления тренировочной нагрузкой в значительной мере определяется возможностью объективной диагностики утомления спортсменов непосредственно в процессе занятий.

В настоящее время, несмотря на обширный экспериментальный материал, освещающий различные аспекты проблемы утомления при мышечной деятельности в спорте, нет единого мнения как в определении самого понятия утомления, так и возможности диагностики этого состояния в процессе тренировочных занятий различной направленности. При этом дифференцирование степени тренирующих воздействий часто основано на субъективных ощущениях спортсменов трудности выполнения упражнения, характеристике общего самочувствия, изменениях некоторых психофизиологических, биохимических и других показателей, регистрируемых после нагрузки. В ряде работ выявлена возможность диагностики фазовой структуры утомления на основе оценивания суммарных показателей объемов и интенсивности выполняемой нагрузки, динамики скорости на отдельных отрезках в процессе тренировки [14].

Ограниченностю представленных методических приемов становится очевидной, когда речь идет о дифференцировании отдельных периодов утомления, которое, как показали исследования [3, 8, 13], включает в себя период преодолеваемого (компенсируемого) и период непреодолимого (явного) утомления, характеризующегося дискоординацией в деятельности центральных и периферических образований, снижением результирующей эффективности движений спортсменов [10].

Сложившиеся представления о характере воздействия утомления на структуру движений спортсменов основаны на исследовании нагрузок, моделирующих различные виды соревновательной деятельности. При этом особенности проявления утомления в процессе тренировок практически не рассматривались. Остается открытым также вопрос о выборе информативных критериев для диагностики этого состояния.

В основу гипотезы исследований положено предположение о возможности использования параметров структуры двигательных действий как наиболее чутких индикаторов динамики и эффективности функционирования различных систем организма в качестве информативных критериев диагностики утомления в процессе спортивной тренировки.

Цель настоящей работы – исследование закономерностей динамики координационной структуры движений квалифицированных велосипедистов в период преодолеваемого утомления в занятиях с большими нагрузками различной преимущественной направленности, а на этой основе – определение и количественная характеристика биомеханических критериев диагностики утомления.

Методы и организация исследований

Изменения координационной структуры движений квалифицированных велосипедистов изучены в эксперименте, моделирующем тренировочные занятия с большими нагрузками различной преимущественной направленности. Обследовано 18 велосипедистов в возрасте от 19 до 24 лет, специализирующихся в гонках на треке. Спортсмены на модифицированном велоэргометре «Monark» выполняли программы занятий, направленных на развитие скоростно-силовых возможностей, выносливости к работе аэробного и анаэробного характера. Занятие скоростно-силовой направленности: 12–14 ускорений длительностью 15 с и нагрузкой 3,0–3,5 кг, пульс в пределах 185–210 уд/мин. Занятие анаэробной направленности: 6–8 серий ускорений, по 4 ускорения дли-

тельностью 60 с в серии, нагрузка 2,0–2,5 кг, пульс в пределах 175–190 уд/мин. Занятие аэробной направленности: работа в режиме пульса на уровне порога анаэробного обмена (определялась индивидуально) продолжительностью 60–120 мин, нагрузка 2,0–2,5 кг. В работе использована комплексная методика для биомеханических исследований, позволяющая регистрировать кинематические и динамические характеристики вертикальной и горизонтальной составляющих усилий, прикладываемых к правой педали, показатели биоэлектрической активности четырехглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной и передней большеберцовой мышц правой ноги велосипедиста, динамику внутрициклической и средней скорости педалирования [9].

В качестве методологической основы анализа экспериментальных данных использованы положения и принципы системно-структурного подхода к оценке параметров двигательной активности спортсменов в видах спорта с циклическим характером деятельности [9]. Такой подход предполагает оценку как отдельных биомеханических показателей структуры педалирования, так и количественную характеристику обобщенных свойств системы двигательных действий спортсменов, отражающих экономичность и эффективность реализации силы, вариативность элементов системы и структуры движений в целом.

При обработке экспериментальных данных мы определяли средние значения показателей и их ошибки ($X \pm m$), степень различия средних и достоверность различий (t , p), устанавливали величину рассеивания – вариант вокруг средней (σ , CV), а также определяли степень взаимосвязи между исследуемыми показателями (r).

При проведении комплексных педагогических, биомеханических и биологических обследований с участием спортсменов придерживались законодательства Украины об охране здоровья, Хельсинской декларации 2000 г., директивы № 86/609 Европейского общества относительно участия людей в медико-биологических исследованиях.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате анализа динамики скорости педалирования, экономичности и эффективности использования усилий в цикле движения, биоэлектрической активности мышц велосипедистов в процессе выполнения программ тренировочных занятий с большими нагрузками различной преемственной направленности выявлены периоды врабатывания, «устойчивой работоспособности», преодолеваемого и явного утомления.

Начальный период работы характеризовался снижением скорости педалирования, уменьшением напряженности сократительной активности мышц, некоторой тенденцией к повышению экономичности и эффективности двигательных действий велосипедистов. При этом для периода врабатывания, продолжительность которого составила $32,4 \pm 1,86\%$ (здесь и далее указана продолжительность периода тренировочных занятий по отношению к общей продолжительности тренировки до момента явного утомления), по сравнению с другими периодами занятий характерна высокая вариативность и разнотипованность изменений биомеханических характеристик. Различия оказываются тем выраженнее, чем выше интенсивность мышечной деятельности.

В дальнейшем скорость педалирования стабилизируется, снижается вариативность кинематических показателей до 3,6–8,7 % ($p < 0,05$) и динамических характеристик усилий до 6,8–13,0 % ($p < 0,05$). Вместе с тем отмечено достоверное снижение на 6,9–8,7 % результирующего импульса силы, а также интегрированной электрической активности мышц. Однако уменьшение диапазона вариативности исследуемых биомеханических характеристик, экономизация

двигательных действий велосипедистов существенно выражены лишь в занятиях преимущественно скоростно-силовой и анаэробной направленности, тогда как при работе аэробного характера в этот период происходит постоянная смена величины и знака биомеханических характеристик структуры педалирования. Как показали исследования, продолжительность периода «устойчивой работоспособности» для занятий разной направленности составила $30,8 \pm 3,2$ % общей продолжительности занятия.

В заключительной стадии тренировочных занятий, спустя $63,4 \pm 1,9$ % времени от начала работы, необходимость поддержания работоспособности на заданном уровне воспринимается испытуемыми как значительная трудность. При этом несмотря на выраженные признаки утомления велосипедисты еще продолжительное время сохраняют, а в занятиях аэробной направленности даже несколько увеличивают темп педалирования ($p > 0,05$).

Результаты анализа экспериментальных данных свидетельствуют о том, что в период преодолеваемого утомления по сравнению с периодом «устойчивой работоспособности» возрастает (и тем значительнее, чем выше интенсивность работы) суммарная биоэлектрическая активность исследуемых мышц. Причем если в занятиях аэробной направленности биоэлектрическая активность в период преодолеваемого утомления увеличивается всего на 2,5 %, то в занятиях скоростно-силового и анаэробного характера этот показатель возрастает соответственно на 18,4 и 17,7 % ($p < 0,01$).

Исследованиями установлено, что увеличение результирующего сократительного эффекта мышц в движениях велосипедистов в период преодолеваемого утомления независимо от направленности нагрузки определяется разным соотношением и степенью изменений амплитудно-частотных и пространственно-временных характеристик иннервационной структуры сократительной активности мышц. Причем, как свидетельствует анализ взаимосвязи исследуемых характеристик интерференционных электромиограмм, к числу показателей, наиболее вероятно определяющих повышение суммарного биоэлектрического эффекта мышц (коэффициент корреляции 0,60–0,87 при $p < 0,01$) в период преодолеваемого утомления в процессе занятий скоростно-силового и анаэробного характера, могут быть отнесены увеличение амплитуды и в меньшей мере – снижение частоты колебаний биопотенциалов, тогда как ритмовая структура биоэлектрической активности большинства исследуемых мышц, за исключением икроножной, остается без существенных изменений.

Как показали исследования, вовлечение двигательных единиц и синхронизация их активности – не единственный механизм поддержания необходимого двигательного эффекта в условиях снижающейся сократительной функции мышц. В частности, на занятиях аэробной направленности градация силы мышечного сокращения осуществлялась преимущественно в результате изменения ритма активности мотонейронов, что проявилось в увеличении к концу тренировочного занятия частоты колебаний биопотенциалов практически всех исследуемых мышц на 4,0–17,1 % ($p < 0,05$).

Полученные данные свидетельствуют о достоверно выраженных различиях в механизме градации силы мышечного сокращения в период преодолеваемого утомления в занятиях различной направленности. Причем если для работы скоростно-силовой и анаэробной направленности, связанной с проявлением предельных или околопредельных усилий, доминирующим фактором поддержания заданного уровня мышечной активности следует считать способность к рекрутингу в максимально короткое время дополнительных двигательных единиц, то для работы в оптимальном темпе и при оптимальных усилиях ре-

шающее значение приобретает возможность осуществления градуального способа реализации силы, которая тесно коррелирует с динамикой частотных характеристик электромиограмм.

Для понимания механизмов, лежащих в основе выявленных нами компенсаторных перестроек иннервационной структуры сократительной активности мышц в период преодолеваемого утомления, значительный интерес представляет анализ характера межмышечных координационных отношений. Как показали исследования, изменения особенностей межмышечной координации в период преодолеваемого утомления наиболее характерны для работы умеренной интенсивности и менее выражены в занятиях скоростно-силовой и анаэробной направленности. При этом факт высокой переключаемости акцентов активности мышц в период преодолеваемого утомления рассматривается как проявление координационных перестроек в деятельности нервных центров и периферических образований с целью сохранения результирующего динамического компонента педалирования.

Вместе с тем анализ комплексных осцилограмм убеждает в том, что перераспределение уровней мышечной активности вносит существенные изменения в биодинамическую структуру усилий велосипедистов. Чаще всего это проявляется (независимо от направленности тренировочных занятий) в увеличении доли относительного использования горизонтальных составляющих усилий при некотором снижении импульса силы вертикальных усилий. Однако отмеченные различия биодинамической структуры педалирования в период преодолеваемого утомления не вносят принципиальных изменений в характер распределения усилий в цикле движения. Полученные данные скорее свидетельствуют о переходе на биомеханически рациональный способ внутрициклической динамики усилий, обеспечивающий необходимый уровень эффективности их реализации и, как следствие, поддержание заданной скорости в конце тренировочного занятия.

Работа на фоне преодолеваемого утомления в тренировочных занятиях различной направленности оказывает существенное положительное воздействие на структуру движений спортсменов, естественным образом стимулируя проявление компенсаторных реакций [2]. Наиболее характерным является повышение напряженности функционирования мышц, что выразилось в вовлечении дополнительных двигательных единиц в занятиях скоростно-силовой и анаэробной направленности, усилении частоты импульсации мотонейронов, а также перераспределение активности на уровне отдельных мышц и мышечных комплексов в занятиях, направленных на развитие выносливости к работе аэробного характера. В период преодолеваемого утомления происходит «коррекция» внешних характеристик движений – возрастает значимость так называемых «отстающих» элементов структуры педалирования, а также, что весьма важно, повышается активность использования результирующих усилий велосипедистов. Отмеченные нами изменения в структуре педалирования в период явного утомления свидетельствуют как о снижении сократительной функции мышц, так и о проявлении дискоординации в деятельности нервных центров [6, 11].

По мнению ряда авторов [8, 9, 12, 14], увеличение амплитуды колебаний биопотенциалов и снижение частотных характеристик электромиограммы (как в наших исследованиях) свидетельствует о вовлечении в деятельное состояние дополнительных, ранее не функционировавших двигательных единиц вследствие возросшей эффеरентной импульсации и синхронизации их деятельности [4, 7, 13].

Полученные нами данные позволяют предполагать различия в механизмах градации силы мышечных сокращений в период преодолеваемого утомления

при выполнении работы разной мощности [4, 7, 14]. При этом существенным резервом поддержания величины мышечного сокращения при нагрузках максимальной мощности является способность к вовлечению дополнительных двигательных единиц [1, 12], тогда как при работе в оптимальном темпе фактором, определяющим уровень мышечной активности, а также возможность градуального осуществления движений [12, 14] в период преодолеваемого утомления, является дифференцирование ритма возбуждения двигательных единиц.

Высокую переключаемость мышечной активности в условиях различной утомляемости и функциональной неоднозначности мышц в период преодолеваемого утомления следует рассматривать как проявление координационных перестроек в системе взаимоотношения управляющих центров с целью сохранения результирующего динамического компонента работы [3, 5].

Заключение

Сохранение работоспособности на заданном уровне в заключительной стадии тренировочных занятий различной направленности в значительной мере определяется возможностью проявления системы компенсаторных перестроек в структуре двигательных действий квалифицированных велосипедистов. При этом независимо от направленности тренировочной нагрузки к наиболее чутким индикаторам, сигнализирующими о наступлении периода утомления, могут быть отнесены изменения режимов сократительной активности мышц. Это выражается прежде всего в увеличении интегрированной биоэлектрической активности, средних и максимальных значений амплитуды колебаний биопотенциалов при относительно стабильной ритмовой структуре интерференционных электромиограмм. Причем для занятий скоростно-силовой и анаэробной направленности прирост значений интегрированной электрической активности в период преодолеваемого утомления носит более выраженный характер, чем в занятиях аэробного характера, для которых более информативным диагностическим признаком следует считать перераспределение уровней мышечной активности в цикле педалирования.

Список использованных источников

1. Ambrosini E, Ferrante S, Ferrigno G, Molteni F, Pedrocchi A. Cycling induced by electrical stimulation improves muscle activation and symmetry during pedaling in hemiparetic patients. *IEEE Transaction on Neural Systems & Rehabilitation Engineering*, 2012;20:320–330.
2. Bernstein N. *The Coordination and Regulation of Movement*. Oxford: Pergamon, 1967.
3. Castronovo AM, De Marchis C, Bibbo D, Conforto S, Schmid M, D'Alessio T. Neuromuscular adaptations during submaximal prolonged cycling. *Conf. Proc. IEEE Medicine & Engineering of Biology Society*, 2012:3612–3615.
4. Conforto S, D'Alessio T. Real time monitoring of muscular fatigue from dynamic surface myoelectric signals using a complex covariance approach. *Medicine & Engineering Physiology*, 1999;21:225–234.
5. Dorel S, Drouet JM, Couturier A, Champoux Y. (2009). Changes of pedaling technique and muscle coordination during an exhaustive exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2009;41(6):1277–86.
6. Ericson MO. Mechanical muscular power output and work during ergometer cycling at different workloads and speeds. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 1988;57:382–387.
7. Hug F, Dorel S. Electromyographic analysis of pedaling: a review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2009;19:182–198.

8. Jorge M, Hull ML. Analysis of EMG measurements during pedaling. Journal of Biomechanics, 1986;19:683-94.
9. Monogarov VD, Bratkovsky VK. Coordination motions of sportsmen in the period of the compensated fatigue during muscular work of cyclic character. Optimization of management by the process of perfection technical trade of sportsmen higher qualification, Kiev, 1979:36-43.
10. Patterson RP, Pearson JL, Fisher SV. The influence of flywheel weight and pedalling frequency on the biomechanics and physiological responses to bicycle exercise. Ergonomics, 1983;26:659-668.
11. Person RS. Electromyography in researches of man. Moscow, Medicine, 1969.
12. Petrofsky JS. Frequency and amplitude analysis of the EMG during exercise on the bicycle ergometer. European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology, 1979;41:1-15.
13. Theurel J, Crepin M, Foissac M, Temprado JJ. Effects of different pedalling techniques on muscle fatigue and mechanical efficiency during prolonged cycling. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2011;22:714-721.
14. Ting LH, Kautz SA, Brown DA, Zajac FE. Phase reversal of biomechanical functions and muscle activity in backward pedaling. Journal of Neurophysiology, 1999;81:544-551.

01.03.2017

УДК 797.122.3

ОЦЕНКА СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ВЕДУЩИХ ГРУПП МЫШЦ ГРЕБЦОВ-КАНОИСТОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

Д. А. Лукашевич, магистр пед. наук,

Белорусский национальный технический университет;

И. Ю. Михута, канд. пед. наук, доцент,

УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,
Республика Беларусь

Аннотация

В статье изложены проблемы оценки силовой выносливости спортсменов-гребцов. Показана возможность контроля силовой выносливости ведущих групп мышц методом электромиографии при выполнении специальных тестовых заданий на гребных тренажерах. Применение современных мобильных аппаратно-программных средств для диагностики биоэлектрической активности ведущих мышечных групп позволяет объективно и точно оценить уровень развития силовой выносливости спортсменов, специализирующихся в гребном спорте. В результате проведенного исследования выявлена динамика биоэлектрической активности мышц при выполнении соревновательного упражнения в различных тренировочных режимах и при разных степенях утомления.

EVALUATION OF THE STRENGTH ENDURANCE OF THE LEADING GROUPS OF MUSCLE OF CANOEISTS USING ELECTROMYOGRAPHY METHOD

Annotation

The article develop the problems of the evaluation of the strength endurance of rowers. The possibility of controlling the strength endurance of the leading muscle

groups by the method of electromyography during special test tasks on rowing machines is shown. The application of modern mobile hardware and software for the diagnosis of bioelectric activity of leading muscle groups allows to objectively and accurately assess the level of development of strength endurance of the rowing athletes. As a result of the study the dynamics of the bioelectrical activity of muscles was revealed during the performance of a competitive exercise in different training regimes and at different level of fatigue.

Введение

В настоящее время в гребном спорте достижение высоких спортивных результатов невозможно без высокого уровня двигательно-кондиционного потенциала спортсменов, а именно компоненты общей работоспособности и специальной силовой выносливости организма гребца. Силовая выносливость по своей структуре является одним из наиболее сложных для оценки качеств, что обусловлено зависимостью от возможностей нервно-мышечного аппарата, быстроты расходования ресурсов внутримышечных источников энергии, от техники владения двигательными действиями и уровня развития других физических качеств. В связи с этим особую важность приобретают исследования, направленные на поиск и разработку новых высокоинформационных методов оценки уровня развития отдельных компонентов выносливости спортсменов в гребном спорте.

Для оценки силовой выносливости важным является знание системообразующих факторов, которые предопределяют уровень ее развития, а именно: структура мышц; внутримышечная координация; межмышечная координация; иннервация мышц; запас креатинфосфата в мышцах; скорость восстановления запасов креатинфосфата; продуктивность работы систем энергетического обеспечения. Кроме того, силовая выносливость имеет ряд форм в зависимости от характера вовлеченности тех или иных групп мышц в работу при выполнении двигательного задания. Прежде всего, в гребле следует выделить статическую и динамическую силовую выносливость, которая проявляется в комплексе: статическая силовая выносливость необходима для удержания весла и сохранения рабочей позы, динамическая силовая выносливость – для выполнения на дистанции большего числа гребков без снижения вкладываемых в них усилий [1].

Объективная оценка эффективности планирования учебно-тренировочного процесса в гребле осуществляется посредством комплексного контроля с применением тестовых заданий и аппаратно-программных средств, которые позволяют выполнять мониторинг ведущих показателей резервных возможностей спортсменов. На основе постоянного мониторинга важнейших компонентов силовой выносливости возможно выявить и оценить лимитирующие факторы сильных и слабых сторон подготовленности спортсмена. В этой связи без специальных метрологически обоснованных методов исследования невозможно получить объективную информацию об уровне развития составляющих компонентов силовой выносливости [2–5]. Важным условием объективности в оценке силовой выносливости спортсменов высокого уровня является соответствие структуры тестового задания особенностям структуры основного соревновательного упражнения [6].

Несмотря на ряд исследований, проводимых специалистами, занимающимися проблемами оценки силовой выносливости, в практике педагогического и медико-биологического контроля отсутствуют наиболее значимые количественные и качественные критерии оценки уровня развития данного физического качества. В этой связи возникает необходимость поиска методики диаг-

ностики и разработки количественных критериев оценки силовой выносливости ведущих групп мышц спортсменов в гребном спорте [7].

Проанализировав работы, связанные с оценкой силовой выносливости спортсменов-гребцов, следует отметить, что основными причинами отсутствия достоверных методик и критериев оценки данного качества являются: отсутствие экспериментально обоснованных средств и методов развития силовой выносливости; отсутствие метрологически обоснованных тестов, отвечающих требованиям добротности (надежности, информативности и объективности) [1, 8].

Одним из путей к решению проблемы получения надежных и объективных результатов тестирования с минимальными погрешностями являются современные технологии диагностики, основанные на применении мобильных аппаратно-программных средств. Однако в связи со спецификой гребного спорта (соревновательная и тренировочная деятельность осуществляется на стыке воздушной и водной сред) возникает проблема, обусловленная сложностью сбора информации при выполнении двигательных заданий непосредственно на воде. Дополнительное исследовательское оборудование, размещенное в лодке, оказывает заметное влияние на биомеханические характеристики движения лодки, что приводит к регистрации недостаточно объективных и даже ошибочных данных. Датчики и приборы, с помощью которых возможно в настоящее время оценивать уровень развития силовой выносливости, требуют гидроизоляции, что, в свою очередь, сказывается на их точности. Поэтому поиск методов оценки силовой выносливости является одним из основных резервов совершенствования системы спортивной подготовки гребцов, что тем самым позволит создать необходимые условия для рационального управления тренировочным процессом.

Актуальность исследований в данном направлении обусловлена высоким ростом конкуренции в гребном спорте, что требует поиска современных средств и методов учебно-тренировочного процесса как системообразующего фактора наивысших спортивных достижений. Практическая значимость данной работы заключается в том, что полученные результаты могут использоваться для совершенствования методики развития силовой выносливости спортсменов в гребном спорте, основанной на целенаправленном включении ведущих групп мышц, а также для разработки модельных параметров межмышечной активности при выполнении соревновательных упражнений.

Цель исследования: разработать методику оценки ведущих групп мышц гребцов-каноистов с применением мобильных аппаратно-программных средств.

Объект исследования: учебно-тренировочный процесс гребцов-каноистов.

Предмет исследования: уровень силовой выносливости ведущих групп мышц гребцов-каноистов при выполнении основного соревновательного упражнения.

Методы и организация исследования

В рамках исследования применялись следующие методы: анализ и обобщение научно-методической литературы, экспериментально-эмпирические методы, методы математической статистики.

Исследование проводилось в г. Бресте в рамках учебно-тренировочного сбора национальной команды Республики Беларусь по гребле на каноэ в подготовительном периоде.

Результаты исследования и их обсуждение

Для оценки силовой выносливости ведущих групп мышц были разработаны три тестовых задания на специальных гребных тренажерах различной силовой направленности, соответствующих структуре выполнения основного сорев-

новательного упражнения и позволяющих воспроизводить пространственную и силовую структуру гребка.

Для каждого тренажера регламентированы требования проведения исследования, которые одинаковы для однородной группы испытуемых: продолжительность выполнения задания, темп выполнения (для тренажеров № 1 и № 2), величина отягощения (для тренажеров № 1 и № 2), высота угла наклона опорной поверхности (для тренажера № 3).

Продолжительность выполнения тестового задания на каждом тренажере составляла одну минуту. Величина темпа для тренажера № 1 составляла 55 гребков в минуту, а для тренажера № 2 – 65 гребков в минуту, что соответствовало соревновательному темпу движений в реальных условиях гребли. При выборе данных темпов режимов нами было установлено, что условия выполнения упражнений на тренажерах должны в максимальной степени быть приближены к условиям выполнения реального соревновательного упражнения, в процессе которого проявляется силовая выносливость спортсменов. На тренажере № 3 выполнялась работа статодинамического характера, что предполагало работу с максимальной амплитудой движений и максимальной мощностью пропталкивания подвижного механизма по опоре.

Для оценки силовой выносливости ведущих групп мышц использовался аппаратно-программный комплекс регистрации электрической активности мышц Delsys Trango. В рамках данного метода на спортсмене крепились беспроводные датчики регистрации суммарной биоэлектрической активности мышц, далее осуществлялась имитация основного соревновательного движения на специальных гребных тренажерах. В качестве ведущих групп мышц, участвующих при выполнении главного соревновательного упражнения, были выделены следующие: двуглавая мышца плеча, трехглавая мышца плеча, deltovидная мышца, прямая мышца живота, прямая мышца бедра, поясничная фасция спины, двуглавая мышца бедра, широчайшая мышца спины и мышца предплечья. Выбор ведущих групп мышц обусловлен теоретическим, эмпирическим и экспертыным анализом.

При обработке экспериментальных данных для оценки протекания процессов утомления были выделены три цикла в каждом тестовом задании (в начале, в середине и в конце выполнения теста). Каждый цикл соответствовал одному полному выполнению имитируемого гребка на тренажере. Количественные значения показателей, характеризующих среднюю амплитуду и среднюю частоту потенциалов электромиограммы, представлены в таблице 1.

Представленные в таблице значения средней амплитуды и средней частоты прежде всего определялись количеством возбужденных двигательных единиц, а также степенью синхронизации развивающихся в каждой из них колебаний потенциала. Как отмечается в ряде исследований, амплитуда электромиограммы нарастает градуально, сначала активируются двигательные единицы, обладающие наибольшей возбудимостью, а затем начинают активироваться другие двигательные единицы [9]. Это справедливо и для нашего случая, что подтверждается средними значениями амплитудно-частотных характеристик всех исследуемых групп мышц (от цикла к циклу отмечается увеличение показателей средней амплитуды и уменьшение показателей средней частоты).

Таблица 1 – Экспериментальные данные электромиографического анализа по средней амплитуде и частоте биоэлектрических потенциалов мышц

Мышцы	1-й ТРЕНАЖЕР			2-й ТРЕНАЖЕР			3-й ТРЕНАЖЕР				
	ЭМГ			ЭМГ			ЭМГ				
	1 Ц	2 Ц	3 Ц	1 Ц	2 Ц	3 Ц	1 Ц	2 Ц	3 Ц		
АМПЛИТУДА			АМПЛИТУДА			АМПЛИТУДА					
R BICEPS BRACHII	50,07	79,56	106,45	56,09	80,62	89,66	36,15	36,10	38,14		
L BICEPS BRACHII	72,13	83,54	88,82	82,29	94,10	93,09	49,39	39,57	49,86		
R RECTUS ABDOMINIS	18,52	21,24	22,66	23,88	26,60	30,01	20,24	19,99	21,54		
L RECTUS ABDOMINIS	19,50	22,01	20,22	24,99	22,09	26,20	16,19	15,42	17,78		
R DELTOID	49,24	43,16	48,14	36,16	27,17	30,37	18,31	23,33	24,54		
L DELTOID	39,55	45,15	35,04	42,69	36,13	34,48	32,81	32,71	31,90		
R RECTUS FEMORIS	12,53	15,23	14,28	11,79	12,68	12,08	10,96	10,97	11,12		
L RECTUS FEMORIS	21,21	28,09	25,67	21,64	23,37	27,14	19,21	19,46	21,52		
R TRICEPS BRACHII	108,80	88,63	101,70	106,16	111,63	111,17	85,10	107,27	100,52		
L TRICEPS BRACHII	71,40	63,76	71,69	87,34	84,02	72,43	87,53	96,45	80,02		
L THORACOLUMBAR FASCIA	24,94	34,77	38,03	24,93	31,42	70,82	38,54	50,11	83,71		
R THORACOLUMBAR FASCIA	106,82	159,33	178,05	122,55	220,28	397,04	698,93	756,92	679,50		
R BICEPS FEMORIS	25,55	29,05	27,54	22,82	23,18	21,41	18,14	18,01	23,52		
R LATISSIMUS DORSI	58,11	79,37	63,04	60,53	56,31	78,99	59,35	81,07	42,79		
L BRACHIORADIALIS	148,70	149,49	126,13	78,03	77,10	60,04	73,66	75,76	76,80		
R BRACHIORADIALIS	61,48	85,14	90,95	85,52	94,49	99,12	59,66	62,58	93,34		
Среднее значение	55,53	64,22	66,15	55,46	63,83	78,38	82,76	90,36	87,29		
ЧАСТОТА			ЧАСТОТА			ЧАСТОТА					
R BICEPS BRACHII	52,24	39,85	50,05	52,44	56,40	49,68	39,10	32,02	42,06		
L BICEPS BRACHII	51,74	61,61	51,59	55,97	48,43	48,29	41,10	32,06	35,90		
R RECTUS ABDOMINIS	13,21	12,54	15,81	18,23	19,74	19,53	14,20	16,27	17,45		
L RECTUS ABDOMINIS	17,68	19,02	19,78	27,08	23,49	24,00	15,59	29,78	21,29		
R DELTOID	72,37	59,41	57,11	63,62	50,69	53,68	28,86	42,53	36,76		
L DELTOID	41,13	58,39	31,05	46,05	33,60	25,03	17,00	12,88	15,51		
R RECTUS FEMORIS	6,55	11,59	11,73	4,13	6,94	5,03	3,00	3,00	3,06		
L RECTUS FEMORIS	6,58	11,37	11,51	5,56	7,66	8,94	3,84	4,57	6,35		
R TRICEPS BRACHII	77,74	63,66	57,43	73,77	68,26	66,79	71,90	85,24	75,53		
L TRICEPS BRACHII	55,82	63,80	49,16	64,79	59,09	53,41	57,61	57,51	56,47		
L THORACOLUMBAR FASCIA	55,13	51,37	40,35	47,05	31,26	26,68	39,04	32,24	35,67		
R THORACOLUMBAR FASCIA	27,50	65,22	26,57	21,28	20,26	37,41	22,53	72,90	26,61		
R BICEPS FEMORIS	42,74	34,54	28,41	40,28	34,09	26,50	19,96	23,37	29,61		
R LATISSIMUS DORSI	68,61	48,59	57,92	73,26	58,23	52,97	61,51	55,88	72,33		
L BRACHIORADIALIS	45,11	41,22	39,65	50,62	41,80	45,65	54,86	55,71	67,49		
R BRACHIORADIALIS	53,00	49,63	55,05	67,18	68,77	64,24	38,24	42,59	52,71		
Среднее значение	42,95	43,24	37,70	44,46	39,29	37,99	33,02	37,41	37,17		

При субмаксимальных (моделирование условий выполнения соревновательного упражнения на тренажере № 1 с темпом 55 гребков в минуту) и максимальных усилиях (моделирование условий выполнения соревновательного упражнения на тренажере № 2 с темпом 65 гребков в минуту) отмечается увели-

чение потенциалов действия амплитуды с уменьшением частоты, что свидетельствует о нарастающем утомлении. Чем более явными выглядят процессы изменения количественных показателей амплитуды и частоты биоэлектрических потенциалов мышц, тем активнее протекает процесс утомления в организме спортсмена. При выполнении тестового задания на тренажере № 3 данные закономерности выявлены не были, что может быть связано со статодинамическим характером работы на тренажере. Кроме того, темп выполнения на данном тренажере был невысок (по условиям методики тестирования задание необходимо было выполнять с максимальной амплитудой и мощностью), что позволяло спортсменам выполнять задание с большей концентрацией и корректировать свои действия в ходе выполнения по собственным ощущениям.

Для визуальной оценки динамики средней амплитуды и частоты биоэлектрических потенциалов мышц с ростом утомления от цикла к циклу на примере выполнения тестового задания на тренажере № 1 построены графики, представленные на рисунках 1 и 2.

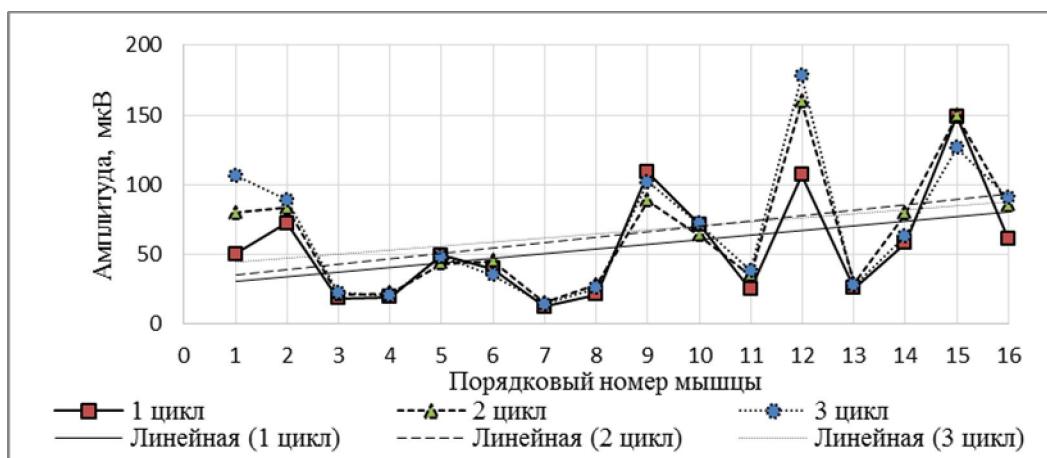


Рисунок 1 – График динамики амплитуды биоэлектрических потенциалов мышц от цикла к циклу для тренажера № 1

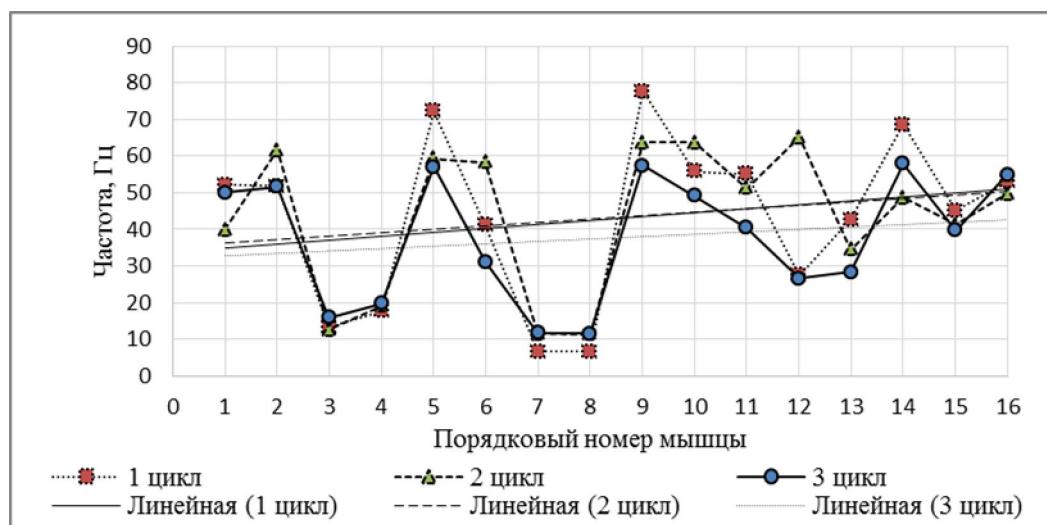


Рисунок 2 – График динамики частоты биоэлектрических потенциалов мышц от цикла к циклу для тренажера № 1

На каждом графике представлены три кривые, каждая из которых отражает значения средней амплитуды (для рисунка 1) и средней частоты (для рисунка 2) биоэлектрических потенциалов мышц от цикла к циклу. Для каждой кривой построена линия тренда, отражающая работу всех мышц в определенном цикле. Из графиков видно, что от цикла к циклу линия тренда средней амплитуды имеет тенденцию к увеличению, а линия тренда средней частоты – к уменьшению. Пересечение прямых линий тренда на рисунке 1 свидетельствует о перераспределении усилий с одних групп мышц на другие, что было вызвано процессами утомления в организме спортсмена (неспособность одними группами мышц поддерживать условия выполнения задания компенсируется более активным включением в работу других групп мышц).

Таким образом, предложенная методика оценки силовой выносливости ведущих групп мышц позволила на практике подтвердить закономерности изменения амплитудно-частотных характеристик электромиограммы с ростом утомления в условиях выполнения специальных тестовых заданий, позволяющих имитировать главное соревновательное упражнение в гребле на каноэ. В эксперименте были разработаны и обоснованы достоверные и объективные критерии оценки силовой выносливости гребцов-каноистов.

Выводы

Постоянный поиск современных средств и методов совершенствования силовой выносливости гребцов-каноистов на разных этапах подготовки является системообразующим фактором в повышении спортивных результатов. Оценка силовой выносливости в гребле затруднена из-за отсутствия объективной информации о степени включения ведущих мышечных групп в работу и снижении их работоспособности на всех стадиях утомления. Применение современных технологий электромиографической диагностики, основанных на использовании мобильных аппаратно-программных средств, позволяет объективно оценить уровень развития отдельных компонентов силовой выносливости гребцов.

Для решения проблемы получения достоверной, точной, количественной информации об уровне силовой выносливости ведущих групп мышц разработана и апробирована методика, основанная на применении метода оценки биоэлектрической активности мышц в условиях выполнения соревновательного упражнения на специальных гребных тренажерах. Выявлена динамика основных показателей биоэлектрических потенциалов мышц при различных режимах работы и в зависимости от степени утомления. Оперативный контроль и информативная оценка силовой выносливости позволяет осуществлять эффективную коррекцию учебно-тренировочного процесса на разных этапах подготовки спортсменов.

Список использованных источников

1. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студ. высших учеб. заведений / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М.: Академия, 2000. – 480 с.
2. Зациорский, В.М. Физические качества спортсмена (Основы теории и методики физического воспитания) / В.М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 200 с.
3. Зимкин, Н.В. Об общей физиологической характеристике и способах определения выносливости у спортсменов // Физиологическая характеристика и методы определения выносливости в спорте / Н.В. зимкин. – М., 1972. – С. 6–19.

4. Уткин, В.Л. Энергетическое обеспечение и оптимальные режимы циклической мышечной работы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В.Л. Уткин. – М., 1985. – 46 с.
5. Shephard, R.J. Physical activity and aging. – London: Croom Helm lim., 1978.
6. Дьяченко, А.Ю. Специализированная оценка работоспособности, как основополагающий фактор формирования специальной выносливости гребцов-академистов высокого класса / А.Ю. Дьяченко, А.С. Федотов // Физическое воспитание студентов. – № 3. – 2009 – С. 8-18.
7. Полевщикова, М.М. Количественная оценка уровня развития физической выносливости / М.М. Полевщикова и др. // Вестник ЮУрГУ. – 2010. – № 6 – С. 119-122.
8. Дункан Мак-Дуггал, Дж. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / Под ред. Дж. Дункана Мак-Дуггала. – К.: Олимпийская литература, 1997. – 504 с.
9. Александров, Ю.И. Основы психофизиологии: Учебник / Ю.И. Александров. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 349 с.

13.04.2017

УДК 796.922.093.642

**СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ
ИННОВАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
СПОРТСМЕНОВ В БИАТЛОНЕ**

**И. Л. Рыбина, д-р биол. наук,
А. А. Цибульский, заслуженный тренер Республики Беларусь,
Р. П. Синиченко, О. В. Назарова, Л. В. Калинчик,**
Общественное объединение «Белорусская федерация биатлона»

Аннотация

В статье представлены основные положения концепции подготовки конкурентоспособного резерва в биатлоне. Целью программы является разработка и внедрение в практику работы научно обоснованной программы оценки перспективности и сопровождения подготовки спортивного резерва. В концептуальном плане инновационная программа представляет собой неразрывное единство необходимых составляющих научно обоснованного подхода к подготовке спортивного резерва в биатлоне – программы отбора и определения перспективности и программы сопровождения подготовки отобранных детей. В основу программы отбора положены научные предпосылки определения фактора одаренности как комбинации двух основных компонентов: предрасположенности к определенной спортивной деятельности и тренируемости при использовании соответствующих спортивных нагрузок. Методология реализации программы отбора и определения перспективности спортсменов в биатлоне является многоуровневой научной задачей, которая состоит из трех последовательно решаемых этапов. Эффективность каждого последовательного этапа неразрывно связана с эффективностью предыдущего этапа и в научном плане требует использования комплекса тестов, обладающих высокой информативностью и прогностической ценностью для успешности в биатлоне.

STRUCTURE AND MAIN DIRECTIONS OF APPLICATION OF INNOVATING PROGRAMME OF PROCLIVITY'S DEFINING AND PROSPECTIVE SPORTSMEN IN BIATHLON'S ASSISTANCE

Annotation

The article shows the main provisions of biathlon's competitive reserve's preparing concept. Development and application in practice the work of science-based programme of prospective assessment and assistance of sport reserve's preparing is the programme goal. In conceptual terms the innovative programme is an indissoluble unity of the necessary lay downs of the science-based approach the to the biathlon's competitive reserve's preparing. In other words selection's and prospective definition's programmes and assistance of picked out children's preparing programmes. The selection programme is based on scientific backgrounds of the aptitude factor identification as a combination of the two main aspects: proclivity for specific sports and training capacity using certain sport loads. Methodology of the application of the selection's and perspective's definition of biathlon sportsman's programme is a multilevel scientific goal, which consists of three consistently solved steps. The effectiveness of the each consistent step is inextricably bound up with the effectiveness of the previous step and in scientific terms requires usage of the battery of tests, which possess a high informativeness and prognostic value for the successfulness in biathlon.

Введение

Спортивный отбор является одним из ключевых направлений в современной системе подготовки спортсменов. Определению предрасположенности детей к различным видам физических нагрузок уделяется большое внимание в спортивной науке, и данный аспект является предметом широкого обсуждения в научно-методической литературе [2, 4, 5, 7, 15, 21]. Научно обоснованные методы отбора детей, а также прогнозирование их будущих результатов становятся важными этапами и неотъемлемой частью современной системы подготовки спортсменов. Вместе с тем раннее распознавание спортивного таланта по-прежнему является одной из сложных научно-практических проблем современного спорта.

Основным направлением в отборе и ранней идентификации спортивного таланта является поиск маркеров, которые были бы ассоциированы с наличием биологических предпосылок к определенной физической деятельности и являлись надежными индикаторами спортивных успехов в будущем. Дискуссии по данному вопросу широко ведутся в научной литературе, и до сих пор нет единства мнений. В ряде исследований продемонстрировано использование различных тестовых процедур для определения уровня развития двигательных качеств, физических навыков, показателей телосложения, физиологических показателей и психологических особенностей [10, 14, 18]. Различные комбинации проводимых видов тестирования давали возможность выявить потенциальных кандидатов для занятий различными видами спорта [3, 15, 19, 20].

В последние десятилетия накоплен значительный опыт использования данных молекулярно-генетического тестирования для оценки предрасположенности к определенным видам спортивной деятельности. Был выявлен ряд специфических генов, ассоциированных с деятельностью сердечно-сосудистой системы, адаптационными возможностями, структурой мышечной ткани, особенностями энергетического обмена, метаболическими реакциями и т.д. [1, 6, 8]. Вместе с тем использование данных молекулярной генетики все еще не нашло широкого применения для проведения скринингового тестирования.

Особого внимания для определения перспективности спортсменов заслуживает выявление и изучение психологических черт личности, личностных качеств и поведенческих реакций, обуславливающих успех в избранном виде спорта [9, 12, 16, 17]. В некоторых исследованиях упоминалось о высокой прогностической ценности таких психологических свойств и личностных качеств, как самомотивация, соревновательный настрой, спортивный интеллект, эффективное противодействие стрессу, высокий уровень уверенности, саморегуляции, психологической устойчивости и др. [3, 11, 13].

Всесторонний анализ состояния дел в белорусском биатлоне выявил, что в последние годы наметилась тенденция снижения уровня спортивных результатов при переходе из юношеского и юниорского спорта во взрослый. Причины данного явления, по нашему мнению, лежат в плоскости организационных подходов в подготовке резерва. Одним из факторов, обуславливающих данную тенденцию, является недостаточное внимание к учету переносимости тренировочных нагрузок молодыми спортсменами и отсутствие учета в тренировочном процессе физиологических предпосылок, связанных с индивидуальными функциональными возможностями, метаболическим потенциалом и биологическим возрастом. В отдельных случаях в результате чрезмерной интенсификации тренировочного процесса и отсутствия учета физиологического ответа на тренировочные нагрузки происходит исчерпание адаптационного потенциала и снижение результативности спортсменов во взрослом спорте. Выходом из сложившейся ситуации является оптимизация научно-методического обеспечения подготовки резерва.

Научный подход к подготовке конкурентно-способного резерва в биатлоне нашел отражение в реализации научно-практического проекта Общественного объединения «Белорусская федерация биатлона» (БФБ) «Разработать и внедрить научно обоснованную программу оценки перспективности и сопровождения подготовки спортивного резерва в биатлоне». Цель проекта – разработать и внедрить в практику работы Белорусской федерации биатлона научно обоснованную программу оценки перспективности и сопровождения подготовки спортивного резерва в биатлоне. Выполнение данного проекта направлено на повышение эффективности управления процессом подготовки спортивного резерва в биатлоне за счет применения современных научно обоснованных технологий для отбора и сопровождения тренировочного процесса спортсменов резерва. Разработка основных направлений и программы реализации проекта осуществляется под руководством научно-методического совета, состоящего из авторитетных отечественных и зарубежных специалистов в области спортивной науки и практики.

В концептуальном плане инновационная программа представляет собой неразрывное единство необходимых составляющих научно обоснованного подхода к подготовке спортивного резерва в биатлоне – программы отбора и определения перспективности и программы сопровождения подготовки отобранных детей (рисунок 1).

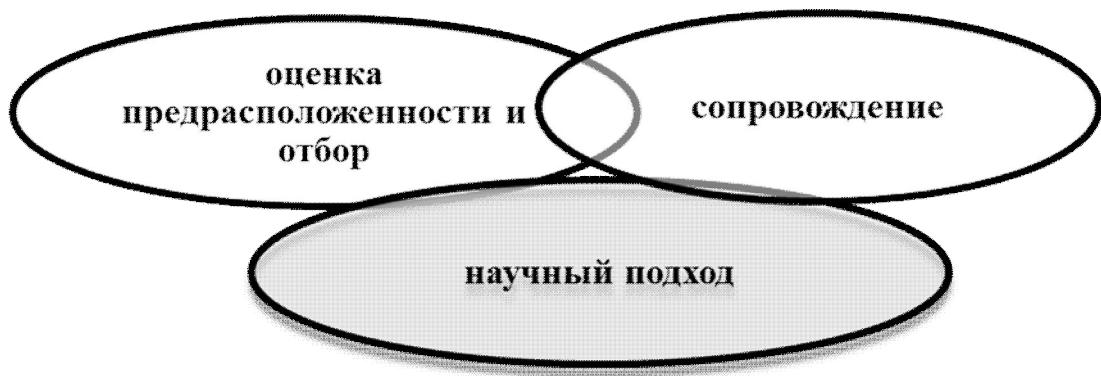


Рисунок 1 – Составляющие программы определения предрасположенности и сопровождения перспективных спортсменов в биатлоне

В основу программы отбора положены научные предпосылки определения фактора одаренности как комбинации двух основных компонентов: предрасположенности к определенной спортивной деятельности и тренируемости при использовании соответствующих спортивных нагрузок, что в итоге определяет эффект начальной подготовки (рисунок 2) [3].

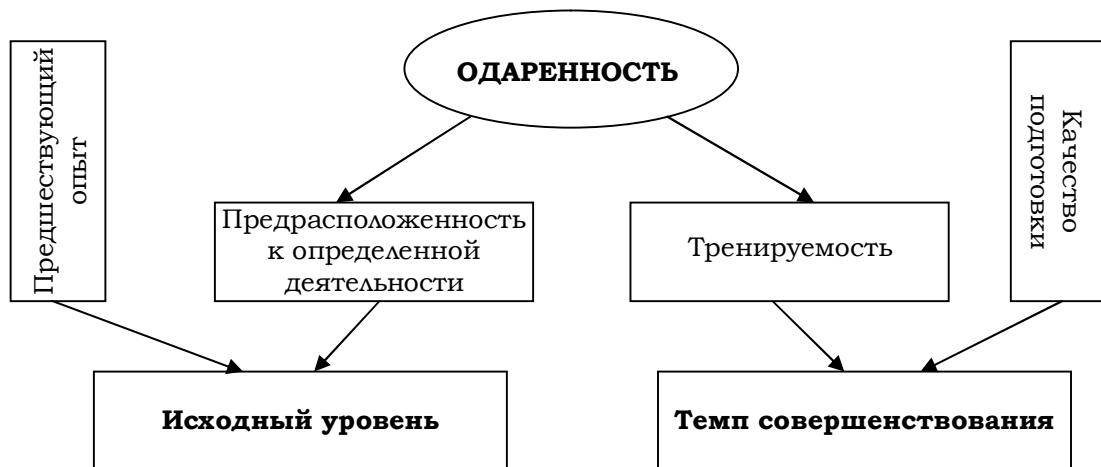


Рисунок 2 – Одаренность как общий, но не единственный фактор, определяющий начальный уровень и темпы совершенствования в начале спортивной подготовки (В.Б. Иссурин, 2016)

Методология реализации программы отбора и определения перспективности спортсменов в биатлоне является многоуровневой научной задачей, которая состоит из трех последовательно решаемых этапов. Эффективность каждого последовательного этапа неразрывно связана с эффективностью предыдущего этапа и в научном плане требует использования комплекса тестов, обладающих высокой информативностью и прогностической ценностью для успешности в биатлоне. В то же время предлагаемый комплекс обследования должен быть реализуемым на данном этапе отбора.

Первый этап отбора представляет собой массовое скрининговое тестирование учащихся 5–7 классов для определения комплекса педагогических, антропометрических и физиологических характеристик, имеющих значения при суждении о потенциале для занятий биатлоном (рисунок 3). С этой целью предложен комплекс тестовых упражнений, которые стандартизированы и легко

выполнимы под контролем учителей физической культуры. На первом этапе массового скринингового тестирования важнейший акцент сделан на использовании достижений современных компьютерных технологий, позволяющих обработать значительную базу цифрового материала результатов тестирования и с помощью предлагаемых решений выделить необходимую группу учащихся для дальнейшей работы. Данная задача реализована путем создания единой системы информационного регистра, представляющей собой защищенный сервер базы данных с доступом для подключения через сайт пользователей для общеобразовательных учреждений Министерства образования Республики Беларусь. Доступ к сайту и внесение результатов тестирования школьников может осуществляться с любого компьютера или мобильного устройства. Доступ к сайту имеют только зарегистрированные пользователи, которые делятся на пользователей учебных заведений и потребителей информации (в данном случае – БФБ). Результаты тестирования поступают в базу данных, где проводится их всесторонний анализ и архивирование. База данных функционирует под управлением операционной системы Windows и имеет открытый исходный код, что позволяет сертифицировать разработанное программное обеспечение на предмет отсутствия закладок и вирусов.

На втором этапе отбора проводится углубленное тестирование отобранных на первом этапе кандидатов для определения наиболее благоприятных сочетаний функциональных, физиологических, координационных, медицинских и психологических данных.

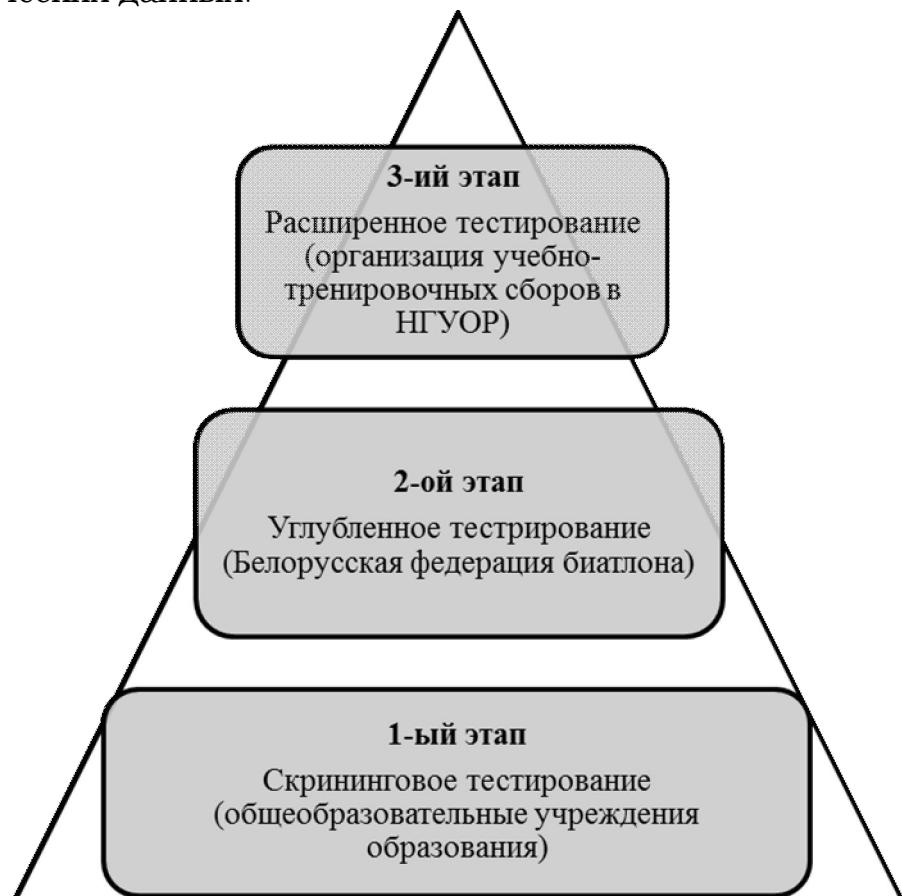


Рисунок 3 – Многоуровневая структура и этапы отбора и определения перспективности в биатлоне

Для проведения тестирования на данном этапе в БФБ создан уникальный передвижной мобильный диагностический комплекс, оснащенный необходимым оборудованием и позволяющий проводить исследования в любом регионе Республики Беларусь. Комплексная программа углубленного тестирования включает антропометрические измерения, функциональное тестирование с использованием газоаналитического оборудования, анкетирование, а также комплекс психологических и координационных тестов. Практическая реализация углубленного тестирования осуществляется с участием квалифицированных специалистов Центра спортивной реабилитации БФБ, имеющих соответствующую профессиональную подготовку и лицензию Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

Третий этап отбора реализуется путем проведения динамических наблюдений перспективных кандидатов с выявлением наиболее благоприятного сочетания необходимых качеств. Практическая реализации данного этапа осуществляется путем проведения учебно-тренировочных сборов в Новополоцком государственном училище олимпийского резерва (НГУОР), являющегося основной базой для подготовки молодых биатлонистов. В период УТС проводится комплекс текущих и этапных обследований, позволяющих принять решение о дальнейшей стратегии подготовки спортсмена. В научном плане задачей данного этапа является выявление предрасположенности к высокому уровню тренируемости и возможности прироста результатов исключительно за счет высокой одаренности. На данном этапе особый акцент сделан на выявлении психологических свойств личности, а также оценке и развитии координационных способностей, которые прочно ассоциируются с приобретением и совершенствованием технического мастерства [3]. Неоценимую роль для оценки предрасположенности к биатлону на данном этапе могут оказать методы молекулярной генетики.

На основании динамических наблюдений принимается решение о зачислении кандидата в экспериментальную группу для обучения в Новополоцком государственном училище олимпийского резерва. Кандидаты, отбираемые для дальнейшего спортивного совершенствования в биатлоне, ежегодно сосредотачиваются в НГУОР, где им предоставляется возможность развивать талант под наблюдением высококвалифицированных тренеров, имеющих специализацию по работе с биатлонистами данного возраста. Особое внимание уделяется организации программы научно-методического сопровождения, которое осуществляется по разработанным технологиям в рамках этапного и текущего мониторинга. Главной задачей научно-методического сопровождения является построение тренировочного процесса молодых биатлонистов с учетом их адаптационных возможностей. Этот важнейший аспект спортивной тренировки предполагает строгий учет фактора нагрузки и физиологического ответа на данную нагрузку. Для этой цели разработан электронный паспорт спортсмена, который содержит всестороннюю информацию о выполняемых нагрузках, их структуре, интенсивности и продолжительности, а также о физиологическом ответе на выполняемую нагрузку. Профиль планируемых тренировочных нагрузок спортсмена строится с учетом потребностей в освоении необходимых объемов тренировочных нагрузок, которые должен выполнить спортсмен при переходе в юношеский и юниорский состав национальной команды (рисунок 4).

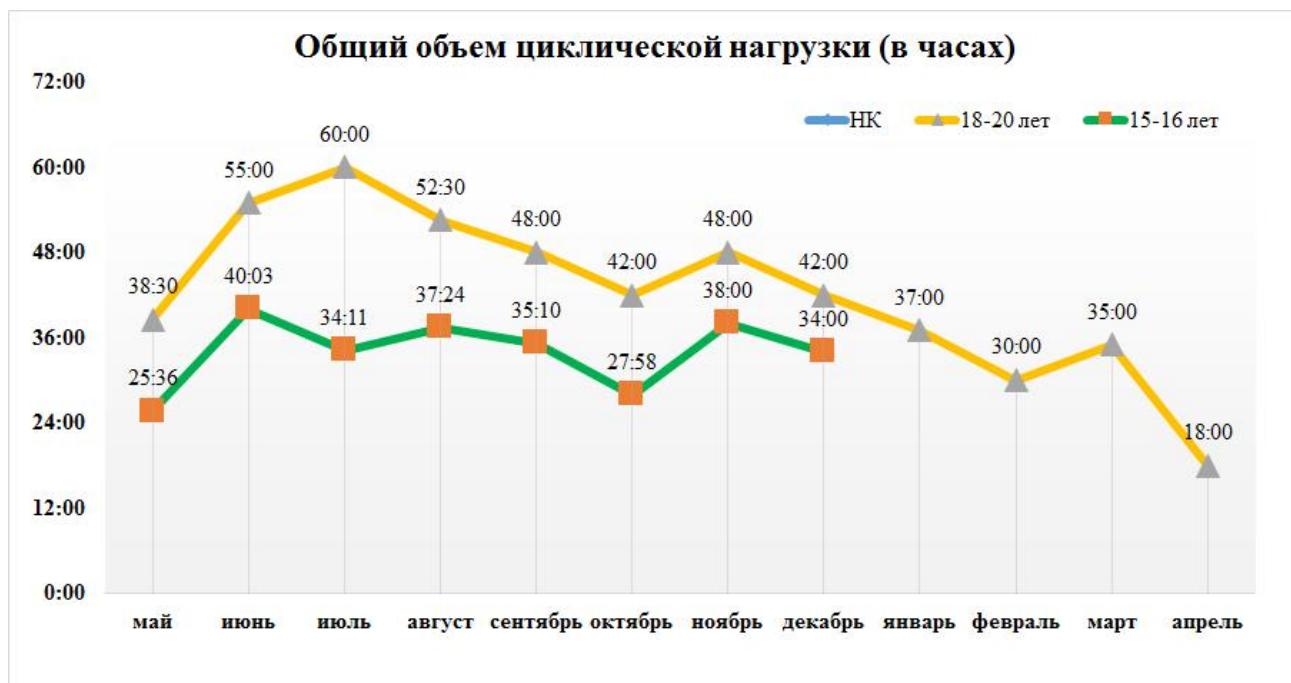


Рисунок 4 – Модуль электронного паспорта спортсмена, учитывающий текущий и планируемый объем тренировочных нагрузок на этапе многолетнего спортивного совершенствования (по оси абсцисс – мезоциклы подготовки; по оси ординат – объем нагрузки (час)

Таким образом, разработанная и реализуемая на практике программа оценки перспективности и сопровождения в биатлоне позволяет оптимизировать существующую систему отбора и подготовки резерва в биатлоне для повышения эффективности подготовки конкурентоспособного резерва. Результатом работы может быть создание единой базы результатов тестирования детей с последующей разработкой специализированных компьютерных программ. Использование современных ИТ-технологий при разработке данных программ позволит проводить распределение детей по видам спорта в зависимости от их предрасположенности к различным видам физических нагрузок.

Основным направлением совершенствования данной программы является поиск и внедрение новых высокотехнологичных технологий отбора и сопровождения. Потенциал этого направления лежит в области расширения научного сотрудничества в различных отраслях спортивной и фундаментальной науки.

Весомый научный интерес представляет данное исследование в его лонгитудинальном аспекте. Сформированная база результатов тестирования детей в будущем может представлять значительный интерес для проведения ретроспективного анализа с выделением из общей популяции подгруппы спортсменов, достигших элитного уровня. Данные тестирования этих спортсменов могут быть использованы в качестве модельных характеристик при обследовании учащихся соответствующих возрастных категорий.

Список использованных источников

1. Ахметов, И. Молекулярная генетика спорта / И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 286 с.
2. Губа, В. П. Актуальные проблемы современной теории и методики определения раннего спортивного таланта / В.П. Губа // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 9. – С. 28–31.

3. Иссурин, В.Б. Подготовка спортсменов XXI века: научные основы и построение тренировки / В.Б. Иссурин. – М.: Спорт, 2016. – 464 с.
4. Сергиенко, Л.П. Спортивный отбор: теория и практика / Л.П. Сергиенко. – М., 2013. – 1048 с.
5. Шварц, В.Б. Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора / В.Б. Шварц, С.В. Хрущев. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 151 с.
6. Ahmetov, I. Genes, athlete status and training / I. Ahmetov, V. Rogozkin // Med Sport Sci. – 2009. – Vol. 54. – P. 43–71.
7. Anshel, M. Talent detection programs in sport: The questionable use of psychological measures / M. Anshel, R. Lidor // Journal of Sport Behavior. – 2009. – Vol. 35. – P. 239–266.
8. 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 p.
9. Durand-Bush, N. The development and maintenance of expert athletic performance: Perceptions of Olympic and World champions, their parents and coaches : Thesis of PhD dissertation / N. Durand-Bush ; University of Ottawa. – Ontario, 2012.
10. Falk, B. Talent identification and early development of elite water-polo players: A 2-year follow-up study / B. Falk, R. Lidor, Y. Lander [et al.] // J Sports Sci. – 2004. – Vol. 22. – P. 347–355.
11. Fletcher, D. A grounded theory of psychological resilience in Olympic champions / D. Fletcher, M. Sarkar // Psychology Sport Exercises. – 2012. – Vol. 13. – P. 669–678.
12. Gould, D. The development of psychological talent in U.S. Olympic Champions. Final grant report / D. Gould, K. Dieffenbach, A. Moffett ; United States Olympic Committee. – 2001.
13. Gulbin, K. A look through the rear view mirror: Developmental experiences and insights of high performance athletes / K. Gulbin, J. Oldenziel, J. Weissensteiner // Talent Development & Excellence. – 2010. – Vol. 2. – P. 149–164.
14. Lidor, R. Measurement of talent in judo using a unique, judo-specific test / R. Lidor, Y. Melnik, A. Bilkevitz [et al.] // J Sports Med Phys Fitness. – 2005. – Vol. 45. – P. 32–37.
15. Lidor, R. To test or not to test? - The use of physical skill tests in talent detection and in early phases of sport development / R. Lidor, J. Côté, D. Hackfort // Intern J Sport Exer Psychology. – 2009. – Vol. 7. – P. 131–146.
16. Mahoney, M. J. Psychological skills and exceptional athletic performance / M. J. Mahoney, T. J. Gabriel, T. S. Perkins // The Sport Psychologist. – 1987. – Vol. 1. – P. 181–199.
17. Orlick, T. D. Mental links to excellence / T.D. Orlick, J. Partington // The Sport Psychologist. – 1988. – Vol. 2. – P. 105–130.
18. Pienaar, A. E. Identifying and developing rugby talent among 10-year-old boys: A practical model / A. E. Pienaar, M. J. Spamer, H. Steyn // J Sports Sci. – 1998. – Vol. 16. – P. 691–699.
19. Reilly, T. A multidisciplinary approach to talent detection in soccer / T. Reilly, A. Williams, A. Nevill, A. Franks // J Sports Sci. – 2000. – Vol. 18. – P. 695–702.
20. Roetert, E. P. Fitness comparisons among three different levels of elite tennis players / E. P. Roetert, S. W. Brown, P. A. Piorkowski, R. B. Woods // J Strength Conditioning Res. – 1996. – Vol. 10. – P. 139–143.

21. Vaeyens, R. Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes / R. Vaeyens, A. Gullich, C. Warr // J Sports Sci. – 2009. – Vol. 27. – P. 1367–1380.

01.03.2017

УДК 612.741.1

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЦИОНАЛЬНОСТИ ДВИЖЕНИЙ В ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЯХ СО СЛОЖНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

А. А. Хохолко, магистр пед. наук,

Белорусский национальный технический университет;

И. Ю. Михута, канд. пед. наук, доцент

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», Республика Беларусь

Аннотация

В статье представлена электромиографическая оценка сложноорганизованных движений при выполнении тестовых заданий с разной двигательной структурой. На основании полученных данных проведен анализ амплитуды биоэлектрической активности основных групп мышц. Разработаны критерии оценки межмышечной координации в виде коэффициентов: латеральности α , включения и выключения зрительного анализатора γ , пространственной неопределенности σ . Предложенная методика диагностики позволяет оценивать уровень развития согласованности, соразмерности и рациональности двигательных действий спортсменов.

ELECTROMYOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE SPORTSMEN'S RATIONALITY OF MOVEMENTS IN TEST TASKS WITH A COMPLEX LOCOMOTOR STRUCTURE

Annotation

The article presents an electromyographic assessment of the athlete's complex-coordinated movements during test tasks with different locomotor structures. The analysis of electromyographic activity's amplitude of leading groups of muscles was carried out based on the obtained data. The criteria for intermuscular coordination's evaluation in terms of coefficients (laterality α , inclusion and deactivation of the visual analyzer γ and spatial uncertainty σ) have been developed. The suggested diagnostic technique allows to assess the level of development of coherence, proportionality and rationality of locomotor actions of athletes.

Введение

В современном спорте применяют различные технологии для оценки отдельных параметров двигательных действий спортсменов, однако наиболее сложным является анализ и оценка движений со сложной двигательной структурой, выполнение которых требует проявления высокого уровня развития координационных способностей. Оценка сложнокоординационных движений спортсмена возможна с использованием метода электромиографии (ЭМГ). Данный метод позволяет осуществлять регистрацию биоэлектрической активности

скелетных мышц и периферических нервов у спортсменов в состоянии покоя и при выполнении произвольных двигательных действий [1].

Организация любого двигательного акта осуществляется одновременной активацией большой совокупности двигательных единиц. Исследование закономерностей управления такой совокупностью сигналов целесообразно проводить с помощью поверхностной ЭМГ, пользуясь характеристиками суммарной активности одновременно возбужденных двигательных единиц в покое и при различных режимах напряжения [1].

Регистрация биоэлектрической активности мышц при использовании данного метода осуществляется поверхностными электродами с активных точек мышц и представляет собой сумму потенциалов отдельных двигательных единиц. Регистрируется суммарная активность всех активированных двигательных единиц одной мышцы или различных мышц (синергистов и антагонистов). Поверхностная ЭМГ является неинвазивным методом исследования и позволяет одновременно регистрировать активность нескольких мышц [1].

Эффективность и результативность выполнения целенаправленных двигательных действий возможна при условии скоординированной активности отдельных мышечных групп в пространственно-временных и динамико-временных отношениях. Данное взаимодействие участвующих в движениях мышц называется межмышечной координацией, которая специфична конкретным видам движений и не может переноситься с одного движения на другое [2].

Межмышечная координация позволяет обеспечить рациональность включения и выключения мышечных групп и снижение энерготрат при выполнении движений с разной двигательной структурой. Более совершенная система межмышечной координации обеспечивает эффективное проявление потенциальных двигательно-кондиционных возможностей спортсмена (силы, быстроты, выносливости и гибкости) [2].

Основным количественным критерием оценки межмышечной координации в поверхностной ЭМГ является суммарная амплитуда сокращения, которая отражает число активных в данный момент двигательных единиц (чем выше этот показатель, тем «сильнее и активнее» движения спортсмена) [3].

В практике спорта применяются тесты разной координационной сложности, в том числе с выполнением движений, не встречающихся в повседневной двигательной деятельности. При этом ключевым критерием в оценке двигательной координации в тестовых заданиях со сложной двигательной структурой является согласованность движений верхних и нижних конечностей [4].

Цель исследования – разработка методики электромиографической оценки рациональности движений спортсменов в тестовых заданиях со сложной двигательной структурой.

Организация и методы исследования

Для оценки межмышечной координации были составлены тестовые задания, представляющие собой комплексы упражнений для ног (рисунок 1) и рук (рисунок 2), которые проводились в следующей последовательности:

- 1) с открытыми глазами (тест 1 – Т1);
- 2) с закрытыми глазами (тест 2 – Т2);
- 3) с открытыми глазами на повышенной и уменьшенной опоре (на тумбе) (тест 3 – Т3) (рисунок 3).

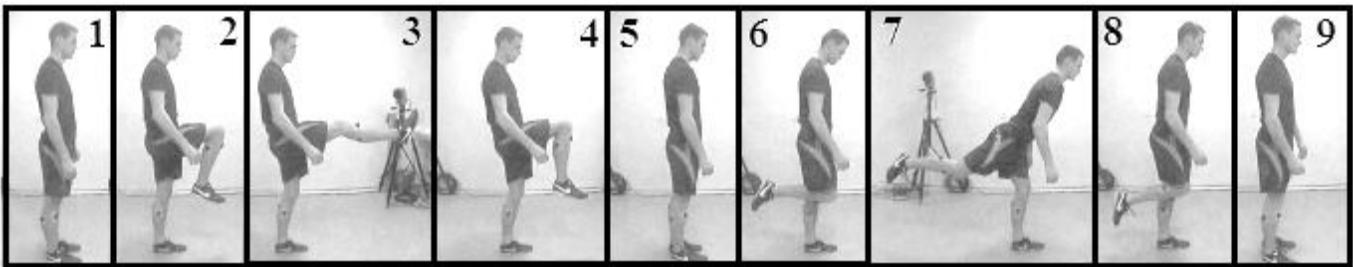


Рисунок 1 – Тестовое задание со сложной двигательной структурой для правой и левой ног

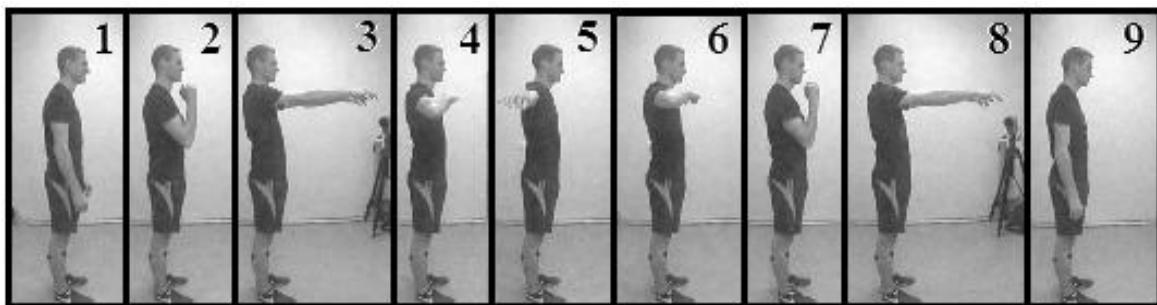


Рисунок 2 – Тестовое задание со сложной двигательной структурой для рук



Рисунок 3 – Тестовое задание со сложной двигательной структурой на повышенной и уменьшенной опоре

Данные комплексы упражнений соответствовали требованиям спортивной метрологии по критериям надежности и информативности. Комбинации двигательных действий являлись доступными для испытуемых и обладали элементами новизны, что позволяло определять уровень проявления всех видов координационных способностей (ритм, согласованность движений, приспособление и перестроение двигательных действий, равновесие, дифференцирование пространственно-временных параметров движений, ориентирование в пространстве, вестибулярная устойчивость, способность к быстрому реагированию, к произвольности мышечного напряжения). Выполнение тестовых заданий не требовало предварительного специального обучения. Условия организации и проведения эксперимента стандартизированы и воспроизводимы, не зависят от возрастных изменений размеров тела, его звеньев и от массы тела, выполняются «ведущими» и «неведущими» верхними и нижними конечностями.

Перед выполнением тестовых заданий спортсмену демонстрировались комплексы упражнений, представленные на рисунках 1 и 2, которые он должен

был запомнить и точно воспроизвести без подсказок исследователя. После демонстрации тестовые задания выполнялись «под счет» (на восемь счетов), что позволяло оценивать способность к ритму и быстрому реагированию.

В первом teste (T1) спортсмен выполнял комплексы упражнений для правой, затем для левой ноги и для рук, стоя на полу с открытыми глазами.

Во втором teste (T2) повторялись те же упражнения, что и в первом, но с закрытыми глазами. Выключение зрительного анализатора из контроля за выполнением двигательных действий позволяло оценить способности к равновесию, вестибулярной устойчивости, точности воспроизведения пространственно-временных параметров движений.

В третьем teste (T3) воспроизводились комплексы упражнений, как в первом teste, только на возвышенности с ограниченной опорой (на тумбе высотой 50 см и площадью опоры диаметром 25 см). Тестовое задание для рук спортсмен выполнял, стоя на одной (ведущей) ноге.

Для определения возможности использования метода электромиографии в оценке отдельных координационных способностей были проведены пилотные исследования с участием 32 квалифицированных спортсменов, позволившие выявить закономерности динамики биоэлектрической активности мышц при выполнении тестовых заданий различной координационной сложности. Полученные данные амплитуды обрабатывались в программе EMGworks Analysis и посредством экспорта массивов значений, переносились в программное обеспечение MS Excel (9 файлов формата .hpf на каждого испытуемого) для дальнейшей обработки. Величины отклонений значений отдельных параметров в заданиях T2 и T3 от соответствующих значений стандартного задания T1 были переведены в коэффициенты, которые позволяют сопоставить «должную модель» с фактическими результатами. Для подтверждения информативности предложенных коэффициентов было проведено исследование с участием квалифицированного спортсмена, имеющего высокий уровень координационных способностей по данным педагогического тестирования.

Таблица 1 – Расположение датчиков на ведущих группах мышц

№ датчика	Название группы мышц на латинском	Название группы мышц на русском
1	R Tibialis	П Большеберцовая мышца
2	L Tibialis	Л Большеберцовая мышца
3	R Rectus Femoris	П Прямая мышца бедра
4	L Rectus Femoris	Л Прямая мышца бедра
5	L Gastrocnemius Lateral	Л Латеральная икроножная мышца
6	R Gastrocnemius Lateral	П Латеральная икроножная мышца
7	L Gastrocnemius Medial	Л Медиальная икроножная мышца
8	R Gastrocnemius Medial	П Медиальная икроножная мышца
9	L Biceps Femoris	Л Двуглавая мышца бедра
10	R Biceps Femoris	П Двуглавая мышца бедра
11	L Triceps Brachii	Л Трехглавая мышца плеча
12	R Triceps Brachii	П Трехглавая мышца плеча
13	R Biceps Brachii	П Двуглавая мышца плеча
14	L Biceps Brachii	Л Двуглавая мышца плеча
15	R Brachiaradialis	П Плечелучевая мышца
16	L Brachiaradialis	Л Плечелучевая мышца

Примечание: R и П – с правой, L и Л – с левой стороны туловища

Исследование проводились с помощью аппаратно-программного комплекса DELSYS Trigno Lab. С помощью беспроводных датчиков DELSYS Trigno фиксировалась биоэлектрическая активность мышц верхних и нижних конечностей спортсменов.

В результате проведенного исследования были выявлены критерии рациональности движений спортсменов в тестовых заданиях со сложной двигательной структурой:

1. В движениях нижними конечностями амплитуда биоэлектрической активности мышц верхних конечностей должна быть минимальной. Наличие напряжения мышечных групп рук свидетельствует о неэкономичном использовании энергетических запасов и низком уровне развития статического равновесия и способности к произвольному мышечному расслаблению.

2. При движениях верхними конечностями должны быть напряжены только те группы мышц ног, которые участвуют в поддержании вертикального положения туловища.

3. Электромиограммы мышц правых и левых конечностей должны быть симметричны. Разность показателей амплитуды свидетельствует о различии параметров симметричность и синхронности действий при выполнении упражнения.

4. Амплитудно-частотный спектр показателей во всех тестовых заданиях должен стремиться к идентичности значений, что позволит говорить о высоком уровне межмышечной координации спортсмена.

Алгоритм сравнительного анализа показателей амплитуды электромиографического сигнала имеет следующую структуру:

1. Прямая и двуглавая мышцы бедра ведущей конечности при выполнении задания Т1 – для изучения взаимодействия пары мышечных групп «агонист-антагонист».

2. Прямые мышцы бедра правой и левой конечностей при выполнении задания Т1 – для выявления степени симметричности работы мышц и расчета коэффициента латеральности α .

3. Прямая мышца бедра ведущей конечности в заданиях Т1 и Т2 – для определения влияния зрительного анализатора и расчета коэффициента включения и выключения зрительного анализатора γ .

4. Прямая мышца бедра ведущей конечности в заданиях Т1 и Т3 – для определения влияния изменения условий опоры и расчета коэффициента пространственной неопределенности опоры σ .

5. Двуглавая и трехглавая мышцы плеча и прямая и двуглавая мышцы бедра ведущих конечностей в задании Т1 – для выявления энергетических затрат ресурсов организма.

Результаты и их обсуждение

В результате сравнительного анализа электромиографических данных получены следующие результаты:

1. При сравнении амплитуды сигналов в паре «агонист-антагонист» на примере прямой и двуглавой мышц бедра правой конечности было выявлено, что при резком увеличении амплитуды активности прямой мышцы бедра наблюдается снижение амплитуды двуглавой мышцы бедра, и наоборот.

2. При сравнении идентичных двигательных действий нижних конечностей (рисунок 1, кадр 3) в задании Т1 на примере прямой мышцы бедра правой и левой ног заметно, что значение максимальной амплитуды биоэлектрической активности мышц правой конечности выше ($A_{max} = 0,51$ мВ), чем левой

($A_{\max} = 0,15$ мВ). Данный факт свидетельствует о том, что при выполнении движений активно включается большее количество двигательных единиц.

Введем коэффициент латеральности α – отношение среднего значения амплитуды мышцы левой конечности к такому же показателю мышцы правой конечности (формула 1):

$$\alpha = \left| \frac{A_{ср лев.н.}}{A_{ср пр.н.}} - 1 \right|, \quad (1)$$

где $A_{ср лев.н.}$ и $A_{ср пр.н.}$ – средние значения амплитуды мышцы левой и правой конечности соответственно.

Коэффициент латеральности показывает, насколько мышцы правой и левой конечности симметрично проявляют активность друг относительно друга. Подставляя зарегистрированные средние значения амплитуды $A_{ср лев.н.} = 0,047$ мВ и $A_{ср пр.н.} = 0,046$ мВ в формулу 1, получим $\alpha = 0,029$ (или 2,9 %).

Значение коэффициента, стремящееся к $\alpha = 0$, свидетельствует о равномерном распределении нагрузки между правой и левой сторонами туловища, что свидетельствует о сбалансированном развитии мышечных групп спортсмена.

3. Степень влияния использования зрительного анализатора на выполнение двигательных действий заданий Т1 и Т2 отражает коэффициент включения и выключения зрительного анализатора γ , который рассчитывается по формуле 2:

$$\gamma = \left| \frac{A_{ср T1}}{A_{ср T2}} - 1 \right|, \quad (2)$$

где $A_{ср T1}$ и $A_{ср T2}$ – средние значения амплитуды биоэлектрической активности прямой мышцы бедра правой конечности в заданиях Т1 и Т2 соответственно.

Подставляя зарегистрированные средние значения амплитуды $A_{ср T1} = 0,049$ мВ и $A_{ср T2} = 0,041$ мВ в формулу 2, получим $\gamma = 0,176$ (или 17,6 %).

Значение коэффициента, стремящееся к $\gamma = 0$, свидетельствует о том, что на выполнение упражнения зрительный анализатор не оказывает влияния, что позволяет говорить о высоком уровне развития проприоцептивной чувствительности.

4. Степень влияния изменения параметров опоры (высоты и площади) на выполнение двигательных действий заданий Т1 и Т3 отражает коэффициент пространственной неопределенности опоры σ , который рассчитывается по формуле 3:

$$\sigma = \left| \frac{A_{ср T1}}{A_{ср T3}} - 1 \right|, \quad (3)$$

где $A_{ср T1}$ и $A_{ср T3}$ – средние значения амплитуды электрической активности прямой мышцы бедра правой конечности в тестовых заданиях Т1 и Т3 соответственно.

Подставляя зарегистрированные средние значения амплитуды $A_{ср\ T1} = 0,048$ мВ и $A_{ср\ T3} = 0,044$ мВ, получим $\sigma = 0,088$ (или 8,8 %).

Значение коэффициента, стремящееся к $\sigma = 0$, свидетельствует о том, что на выполнение упражнения изменение опоры не оказывает влияния, что позволяет говорить о высоком уровне развития способности к равновесию.

5. На графиках изменения амплитуды электрической активности мышц верхней и нижней правых конечностей при выполнении задания Т1 руками выявлена активность двуглавой ($A_{ср} = 0,038$ мВ) и трехглавой ($A_{ср} = 0,014$ мВ) мышц плеча при незначительном колебании амплитуды прямой ($A_{ср} = 0,0095$ мВ) и двуглавой ($A_{ср} = 0,005$ мВ) мышц бедра, что связано с удержанием тела спортсмена в вертикальном положении.

При выполнении тестового задания нижней конечностью (значения средней амплитуды электрической активности составляют: прямая мышца бедра – $A_{ср} = 0,046$ мВ, двуглавая мышца бедра – $A_{ср} = 0,026$ мВ) заметно незначительное колебание амплитуды электрической активности мышц верхней конечности (двуглавая мышца плеча – $A_{ср} = 0,029$ мВ, трехглавая мышца плеча – $A_{ср} = 0,009$ мВ). В конце выполнения упражнения происходит увеличение амплитуды, связанное с участием верхних конечностей в восстановлении исходного (вертикального) положения тела.

Выводы

Уровень развития координационных способностей является одним из определяющих факторов результативности соревновательной деятельности спортсменов. Оценка с помощью педагогического тестирования не позволяет получить объективную информацию о координационном потенциале и возможностях выполнения двигательных действий со сложной структурой. Метод электромиографии является эффективным инструментом оценки отдельных компонентов координационных способностей спортсменов. Разработанные количественные критерии оценки межмышечной координации в комбинации тестовых заданий в виде коэффициентов латеральности α , включения и выключения зрительного анализатора γ , пространственной неопределенности опоры σ позволяют судить об уровне развития согласованности, соразмерности и рациональности двигательных действий спортсменов. Предложенная методика позволит также выявлять перспективных детей для занятий спортом.

Список использованных источников

1. Борщ, М.К. Программа тестирования и система оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата спортсменов для контроля и коррекции тренировочного процесса : учебн. пособие / М.К. Борщ, Е.В. Хроменкова; Республиканский научно-практический центр спорта. – Минск : БГУФК, 2015. – 61 с.
2. Захаров, Е.Н. Энциклопедия физической подготовки / Е.Н. Захаров, А.В. Карасев, А.А.Сафонов, под ред. А.В. Карасева. – М. : Лептос, 1994. – 368 с.
3. Капилевич, Л.В. Сравнительный электромиографический анализ движений танцовов различной квалификации / Л.В. Капилевич, А.В. Тихонова, Е.В. Путинцева // Науч. ред. : Психология и педагогика. – 2011. – С. 120–121.
4. Карпеев, А.Г. Критерии оценки двигательной координации спортивных действий / А.Г. Карпеев // Науч. ред. : Психология и педагогика. – 2008. – С. 169–172.

07.04.2017

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

УДК 796.922.093.642+796.015.6

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК РАЗЛИЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ НА ПРОЦЕССЫ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ В БИАТЛОНЕ

Е. В. Ветчинкина, магистр биол. наук,

И. Л. Рыбина, д-р биол. наук,

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

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Республика Беларусь;

Р. П. Синиченко, магистр пед. наук,

Общественное объединение «Белорусская федерация биатлона»

Аннотация

В статье изучены биохимические реакции организма биатлонистов высокой квалификации на тренировочные нагрузки различной направленности в общеподготовительном периоде. По результатам исследования было выявлено, что в мужской и женской команде наблюдалась разная направленность метаболических процессов в зависимости от выполненной нагрузки.

THE IMPACT OF TRAINING LOADS OF DIFFERENT ORIENTATION ON METABOLIC ADAPTATION'S PROCESSES IN BIATHLON

Annotation

The article studies biochemical body response of high-qualified biathletes to the training loads of different orientation during the general preparation period. Based on the findings of research the following information was discovered: male and female teams' different orientation of metabolic adaptation depending on carried load was observed.

Введение

Современный этап подготовки спортсменов циклического вида спорта характеризуется применением чрезмерных тренировочных и соревновательных нагрузок, что сопровождается расходованием большого количества энергии, характерными особенностями приспособительных реакций и адаптацией всех жизненно необходимых функций и систем [1].

Вследствие этого возникает необходимость обязательного осуществления медико-биологической диагностики здоровья и функционального состояния спортсменов на различных этапах спортивной тренировки [2]. Анализ срочных тренировочных эффектов позволяет прогнозировать изменение работоспособности спортсменов в соответствии с объемом, интенсивностью, направленностью и динамикой физических нагрузок [3].

В настоящее время в системе медико-биологического обеспечения процесса подготовки спортсменов используется широкий перечень биохимических маркеров для выявления перетренированности [4, 5].

Главной задачей биохимического контроля в спорте является оценка динамики адаптационных процессов организма спортсменов к физическим нагрузкам высокой интенсивности. Немаловажным является изучение воздействия тренировочных нагрузок различной направленности на организм спортсменов [6, 7].

Для оценки переносимости тренировочных и соревновательных нагрузок, хода тренировочных занятий и процессов восстановления организма наиболее информативными и часто применяемыми биохимическими показателями является определение концентрации мочевины, активности ферментов креатинфосфокиназы (КФК) и аспартатаминотрансферазы (АСТ) [8].

Целью исследования являлось изучение особенностей изменения биохимических показателей при выполнении тренировочных нагрузок различной направленности у представителей национальной команды по биатлону.

Организация и методы исследований

Изучение характера и направленности тренировочных нагрузок на динамику биохимических показателей проводилось с участием 16 спортсменов (9 мужчин и 7 женщин) национальной команды Республики Беларусь по биатлону, в возрасте 20–28 лет, имеющих квалификацию МС и МСМК, в ходе ежедневных тренировок в течение общеподготовительного периода на протяжении трех месяцев.

Исследование проводилось в условиях учебно-тренировочных сборов (УТС). В процессе работы анализировалось 5 зон интенсивности тренировочных нагрузок: 1) восстановительная аэробная зона низкой интенсивности, уровень лактата до 2 ммоль/л; 2) на уровне аэробного порога (АП), уровень лактата 2,0–3,5 ммоль/л; 3) аэробная зона на уровне анаэробного порога (АнП) – лактат 3,5–4,5 ммоль/л; 4) смешанная аэробно-анаэробная зона, лактат до 8 ммоль/л; 5) анаэробная лактатная зона, лактат >8 ммоль/л.

Спортсмены выполняли по две тренировочные сессии в течение дня. В основной тренировке решались задачи тренировочного цикла, а вторая тренировка всегда носила аэробную направленность. В качестве критерия оценки интенсивности циклической нагрузки в различных зонах энергообеспечения использовалось содержание лактата периферической крови, которое определялось несколько раз в течение тренировки.

Забор крови проводился для определения биохимических показателей, осуществлялся утром натощак в начале каждого микроцикла. В сыворотке крови определялось содержание мочевины, активности ферментов креатинфосфокиназы (КФК) и аспартатаминотрансферазы (АСТ). Определение биохимических показателей проводилось с применением фотометра РМ 2111 производства ЗАО «Солар» (Республика Беларусь) и реагентов производства BioMaxima (Польша) и «АНАЛИЗ МЕД» (Республика Беларусь), а также портативного биохимического анализатора PICCOLO Xpress (ABAXIS, США). Исследование лактата в капиллярной крови проводилось с применением анализатора лактата BIOSEN (EFK, Германия).

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований представлены в таблицах 1 и 2.

В таблице 1 представлены данные выполненных тренировочных нагрузок различной направленности биатлонистами высокой квалификации на общем подготовительном периоде подготовки в зависимости от пола.

Общей тенденцией для обеих команд являлось выполнение наибольшего объема общей циклической нагрузки в первом мезоцикле (июль) с постепенным

его уменьшением во втором (август) и в третьем мезоциклах. Так, у спортсменов мужской команды в первом мезоцикле общий объем тренировочных нагрузок составлял $64,6 \pm 6,44$ часов, во втором (август) – $60,3 \pm 3,32$ и в третьем – $51,0 \pm 8,15$ часа. У спортсменок в первом мезоцикле общий объем тренировочных нагрузок составил $64,3 \pm 4,45$ часа, во втором – $59,0 \pm 7,21$ и в третьем – $57,6 \pm 6,28$ часа.

Таблица 1 – Объем выполненных тренировочных нагрузок различной направленности биатлонистами высокой квалификации на общем подготовительном периоде подготовки ($\bar{X} \pm o$)

Показатель	I мезоцикл		II мезоцикл		III мезоцикл	
	Июль		Август		Сентябрь	
	В часах	%	В часах	%	В часах	%
Юноши						
ООЦН	$64,60 \pm 6,44$	100,0	$60,30 \pm 2,92$	100,0	$51,00 \pm 8,15$	100,0
1-я зона	$38,20 \pm 4,87$	59,13	$36,60 \pm 4,36$	60,69	$29,30 \pm 8,57$	57,45
2-я зона	$22,60 \pm 5,96$	34,98	$18,80 \pm 5,14$	31,17	$17,30 \pm 6,78$	33,92
3-я зона	$2,67 \pm 1,73$	4,13	$3,33 \pm 1,32$	5,52	$2,44 \pm 1,74$	4,78
4-5-я зона	$1,13 \pm 0,02$	1,76	$1,57 \pm 0,03$	2,62	$1,96 \pm 0,05$	3,85
Девушки						
ООЦН	$63,90 \pm 4,45$	100,0	$59,00 \pm 7,21$	100,0	$57,6 \pm 5,88$	100,0
1-я зона	$33,60 \pm 5,62$	52,58	$36,70 \pm 6,21$	62,20	$36,1 \pm 7,01$	62,67
2-я зона	$22,40 \pm 4,89$	35,05	$15,10 \pm 10,33$	25,59	$15,7 \pm 8,86$	27,26
3-я зона	$5,14 \pm 1,95$	8,04	$3,57 \pm 1,92$	6,05	$3,71 \pm 1,38$	6,44
4-5-я зона	$2,76 \pm 0,08$	4,32	$3,63 \pm 1,77$	6,15	$2,09 \pm 2,00$	3,63

Примечание: ООЦН – общий объем циклической нагрузки (в часах)
 1-я зона – аэробная зона низкой интенсивности;
 2-я зона – аэробная зона на уровне аэробного порога (АП);
 3-я зона – порог анаэробного обмена (АнП);
 4-5-я зона – преимущественно в гликолитической зоне.

Отличительной чертой тренировочного процесса мужской и женской команд являлось распределение парциального объема выполняемых нагрузок в соответствующих зонах энергообеспечения на протяжении трех мезоциклов. Набольшие различия касались объема работы выполненной работы в аэробной восстановительной (зона 1) и на уровне анаэробного порога (зона 3) энергообеспечения. Так, в июле мужчинами по сравнению с женщинами был выполнен на 12,04% больший объем работы мягкого длительного характера (соответствующий АП), а женщинами на 48,04% больший объем работы развивающего характера (на уровне АнП).

Как видно из представленных данных в таблице 2, в зависимости от объема и распределения тренировочных нагрузок у спортсменов мужской и женской команд наблюдалась разная метаболическая реакция организма в ответ на предъявляемые нагрузки. Так, у мужчин по мере выполнения тренировочной программы наблюдалось усиление процессов катаболизма белков, о чем свидетельствовало повышение уровня мочевины от $5,48 \pm 0,85$ (июль) до $5,78 \pm 0,95$ (август) ($P > 0,05$) и до $5,99 \pm 1,15$ ммоль/л в сентябре ($P > 0,05$). Более выраженное повышение уровня мочевины в данном случае обусловлено проявлением более значимого общего тренировочного эффекта. При этом повышение показателей мочевины, не выходящее за пределы допустимых границ нормы, указывало на адекватность предъявляемых нагрузок функциональным возможностям организма спортсменов (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика биохимических показателей под влиянием тренировочных нагрузок в разных мезоциклах у биатлонистов высокой квалификации

Показатель	Июль	Август	Сентябрь
	I мезоцикла	II мезоцикла	III мезоцикла
Мужчины, n=9			
Мочевина, ммоль/л	5,48±0,85	5,78±0,95	5,99±1,15
КФК, Ед/л	427,6±299,7 ^{*3}	363,6±181,4	283,9±183,2 ^{*1}
АСТ, Ед/л	40,3±10,2 ^{*3}	38,7±8,5 ^{*3}	34,6±6,7 ^{*1,2}
Женщины, n=7			
Мочевина, ммоль/л	4,54±0,83 ^{*3}	4,66±0,98 ^{*3}	5,38±1,29 ^{*1,2}
КФК, Ед/л	216,1±80,6	278,1±165,0 ^{*3}	189,0±98,1 ^{*2}
АСТ, Ед/л	28,0±7,81 ^{*2}	36,0±7,77 ^{*1,3}	31,0±6,09 ^{*2}

Примечание: * – различия достоверны, Р < 0,05

В ходе подготовки у мужчин-биатлонистов отмечалась противоположная динамика (в сторону снижения от цикла к циклу) активности ферментов КФК и АСТ. Так, в августе по сравнению с июлем отмечалось достоверное снижение показателей, характеризующих мышечную КФК (от 427,6±299,7 (июль) до 363,6±181,4 Ед/л (август, Р>0,05) и до 283,9±183,2 Ед/л (сентябрь, Р<0,05). Выявленные показатели КФК в сентябре по отношению к полученным данным в июле были ниже на 33,6 % (Р<0,05).

Также получено достоверное снижение активности фермента АСТ от 40,3±10,2 (июль) до 38,7±8,5 Ед/л (август, Р<0,05) и до 34,6±6,7 Ед/л (сентябрь, Р<0,05), что указывало на улучшение метаболической функции сердца и печени в процессе систематической подготовки. Очевидно, что у мужчин цикл подготовки, который проходил в июле, характеризовался наибольшим воздействием на ферментативную активность (на работающие мышцы), а весь общий период подготовки на активацию обменных процессов, как критерий тренировочного эффекта.

У женщин наблюдалась иная динамика биохимических показателей в ответ на выполнение соответствующих объемов тренировочной работы аэробной и анаэробной направленности. Так, по мере выполнения тренировочной программы в июле–августе у девушек не наблюдалось усиление процессов катаболизма белков, о чем свидетельствовало содержание мочевины в пределах ближе к средней границе нормы: 4,54±0,83 (июль) до 4,66±0,98 ммоль/л (август), Р>0,05. Лишь в сентябре по отношению к данным июля отмечено достоверное повышение показателей мочевины до 5,38±1,29 ммоль/л (Р<0,05), что проиллюстрировано на рисунке 1.

Как видно, под влиянием тренировочных нагрузок отмечалось систематическое повышение содержания мочевины в крови, как у мужчин, так и у женщин, что, несомненно, было обусловлено накоплением тренировочного эффекта.

Более выраженное повышение уровня мочевины у мужчин обусловлено, с одной стороны, выполнением в сентябре большего объема длительной работы аэробной направленности по сравнению с июлем, а с другой – проявлением общего тренировочного эффекта. У женщин в отличие от мужчин низкие показатели содержания мочевины и активности ферментов, соответствующие пределам средней границы нормы в первом мезоцикле, указывали на недостаточную общую «загруженность» организма и как симптом недостаточной подготовленности мышечной системы к дальнейшему росту объема и интенсивности тренировочных нагрузок.

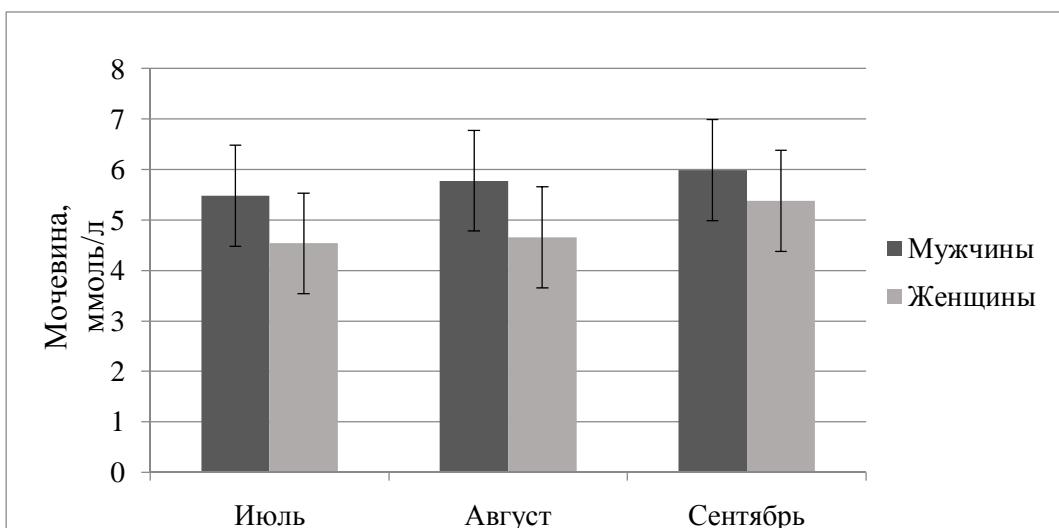


Рисунок 1 – Динамика концентрации мочевины в мужской и женской командах на протяжении трех мезоциклов

Вероятно, этим объясняется и наиболее выраженное у женщин повышение активности фермента КФК в августе до $278,1 \pm 165,5$ Ед/л, т. е. на 28,7 % выше по отношению к данным июля ($216,1 \pm 80,6$ Ед/л, $P > 0,05$) и дальнейшим снижением в сентябре до $189,0 \pm 98,1$ Ед/л, что по отношению к данным августа было ниже еще на 32,0 % ($P < 0,05$). Также наблюдалось достоверное увеличение активности фермента АСТ до $36,0 \pm 7,77$ Ед/л ($P < 0,05$) в августе по отношению к другим тренировочным мезоциклам.

Данные, проиллюстрированные на рисунках 2 и 3, наглядно отражают разнонаправленный характер динамики активности ферментов КФК и АСТ у представителей мужской и женской команд в течение трех мезоциклов. Наибольшая активность ферментов КФК и АСТ у мужчин наблюдалась в первом цикле (июль), а в женской команде – во втором цикле (август) (рисунки 1–2).

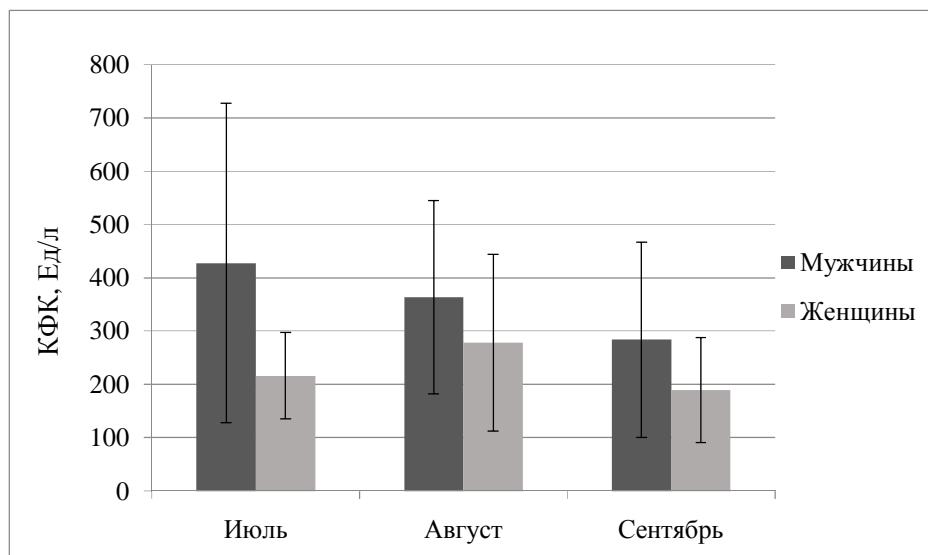


Рисунок 2 – Динамика активности фермента КФК у мужчин и женщин на протяжении трех мезоциклов

Повышение активности фермента КФК за пределы допустимой нормы (200 Ед/л) указывает на предельное или запредельно высокое локальное утомление нервно-мышечного аппарата и в то же время служит критерием напряженности тренировочного, степени воздействия нагрузок на мышечную систему (работающие мышцы и миокард).

В то же время следует иметь в виду, что активность КФК также зависит от уровня тренированности спортсмена, мышечной массы, типа мышечных волокон, кинетики элиминации КФК из сыворотки крови после окончания тренировочных нагрузок и других факторов.

В ходе подготовки спортсменов мужской команды также отмечались высокие показатели активности фермента АСТ (до $40,3 \pm 10,2$ Ед/л), что свидетельствовало о напряжении метаболических процессов в сердечной и мышечной системах при выполнении тренировочной программы в данном цикле подготовки (рисунок 3).

Как видно, направленность динамики активности фермента АСТ носила схожую тенденцию с КФК у мужчин и женщин.

Наиболее высокие значения активности ферментов КФК и АСТ ($278,1 \pm 165,5$ и $36,0 \pm 7,77$ Ед/л соответственно) у женщин наблюдались в мезоцикле, который проходил в августе. Очевидно, что причиной резкого усиления ферментативной активности КФК и АСТ в августе явилось уменьшение работы развивающего характера (на уровне АП) и увеличение объема нагрузок повышенной интенсивности (4-5-я зоны).

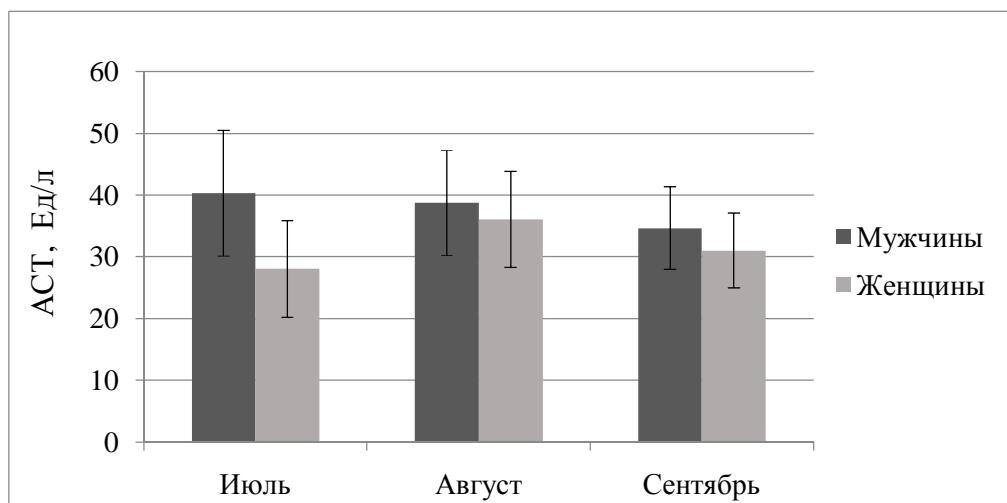


Рисунок 3 – Динамика активности фермента АСТ у мужчин и женщин на протяжении трех мезоциклов

Таким образом, по результатам исследования было выявлено, что в мужской команде на протяжении трех микроциклов адаптация организма спортсменов к предъявляемым нагрузкам сопровождалась умеренными сдвигами биохимических показателей.

У девушек по результатам тестирования было установлено, что в соответствии с объем физической нагрузки и накоплением тренировочного эффекта во втором микроцикле наблюдалось снижение скорости адаптационных процессов в организме.

Динамика утреннего уровня мочевины отражает общую переносимость предъявляемых тренировочных нагрузок, их адекватность и достаточность для

роста адаптационного резерва. В случаях одно-, двухразового превышения показателей мочевины допустимых границ рекомендуется более тщательный контроль режима «работа-отдых», а в затяжных случаях – назначение фармакологических препаратов, стимулирующих окислительно-восстановительные реакции (например, витаминно-минеральные комплексы – по усмотрению врача команды) или уменьшение общего объема тренировочных нагрузок с целью оптимизации тренировочного процесса и функционального состояния организма спортсменов [2].

Изменение активности фермента КФК под влиянием тренировки различной направленности отражает мощность и силу тренировочного воздействия, степень задействованности быстросокращающихся мышечных волокон для проявления скоростных способностей и характеризуется значительной индивидуальной вариативностью в зависимости от подготовленности. Однако следует иметь в виду, что скорость выхода фермента КФК в кровь, обусловленная повышением проницаемости клеточных мембран, индивидуальна и максимальные значения могут быть достигнуты значительно позже времени завершения нагрузки. Поэтому для определения тренировочного воздействия определение активности КФК проводится не только после тренировки, но и повторно не менее чем через 10–12 часов отдыха [3].

Высокие показатели активности фермента АСТ до $40,3 \pm 10,2$ Ед/л свидетельствовали о напряжении метаболических процессов в сердечной и мышечной системах при выполнении тренировочной программы общеподготовительного периода подготовки. Практическая ценность мониторинга активности КФК и АСТ в тренировочном процессе заключается в том, что, используя динамику данных ферментов под влиянием физических нагрузок, можно подобрать упражнения различного характера и интенсивности, не вызывающие негативных процессов (чрезмерного длительного перенапряжения мышечной и сердечно-сосудистой систем) [6].

Причиной же или поводом для полного диагностического обследования мышечной и сердечной системы подлежат только те спортсмены, у которых значения уровня мочевины, активности ферментов КФК и АСТ в покое превышают допустимые пределы на фоне отдыха или уменьшения общего и парциального объема тренировочных нагрузок. Именно подобные факты являются основанием для снижения интенсивности тренировочных нагрузок у представителей спортивного резерва с целью обеспечения адекватного метаболического ответа организма на предъявляемые нагрузки и ускорения восстановительных процессов спортсменов в период отдыха между ними.

Выводы

1. Выполнение тренировочных нагрузок в общеподготовительном периоде летне-осенней подготовки сопровождалось адекватной реакцией организма спортсменов мужской команды, что подтверждается данными биохимического мониторинга.

2. У женщин по результатам тестирования было установлено несоответствие объемов физической нагрузки и накоплением тренировочного эффекта во втором мезоцикле (август), что сопровождалось снижением скорости адаптивных процессов в организме.

3. Изучение адаптационных процессов организма спортсменов к тренировочным нагрузкам различной направленности методами биохимического контроля позволяет оценить индивидуальную переносимость нагрузок, вносить корректизы в тренировочный процесс с целью избегания явлений перенапряжения организма.

Список использованных источников

1. Потапова, О.С. Динамика биохимических показателей в годичном цикле тренировки лыжников старших разрядов / О.С. Потапова // Научно-теоретический журнал «Ученые записки». – 2009 – № 2 (48) – С. 70–72.
2. Платонов, В.Н. Теория адаптации и резервы совершенствования системы подготовки спортсменов / В.Н. Платонов, Г.Д. Данько // Наука в олимпийском спорте. – 2007. – № 1. – С. 3–16.
3. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
4. Brancaccio, P. Biochemical markers of muscular damage / P. Brancaccio, G. Lippi, N. Maffulli // Clin Chem Lab Med. –2010. – № 48. – Р. 757–767.
5. Gleeson, M. Biochemical and immunological markers of overtraining / M. Gleeson // Journal of Sport Science and Medicine. – 2002. – № 1. – Р. 31–41.
6. Никулин, Б.А. Биохимический контроль в спорте: науч. метод. пособие / Б.А. Никулин, И.И. Родионова. – М.: Советский спорт, 2011. – 232 с.
7. Banfi, G. Metabolic markers sports medicine/ G. Banfi [et al.] // Adv. Clin. Chem. – 2012. – № 56. – Р.1–54.
8. Михайлов, С.С. Спортивная биохимия / С.С. Михайлов. – М.: Советский спорт, 2004. – 220 с.

03.05.2017

УДК 572.087

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА СТУДЕНТОВ БРЕСТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

А. Н. Козулько, доцент,

Брестский государственный технический университет, Республика Беларусь

Аннотация

В статье представлены современные методы определения параметров морфофункционального состояния, возрастные особенности морфофункционального статуса студентов Брестского государственного технического университета. Проведен сравнительный анализ средних значений полученных показателей юношей и девушек разного возраста.

THE MORPHO-FUNCTIONAL STATUS' PECULIARITIES OF BREST STATE TECHNICAL UNIVERSITY'S STUDENTS

Annotation

The article represents modern methods of morphofunctional status' determination, age peculiarities of morpho-functional status of Brest state technical university's students. The comparative analysis of average values of obtained indexes of boys and girls of different age was carried out.

Введение

Как известно, здоровье подрастающего поколения формируется под влиянием биологических и социальных факторов. От нормального физического развития, функционирования органов и систем студентов зависит способность их организма сохранять устойчивость к экзогенным факторам, адаптироваться к

меняющимся условиям внешней среды. Растущий поток информации, потребность более глубоких знаний от специалистов требует и будет требовать все больше усилий от студентов. В связи с этим перед высшей школой возникает ряд задач по решению вопросов рационального сочетания труда и отдыха студентов, необходимости совершенствования методики преподавания [2].

С улучшением антропометрических показателей физического развития, роста физической и умственной работоспособности у многих студентов отмечаются различные отклонения в состоянии здоровья: нарушение осанки, сколиозы, близорукость (миопия слабой, средней степени), нервно-психическая неустойчивость, снижение функциональной возможности кардиореспираторной системы, лабильность регуляции деятельности сердца и сосудов с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, снижение сопротивляемости организма, которое играет значительную роль в высокой заболеваемости ОРВИ [6].

В настоящее время активно разрабатывается проблема сохранения и укрепления физического здоровья населения Республики Беларусь, исследуется роль факторов здорового образа жизни, воздействий внешней среды, морфофункциональных генетически закрепленных свойств организма, его конституции. При комплексной оценке состояния здоровья используют определенные критерии и факторы. К числу критериев относятся: наличие или отсутствие хронических заболеваний; уровень функционального состояния основных систем организма; степень сопротивляемости организма неблагоприятным воздействиям; уровень достигнутого физического и нервно-психического развития и степень его гармоничности [1].

Для оценки состояния здоровья студентов университета одним из важнейших показателей является их физическое развитие. Под физическим развитием понимают совокупность морфологических и функциональных свойств организма, характеризующих процессы его роста и развития. Скорость роста и созревание различных органов и систем в основном запрограммированы наследственными механизмами [3].

Несмотря на многолетние исследования, проводимые в этой области, проблема изучения изменчивости организма человека в зависимости от воздействия факторов окружающей среды и на сегодняшний день остается актуальной. Физическое развитие как один из показателей здоровья может изменяться под действием различных факторов и заболеваний. У студентов университета, страдающих хроническими заболеваниями (такими как ракит, туберкулез, дизентерия, гипотрофия), часто и длительно болеющих, замедляется рост, снижается прибавка веса, ослабляется тонус мышц, нарушаются осанка, развивается плоскостопие. При этом течение и исход болезни во многом определяется состоянием организма, его физическим развитием [2].

Целью исследования явилось изучение особенностей морфофункционального статуса студентов Брестского государственного технического университета.

Материалы и методы исследования

Морфологический статус человека во многом предопределяет его функциональные возможности, которые в конечном счете отражаются на предрасположенности к различным видам деятельности. Разработка объективных, научно обоснованных методов индивидуальной оценки соматометрических признаков является одной из актуальных задач в области учения о физическом развитии.

В данном исследовании используются следующие методы: антропометрия, спирометрия, биоимпедансный и математико-статистические.

Объектом исследования явились студенты БрГТУ в возрасте 20–22 лет.

Результаты исследования и их обсуждение

По каждому показателю морфофункционального статуса было рассчитано среднее значение.

Для получения основных антропометрических показателей используются стандартные процедуры измерений [4].

Масса тела измерялась на электронных весах с точностью до 100 г при минимальном количестве одежды на теле. Юноши имеют массу тела больше, чем девушки. В 20 лет юноши имеют средний вес 77,3 кг, девушки – 56,1 кг; в 21 год юноши – 71,8 кг, девушки – 64,6 кг; в 22 года у юношей – 78,8 кг, у девушек – 61,6 кг. Максимальное различие наблюдается в 20 лет – 21,2 кг, а минимальное – в 21 год – 7,2 кг. Изменение массы тела юношей и девушек в возрасте 20–22 лет имеет противоположную динамику, т.е. у девушек масса тела к 21 году увеличивается, а затем уменьшается, а у юношей наоборот.

Рост стоя и рост сидя измерялся ростомером. При измерении роста стоя студент становится спиной к вертикальной стойке, касаясь ее пятками, ягодицами и межлопаточной областью. Планшетку опускают до соприкосновения головой. У юношей средние значения роста стоя больше, чем у девушек. В 20 лет средний показатель роста стоя у юношей – 182,6 см, у девушек – 166,6 см; в 21 год у юношей – 174 см, у девушек – 168,4 см; в 22 года у юношей – 179 см, у девушек – 168,6 см. Максимальное различие наблюдается в 20 лет – 16 см, а минимальное – в 21 год – 5,6 см.

При измерении роста сидя студент садится на скамейку, касаясь вертикальной стойки ягодицами и межлопаточной областью. У юношей средние значения роста сидя больше, чем у девушек. В 20 лет средний показатель роста сидя у юношей составил 90,3 см, у девушек – 89 см; в 21 год у юношей – 94,8 см, у девушек – 82,5 см; в 22 года у юношей – 91,5 см, у девушек – 89,4 см. Максимальное различие наблюдается в 21 год – 12,3 см, а минимальное – в 20 лет – 1,3 см.

Обхватные размеры тела измерялись с использованием новых гибких сантиметровых лент (с точностью до 1 мм). Способы измерения окружностей туловища: талия измерялась в самом узком месте, на выдохе, таз измерялся по наиболее выступающим точкам ягодиц, как правило, в расслабленном состоянии.

У юношей средние значения окружности талии больше, чем у девушек. Средний показатель окружности талии юношей в 20 лет – 85,1 см, у девушек – 68,1 см; в 21 год у юношей – 75,9 см, у девушек – 72,2 см; в 22 года у юношей – 80,8 см, у девушек – 68,1 см. Максимальное различие наблюдается в 20 лет – 17 см, а минимальное – в 21 год – 3,7 см. Среднее значение окружности таза у юношей в 20 лет – 102,5 см, у девушек – 92,8 см; в 21 год у юношей – 93,3 см, у девушек – 96,7 см; в 22 года у юношей – 100,9 см, у девушек – 96,1 см. Средние значения окружности таза у юношей больше в 20 и 22 года, чем у девушек на 9,7 см и 4,8 см соответственно. А в 20 лет наблюдается превышение средних значений окружности таза у девушек на 3,4 см.

Обхватные размеры грудной клетки измеряли на выдохе, выдохе и паузе. Сантиметровую ленту располагают спереди: у девушек – над молочными железами, у юношей – по нижнему краю околососковых кружков, а сзади – под углами лопаток. У юношей средние показатели окружности грудной клетки при паузе в 20 лет – 92,4 см, у девушек – 85,2 см; в 21 год у юношей – 86,9 см, у девушек – 86,3 см; в 22 года у юношей – 89 см, у девушек – 85,5 см. Средние зна-

чения окружности грудной клетки при паузе больше в 20 и 22 года, чем у девушек на 7,2 и 3,5 см соответственно. А в 20 лет наблюдается превышение средних значений окружности грудной клетки при паузе у девушек на 3,4 см. Средние показатели окружности грудной клетки у юношей при вдохе в 20 лет – 98,6 см, у девушек – 91,7 см; в 21 год у юношей – 91,8 см, у девушек – 92,4 см; в 22 года у юношей – 95,6 см, у девушек – 90,7 см. Показатели средних значений у юношей окружности грудной клетки при вдохе больше в 20 и 22 года, чем у девушек на 6,9 см и 4,9 см соответственно. А в 20 лет наблюдается превышение средних значений окружности грудной клетки при вдохе у девушек на 0,6 см. Средние значения окружности грудной клетки у юношей при выдохе в 20 лет – 91,6 см, у девушек – 83,2 см; в 21 год у юношей – 85,3 см, у девушек – 86,2 см; в 22 года у юношей – 87,9 см, у девушек – 84,1 см. У юношей средние значения окружности грудной клетки при выдохе больше в 20 и 22 года, чем у девушек на 8,4 и 3,8 см соответственно. А в 20 лет наблюдается превышение средних значений окружности грудной клетки при выдохе у девушек на 0,9 см.

Жизненную емкость легких (ЖЕЛ) определяют при помощи сухого спирометра – обследуемый делает полный выдох в спирометр после максимального вдоха. У юношей средние показатели ЖЕЛ в 20 лет – 3700 мл, у девушек – 3080 мл; в 21 год у юношей – 3325 мл, у девушек – 3023 мл; в 22 года у юношей – 3500 мл, у девушек – 3425 мл. Средние значения ЖЕЛ у юношей больше, чем у девушек в 20, 21, 22 лет на 620 мл, 302 мл и 75 мл соответственно. У юношей и девушек ЖЕЛ с возрастом имеет динамику к увеличению.

Исследование компонентного состава тела является важной характеристикой физического состояния организма. Пропорции между содержанием жировой ткани, воды, мышечной массы, костной ткани и других элементов компонентного состава тела служат средством для контроля влияния на организм различных оздоровительных методик, занятий физической культурой, спортивных тренировок, а также возрастных изменений [5].

В последние годы получили развитие методы биоимпедансного определения компонентного состава тела. Биоимпедансный анализ – это современный высокоточный аппаратный метод определения состава тела человека, основанный на измерении электрического сопротивления тканей человеческого тела. На сегодняшний день метод биоимпедансного анализа состава тела по частоте применения превзошел все известные технологии оценки состава тела. По простоте процедуры исследований, комфорта и доступности биоимпедансного анализа сравним с кардиографическими исследованиями. По информативности – с рентгеновской денситометрией, компьютерной томографией, морфологическими исследованиями, другими громоздкими, небыстрыми и дорогостоящими методами исследования. Биоимпедансное определение компонентного состава тела производится с помощью специальных анализаторов. Биоимпедансное исследование позволяет абсолютно безопасно получить объективные данные о составе тканей организма [7].

В данном исследовании был использован анализатор состава тела Tanita BC-730. Анализатор выявляет процентное содержание жира, воды, массу мышечной и костной ткани, а также уровень висцерального жира, биологический (метаболический) возраст и помогает установить индивидуальные границы и нормы.

Мышечная масса тела у юношей больше, чем у девушек. Средние показатели у юношей в 20 лет – 61,27 кг, у девушек – 41,27 кг; в 21 год у юношей – 58,5 кг, у девушек – 44,03 кг; в 22 года у юношей – 63,24 кг, у девушек – 43,8 кг. Максимальное различие наблюдается в 20 лет – 20 кг, а минимальное –

в 21 год – 14,47 кг. У юношей средние показатели костной массы тела в 20 лет – 3,56 кг, у девушек – 2,26 кг; в 21 год у юношей – 3,2 кг, у девушек – 2,33 кг; в 22 года у юношей – 3,2 кг, у девушек – 2,36 кг. Юноши имеют костную массу тела больше, чем девушек. Максимальное различие наблюдается в 20 лет – 1,3 кг, а минимальное – в 22 года – 0,84 кг.

Содержание висцерального жира у юношей больше, чем у девушек. Средние показатели у юношей в 20 лет – 3,2, у девушек – 1; в 21 год у юношей – 1,7857, у девушек – 1,7647; в 22 года у юношей – 3,4, у девушек – 1,4. Максимальные различия наблюдаются в 20 и в 21 год – 2,2 и 2 соответственно, а минимальное – в 21 год – 0,021. Биологический возраст у юношей больше, чем у девушек в 20 лет на 7,82 лет. А у девушек в 21 год биологический возраст больше, чем у юношей на 8,12 лет. Средние значения у юношей в 20 лет – 21,22, у девушек – 18,4; в 21 год у юношей – 19, у девушек – 23,12; в 22 года у юношей – 23,6, у девушек – 19,6. Минимальные различия наблюдаются в 20 лет – на 2,82 года юноши по биологическому возрасту старше девушек, максимальные – в 21 год – на 4,12 года девушки старше юношей.

На рисунке 1 представлены средние значения процентного содержания жира у девушек и юношей 20–22 лет.

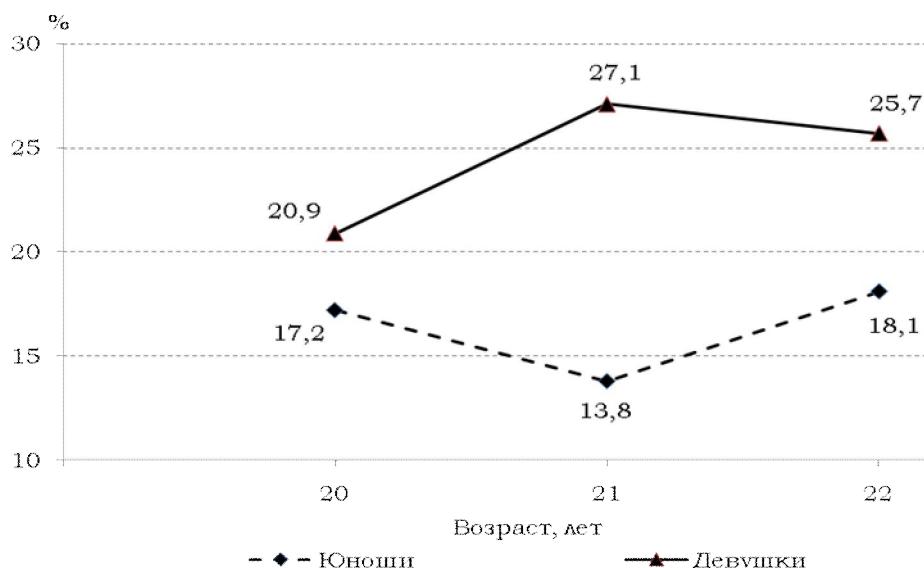


Рисунок 1 – Средние значения процентного содержания жира у юношей и девушек в возрасте 20, 21, 22 лет

Из рисунка 1 видим, что у девушек процентное содержание жира больше, чем юношей. Максимально различие наблюдается в 21 год – 13,3 %, а минимальное – в 20 лет – 3,7 %.

Изменение процентного содержания жира у юношей и девушек в возрасте 20, 21, 22 лет имеет противоположную динамику: у девушек процент жира к 21 году увеличивается, а затем уменьшается, а у юношей наоборот.

На рисунке 2 представлены средние значения процентного содержания воды у девушек и юношей 20–22 лет.

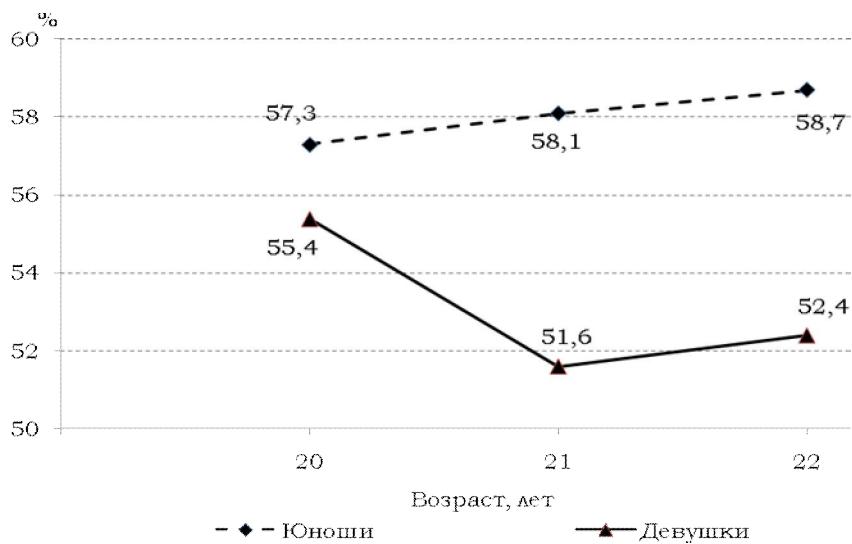


Рисунок 2 – Средние значения процентного содержания воды у юношей и девушек в возрасте 20, 21, 22 лет

У юношей процентное содержание воды больше, чем у девушек. Максимальное различие наблюдается в 21 год – 6,5 %, а минимальное – в 20 лет – 1,9 %.

Изменение процентного содержания воды у юношей и девушек в возрасте 20-21 год имеет противоположную динамику: у девушек процент воды к 21 году значительно уменьшается, а у юношей, наоборот, увеличивается, но не значительно. После 21 года как у девушек, так и у юношей процентное содержание воды увеличивается.

Нормальный баланс жира и мышечной массы тела ассоциируется с хорошим здоровьем и долголетием. Присутствие жира в умеренном количестве необходимо для регуляции температуры тела, усвоения жирорастворимых витаминов, а значит, поддержания здоровья в целом всего организма. Превышение жира по отношению к мышечной массе тела приводят к рискам приобретения заболеваний сердца, сосудов, суставов, диабета, то есть многих заболеваний. Биоимпедансный анализ является важной частью любого всеобъемлющего здоровья и оценки питания. Раннее обнаружение нарушения баланса в теле позволяет иметь возможность раннего вмешательства и профилактики.

Выводы

По результатам исследования можно сделать вывод, что у студентов в возрасте 20–22 лет имеются разные соматотипы. Также у юношей и девушек данного возраста проявляются половые различия. Соматотипы не только определяют физическое развитие человека, но и характеризуют особенности его обмена веществ, развитие костной, мышечной или жировой ткани, особенности психики и даже склонность к определенным заболеваниям.

Широкое применение антропометрического обследования студентов позволяет выявить у них отклонения в физическом развитии, установить их причину, а затем провести оздоровительные и лечебные мероприятия.

Характеристика гармоничности развития студентов – обязательный компонент комплексной оценки состояния здоровья. О гармоничности физического развития судят по соотношению длины, массы тела и окружности грудной клетки. Из-за высокой корреляции массы тела с окружностью грудной клетки последний параметр может быть исключен, и тогда гармоничность оценивают только по соотношению длины и массы тела. По сравнению с длиной тела масса –

более лабильный показатель, который подвержен воздействию различных факторов внешней среды (питание, болезнь, физические нагрузки).

Список использованных источников

1. Апанасенко, Г.Л. Медицинская валеология / Г.Л. Апанасенко. Л.А. Попова. – Ростов н/Д Феникс, 2000. – 244 с.
2. Бароненко, В.А. Здоровье и физическая культура студента / В.А. Бароненко, Л.А. Рапопорт. – М. : Альфа-М, 2003. – С. 113–202.
3. Брехман, И.И. Валеология наука о здоровье / И.И. Брехман. – М. : Физкультура и спорт, 1990. – С. 45–62.
4. Герасевич, А.Н. Сравнительная характеристика отдельных показателей морфофункционального состояния организма современных студентов (часть 1) / А.Н. Герасевичи [и др.] // Физическое воспитание студентов. – 2013. – № 5 – С. 25–31.
5. Герасевич, А.Н. Инновационные подходы к определению морфофункционального состояния учащихся старшего школьного возраста и студентов в аспекте состояния их здоровья / А.Н. Герасевич, Г.Л. Ерш, А.А. Косач, Т.Ю. Зубко // Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире: мат. XXIV Межд. научн.-практ. конф. по проблемам физ. восп. учащихся, 26–28 сент. 2014 г., Московский обл. соц.-гум. ин-т. – Коломна : МГОСГИ, 2014. – С. 34–38.
6. Дубровский, В.И. Валеология. Здоровый образ жизни / В.И. Дубровский. – М.: Медицина, 2001. – С. 114–125.
7. Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.

20.03.2017

УДК 612.11

КАРТИНА КРОВИ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Л. С. Сосна, магистр биол. наук, аспирант,
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Республика Беларусь;

Е. Я. Костина, магистр биол. наук, аспирант,
Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова БГУ, Республика Беларусь;

С. Б. Мельнов, д-р биол. наук, профессор,
Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Бел НИЦ «Экология»;

Е. В. Ветчинкина, магистр биол. наук,
Н. В. Шведова, магистр биол. наук,

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Республика Беларусь

Аннотация

В статье приведены результаты гематологического тестирования спортсменов циклических и ациклических видов спорта до/после выполнения стандартного теста со ступенчато возрастающей нагрузкой «до отказа». Ис-

пользована методика определения типа неспецифических адаптационных реакций организма (НАРО) с использованием данных процентного содержания лимфоцитов и нейтрофилов. Полученные результаты могут быть использованы с целью определения эффективности и коррекции интенсивности тренировочного процесса спортсменов различных видов спорта.

HEMATOLOGICAL STATUS AND NONSPECIFIC AND SPECIFIC RESPONSE OF SPORTSMEN OF CYCLIC AND ACYCLIC KIND OF SPORTS

Annotation

The article gives the results of hematological testing of cyclic and acyclic kind of sports' sportsmen before and after execution of basic test with incrementally increasing load «to the full». There was used the method of the determination of the type of nonspecific and specific adaptation organism's reaction using the percentage of lymphocyte' and neutrophils' data. Obtained results can be used with the purpose of definition of efficiency and correction of sportsmen's training process' intensity.

Введение

В настоящее время гематологический контроль в условиях спортивной деятельности позволяет использовать параметры качественного и количественного состава крови как информативные критерии функционального состояния организма спортсменов [2, 4, 6]. Наблюдение за картиной крови спортсменов в ходе чередования тренировочной и соревновательной деятельности предоставляет возможность оценки показателей эритроцитарного и лейкоцитарного звеньев в динамике. Согласно ряду исследований динамика гематологических показателей при различных видах спортивной деятельности характеризуется сдвигами в содержании элементов красной крови (эритроцитов, гемоглобина) и более выраженными изменениями содержания лейкоцитов [7]. Так, при действии повышенной физической нагрузки на организм спортсменов наблюдается увеличение содержания нейтрофилов, лимфоцитов и моноцитов, что свидетельствует о защитной роли лейкоцитов и активации иммунитета в ответ на повышенную нагрузку [1]. Имеются также литературные данные, свидетельствующие в пользу того, что, как правило, параметры крови спортсменов находятся в диапазоне физиологических норм, а наблюдаемые кратковременные постнагрузочные сдвиги в основном обусловлены фазовыми перераспределительными реакциями [3].

В то же время анализ гематологической картины у спортсменов при динамическом индивидуальном контроле требует оценки наблюдаемых изменений с учетом специфики вида спорта. Так, в ряде показателей гемограммы и лейкоограммы наблюдаются изменения, зависящие не только от степени тренированности, но и от направленности спортивной деятельности [5]. Актуальность исследования обусловлена необходимостью более досконального изучения данных, что позволит составить более целостную картину корреляции показателей крови и состояния организма спортсменов, а также следить за состоянием здоровья спортсменов и управлять тренировочным процессом, при необходимости своевременно используя лечебно-профилактические и реабилитационные мероприятия.

Цель исследования – установить различия гематологических показателей и определить неспецифические адаптационные реакции организма спортсменов высокой спортивной квалификации циклических и ациклических видов спорта.

Организация и методы исследования

В исследовании приняли участие 74 спортсмена мужского пола циклических (легкая атлетика, биатлон, лыжные гонки, велоспорт, конькобежный спорт, шорт-трек; 54 человека) и ациклических (дзюдо, парусный спорт, греко-римская борьба, бокс, гребной слалом; 20 человек) видов спорта, в возрасте от 16 до 30 лет; 14 из них являлись кандидатами в мастера спорта (КМС), 43 – мастерами спорта (МС), 17 – мастерами спорта международного класса (МСМК).

Настоящее исследование включало забор капиллярной крови, который осуществляли до и после проведения теста со ступенчато повышающейся нагрузкой «до отказа» с использованием велоэргометра. В цельной крови определяли следующие показатели: число лейкоцитов (WBC), эритроцитов (RBC) и тромбоцитов (PLT), процентное содержание нейтрофилов (NEUT), лимфоцитов (LYMPH), моноцитов (MONO), эозинофилов (EO), базофилов (BAZO), ретикулоцитов (RET), величину гематокрита (HCT) и тромбокрита (PCT), концентрацию гемоглобина (HGB), среднее содержание гемоглобина в одном эритроците (MCH), средний объем эритроцитов (MCV). Показатели состава крови анализировали с использованием автоматического гематологического анализатора Sysmex XT-2000i (Япония).

Статистическая обработка данных была выполнена с использованием компьютерных программ Statistica 6.0 и MS Excel. Значимость различий между сравниваемыми выборками определяли с использованием У-теста Манна-Уитни (для независимых выборок) и критерия Уилкоксона (для зависимых выборок). Различия считались статистически значимыми при $p<0.05$.

Результаты и их обсуждения

Анализ показателей периферической крови свидетельствует о том, что все исследуемые гематологические показатели находились в пределах физиологической нормы. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика гематологических показателей до и после выполнения теста со ступенчато повышающейся нагрузкой «до отказа» у спортсменов циклических и ациклических видов спорта

Гематологические показатели	Циклические виды спорта		Ациклические виды спорта	
	до нагрузки	после нагрузки	до нагрузки	после нагрузки
WBC, $10^9/\text{л}$	5,86±1,31	8,49±2,17	5,92±0,97	8,16±2,14
NEUT, %	54,10±8,60	49,55±8,79604	55,60±7,42	50,65±7,12
LYMPH, %	34,50±7,38	39,10±7,82	32,95±7,01	37,95±7,20
MONO, %	9,20±2,72	8,35±2,63	9,05±1,68	8,70±1,77
EO, %	2,15±1,72	1,70±1,60	1,80±1,96	1,80±1,65
BAZO, %	0,50±0,45	0,50±0,39	0,55±0,35	0,60±0,32
RET, %	0,48±0,18	0,53±0,20	0,48±0,15	0,48±0,25
RBC, $10^{12}/\text{л}$	5,39±0,33	5,50±0,40	5,25±0,40	5,43±0,40
HGB, г/л	161,00±8,86	162,50±11,15	152,00±11,72	158,50±9,45
HCT, %	45,75±2,46	47,10±3,21	44,15±2,93	46,35±2,83
MCV, фл	85,60±3,23	85,85±3,25	84,40±3,79	85,15±3,71
MCH, пг	29,65±1,50	29,65±1,43	29,15±1,94	29,50±1,55
PLT, $10^9/\text{л}$	218,00±40,24	244,00±65,54	229,50±45,96	255,00±53,89
PCT, %	0,21±0,04	0,25±0,06	0,22±0,04	0,26±0,05

Результаты анализа показали, что после выполнения теста с максимальной физической нагрузкой для ряда показателей наблюдалось достоверное увеличение/уменьшение средних значений ($p<0,05$). Так, для спортсменов циклических

видов спорта наблюдалось достоверное увеличение следующих показателей: число лейкоцитов (на 30,98 %), процентное содержание лимфоцитов (на 11,76 %), число эритроцитов (на 2,00 %), концентрация гемоглобина (на 0,92 %), гематокрит (на 2,87 %), число тромбоцитов (на 10,66 %), тромбокрит (на 16,00 %) ($p<0,05$). Кроме того, достоверным было уменьшение таких показателей, как процентное содержание нейтрофилов (на 8,41 %), моноцитов (на 9,24 %), эозинофилов (на 20,93 %) ($p<0,05$).

У спортсменов ациклических видов спорта наблюдалось достоверное увеличение следующих показателей: число лейкоцитов (на 27,45 %), процентное содержание лимфоцитов (на 13,18 %), число эритроцитов (на 3,31 %), концентрация гемоглобина (на 4,10 %), гематокрит (на 4,75 %), среднее содержание гемоглобина в одном эритроците (на 0,88 %), число тромбоцитов (на 10,00 %), тромбокрит (на 15,38 %) ($p<0,05$). Достоверное уменьшение показателей крови после физической нагрузки для спортсменов ациклических видов наблюдалось только для процентного содержания нейтрофилов (на 8,90 %) ($p<0,05$).

Увеличение содержания гемоглобина и перераспределение количества форменных элементов крови свидетельствует о наличии приспособительной реакции периферической крови на физическую нагрузку. Что касается лейкоцитарного звена, то незначительное повышение лейкоцитов наряду со снижением нейтрофилов и эозинофилов свидетельствует о развитии лимфоцитарной фазы миогенного лейкоцитоза. Сущность ее возникновения заключается в перераспределении лейкоцитов в кровеносном русле и их вымывании из селезенки. У хорошо тренированных спортсменов даже после значительной нагрузки перехода во вторую фазу (нейтрофильную), при котором активируется выход клеток крови из костного мозга, не наблюдается. Это свидетельствует о достаточно высокой приспособленности спортсмена к выполнению нагрузки и является положительным прогностическим признаком высокого функционального состояния спортсмена.

Установлено, что до начала теста со ступенчато возрастающей нагрузкой «до отказа» у 68,5 % выборки спортсменов циклических видов спорта и 70 % выборки спортсменов ациклической направленности отмечались антистрессорные неспецифические адаптационные реакции организма (НАРО), среди которых реакция тренировки, спокойной активации и реакции повышенной активации (таблица 2).

Таблица 2 – Частота встречаемости различных НАРО среди спортсменов циклических и ациклических видов спорта, (мужчины), %

Классификация НАРО	Виды спорта			
	циклические		ациклические	
	до	после	до	после
Реакция стресса (1-й тип)	24,1	13,0	25,0	0,0
Реакция тренировки (2-й тип)	14,8	14,8	20,0	20,0
Реакция спокойной активации (3-й тип)	27,8	20,4	40,0	35,0
Реакция повышенной активации (4-й тип)	25,9	24,1	10,0	25,0
Реакция переактивации (5-й тип)	7,4	27,8	5,0	20,0

В то же время в ходе исследования выявился высокий процент (31,5 % – спортсмены циклической направленности, 20 % – спортсмены ациклической направленности) неблагоприятных стрессорных реакций для тренировочного процесса (НАРО 1 и 5 типов).

После выполнения нагрузки в группе спортсменов циклических видов спорта процент выборки с благоприятными типами НАРО (2-4 типы) снизился

до 59,3 %, в то время как среди спортсменов ациклических видов спорта этот процент вырос до 80 %. Возможно, полученные результаты связаны с фоновыми реакциями, обусловленными различным объемом и интенсивностью нагрузок во время тренировочного процесса спортсменов.

В исследовании также проведен сравнительный анализ показателей крови между спортсменами циклических и ациклических видов. Достоверные различия наблюдались при сравнении концентрации гемоглобина и величины гематокрита до выполнения теста среди спортсменов обеих групп. Так, спортсмены циклических видов спорта (в покое) имели более высокую концентрацию гемоглобина на 5,59 % и на 3,50 % – величину гематокрита по сравнению с ациклическими видами спорта (рисунок 1).

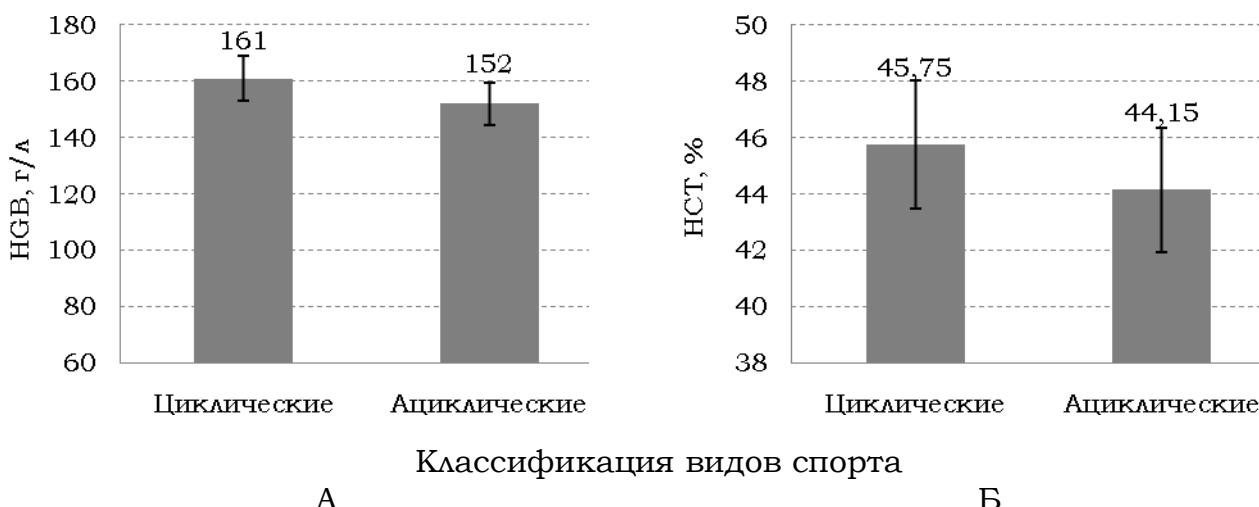


Рисунок 1 – Сравнительный анализ показателей концентрации гемоглобина (А) и величины гематокрита (Б) среди спортсменов циклических и ациклических видов спорта

Заключение

В ходе проведенного исследования в видах спорта различной структуры двигательной деятельности у высококвалифицированных спортсменов были выявлены различия показателей крови под влиянием теста со ступенчато возрастающей нагрузкой «до отказа». Наиболее реактивными (разница в $\pm 10\%$) во время нагрузки были показатели периферической крови, такие как количество лейкоцитов и тромбоцитов, процентное содержание лимфоцитов и эозинофилов, а также величина тромбокрита ($p<0,05$). Кроме того, сравнительный анализ результатов показал преобладание функциональных резервов кислородоснабжающей системы крови у представителей спорта циклического характера, уделяющих особое внимание развитию выносливости по сравнению с ациклическими.

Физическая нагрузка вызвала рост показателей тромбоцитарного (PLT, PCT), эритроцитарного (RBC, HGB, НСТ) и некоторых показателей лейкоцитарного звена (WBC, LYMPH), однако на часть показателей лейкоцитарного звена (NEUT, MONO, EO) повлияла частичным угнетением функций ($p<0,05$).

Полученные результаты также указывают на то, что у более 68 % выборки спортсменов наблюдается формирование антистрессорных неспецифических адаптационных реакций, однако тренировочный процесс оставшейся части спортсменов требует коррекции и дальнейшего контроля.

Таким образом, данные, полученные в результате настоящего исследования, можно использовать для отслеживания физиологического состояния спортсменов высокой спортивной квалификации различных видов спорта с целью

контроля и своевременной коррекции тренировочного процесса для сохранения и укрепления здоровья во время нагрузок высокой интенсивности.

Список использованных источников

1. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной скоростной подготовки в спорте / Ю.В. Верхошанский. – 3-е изд. – М.: Сов. спорт, 2013. – 216 с.
2. Головачев, А.И. Современные подходы к оценке специальной выносливости спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта / А.И. Головачев // Человек в мире спорта: новые идеи, технологии, перспективы: тез. докл. Междунар. конгр. – М., 2001. – Т. 1. – С. 224.
3. 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.
4. Жариков, Е.В. Динамика физической работоспособности юных пловцов в годичном цикле подготовки под воздействием различных тренировочных средств / Е.В. Жариков // Ученые записки. – 2009. – № 3 (49). – С. 17–20.
5. Иорданская, Ф.А. Диагностика и дифференцированная коррекция симптомов дезадаптации к нагрузкам современного спорта и комплексная система мер их профилактики / Ф.А. Иорданская, М.С. Юдинцева // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 3. – С. 40–47.
6. Макарова, Г. А. Практическое руководство для спортивных врачей / Г.А. Макарова. – Ростов н/Д: «Издательство БАРОПРЕСС», 2002. – С. 169–175.
7. Сарайкин, Д.А. Показатели периферической системы крови у юных тхэквондистов на предсоревновательном этапе тренировочного процесса / Д.А. Сарайкин, М.С. Терзи, В.И. Павлова. – Екатеринбург, 2012. – № 2 (39). – С. 15–16.

06.03.2017

УДК [616.1:612.766.1]: 796/.799

ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ

Л. Н. Цехмистро, канд. биол. наук,

Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»;

Н. В. Иванова, канд. биол. наук,

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Республика Беларусь

Аннотация

Данную информацию можно использовать для оценки функционального состояния, эмоционального напряжения, оценки развития утомления и адаптационных процессов сердечно-сосудистой системы и всего организма. В статье проанализированы данные состояния сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных велосипедистов в подготовительном периоде тренировочного процесса. Выявлены признаки сформированного "спортивного" сердца, экономизации режима функционирования центральной и регионарной гемодинамики, отчетливого смещения вегетативного баланса в сторону усиления парасимпатического тонуса.

IMPACT OF LOAD ON THE BIKERS' FUNCTIONAL STATE

Annotation

Following data can be used for the functional state's and psychic tension's evaluation, the evaluation of fatigue development and adaptive processes of cardiovascular system and the whole body. The information of cardiovascular system's state of high qualified bikers during preparatory period of training process was analyzed. The signs of formed «sportive» heart, economization of central and regional hemodynamic mode, distinct shift of autonomic balance to parasympathetic tone's side were developed.

Введение

Как известно, система кровообращения является одной из жизненно важных и одновременно влияющей на состояние и предельные возможности опорно-двигательного и мышечного аппарата. Благодаря тонким и чувствительным механизмам саморегуляции сердце и сосуды активно участвуют во всех проявлениях жизнедеятельности. Ранее считалось, что основными классическими признаками высокого уровня функционального состояния ССС спортсмена является триада признаков: синусовая брадикардия, гипотония и гипертрофия миокарда, и именно эти признаки характеризуют высокую тренированность спортсмена [1]. На самом деле состояние высокой тренированности не всегда подтверждается вышеуказанными факторами. В ряде случаев они являются проявлением патологических изменений, произошедших в организме. Установлено, что между степенью брадикардии, гипертрофии и состоянием тренированности спортсмена полного синергизма не существует [2].

Объекты и методы исследования

Для проведения функциональных обследований спортсменов использован ряд физиологических методик (электрокардиография (ЭКГ), центральная (ЦГД) и регионарная (РВГ) гемодинамика, анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР), а также велоэргометрический тест "до отказа".

Оценка биоэлектрической активности сердца осуществлялась по времененным и амплитудным параметрам функционального состояния миокарда: длительность интервалов Р, с; Р-К, с; QRS, с – соответственно, внутрипредсердная, предсердно желудочковая и внутрижелудочковая проводимость; Q-T, с – электрическая систола, амплитуда зубца Р, мВ, отражающая процесс деполяризации предсердий, амплитуда зубца Т, мВ характеризующая процесс реполяризации; определялась электрическая ось сердца (угол альфа), градус [3].

Проанализированы показатели центральной гемодинамики: ЧСС, уд/мин – частота сердечных сокращений; АДс, мм рт.ст. – артериальное давление систолическое; АДд, мм рт.ст. – артериальное давление диастолическое; УО, мл – ударный объем крови; МОК, л/мин – минутный объем кровотока; ОПСС, дин·с·см⁻⁵ – общее периферическое сопротивление сосудов; СИ, л/мин·м² – сердечный индекс; ДНЛЖ, мм рт. ст. – давление наполнения левого желудочка и периферической гемодинамики нижних конечностей: РИ, Ом – реографический индекс – отражает пульсовой прирост объема крови, интенсивность артериального кровенаполнения исследуемой области; ИПС, % – индекс периферического сопротивления – отношение амплитуды на уровне инцизуры к амплитуде систолической волны; ВО, % – венозный отток [4].

Показатели анализа ВСР, используемые в работе:

Вариационная пульсометрия: Мo (мода), АМo (амплитуда моды), MxdMn (вариационный размах). По данным вариационной пульсометрии вычисляется индекс напряжения регуляторных систем или стресс – индекс (SI); SDNN стан-

дартное отклонение RR интервалов – суммарный показатель вариабельности величин интервалов RR за весь рассматриваемый период.

Спектральный анализ ВСР. Анализ мощности девиаций RR – интервалов проводится в следующих диапазонах частот: HF – 0,15–0,40 Гц. Мощность в этом диапазоне частот отражает вагусную, парасимпатическую, эфферентную активность. LF – 0,04–0,15 Гц. Данный спектр часто характерен для активности симпатической нервной системы. VLF – 0,003–0,4 Гц. Появление данного спектра частот зависит от усиления активности нейрогуморальных систем (ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, концентрации адреналина и норадреналина в крови) [5].

Контингент обследуемых. Обследовано 20 спортсменов мужского пола, занимающихся велоспортом, имеющих квалификацию: мастер спорта, мастер спорта международного класса. Исследования проводились в подготовительном периоде.

Результаты и их обсуждение

Электрокардиография. При анализе ЭКГ спортсменов интервалы P, PQ, QRS, QT у 80 % находились в пределах нормы и составили: интервал P=0,09±0,02 с; интервал PQ=0,16±0,01 с; интервал QRS=0,09±0,004 с; интервал QT=0,37±0,005 с. Зубец P, отражающий процесс деполяризации предсердий, у 85 % спортсменов положителен, высота в пределах нормы. Сегмент ST, ассоциированный с процессом реполяризации миокарда желудочков, изоэлектричен, т.е. в норме. Зубцы T, также отражающие реполяризацию желудочков, положительны их высота находится в пределах нормы.

Был выявлен синусовый ритм сердца. У 30 % спортсменов выявлено отклонение электрической оси сердца вправо, у 60 % спортсменов – вертикальное и нормальное положение электрической оси сердца. У 10 % обследуемых обнаружен выраженный поворот электрической оси сердца влево, что позволяет говорить о преобладании признаков гипертрофии левого желудочка.

После нагрузки зарегистрирована тахикардия, синусовая аритмия (18 %), единичные случаи атриовентрикулярной блокады первой степени (6 %). У 5 % спортсменов наблюдается синдром $T_{V1} > T_{V6}$. В 65 % случаев длительность интервалов PQ, QT составили: интервал PQ=0,16±0,02 с; интервал QT=0,39±0,02 с. У 70 % обследуемых наблюдались так называемые "гигантские" зубцы T в грудных отведениях. Это позволяет предположить, что высокие зубцы T отражают хорошее функциональное состояние сердца. Известно, что большие тренировочные нагрузки могут привести к нарушениям биохимических процессов в мышце сердца, а это находит отражение в изменении процессов реполяризации и ведет к появлению этого синдрома. Если возникающие биохимические сдвиги обусловлены гипертрофией миокарда левого желудочка, то подобный синдром становится более стойким и в начале единственным. Если же вышеуказанный синдром появляется на фоне выполнения интенсивных тренировочных или стандартной мышечной нагрузки, а затем исчезает в процессе отдыха или в результате восстановительных мероприятий, то его следует расценивать как признак функциональной перегрузки левого желудочка, т.е. синдром $T_{V1} > T_{V6}$ – предвестник перенапряжения миокарда левого желудочка [6].

Центральная гемодинамика. При исследовании было отмечено, что в результате тренировочных нагрузок, направленных на развитие выносливости, у спортсменов, в покое выявлена синусовая брадикардия – ЧСС 50±8,8 уд/мин, АДс 109,3±10,08 мм рт. ст. и ОПСС 1091,8±400,5 дин·с·см⁻⁵. Зарегистрирован высокий показатель УО 111,0±35,6 мл, МОК – 7,1±3,1 л/мин и СИ – 3,9±1,7 л/мин·м², ДНЛЖ – 19±2,3 мм рт. ст. Эти данные подтверждают, что у спортсме-

нов усиливается парасимпатическая активность, что приводит к урежению частоты сердечных сокращений в покое и снижению АД (отрицательный тонотропный эффект). Одновременно увеличивается мощность выброса левого желудочка, о чем свидетельствует УО, МОК, СИ. В профессиональном спорте в покое адаптация к высоким нагрузкам проявляется в переходе сердечной деятельности на более экономичный режим работы. Это обеспечивает более высокие резервы системы кровообращения при переходе к интенсивной мышечной работе.

После выполнения велоэргометрического тестирования у спортсменов наблюдалось увеличение АДс ($188,3 \pm 21,8$ мм рт. ст.), ЧСС ($112,5 \pm 37,3$ уд/мин), МОК ($11,5 \pm 3$ л/мин), СИ ($6,4 \pm 1,9$ л/мин·м²), ДНЛЖ ($20,1 \pm 2,8$ мм рт. ст.) и снижение таких показателей, как АДд ($42,8 \pm 16,9$ мм рт. ст.), УО ($110,2 \pm 40,2$ мл) и ОПСС ($806,9 \pm 306$ дин·с·см⁻⁵ ($p < 0,05$)).

Таким образом, первичной реакцией сердца на динамическую физическую нагрузку является повышение ЧСС. Наблюдалось увеличение АДс, МОК, СИ и снижение общего периферического сопротивления и АДд. Значения показателей УО, ДНЛЖ практически остались неизменными, что свидетельствует о большом разнообразии индивидуальных реакций гемодинамики и экстракардиального регулирования или о снижении значимости насосной функции. При повышенной ЧСС диастола – период наполнения желудочка кровью, – сокращается, что может привести к уменьшению sistолического объема крови [7].

Регионарная гемодинамика. У спортсменов в подготовительном периоде в покое были зафиксированы: показатель РИ – $0,047 \pm 0,017$ Ом, ИПС – $0,33 \pm 0,07$ %, ВО – $0,41 \pm 0,09$ %. После выполнения физической нагрузки РИ в исследуемой зоне повысился ($0,053 \pm 0,063$ Ом). ИПС снизилось до $0,32 \pm 0,13$ %. ВО снизился до $0,34 \pm 0,11$ %.

Вариабельность сердечного ритма. По данным анализа вариабельности сердечного ритма получена объективная информация о состоянии различных звеньев вегетативной регуляции. Согласно статистическому и спектральному анализу показателей ВСР при исследовании у спортсменов зафиксированы показатели Мо, АМо, SDNN, SI, LF соответствующие физиологической норме. Следует отметить, что наблюдалось смещение вегетативного баланса в сторону преобладания парасимпатического отдела регуляции, сниженный уровень VLF указывал на энергодефицитное состояние [8].

Таким образом, в каждом конкретном случае для достижения высоких спортивных результатов необходимо оценивать функциональную способность сердечно-сосудистой системы, сопоставив между собой данные ЭКГ и вариабельности сердечного ритма. В случае выявления симпатикотонии в покое и "гигантских" зубцов Т в грудных отведениях на ЭКГ следует решать вопрос о дальнейшем занятии спортом или провести необходимые лечебно-реабилитационные мероприятия.

Выводы

1. Показатели электрокардиограммы у спортсменов в покое соответствовали норме. После нагрузки отмечалась также норма, однако у 6 % спортсменов единичные случаи атриовентрикулярной блокады первой степени.

2. В состоянии покоя выявлена синусовая брадикардия. После велоэргометрического тестирования отмечался гиперкинетический тип реакции на нагрузку. Адаптация к физической нагрузке происходила за счет ино- и хронотропной функций миокарда без подключения механизмов Франка-Старлинга.

3. Гемодинамика в нижних конечностях у спортсменов иллюстрирует адаптацию организма к высоким физическим нагрузкам, проявляющуюся увеличением динамического диапазона РИ, снижением ИПС и ВО в процессе тре-

нировочного цикла. Обеспечение повышенного кровоснабжения в процессе выполнения физических нагрузок осуществляется как путем увеличения регионарного объема крови, так и за счет его рационального распределения. Это обеспечивается центральными механизмами регуляции и многообразием сосудистых реакций, устанавливающими необходимый уровень регионарного кровообращения. Исследование периферического кровообращения в динамике может дать ценную информацию как при выборе спортивной специализации в зависимости от особенностей спортсмена, так и при определении оптимального периода тренировочного процесса и уровня готовности к соревнованиям.

4. Оценивая вегетативный гомеостаз спортсменов, следует отметить отчетливое смещение вегетативного баланса в сторону усиления парасимпатического тонуса, повышение уровня нейрогуморальных влияний, автономизации и снижение централизации управления сердечным ритмом. Возрастание активности автономного контура регуляции сердечного ритма, является показателем значительного адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы. При резком снижении вариабельности, то есть при выраженной симпатикотонии, ухудшается качество регуляторных механизмов и как следствие возрастает риск сердечно-сосудистых катастроф. Данные вариабельности сердечного ритма необходимо использовать наряду с уровнем и характером тренировочных нагрузок для оценки состояния организма и коррекции тренировочного процесса.

Список использованных источников

1. Карпман, В.Л. Сердце и работоспособность спортсмена / В.Л. Карпман, С.В. Хрущев, Ю.А. Борисова. – М: Физкультура и спорт, 1978. – 119 с.
2. Коваленко, В.Н. Методика врачебно-педагогических наблюдений / В.Н. Коваленко, Л.И. Жариков. – Минск, 1969. – 42 с.
3. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия. Учебное пособие / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова – М.: Советский спорт, 2004. – 304 с.
4. Применение импедансной плеизомографии для оценки состояния центральной гемодинамики. Метод. рекомен. МЗ БССР / Составители: А.З. Полонецкий, В.М. Альхимович. Минск, 1985. – 23 с.
5. Киричков Ю.Ю. Компьютерный анализ вариабельности сердечного ритма / Ю.Ю. Киричков // Анестезиология и реаниматология. – 2000. – № 2.
6. Апанасенко, Г Здоровье спортсмена / Г. Апанасенко // Олимпийский спорт для всех: проблемы здоровья рекреации, спортивной медицины и реабилитации: материалы 4-го Междунар. науч. конгр., – Киев, 2000. – 164 с.
7. Turkevich, D. Noninvasive measurement of the decrease in left ventricular filling time during maximal exercise in normal subjects / D. Turkevich, A. Micco, J.T. Reeves // American Journal of Cardiology. 1988. – Vol. 62. – 650 – 652.
8. Флейшман, А.Н. Медленные колебания гемодинамики./ А.Н. Флейшман – Новосибирск, 1999. – 264 с.

26.04.2017

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПРОФИЛАКТИКА ПАТОЛОГИЙ, СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

УДК: 612:171:613.9:796.422.1]042.2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭКГ У ЖЕНЩИН И МУЖЧИН, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В БЕГЕ НА 400 МЕТРОВ

Е. Л. Михалюк, д-р мед. наук, профессор,

Запорожский государственный медицинский университет, Украина

Аннотация

В начале подготовительного периода тренировочного процесса проведен электрокардиографический анализ у 131 бегуна (60 женщин и 71 мужчина) на дистанции 400 м в возрасте от 13 до 30 лет, квалификацией от III разряда до МСМК. Сравнивались данные 12 женщин и 15 мужчин уровня МС-МСМК, 11 женщин и 19 мужчин уровня КМС, 13 спортсменок и 16 бегунов I разряда, а также 24 бегуны и 21 бегун II-III разряда, которые достоверно не отличались по возрасту. Сравнение данных ЭКГ у женщин и мужчин показало отсутствие достоверных различий по регулярности синусового сердечного ритма, сохраненному вольтажу, количеству лиц с нормальным положением электрической оси сердца, ЧСС в пределах 61-79 уд/мин; при этом у женщин было больше лиц с дыхательной аритмией ($p=0,028$) и со сниженным вольтажем ($p=0,0001$). Брадикардия реже встречалась у женщин (38,3 %), в основном у МС-МСМК и спортсменок II-III разряда, чем у мужчин (57,7 %, $p=0,021$), (МС-МСМК – 10, КМС – 9, I разряд – 12, II-III разряд – 10). ЧСС выше 80 уд/мин была у 10 (16,7 %) бегуний, 5 перворазрядниц и 5 спортсменок II-III разряда. Мужчин-бегунов с такой ЧСС не было совсем. Изменения на ЭКГ регистрировались с одинаковой частотой у бегуний (43,3 %), в основном II-III и I разряда, и бегунов (56,3 %, $p=0,138$). У 40 бегунов изменения на ЭКГ распределились в зависимости от квалификации следующим образом: МС-МСМК – 11, КМС – 10, I разряд – 6, II-III разряд – 13. Из общего числа изменений на ЭКГ статистически больше было изменений конечной части желудочкового комплекса у бегуний (19,2 % против 10 %, $p=0,0003$), СРРЖ (55 % против 34,6 %, $p=0,009$) и нижнепредсердного ритма (10 % против 3,9 %, $p=0,0001$) у мужчин. Анализ изменений на ЭКГ в виде СРРЖ и НБПНПГ у спортсменов обоего пола показал следующее: СРРЖ встречается в 23,7 % (6,9 % у женщин и 16,8 % у мужчин), а НБПНПГ – в 13 % (4,6 % у женщин и 8,4 % у мужчин). После физической нагрузки в виде субмаксимального теста PWC170 у спортсменов с нижнепредсердным ритмом и изменениями конечной части желудочкового комплекса происходила нормализация ЭКГ. У бегунов с синдромом CLC и НБПВЛНПГ по данным эхокардиографии не выявлены дилатация и гипертрофия камер сердца, а наличие НБПНПГ и СРРЖ следует рассматривать как особенности ЭКГ у этой категории спортсменов.

COMPARATIVE ANALYSIS OF ECG VALUES OF WOMEN AND MEN SPECIALIZING IN 400-METRES RACE

Annotation

At the beginning of the training's preparatory period the electrocardiography analysis of 131 400-meters race runners (60 women and 71 men) at the age from 13 to 30 years old with qualification from the third-class to Master of Sports of Interna-

tional Class was carried out. The data of 12 women and 15 men of Master of Sport class and Master of Sports of International class, 11 women and 19 men of Candidate for Master of Sport class, 13 sportswomen and 16 runners of the first class, and also 24 female runners and 21 male runners of the second-third classes, that did not have significant differences in age, were compared. The ECG values comparison of men and women showed absent of significant differences in correct heart rate, voltage, number of persons with normal cardiac electrical axis, heart rate within 61-79 bpm. Herewith women had more persons with respiratory arrhythmia ($p=0,028$) and reduced voltage ($p=0,0001$). Women had less cases of bradycardia (38,3%), generally among Masters of sport and Masters of sport of International Class and sportswomen of second-third-classes, than men (57,7%, $p=0,021$), (Masters of sport and Masters of sport of International Classes – 10, Candidate for Master of sport – 9, the first-class – 12, the second-third classes – 10). 10 female runners, 5 of the first-class and 5 of the second-third-class, had heart rate more than 80 bpm (16,7%). Male runners did not have such heart rate at all. ECG changes were recorded with an identical frequency both at female runners, especially the second-third and the first classes, and at male runners (56,3%, $p=0,138$). 40 runners had ECG changes that extended depending on the qualification this way: Masters of sport and Masters of sport of International Classes – 11, Candidate for Master of sport – 10, the first-class – 6, the second-third-classes – 13. Out of a total number of ECG changes, statistically female runners had more symptoms of cardiomyopathy due to athletic overexertion (19,2% against 10%, $p=0,0003$), male runners had more symptoms of early repolarization syndrome of ventricles (55% against 34,6%, $p=0,009$) and lower arterial rate (10% against 3,9%, $p=0,0001$). The analysis of ECG changes in terms of early repolarization syndrome of ventricles and nonpolar left anterior fascicular block of both sex sportsmen revealed following: early repolarization syndrome of ventricles is found in 23,7% (6,9% women and 16,8% men), nonpolar left anterior fascicular block is found in 13% (4,6% women and 8,4% men). After physical loads in the form of submaximal test PWC170 sportsmen with lower atrial rate and ECG-symptoms of cardiomyopathy due to athletic overexertion had normalization of ECG. Runners with CLC-syndrome and nonpolar left anterior fascicular block due to ECG values do not have abnormal changes, and the presence of nonpolar left anterior fascicular block and early repolarization syndrome of ventricles should be considered as ECG-peculiarities among this category of sportsmen.

Введение

Картина ЭКГ у спортсменов вариабельна и отличается от ЭКГ у лиц, не занимающихся спортом настолько, что в некоторых странах снятие электрокардиограммы в покое у спортсмена не рекомендуется в качестве скринингового теста из-за ее низкой специфичности [20]. В то время как в Италии, России, Германии и Испании, регистрация ЭКГ в покое у спортсмена применяется в качестве контроля состояния здоровья и является дополнительной гарантией не только хорошего функционального состояния, но и инструментом оценки предикторов риска внезапной кардиальной смерти.

Известно, что в основе изменений на ЭКГ у спортсмена лежат такие физиологические механизмы, как резко выраженное превалирование функции парасимпатического звена автономной нервной системы, морфологическое и электрофизиологическое ремоделирование миокарда.

Метод ЭКГ, глубоко отображая сущность биоэлектрических процессов в миокарде, характеризует отклонения от состояния нормы, выявляя локальность и специфику патогенетических изменений, и позволяет оценивать функцио-

нальную готовность, как сердечно-сосудистой системы, так и организма в целом, не прибегая к сложным и дорогостоящим методам аппаратного контроля [14]. По данным многоцентровых исследований ЭКГ имеет ограничения в виду низкой чувствительности (21% -58%) и специфичности (45%-76%) в диагностике гипертрофии левого желудочка и выгодно отличается 100% специфичностью и чувствительностью в выявлении нарушений ритма и проводимости.

На заре развития современной спортивной медицины ЭКГ исследования выполнялись всем физкультурникам и спортсменам, а затем данные сравнивались с нормальными показателями, полученными у лиц, не занимающимися физкультурой и спортом, выявляя различные изменения. В дальнейшем, некоторые из этих изменений были классифицированы как физиологические особенности ЭКГ спортсменов, развивающиеся под воздействием физических нагрузок и являющиеся проявлением нейрогуморальной регуляции сердца в условиях адаптации к ним.

В настоящее время ЭКГ контроль должен являться методом оценки функционального состояния у спортсменов конкретного вида спорта с учетом направленности тренировочного процесса на развитие тех или иных физических качеств. В частности, бегуны-спринтеры выполняют циклическую работу максимальной мощности с развитием быстроты и силы, а бегуны на 800-1500 м – циклическую работу субмаксимальной мощности с развитием быстроты и выносливости. В то время как тренировочная работа бегунов на дистанции 400 м находится посередине, т.е. у них, для поддержания заданной скорости бега участвуют все три источника энергии. Наибольшее значение имеет анаэробный гликолиз, обеспечивающий свыше 65% энергии, на долю аэробного процесса приходится около 25% общего энергетического запроса и примерно 10% общих затрат энергии обеспечивает реакция распада креатинфосфата. Выделению нами в отдельную группу бегунов на дистанции 400 м также служат примеры выдающихся спортсменов, которые совмещали успешное выступление в соревнованиях на дистанции 100 и 200 м (2-кратный олимпийский чемпион Валерий Борзов, 4-х кратный олимпийский чемпион Карл Льюис, 6-ти кратный олимпийский чемпион Усейн Болт). И только единицы спортсменов могли совмещать такие дистанции как 400 и 200 м (4-х кратный олимпийский чемпион Майкл Джонсон) или 400 и 800 м (2-кратный олимпийский чемпион Альберто Хуантарено). Учитывая биохимические процессы мышечной деятельности и специфику тренировочного процесса бегунов на дистанции 400 м считаем обоснованным выделение их в отдельную группу для анализа особенностей ЭКГ.

Мы считаем, что врач, работая с определенным контингентом спортсменов, должен учитывать специфику и преимущественное развитие определенных физических качеств, особенности физиологических параметров, и тогда сможет оказать квалифицированную помощь, как тренеру, так и спортсмену. Подробный анализ специфики изложен в статьях о биоэлектрической активности миокарда у юных метателей [1], у бегунов на дистанции 100-200 и 400 метров [14], у легкоатлетов-стайеров [8], у боксеров, кикбоксеров и тхэквондистов [15].

Нами ранее была подчеркнута необходимость изучения параметров функционального состояния спортсменов с учетом пола, возраста, спортивной квалификации и периода тренировочного процесса [11]. Что касается работ, в которых авторы предлагают изучать и сравнивать параметры у мужчин и женщин, то одними из первых были публикации, посвященные раздельному анализу у спортсменов данных ЭКГ [4], центральной [9] и церебральной гемодинамики [10].

В работе Р.В.Урсан и соавт. [17] представлены данные ЭКГ-исследования 50-ти легкоатлетов (22 мужчин и 28 женщин), у которых в 96% встречалась синусовая брадикардия, а неполная блокада правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ) – в 33% (преимущественно у мужчин). Согласно данным Д.Н. Котко с соавт. [7], у легкоатлетов обнаружена взаимосвязь между уровнем квалификации и частотой изменений ЭКГ. У легкоатлетов высокой квалификации выявлена тенденция к отклонению оси сердца вправо, вертикальная или полувертикальная позиция сердца, чаще встречается брадикардия, миграция водителя ритма, ранняя деполяризация желудочков, НБПНПГ.

Представленный обзор научных исследований свидетельствует, что, несмотря на значительное увеличение объема и интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок, работ, посвященных изучению данных ЭКГ у бегунов на 400 метров, а тем более с позиции полового диморфизма явно недостаточно [14].

Целью работы явилось изучение данных ЭКГ у бегунов на дистанции 400 метров одной квалификации, но различающихся по полу.

Методы и организация исследования

В начале подготовительного периода тренировочного процесса проведен анализ и сравнение 131 электрокардиограмм (60 женщин и 71 мужчины) в 12-ти отведенииах бегунов на дистанции 400 м в возрасте от 13 до 30 лет, имеющих спортивную квалификацию от III разряда до мастера спорта международного класса (МСМК).

Сравнивались данные 12 бегуний уровня мастер спорта (МС)-МСМК средний возраст $22,75 \pm 0,53$ лет и 15 бегунов уровня МС-МСМК, средний возраст $24,2 \pm 0,73$ лет ($p > 0,05$), 11 бегуний уровня кандидат в мастера спорта (КМС), средний возраст $19,82 \pm 0,34$ лет и 19 бегунов уровня КМС, средний возраст $20,3 \pm 0,78$ лет ($p > 0,05$), 13 спортсменок 1 разряда, средний возраст $18,15 \pm 0,61$ лет и 16 бегунов 1 разряда, средний возраст $18,4 \pm 0,69$ лет ($p > 0,05$), а также 24 бегуны II-III разряда, средний возраст $15,25 \pm 0,54$ лет и 21 бегун II-III разряда, средний возраст $16,57 \pm 0,64$ лет ($p > 0,05$). Как видно из представленных данных, между группами бегунов обоего пола и одной спортивной квалификации отсутствуют различия по возрасту.

Исследования биоэлектрической активности миокарда проводили на диагностическом автоматизированном комплексе "Кардио+". С целью дифференциальной диагностики спортсменам с нижнепредсердным ритмом и изменениями конечной части желудочкового комплекса проводили пробу с физической нагрузкой на велоэргометре в виде субмаксимального теста PWC₁₇₀, а спортсменам с синдромом CLC и неполной блокадой передней ветви левой ножки пучка Гиса (НБПВЛНПГ) – эхокардиографию на аппарате Sim 5000 Plus (Италия).

Полученные в исследовании данные обработаны методом вариационной статистики с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 for Windows. Рассчитывались значения среднего арифметического (M), ошибки среднего арифметического (m) во всех группах наблюдения. Изучаемые количественные признаки с нормальным распределением представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее, m – средняя квадратичная ошибка. Достоверность различий для двух групп оценивали по критерию Стьюдента, различия считали достоверными при $p < 0,05$ [3]. Для корреляционного анализа были применены коэффициенты корреляции Пирсона [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Правильный синусовый ритм сердца (без дыхательной "циклической" аритмии) у женщин и мужчин встречается в 83,3% и 88,7% соответственно ($p=0,715$), сохраненный вольтаж ЭКГ - в 90% и 95,8% ($p=0,715$), электрическая ось сердца не отклонена, соответственно в 86,7% и 100% ($p=0,411$), представленные показатели статистически не различались в группах по полу. При этом у женщин чаще встречалась дыхательная аритмия, соответственно 16,7% и 11,3% ($p=0,028$) и сниженный вольтаж ЭКГ, соответственно в 10% и 4,2% ($p=0,0001$). Следует заметить, что у женщин электрическая ось сердца в 10% случаев была отклонена влево и в 3,3% – вправо.

Брадикардия (60 уд/мин и менее) у женщин встречалась у 23 бегунов (38,3%), соответственно у 8-ми уровня МС-МСМК, 4-х – уровня КМС, одной перворазрядницы и 10-ти – квалификации II-III разряда. У 41 мужчины была обнаружена брадикардия (57,7%, $p=0,021$), в том числе у 10-ти – уровня МС-МСМК, 9-ти уровня КМС, 12-ти перворазрядников и 10-ти – квалификации II-III разряда. ЧСС в пределах 61-79 уд/мин была у 27 женщин (45%) и у 30-ти мужчин (42,3%, $p=0,732$), т.е. эти данные практически не различались. Что касается величины ЧСС 80 уд/мин и более, то в группе мужчин таких спортсменов не было, у женщин было 10 ($p=0,0001$), соответственно у 5-ти перворазрядниц и 5-ти спортсменок II-III разряда.

Изменения на ЭКГ обнаружены у 26-ти женщин (43,3%): 4 – уровня КМС, 7 перворазрядниц и 15 бегунов II-III разряда, у женщин уровня МС-МСМК изменения на ЭКГ отсутствовали. У мужчин изменения на ЭКГ были у 40 бегунов (56,3%, $p=0,138$), из них 11 бегунов уровня МС-МСМК, 10 – уровня КМС, 6 перворазрядников и 13 спортсменов II-III разряда. Среди изменений на ЭКГ у женщин было 9 спортсменок (34,6%) с синдромом ранней реполяризации желудочков (СРРЖ), 6 (23,1%) с НБПНПГ, 5 (19,2%) с синдромом CLC, 5 (19,2%) с изменениями конечной части желудочкового комплекса и у одной спортсменки (3,9%) был нижнепредсердный ритм. У мужчин было 22 спортсмена с СРРЖ (55%, $p=0,009$), 11 – с НБПНПГ (27,5%, $p=0,327$), 4 – с изменениями конечной части желудочкового комплекса (10%, $p=0,0001$), 2 – с нижнепредсердным ритмом (5%, $p=0,0001$) и один – с НБПВЛНПГ (2,5%).

Как видно из представленных данных, наибольшее число спортсменов с изменениями на ЭКГ у женщин и мужчин было с СРРЖ, соответственно 9 и 22 спортсмена. Известно, что существует определенная клиническая значимость СРРЖ. Так, Г.В.Дзяк с соавт. [5] считает, что в основе этого синдрома лежит функционирование путей предпочтительного проведения импульса, который авторы называют фасцикуло-вентрикулярными соединениями. Частота выявления СРРЖ у спортсменов довольно велика, что, возможно, связано с характерной для спортсменов ваготонией, которая, как выявили О.А.Кисляк с соавт. [6] увеличивает частоту проявления СРРЖ. По данным В.В.Безуглой [2] СРРЖ встречается у спортсменов от 8,9 до 9,4% случаев. По нашим данным [12, 13] при анализе 6071 электрокардиограмм СРРЖ диагностирован в 6,04% случаев. Из 367 спортсменов с СРРЖ в 43,1% случаев были спортсмены игровых видов спорта и в 41,1% случаев высокого класса [12]. В дальнейшем, после пробы с физической нагрузкой в виде субмаксимального теста PWC₁₇₀, признаки синдрома исчезают, что согласно данным А.В.Ягоды с соавт. [19], свидетельствует в пользу вагусного генеза СРРЖ.

По частоте встречаемости синдромов на втором месте находится НБПНПГ, соответственно у 6-ти женщин и 11 мужчин. Известно, что НБПНПГ является наиболее часто регистрируемым у спортсменов феноменом, указывающим на замедление внутрижелудочковой проводимости. Согласно данным

A.Swiatowiec et al. [21], при обследовании 73 элитных спортсменов (20 женщин и 53 мужчин) в возрасте 21-34 года (в среднем 26,8 лет), занимавшихся гандболом, каяком, легкой атлетикой, велоспортом, современным пятиборьем и др. видами спорта, НБПНПГ была обнаружена у 52-х (71,2%) спортсменов. Имеются данные, свидетельствующие о том, что появление признаков НБПНПГ у спортсменов в процессе интенсивных тренировок является составной частью ЭКГ-синдрома диастолической перегрузки правого желудочка [16]. А.Е. Филявич [18], обследовав 3000 спортсменов 6-ти видов спорта, обнаружил НБПНПГ в 13,9%, а среди 535 бегунов на средние и длинные дистанции в 10%. Наши данные, полученные при анализе 5539 ЭКГ у спортсменов, состоящих на учете в Запорожском областном врачебно-физкультурном диспансере, показали наличие НБПНПГ в 13% [13].

Заключение

1. Сравнение данных ЭКГ у бегунов на 400 м с учетом пола показало отсутствие достоверных различий по регулярности сердечного ритма, сохраненному вольтажу, количеству лиц с нормальным положением электрической оси сердца, ЧСС в пределах 61-79 уд/мин, при этом у женщин было больше лиц с дыхательной аритмией ($p=0,028$) и со сниженным вольтажем ($p=0,0001$).

2. Брадикардия у женщин встречается в 38,3%, в основном у МС-МСМК и спортсменок II-III разряда. у мужчин - в 57,7% ($p=0,021$), с распределением по спортивной квалификации следующим образом: МС-МСМК – 10, КМС – 9, 1 разряд – 12, II-III разряд – 10. ЧСС выше 80 уд/мин была у 10 бегунов (16,7%), это 5 перворазрядниц и 5 спортсменок II-III разряда; у мужчин, бегунов с такой ЧСС не было совсем.

3. Изменения на ЭКГ были у 43,3% женщин, в основном у бегунов II-III разряда и перворазрядниц, а у мужчин в 56,3% ($p=0,138$) случаев, у 40 бегунов изменения на ЭКГ распределились по группам следующим образом: МС-МСМК – 11, КМС – 10, 1 разряд – 6, II-III разряд – 13.

4. Из общего числа изменений на ЭКГ статистически больше было изменений конечной части желудочкового комплекса у бегунов (19,2% против 10%, $p=0,0003$), а у мужчин – с СРРЖ (55% против 34,6%, $p=0,009$) и нижнепредсердным ритмом (10% против 3,9%, $p=0,0001$).

5. Анализ изменений на ЭКГ в виде СРРЖ и НБПНПГ у бегунов на 400 метров показал следующее: СРРЖ встречается в 23,7% (6,9% у женщин и 16,8% у мужчин), а НБПНПГ – в 13% (4,6% у женщин и 8,4% у мужчин).

6. После физической нагрузки в виде субмаксимального теста PWC₁₇₀ у спортсменов с нижнепредсердным ритмом и ЭКГ изменениями конечной части желудочкового комплекса происходила их нормализация. У бегунов с синдромом CLC и НБПВЛНПГ по данным эхокардиографии не выявлены дилатация и гипертрофия камер сердца, а наличие НБПНПГ и СРРЖ следует рассматривать как особенности ЭКГ у этой категории спортсменов.

Перспективой дальнейших исследований является продолжение изучения электрокардиографических данных у спортсменов с позиции полового диморфизма.

Список использованных источников

1. Ангулова, А.Д. Биоэлектрическая активность миокарда и некоторые показатели физического развития у юных метателей / А.Д. Ангулова, Е.Л. Михалюк // Проявления защитных специфических и неспецифических реакций организма при некоторых нагрузках и в патологии. – М., 1981. – С. 25.

2. Безуглая, В.В. Синдром ранней реполяризации желудочков: актуальность для спортивной кардиологии / В.В. Безуглая // Теория и методика физического воспитания и спорта. – 2011. – № 2. – С. 92–96.
3. Боровиков, В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. Боровиков. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.
4. Бутченко, Л.А. Изменение ЭКГ спортсмена в зависимости от пола и направленности спортивной тренировки / Л.А. Бутченко, Е.И. Карева, Т.М. Федорова // Теория и практика физической культуры. – 1974. – № 8. – С. 22–25.
5. Дзяк, Г.В. К вопросу о патогенезе синдрома ранней реполяризации желудочков / Г.В. Дзяк, С.Л. Локшин, С.А. Правосудович [и др.] // Вестник аритмологии. Кардиостим -95. Abstract. – 1995. – №4. – С. 71.
6. Кисляк О.А. Синдром ранней реполяризации желудочков у подростков / О.А. Кисляк, Р.А. Агадъяев, Г.И. Сторожаков // Кардиология, 1995. – Т. 35, №1. – С. 54–57.
7. Котко, Д.Н. Изменения ЭКГ у легкоатлетов различной квалификации / Д.Н. Котко, Г.В. Лукьянцева, Я.В. Зиневич // Здоровий спосіб життя, фізична культура, спорт. Актуальні питання спортивної медицини. Реабілітація: фізична, медична, психологічна: 1 установча наук.-практ. конф. – Київ, 2014. – С. 76.
8. Котко, Д. Особенности изменений электрокардиограмм у легкоатлетов / Д. Котко, Н. Гончарук, Я. Зиневич // Sport. Olimpism. Sănătate. Materialele Congresului Stiintific International. Volumul II. Chisinau, Republica Moldova. - 2016. – С. 536–541.
9. Михалюк, Е.Л. Центральная гемодинамика у юных легкоатлетов-метателей / Е.Л. Михалюк // Оптимизация подготовки юных спортсменов: тезисы VIII Всесоюз. науч.-практ. конф. – М., 1983. – С. 136–137.
10. Михалюк, Е.Л. Показатели мозговой гемодинамики и физическая работоспособность у юных метателей / Е.Л. Михалюк // Гипокинезия и спортивная гиперкинезия растущего организма и их коррекция: тезисы докладов Все-союзной научно-практической конференции. – Ташкент, 1983. – С. 287–288.
11. Михалюк, Е.Л. Особливості наукових досліджень у спортивній медицині на сучасному етапі / Е.Л. Михалюк // Запорожский медицинский журнал, 2015. – №5 (92). – С. 82–84.
12. Михалюк, Е.Л. Современный взгляд на проблему синдрома ранней реполяризации желудочков в спортивной кардиологии / Е.Л. Михалюк, С.Н. Малахова // Вісник Запорізького національного університету. Фізичне виховання та спорт. – Запоріжжя: ЗНУ, 2012. – №2 (8). – С. 168–174.
13. Михалюк, Е.Л. Синдром ранней реполяризации желудочков в спортивной кардиологии / Е.Л. Михалюк, С.Н. Малахова. Е.М. Скорик // Актуальні проблеми фізичного виховання, спорту та туризму: тези доповідей IV Міжн. наук.-практ. конф. 18–19 жовтня 2012 р. – Запоріжжя: КПУ, 2012. – С. 186–187.
14. Михалюк, Е.Л. Анализ электрокардиографических показателей у бегунов, специализирующихся в беге на 100–200 и 400–800 м / Е.Л. Михалюк, С.Н. Малахова, М.В. Диденко // Медицинское обеспечение спорта высших достижений: сборник материалов 1 науч.-практ. конф., Москва, 17 окт. 2014 г. – С. 126–128.
15. Михалюк, Е.Л. Сравнительная характеристика ЭКГ-показателей у представителей спортивных контактных единоборств / Е.Л. Михалюк, С.Н. Малахова // Международное сотрудничество в образовании в условиях глобализации: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Симферополь: СОНAT, 2015. – С. 144–152.

16. Тартаковский, Б.М. Клиническая векторкардиография / Б.М. Тартаковский. – М.: Медицина, 1964. – 430 с.

17. Урсан, Р.В. Нарушения ритма и проводимости у легкоатлетов в Приднестровской Молдавской республике / Р.В. Урсан, А.В. Васильчук // Сборник материалов 77-й итоговой студенческой конференции с международным участием, Красноярск, 23–26 апр. 2013 г. – Красноярск, КГМУ, 2013. – С. 943–945.

18. Филявич, А.Е. Электрокардиографический атлас спортсмена / А.Е. Филявич. – Кишинев: "Штиинца", 1982. – С. 6–9.

19. Ягода, А.В. Синдромы перевозбуждения или ранней деполяризации желудочков при недифференцированной дисплазии соединительной ткани / А.В. Ягода Н.Н. Гладких // Вестник аритмологии. – 2003. – № 32. – С. 75–78.

20. Maron, B.J. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980–2006 // B.J. Maron, J.J. Doerer, T.S. Haas [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2009. – Vol. 119, № 8. – P. 1085–1092.

21. Swiatowiec, A. Analysis of 12-lead electrocardiogram in top competitive professional athletes in the light of recent guidelines // A. Swiatowiec, W. Krol, M. Kuch, W. Braksator, H. Krysztofiak, M. Dluzniewski, A. Mamcars // Kardiologia Polska. – 2009. – Vol. 67. – P. 1095–1102.

01.04.2017

УДК 612.1+616-003.96+796.07

АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПАУЭРЛИФТИНГОМ

А. Л. Плакида, канд. мед. наук, доцент,

Одесский национальный медицинский университет, Украина

Аннотация

Проведены исследования краткосрочных и долгосрочных адаптационных изменений сердечно-сосудистой системы у спортсменов в процессе занятий пауэрлифтингом. Впервые изучена этапность происходящих изменений в зависимости от спортивного стажа, и выявлено, что преимущественным является повышение функционирования хронотропного механизма деятельности сердца. Впервые определена факторная структура физической работоспособности пауэрлифтеров и предложены наиболее информативные показатели для экспресс-контроля функционального состояния организма в данном виде спорта.

**ADAPTIVE CHANGES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ATHLETES INVOLVED
IN POWERLIFTING**

Annotation

Were conducted the studies of short-term and long-term adaptive changes in the cardiovascular system in athletes in the process of training in powerlifting. For the first time was studied the stages of the changes that took place depending on the length of the sport experience and it was revealed that the increase in the functioning of the chronotropic mechanism of the activity of the heart is preferable. For the first time has been determined the factor structure of the physical performance of powerlifting and have been proposed the most informative indicators for the express control of the functional state of the organism in this sport.

Введение

В настоящее время большой популярностью у молодежи пользуются виды спорта, направленные на развитие силы. Одним из примеров является пауэрлифтинг, предусматривающий выполнение упражнений с тяжестями максимально возможного веса [3,4,5,10]. При занятиях этим видом спорта в результате нагрузок высочайшей интенсивности воздействию подвергается не только опорно-двигательная система, но и сердечно-сосудистая, что при неправильном построенном тренировочном процессе ведет к возможным формированиям патологических состояний [1]. Хотя пауэрлифтинг по характеру нагрузок отличается от видов спорта с аэробной направленностью, ряд авторов указывают на превалирующую роль адаптации кардиореспираторной системы, определяющей величину физической работоспособности организма [2,9,11]. В то же время при исследовании уровня подготовленности спортсменов-пауэрлифтингистов основное внимание уделяется антропометрическим показателям, которые не являются достаточно информативными для адекватной оценки уровня функционального состояния организма [7,8,12,13]. Таким образом, вопрос о характере адаптационных изменений сердечно-сосудистой системы в процессе тренировок спортсменов-пауэрлифтингистов требует дальнейшего изучения.

Цель исследования – исследование краткосрочной и долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы у спортсменов-пауэрлифтингистов в зависимости от стажа занятий, а также выбор наиболее информативных показателей для оперативного контроля функционального состояния спортсменов.

Методы и организация исследования. Для решения поставленных в работе задач нами обследовались 64 спортсмена мужского пола, занимающихся пауэрлифтингом. Распределение по стажу занятий было следующим: 1 год – 14 человек; 2 года – 11; 3 года – 12; 4 года – 13; 5 лет и более – 14. Контрольную группу составили 30 здоровых мужчин, не занимающихся систематически спортом. Все обследованные лица были в возрасте от 23 до 38 лет. На первом этапе в состоянии относительного мышечного покоя исследовались стандартные показатели гемодинамики: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое давление (СД и ДД), сердечный выброс, ударный объем. В связи со значительной разницей антропометрических параметров для унификации полученных данных нами дополнительно вводились показатели гемодинамики в пересчете на единицу площади тела обследуемых – сердечный индекс (СИ) и ударный индекс (УИ). На втором этапе исследовались показатели гемодинамического обеспечения выполнения физической нагрузки на уровне критической мощности. С этой целью применялся велоэргометрический тест с непрерывной ступенчато возрастающей по мощности нагрузкой, обеспечивающей выход обследуемого на уровень максимального потребления кислорода. Во время проведения теста осуществлялся постоянный контроль электрокардиограммы обследуемого и производился мониторный анализ выдыхаемого воздуха. Рассчитывались следующие показатели: максимальное потребление кислорода, критическая мощность нагрузки, порог анаэробного обмена (ПАНО), кислородный пульс, ватт-пульс, СИ, УИ, всего 34 показателя. Полученные результаты обрабатывались методами многомерной вариационной статистики с использованием программы STATISTICA.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование основных показателей сердечно-сосудистой системы в состоянии относительного мышечного покоя дало следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1 - Динамика показателей сердечно-сосудистой системы у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, в состоянии покоя

Стаж, лет	Сердечный индекс, л/м ²	ЧСС, уд/мин	Ударный индекс, мл/ м ²	Систолическое давление, мм рт.ст.	Диастолическое давление, мм рт.ст.
1	1,7±0,1	83,2±3,1	20,3±1,5	122,4±3,0	73,4±3,0
2	1,7±0,2	83,9±2,7	20,3±1,3	124,2±2,9	74,1±2,7
3	1,6±0,3	85,2±3,0	17,8±0,9	128,5±2,7	77,2±1,2
4	1,8±0,3	91,6±2,9*	19,7±1,1	133,6±2,6***	80,1±2,0*
5 и более	1,8±0,3	95,0±3,0***	18,4±2,0	135,7±3,8***	82,8±2,0**
Контроль	1,5±0,1	80,4±2,4	18,8±0,9	124,0±1,9	75,5±1,5

Примечание: достоверность различий с контрольной группой * – Р<0,05, ** – Р<0,01, *** – Р<0,001

На протяжении всего времени занятий пауэрлифтингом основной показатель насосной функции сердца, сердечный индекс, достоверно не изменяется. Более того, его величина у спортсменов достоверно не отличается от контрольной группы. Это подтверждают результаты более ранних исследований, указывающие на отсутствие различий в величине сердечного индекса у тяжелоатлетов и лиц, не занимающихся спортом [6]. Однако при анализе составляющих данного показателя мы обнаружили факты, несколько отличные от описанных в литературе. Так, по данным Т.М. Куколовского (1975), частота сердечных сокращений в покое у тяжелоатлетов не отличается от таковой у лиц, не занимающихся спортом. Из таблицы 1 видно, что такое положение имеет место только до третьего года занятий включительно. На четвертом же году занятий частота сердечных сокращений в покое достоверно возрастает как по сравнению с третьим годом (Р<0,05), так и по сравнению с контрольной группой (Р<0,001). Следовательно, занятия пауэрлифтингом, который может быть отнесен к специфической форме тяжелой атлетики, отличаются характером воздействия на гемодинамику спортсмена, а именно приводят к стимуляции хронотропной функции сердца в покое как компенсаторного механизма поддержания адекватного кровообращения в условиях чрезмерного повышения массы тела и в особенности увеличения мышечной массы. Вышеназванные условия ведут к затруднению гемодинамики в периферическом сосудистом русле, на что указывает достоверное повышение диастолического давления по сравнению с третьим годом (Р<0,05) и и контрольной группой (Р<0,01). В этих условиях для поддержания необходимой скорости кровотока усиление хронотропного механизма является единственным возможным, т.к. инотропный механизм сердца за период занятий пауэрлифтингом не стимулируется и величина ударного индекса у спортсменов не отличается от контрольной группы (Р>0,05).

Для оценки сроков наступления краткосрочных адаптационных изменений нами был проведен сравнительный анализ параметров физической работоспособности спортсменов в зависимости от стажа занятий (таблица 2).

Таблица 2 - Динамика показателей сердечно-сосудистой системы у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, при достижении нагрузки критической мощности

Стаж, лет	МОК, л	СИ, л/м ²	УИ, мл/м ²	МПК, мл/мин/кг	КП, вт/кг	ПАНО, вт/кг
1	10,0±0,53***	5,0±0,27	29,7±0,88*	44,1±1,82	3,0±0,12	1,9±0,32
2	11,3±1,37***	5,5±0,74	31,8±2,63	45,1±2,47	3,0±0,25	1,8±0,13
3	10,5±0,70***	5,0±0,38	28,7±1,39*	42,2±2,12	2,9±0,19	1,9±0,34
4	10,0±0,84***	5,4±0,46	29,7±1,54	47,5±2,56*	3,4±0,18*	1,9±0,12
5 и более	10,4±0,41***	5,2±0,38	29,0±1,98	47,0±2,78*	3,6±0,26***	1,9±0,18
Контроль	5,9±0,47	5,7±0,36	32,8±1,48	41,4±1,87	2,8±0,21	1,9±0,16

Примечание: достоверность различий с контрольной группой * – P<0,05, ** – P<0,01, *** – P<0,001

Как следует из таблицы 2, уже в первый год занятий у спортсменов наблюдаются достоверные изменения многих параметров физической работоспособности по сравнению с контрольной группой. При выполнении нагрузки критической мощности минутный объем крови увеличивается почти вдвое по сравнению с контрольной группой (P<0,001), причем это повышение полностью связано с параллельным возрастанием sistолического объема (P<0,001), т.к. максимально достигаемая частота пульса остается практически неизменной. Это позволяет сделать вывод, что увеличение насосной функции сердца происходит за счет усиления действия инотропного механизма. Однако пересчет вышеназванных величин относительно поверхности тела дает следующий результат: ударный и сердечный индексы не только не увеличиваются, но, напротив, достоверно уменьшаются (P<0,05). Данное положение может быть объяснено резким увеличением массы спортсменов в первый год тренировки (в основном за счет специального питания) [7]. Также наблюдается достоверное увеличение минутного объема дыхания (P<0,001). Такая максимизация кардиореспираторной функции ведет к достоверному увеличению абсолютных значений максимального потребления кислорода (P<0,01), но при переходе к удельному МПК достоверность различий исчезает (P>0,05). На высоком уровне достоверности возрастает величина критической мощности (P<0,001), однако пересчет на единицу массы делает это различие недостоверным (P>0,05). Соответственно повышению абсолютных величин МПК и критической мощности наблюдается достоверное увеличение кислородного пульса и ватт-пульса (P<0,05 и P<0,001).

При рассмотрении параметров эффективности величина мощности ПАНО у спортсменов первого года занятий достоверно выше, чем в контрольной группе (P<0,05), но, как и в случае с параметрами мощности, пересчет на единицу массы ликвидирует достоверность (P>0,05). В то же время соотношение величин критической мощности и МПК у спортсменов достоверно выше, чем в контрольной группе (P<0,05).

Таким образом, можно сделать вывод, что в первый год занятий пауэрлифтингом у спортсменов наблюдаются адаптационные перестройки, направленные на максимизацию мощностных показателей физической работоспособности для компенсации неадекватного возможностям гемодинамики увеличения массы тела.

В дальнейшем достоверные изменения параметров физической работоспособности наблюдаются только на четвертом году занятий пауэрлифтингом.

Повышаются удельные величины МПК и критической мощности, причем если удельное МПК достоверно возрастает по сравнению как с третьим годом ($P<0,05$), так и с контрольной группой ($P<0,01$), то удельная критическая мощность – только по сравнению с контрольной группой ($P<0,05$). Следует отметить, что возрастание мощностных параметров не сопровождается повышением параметров аэробной эффективности, все показатели которой достоверно не изменяются. При увеличении стажа занятий наблюдается стабилизация наметившихся тенденций и дальнейших достоверных изменений не регистрируется. Таким образом, адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы при занятиях пауэрлифтингом могут быть подразделены на два периода. Начальный этап (первые три года занятий) характеризуются максимизацией функции кардиореспираторной системы организма, что в сочетании с возрастанием мышечной массы приводит к увеличению абсолютных величин мощностных параметров физической работоспособности. На втором этапе (четвертый-пятый годы занятий) в результате дальнейшей максимизации кардиореспираторной функции наблюдается возрастание удельных величин параметров мощности. Следует подчеркнуть, что ни на одном из этапов занятий пауэрлифтингом не происходит увеличения параметров аэробной эффективности.

Проведенный факторный анализ показателей физической работоспособности пауэрлифтингистов дал следующие результаты. Было выделено и идентифицировано два фактора, суммарный вклад которых в общую факторную структуру составил 92,7 %. В первый выделившийся фактор с высокими факторными весами вошли показатели критической мощности, максимального потребления кислорода, сердечного индекса и минутного объема дыхания. На основании того, что вышеуказанные показатели характеризуют мощностную величину физической работоспособности и максимизацию кардиореспираторной функции организма, данный фактор идентифицировался как фактор мощности. Суммарный вклад первого фактора в общую дисперсию составлял 66,5 %.

Во втором выделившемся факторе наиболее высокие факторные веса имели показатели порога анаэробного обмена и кислородной стоимости нагрузки. В связи с тем что эти показатели характеризуют эффективность физической работоспособности, второй фактор был идентифицирован как фактор эффективности. Его суммарный вклад в общую дисперсию составил 26,2 %.

Таким образом, факторная структура физической работоспособности спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, на очень высоком уровне достоверности может быть охарактеризована всего двумя факторами – мощности и эффективности. Преимущественное значение имеет фактор мощности, суммарный вклад которого почти в три раза превышает вклад фактора эффективности. Отсюда следует, что для практических целей оперативного и экспресс-контроля функционального состояния пауэрлифтингистов обследование может быть ограничено только исследованием наиболее информативного параметра фактора мощности. Таковым является показатель, отражающий соотношение величин удельной критической мощности и максимальной частоты сердечных сокращений, т.е. ватт-пульс.

Заключение

Адаптационные изменения седечно-сосудистой системы у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, в зависимости от стажа занятий могут быть подразделены на два этапа. В первые три года занятий происходит максимизация функций, приводящая к увеличению абсолютных показателей физической работоспособности. Второй этап, начиная с четвертого года занятий, характеризуется постепенным повышением эффективности функционирования сер-

дечно-сосудистой системы, что проявляется в увеличении удельных показателей физической работоспособности. Все адаптационные изменения происходят преимущественно за счет усиления хронотропного механизма. Повышения аэробной эффективности, определяемой по величине порога анаэробного обмена, не наблюдается ни на одном из этапов. Впервые исследована факторная структура физической работоспособности спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, которая на очень высоком уровне достоверности может быть охарактеризована всего двумя факторами – мощности и эффективности, причем преимущественное значение имеет фактор мощности, суммарный вклад которого почти в три раза больше. Адекватный экспресс-контроль функционального состояния пауэрлифтингистов может быть ограничен только исследованием одного наиболее информативного параметра – ватт-пульс.

Список использованных источников

1. Aasa U., Svartholm I., Andersson F. et al. Injuries among weightlifters and powerlifters: a systematic review // British Journal Of Sports Medicine. – 2017. – V. 51. – P. 211–219.
2. Brown P.I., Venables, H.K., Liu, H. et al. Ventilatory muscle strength, diaphragm thickness and pulmonary function in world-class powerlifters // Eur J Appl Physiol. – 2013. – V. 113, Issue 11, P. 2849–2855.
3. Cutrufello P.; Gadomski S.; Ratamess N. An evaluation of agonist: antagonist strength ratios and posture among powerlifters // Journal Of Strength And Conditioning Research. – 2017. – V. 31. – № 2. – P. 298–304 .
4. Godawa T.; Credeur D.; Welsch M. Influence of compressive gear on powerlifting performance: role of blood flow restriction training // Journal of Strength & Conditioning Research. – 2012 – V. 26. – Issue 5 – P. 1274–1280.
5. Judge L.; Urbina L.; Hoover D. et al. The Impact of competitive trait anxiety on collegiate powerlifting performance // Journal of Strength & Conditioning Research: September 2016 – V. 30. – Issue 9 – P. 2399–2405.
6. Huston T; Puffer J; Rodney W. The athletic heart syndrome // New England Journal Of Medicine. – 1985. – V. 313. – Issue 1. – P. 24–32.
7. Kreipke V., Allman B., Kinsey A.; et al.. Impact of four weeks of a multi-ingredient performance supplement on muscular strength, body composition, and anabolic hormones in resistance-trained young men // Journal Of Strength And Conditioning Research, – 2015. – V. 29, № 12. – P. 3453–3465.
8. Lovera M; Keogh J. Anthropometric profile of powerlifters: differences as a function of bodyweight class and competitive success // Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness-2015. – V. 55 . – P. 478–487.
9. Serg, M; Juergenson J; Kampus P; Kals J; Zagura M; Zilmer M; Eha; Unt E. Central and brachial blood pressure but not arterial stiffness decreases with intensive resistance training in powerlifting athletes // Cardiology. – 2015. – V. 131. – P. 35-46.
10. Pritchard H.; Tod D.; Barnes M. et al. Tapering practices of New Zealand's elite raw powerlifters // Journal of Strength & Conditioning Research: July 2016 – Volume 30 – Issue 7 – P. 1796–1804.
11. Vitarelli A, Capotosto L, Placanica G. et al. Comprehensive assessment of biventricular function and aortic stiffness in athletes with different forms of training by three-dimensional echocardiography and strain imaging // Eur Heart J Cardiovasc Imaging. – 2013. – V. 14. – № 10. – P. 1010–1020.

12. Ye, X.; Loenneke, J. P.; Fahs, C. A.; et al. Relationship between lifting performance and skeletal muscle mass in elite powerlifters // Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness. – 2013. – V. 53. – № 4. – P.409–414.

13. Zourdos M.; Dolan C.; Quiles J. et al. Efficacy of daily one-repetition maximum training in well-trained powerlifters and weightlifters: a case series // Nutricion Hospitalaria. – 2016. – V. 33 – Issue 2. – P. 437–443.

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

УДК 615.382

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ PRP-ТЕРАПИИ В МЕДИЦИНЕ И СПОРТИВНОЙ ПРАКТИКЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**Г. М. Загородный, канд. мед. наук, доцент,
П. Г. Муха, А. С. Ярюкевич, Н. П. Гулевич**

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Республика Беларусь

Аннотация

В данной статье рассматривается метод лечения спортивных травм с использованием плазмы обогащенной тромбоцитами (PRP-platelet-rich plasma). Авторами обобщен отечественный и зарубежный опыт применения PRP-терапии в спортивно-медицинской практике. Статья раскрывает основные преимущества и суть данного метода лечения, описывает его показания и противопоказания, процедуру получения тромбоцитарных факторов роста: начиная с момента забора крови и заканчивая введением препарата под ультразвуковым контролем к месту повреждения. Также приводятся результаты лечения и сроки восстановления спортсменов, получивших травму и прошедших PRP-терапию.

DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE OF PRP-THERAPY'S ADMINISTRATION IN MEDICINE AND SPORTS (LITERATURE REVIEW)

Annotation

The article shows the athletic injury's treatment mode using PRP (platelet-rich plasma). Authors generalized domestic and foreign experience of PRP-therapy's administration in medical and sportive practice. The article represents the main advantages and principle of the treatment mode, describes its indicators and contradictions, the procedure of thrombocytic growth factors' generation: starting from the blood sampling to the medicine administration to the coup injury under the ultrasonic guidance. Also results of treatment and recovery time of injured sportsmen and sportsmen undergoing of PRP-therapy are given.

Введение

Актуальность проблемы травматизма трудно переоценить. В развитых странах удельный вес смертности от несчастных случаев к настоящему времени возрос на 8-10 % и составляет более 35 % у лиц от первого года жизни до 45 лет. Несчастные случаи – главная причина смерти детей, подростков, молодых лиц. Смертность от травм занимает первое место среди мужчин в возрастных группах от 1 года до 44 лет.

Травма постоянно сопровождает спортивную деятельность независимо от вида спорта. Частота травм в спортивной практике зависит от уровня спортив-

ного мастерства, вида спорта, частоты соревнований, врожденных особенностей индивида, полноценности восстановления после предыдущих повреждений [1].

В исследованиях лаборатории спортивного травматизма государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта» был проведен анализ уровня и структуры спортивного травматизма в отдельных видах спорта. В результате было выявлено, что в структуре спортивного травматизма преобладают травмы и дегенеративно-дистрофические заболевания коленного сустава (30 % от общего числа рассмотренных случаев), на втором месте травмы и дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника (18 %). По результатам анализа взаимосвязи травматизма со спортивной квалификацией по видам спорта и в зависимости от возраста спортсменов было выявлено, что наиболее травмоопасными являются игровые (38 %) и циклические (32 %) виды спорта, наименее травмоопасными – прикладные и технические (менее 2 %). Если оценивать спортивный травматизм в разных возрастных группах, то лидирует возрастная группа 18-25 лет. Наименее низкий уровень спортивного травматизма у спортсменов старше 31 года [1, 2].

Все это требует поиска средств и методов, которые бы сократили временную нетрудоспособность, уменьшили процент хронизации травм и сократили время восстановления спортсменов, вернули его в учебно-тренировочный процесс в кратчайшие сроки. Одним из таких перспективных методов лечения является PRP-терапия. В мировой практике имеется большой опыт использования данного метода лечения, однако в настоящее время в Республике Беларусь нет стандартизованной методики использования PRP-терапии в лечении спортивных травм.

Учитывая вышеизложенное, целью настоящей работы является анализ научных публикаций отечественных и зарубежных авторов, посвященных различным аспектам применения PRP-терапии в медицине (преимущества и суть данного метода лечения, показания и противопоказания, процедура получения плазмы обогащенной тромбоцитами).

Основная часть

Первичным сосудистым ответом на травму является интенсивная вазоконстрикция, которая развивается в течение 5-10 мин после получения травмы, что способствует гемостазу. Сразу после вазоконстрикции наступает этап активной вазодилатации, которая особенно выражена через 20 мин после травмы и сопровождается возрастанием капиллярной проницаемости [3]. Считается, что гистамин является ключевым химическим медиатором, ответственным за вазодилатацию и сосудистую проницаемость. Во время этой стадии к ране поступает огромное количество тромбоцитов, после чего начинается их адгезия в месте получения травмы с формированием сгустка. Функция тромбоцитов заключается в инициировании формирования сгустка для достижения гемостаза. Повышение концентрации тромбоцитов в этом поврежденном сегменте значительно ускоряет эту фазу. На 2-3 сутки после получения травмы наступает фаза пролиферации фибробластов. Источник фибробластов – производные из покоящихся фибробластов регионарной соединительной ткани и переваскулярного адвентиция. Фибробласти – главный источник коллагена и соединительной ткани в месте повреждения [4]. Синтез коллагена начинается как внутриклеточный процесс, в результате которого производится мономер, активно секретирующийся в экстрацеллюлярную среду области повреждения, где происходит полимеризация в коллагеновые фибриллы, что придает ей прочность. Ангиогенез сопровождает фазу фиброплазии и очень важен для процесса формирования рубца, так как рост новых капилляров должен сопро-

вождать продвижение фибробластов в очаг повреждения и обеспечивать их метаболические нужды. Если ангиогенез не удовлетворителен, миграция фибробластов останавливается и заживление прекращается. Но все равно ведущей fazой является ангиогенез, именно он обеспечивает трофику тканям [5].

Существует несколько определений PRP. Наиболее распространенное PRP – это препарат аутологичной плазмы с концентрацией тромбоцитов выше нормы (от 1 000 000/мкл). Обоснование использования и терапевтический потенциал данного препарата основан на его способности поставлять высокие концентрации факторов роста, необходимые для обеспечения регенеративного стимула, способствующих восстановлению тканей с низким заживляющим потенциалом [6–8]. Marx R.E. предложил считать PRP любую концентрацию тромбоцитов в плазме выше нормы [7].

PRP-терапия является не только перспективным методом лечения, но и безопасным, поскольку богатую тромбоцитами плазму получают из собственной крови пациента, что обеспечивает полную биосовместимость. Она неопасна с точки зрения переноса инфекционных заболеваний (ВИЧ, вирусный гепатит и др.), также исключено любое проявление иммуногенных и аллергических реакций и вероятность отторжения.

В норме у человека в 1 микролитре содержится 200–300 тысяч тромбоцитов, играющих ключевую роль в процессе свертывания крови и выделяющих многочисленные факторы роста. Основные клетки-мишени факторов роста – это клетки кровеносных сосудов, фибробlastы и стволовые мезенхимальные клетки. Это и объясняет восстановление кровеносных сосудов, мышц, соединительной ткани, сухожилий, связок и кожных покровов.

Факторы роста – это естественные субстанции, которые обладают широким спектром биологического воздействия. Они стимулируют/ингибируют клеточное деление (митогенез), образование новых клеток (пролиферацию) и дифференциацию живых клеток. Факторы роста функционируют как сигнальные молекулы для взаимодействия между клетками. Деление клеток – основа развития и роста организма, обеспечивающая самообновление тканей и восстановление их целостности после повреждения на протяжении всей жизни. В отличие от гормонов, факторы роста действуют локально и не существуют в крови в свободной форме.

Тромбоциты содержат различные факторы роста и вазоактивные субстанции (тромбоцитарный фактор роста (PDGF), трансформирующий фактор роста β (TGF- β), фибробластический фактор роста (FGF), эпидермальный фактор роста (EGF), β -тромбоглобулин, фактор тромбоцитов 4 (PF4), тромбоцитарный фактор ангиогенеза (PDAF), серотонин, брадикинин, простагландины, простациклины, тромбоксан и гистамин), они влияют на все фазы заживления: коагуляцию, воспаление, синтез матрикса, ангиогенез, фиброплазию, эпителизацию, контракцию и ремоделирование рубца [4, 9–14].

Уже более двух десятилетий назад аутологичные и рекомбинантные продукты использовались для лечения поврежденных сухожилий, связок, мышц и костей. Ранними предшественниками PRP-терапии можно считать аутогемотерапию (процедуру переливания собственной крови из вены в ягодичную мышцу с целью стимулирования защитных сил организма), применяемую в медицине уже более 100 лет, и плазмотерапию [15].

Непосредственно плазму, обогащенную тромбоцитами, начали применять в своей практике врачи-хирурги. Затем исследования и опыт применения появился и у челюстно-лицевых хирургов. Проводились и ортопедические работы с использованием этого метода. Далее данную методику стали применять при

реабилитации спортсменов в случаях получения травм. PRP-терапия приобрела популярность в этом направлении, поскольку благодаря этой схеме лечения регенерация травмированных мышц, связок и сухожилий проходила гораздо успешнее [16, 17]. В исследованиях B.J. Cole с соавторами выявлены и противовоспалительные свойства PRP [18].

В настоящее время PRP-терапия – это прогрессивный метод, который вос требован в различных областях медицины: хирургии, травматологии, спортивной медицине, нейрохирургии, челюстно-лицевой, реконструктивно-восстановительной, ортопедической, сердечно-сосудистой хирургии, в трансплантиологии, стоматологии, оториноларингологии, дерматологии и др.

Необходимо отметить высокую эффективность PRP-терапии при лечении ряда заболеваний: венозных трофических язв, облитерирующих заболеваний нижних конечностей, диабетической стопы, ксерофтальмии, нейротрофической кератопатии, язвы роговицы, инфекционного кератита, растяжений, надрывов и разрывов мышц, воспалений и дегенеративных изменений в связках (тендинит ахиллова сухожилия, синдром теннисного локтя, локтя гольфиста), разрывов в тканях связочного аппарата и суставной сумки, износа суставов (остеоартрит, артроз), растяжений или разрывов сухожилий и др [19–25].

Ввиду своего широкого распространения в различных сферах медицинской деятельности PRP-терапия приобрела множество синонимов: плазмолифтинг, биоревитализация плазмой крови, плазмобиоревитализация, аутологичное клеточное омоложение (ACR), аутоплазменная терапия кожи, плазмаревитализация кожи, «3С-терапия» – самостоятельная стимулирующая сыворотка, гемомоложение и др. [26].

С лечением стволовыми клетками данный метод связан весьма косвенно, он является лишь пусковым механизмом для стимуляции работы собственных клеток организма. В отличие от применения стволовых клеток, PRP-терапия разрешена для применения в медицинской практике во всех странах Европы.

Образец цельной крови обычно содержит 93 % эритроцитов, 6% тромбоцитов и 1 % лейкоцитов. В процессе приготовления PRP соотношение этих клеток изменяется: количество эритроцитов уменьшается до 5 %, число тромбоцитов и лейкоцитов увеличивается до 94 % [27].

Для того чтобы получить плазму, богатую тромбоцитами, необходимо 20–60 мл крови пациента (в зависимости от назначения) [15]. Данная процедура никак не влияет на состояние здоровья, не вносит изменений в спортивно-тренировочный процесс. Процедура получения PRP включает два этапа. Первый: двукратное центрифугирование крови. Первое предназначено для удаления эритроцитов из крови, второе – для обогащения плазмы тромбоцитами. Второй этап: активация тромбоцитов путем добавления тромбина или хлорида кальция. Некоторые авторы предлагают избегать либо двойного центрифugирования (этап 1), либо активации тромбоцитов (этап 2). Лейкоциты могут быть включены в PRP в разных пропорциях. По мнению некоторых авторов, лейкоциты следует исключить из препарата для предотвращения воспалительных процессов [28]. Тем не менее, большая часть используемого PRP содержит лейкоциты [29]. Полученный препарат вводят непосредственно к месту повреждения под контролем УЗИ аппарата.

Инъекции под контролем УЗИ позволяют точно ввести препарат к месту повреждения сухожилья, мышцы, сустава. Для этого пациенту придается определенное положение (в зависимости от того, в какой сустав будет осуществляться инъекция), обрабатывается место инъекции асептическим раствором, наносится асептический гель для УЗИ и осуществляется прокол на 0,5–1,5 см от мес-

та постановки датчика УЗИ аппарата. Использование УЗИ для введения плазмы, обогащенной тромбоцитами, к месту повреждения обусловлено рядом преимуществ: низкая частота ошибок, более короткое время процедуры, низкий риск случайного прокалывания сосудов [30–35].

Были выявлены значительные отличия в биологических характеристиках препаратов PRP, полученных различными исследователями, что объясняет неоднозначную эффективность применения плазмы, обогащенной тромбоцитами, по данным литературы.

Научное сообщество рекомендует использовать классификацию DEPA (Dose of injected platelets, Efficiency of production, Purity of the PRP, Activation of the PRP, т.е. доза вводимых тромбоцитов, эффективность производства, чистота PRP, активация PRP) для оценки получаемых препаратов PRP. По различным данным, доза вводимых тромбоцитов может варьировать от 0,21 до 5,43 млрд клеток. Показано, что большинство препаратов загрязнено эритроцитами и только при использовании устройства Magellan возможно восстановление до 90 % тромбоцитов из крови [36].

До настоящего времени не определена частота инъекций PRP для получения положительного клинического эффекта. Выявлено снижение боли в коленном суставе на протяжении 12 месяцев после одной инъекции [37,38]. В литературе есть данные с использованием также серии инъекций. Так, в клиническом исследовании Sanchez с соавторами препарат PRP вводили в течение трех недель и установили уменьшение боли в коленном суставе более чем на 50% на протяжении 6 месяцев [39]. Другие исследования, проведенные по аналогичному протоколу, показали на снижение болевых симптомов на протяжении 12 месяцев [40,41]. Patel S. с соавт. провели анализ результатов лечения после введения одной инъекции по сравнению с двумя инъекциями через 3 и 6 недель. Достоверных отличий в двух группах пациентов не было выявлено [42].

В исследование J.S. Dines с соавторами плазма, насыщенная тромбоцитами, использовалась для лечения локтевого поражения коллатеральных связок у метателей высокой квалификации. Все диагнозы были подтверждены магнитно-резонансной томографией. Процедуру PRP прошли 44 спортсмена, из них 16 получили 1 инъекцию препарата, 6 – две, 22 – три. Все пациенты в среднем в течение 11 месяцев находились под наблюдением. Из 44 спортсменов у 77 % из них был отмечен отличный и хороший результат лечения, у 23 % – неудовлетворительный (в соответствии с модифицированной шкалой Conway). Среднее время от введения инъекции до возвращения к профессиональной деятельности составило 12 недель (диапазон 5–24 недели) [43].

В обзоре литературы по проблеме применения PRP-терапии для лечения основных повреждений (м.б. расстройств, патологий) сухожилий наибольшая эффективность данного метода была показана для лечения сухожилий коленной чашечки. Отсутствуют данные различия в эффективности результатов лечения бокового локтевого сухожилия при применении плазмы, обогащенной тромбоцитами и более простых методов лечения, используемых в клинической практике. Также не показан данный метод лечения ахиллова сухожилия [22, 24]. По результатам онлайн-опроса 153 действующих стипендиатов Австралийского колледжа спортивных врачей (ACSP) наибольшая эффективность применения PRP-терапии была выявлена при лечении тендинопатий [20]. Результаты данных исследований подтверждают, что среди спортивных врачей нет консенсуса в отношении клинических показаний для применения PRP.

Как и ко всем другим методам лечения, к PRP-терапии имеется и ряд противопоказаний: антиагрегантная терапия, применение нестероидных протово-

воспалительных средств (аспирин, анальгин и др.) менее чем за 2 дня до процедуры, аллергия к антикоагулянтам, непереносимость гепарина, инъекции кортикостероидов менее чем за 14 дней до процедуры, заболевания иммунной системы, системные заболевания крови, иммунодепрессивное состояние, уровень тромбоцитов ниже 100 тыс./мкл, уровень гемоглобина ниже 100 г/л, прием антибиотиков, гипофибриногенемия, повышенная температура, лихорадка, сепсис, острые инфекции, гемодинамическая нестабильность, дисфункции и аномалии тромбоцитов, нарушения психики, обострения хронических заболеваний (инфекционные заболевания) [37,39,40,41].

PRP-терапия прекрасно сочетается с традиционными методами лечения травм, такими как использование медицинских препаратов, физиотерапия, массаж, лечебная физическая культура, мануальная терапия, адаптивно-физическая реабилитация. И, что немаловажно, PRP-терапии разрешена к применению стандартами Всемирного антидопингового агентства.

Таким образом, анализ отечественных и зарубежных научных публикаций по проблеме использования PRP-терапии в спортивной медицине выявил необходимость дальнейших исследований по установлению оптимального протокола получения PRP и определение четких клинических показаний к применению данного препарата.

Заключение

В Республике Беларусь проблема спортивного травматизма стоит особенно остро в спорте высших достижений. Применение PRP обладает огромными возможностями в лечении повреждений мышц и суставов у спортсменов. Все свойства и методики применения PRP до сих пор не раскрыты, но полученные результаты позволяют говорить о несомненной перспективности этого направления в спортивной медицине, так как укорачиваются сроки лечения и, что самое главное, возвращаются возрастные (самые опытные) спортсмены в тренировочный процесс, что способствует продлению их спортивного долголетия.

Список использованных источников

1. Особенности применения препаратов гиалуронана внутрисуставно в спортивной практике / Г.М. Загородный, К.М. Карпенков, А.А. Тихоненков, А.С. Ярюкевич // Медицинские новости. – 2014. – № 11(242). – С. 69–73.
2. Ярюкевич, А.С. Анализ уровня и структуры случаев спортивного травматизма в отдельных видах спорта / А.С. Ярюкевич, Н.П. Гулевич, П.Г. Муха // Прикладная спортивная наука. – 2016. – № 1(3). – С. 89–99.
3. Robson, M.C. The role of growth factors in the healing of chronic wounds / M.C. Robson // Wound Repair and Regeneration. – 1997. – № 5 (1). – P. 12–17.
4. Effects of recombinant human growth hormone on donor-site healing in severely burned children / D.N. Herndon , R.E. Barrow , K.R. Kunkel , L. Broemeling et al. // Annals of Surgery. – 1990. – № 12(4). – P. 430–431.
5. Ability of chronic wound fluids to degrade peptide growth factors is associated with increased levels of elastase activity and diminished levels of proteinase inhibitors / S.M. Chen, S.I. Ward , O.O. Olutoye, R.F. Diegelmann et al // Wound Repair and Regeneration. – 1997. – № 5(1). – P. 23–32.
6. Wu, P.I. Platelet-rich plasma / P.I. Wu, R. Diaz, J. Borg-Stein // Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America. – 2016. – № 27(4). – P. 825–853.
7. Marx, R.E. Platelet-rich plasma (PRP): what is PRP and what is not PRP? / R.E. Marx // Implant dentistry. – 2001. – № 10(4). – P. 225–228.

8. Growth factor levels in platelet-rich plasma and correlations with donor age, sex, and platelet count / G. Weibrich, W.K. Kleis, G. Hafner, W.E. Hitzler // Journal of cranio-maxillo-facial surgery. – 2002. – № 30(2). – P. 97–102.
9. Landesberg, R. Quantification of growth factor levels using a simplified method of platelet-rich plasma gel preparation / R. Landesberg, M. Roy, R.S. Glickman // International journal of oral and maxillofacial surgery. – 2000. – № 58(3). – P. 297–300.
10. Growth factor levels in platelet-rich plasma and correlations with donor age, sex, and platelet count / G. Weibrich et al. // Journal of cranio-maxillo-facial surgery. – 2002. – № 30(2). P. 97–102.
11. Eppley, B.L. Platelet quantification and growth factor analysis from platelet-rich plasma: implications for wound healing / B.L. Eppley, J.E. Woodell, J. Higgins // Plastic and reconstructive surgery. – 2004. – № 114(6). – P. 1502–1508.
12. Molloy, T. The roles of growth factors in tendon and ligament healing / T. Molloy, Y. Wang, G. Murrell // Sports medicine. – 2003. – № 33(5). – P. 381–394.
13. Abrahamsson, S.O. Long-term explant culture of rabbit flexor tendon: effects of recombinant human insulin-like growth factor-I and serum on matrix metabolism / S.O. Abrahamsson, G. Lundborg, L.S. Lohmander // Journal of orthopedics research / – 1991. – № 9(4). P. 503–515.
14. Insulin-like growth factor I accelerates functional recovery from Achilles tendon injury in a rat model / C.A. Kurtz et al. // American journal of sports medicine. – 1999. – № 27(3). – P. 363–369.
15. Абаев, Ю.К. Биология заживления острой и хронической раны / Ю.К. Абаев // Медицинские новости. – 2003. – № 6. – С. 3–10.
16. <http://www.trichology.pro/articles/stati-i-doklady/prp-terapiya-kak-alternativnyy-metod-v-praktike-trikhologa.php>
17. Intraoperative application platelet rich fibrin, postoperative injections of PRP or microfracture only for osteochondral lesions of the knee: a five-year retrospective evaluation / R. Papalia , L. Diaz Balzani, G. Torre, M.C. Tirindelli et al. // Journal of biological regulators & homeostatic agents. – 2016. – № 30(4). – P. 41–49.
18. Hyaluronic acid versus platelet-rich plasma: a prospective, double-blind randomized controlled trial comparing clinical outcomes and effects on intra-articular biology for the treatment of knee osteoarthritis / B.J. Cole, V. Karas, K. Hussey, K. Pilz // American Journal of Sports Medicine. – 2017. – № 45(2). – P. 339–346.
19. Treatment options for patellar tendinopathy: a systematic review / J.S. Everhart, D. Cole, J.H. Sojka, J.D. Higgins et al. // Arthroscopy. – 2017. – P. 749–8063.
20. Samra, D.J. Patterns of platelet-rich plasma use among Australasian sports physicians / D.J. Samra, J.W. Orchard // BMJ Open Sport – Exercise Medicine. – 2015. – № 1(1). – P. 54.
21. PRP for degenerative cartilage disease / L. Laver, N. Marom, L. Dnyanesh, O. Mei-Dan et al. // Cartilage. – 2016. – № 1.
22. Platelet-rich plasma in tendon-related disorders: results and indications / G. Filardo, B. Di Matteo, E. Kon, G. Merli et al. // The knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. – 2016. – № 24.
23. Kraeutler, M.J. The use of platelet-rich plasma to augment conservative and surgical treatment of hip and pelvic disorders / M.J. Kraeutler, T. Garabekyan, O. Mei-Dan // Muscles, Ligaments and Tendons Journal. – 2016. – № 6(3). – P. 410–419.

24. Utilization of platelet-rich plasma for musculoskeletal injuries: an analysis of current treatment trends in the united states / J.Y. Zhang, P.D. Fabricant, C.R. Ishmael, J.C. Wang // Orthopaedic journal of sports medicine. – 2016. – № 4(12).
25. Platelet-rich plasma injections for advanced knee osteoarthritis: a prospective, randomized, double-blinded clinical trial / N. Joshi Jubert, L. Rodríguez, M.M. Reverté-Vinaixa, A. Navarro // Orthopaedic journal of sports medicine. – 2017. – № 5(2).
26. <http://www.badyin.com/prp-terapiya-sovremennoj-metod-lecheniya-travm/>
27. Marx, R. Dental and craniofacial applications of platelet- rich plasma / R. Marx, A. Garg. – Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc. – 2005. – P. 154.
28. Anitua, E. The potential impact of the preparation rich in growth factors (PRGF) in different medical fields / E. Anitua, M. Sánchez, G. Orive, I. Andía // Biomaterials. – 2007. – № 28. – P. 4551–4560.
29. Martin, P. Inflammatory cells during woundrepair: The good, the bad and the ugly / P. Martin, S.J. Leibovich // Trends in cell biology. – 2005/ – № 15. – P. 599–607.
30. Ultrasonographic guidance improves the success rate of interscalene brachial plexus blockade / S. Kapral, M. Greher, G. Huber, H. Willschke et al. // Regional anesthesia and pain medicine. – 2008. – № 33(3). – P. 253–258.
31. Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block / V.W. Chan, A. Perlas, C.J. McCartney, R. Brull et al. // Canadian journal of anaesthesia. – 2007. – № 54(3). P. 176–182.
32. Ultrasound guidance for lateral midfemoral sciatic nerve block: a prospective, comparative, randomized study / V. Domingo-Triado, S. Selfa, F. Martinez, D. Sanchez-Contreras et al. // Anesthesia analgesia. – 2007. – № 104(5). – P. 1270–1274.
33. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / M.S. Abrahams, M.F. Aziz, R.F. Fu, J.L. Horn // British journal of anaesthesia. – 2009. – № 102(3). – P. 408–417.
34. Warman, P. Ultrasound-guided nerve blocks: efficacy and safety / P. Warman, B. Nicholls // Best practice & research clinical anesthesiology. – 2009. – № 23(3). P. 313–326.
35. Koscielniak-Nielsen, Z.J. Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: what are the benefits? / Z.J. Koscielniak-Nielsen // Acta anaesthesiologica Scandinavica. – 2008. – № 52(6). – P. 727–737.
36. DEPA classification: a proposal for standardising PRP use and a retrospective application of available devices / J. Magalon, A.L. Chateau, B. Bertrand, ML Louis et al. // BMJ Open Sport – Exercise Medicine. – 2015. – № 2(1). – P. 60.
37. Infiltration of plasma rich in growth factors for osteoarthritis of the knee short-term effects on function and quality of life / A. Wang-Saegusa, R. Cugat, O. Ares, R. Seijas et al. // Archives of orthopedic and trauma surgery. – 2011. – № 131(3). – P. 311–317.
38. Jang, S.J. Platelet-rich plasma (PRP) injections as an effective treatment for early osteoarthritis / S.J. Jang, J.D. Kim, S.S. Cha // European journal of orthopaedic surgery & traumatology. – 2013. – № 23(5). – P. 573–580.
39. A randomized clinical trial evaluating plasma rich in growth factors (PRGF-Endoret) versus hyaluronic acid in the short-term treatment of symptomatic knee osteoarthritis / M. Sanchez, N. Fiz, J. Azofra, J. Usabiaga et al. // Arthroscopy. – 2012. – № 28(8). – P. 1070–1078.

40. Platelet-rich plasma vs hyaluronic acid to treat knee degenerative pathology: study design and preliminary results of a randomized controlled trial / G. Filardo, E. Kon, A. Di Martino, B. Di Matteo et al. // BMC musculoskeletal disorders. – 2012. – № 13. – P. 13–229.

41. Treatment of knee joint osteoarthritis with autologous platelet-rich plasma in comparison with hyaluronic acid / T. Spakova, J. Rosocha, M. Lacko, D. Harvanova et al. // American journal physical medicine & rehabilitation. – 2012. – № 91(5). – P. 411–417.

42. Treatment with platelet-rich plasma is more effective than placebo for knee osteoarthritis: a prospective, double-blind, randomized trial / S. Patel, M.S. Dhillon, S. Aggarwal, N. Marwaha et al. // American journal of sports medicine. – 2013. – № 41(2). – P. 356–364.

43. Platelet-Rich plasma can be used to successfully treat elbow ulnar collateral ligament insufficiency in high-level throwers / J.S. Dines, P.N. Williams, N. ElAttrache, S. Conte et al. // American Journal of Orthopedics. – 2016 / – № 45(5). P. 296–300.

04.04.2017

УДК 612.816

ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЛОКАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ СПОРТСМЕНА

Т. М. Зубовская,

И. М. Мазаник,

Д. К. Зубовский, канд. мед. наук,

Белорусский государственный университет физической культуры

Аннотация

В статье произведен краткий обзор и анализ некоторых простых и сочетанных методов и средств локальной аппаратной физиотерапии; указано на адаптационно-восстановительные и лечебно-оздоровительные эффекты различных по своим параметрам лечебных физических факторов; даны краткие практические рекомендации по их использованию в качестве средства восстановления спортсменов; приведены результаты собственных исследований

PHYSIOTHERAPEUTIC METHODS AND MEANS OF LOCAL IMPACT ON THE MUSCULAR SYSTEM

Annotation

The article gives brief review and analysis of some simple and combine methods and means of local instrumental physiotherapy. The article also points at adaptation and recovery and health and fitness effects, different in their characteristics of medical physical factors; brief practical using recommendations as means of sportsmen's recovery are given; results of own researches are given.

В физиологии спорта среди факторов, которые могут лимитировать работоспособность спортсмена, рассматриваются прежде всего состояние исполнительной системы – опорно-двигательного аппарата (ОДА) [1].

При интенсивности работы на уровне анаэробного порога в условиях гипоксии процессы энергопродукции в работающих скелетных мышцах могут на-

рушаться [2, 3]. Как правило, это проявляется в развитии мышечного утомления, изменениях сокращения и расслабления скелетной мускулатуры, замедлении тканевого кровотока, вплоть до развития воспалительно-дегенеративных изменений в участках мышечной ткани, что чревато получением травм и развитием заболеваний ОДА [4].

В этих условиях успешное продолжение тренировочной и соревновательной деятельности должно быть обеспечено не только рациональным планированием тренировочного процесса, но и своевременным и эффективным применением средств восстановления. В значительной степени этому отвечают методы физиотерапии [5], среди которых мы хотим выделить использование средств локального воздействия на мышечный аппарат спортсменов, что может стать, как отмечается в результатах проведенных, в том числе и нами, исследований [6, 7], важным элементом восстановительных мероприятий, в особенности в ограниченных временем условиях тренировки или соревнования.

Использование механических факторов (вибротерапия)

Вибротерапия – лечебное воздействие механическими колебаниями, осуществляющееся при непосредственном контакте вибратора (вибратора) с тканями, оказывающее влияние на ткани, находящиеся под вибратором, а также на органы и системы, рефлекторно связанные с зоной воздействия [8].

Механические колебания частотой 20–50 Гц вызывают избирательное возбуждение mechanорецепторов сосудов, что приводит к усилиению локального крово- и лимфообращения и способствует активации обмена веществ и питания тканей. Вибрационные воздействия на биологически активные точки формируют рефлекторные ответные реакции органов и систем. Механические колебания более высокой частоты (100–200 Гц) вызывают периферическую блокаду болевого очага, повышение сосудистого тонуса и проводимости нервных стволов [8].

Воздействие вибрацией вдоль мышечных волокон в направлении, характерном для обычного мышечного сокращения, лежит в основе биомеханической стимуляции (БМС), осуществляющейся с помощью аппаратуры и методик, предложенных В.Т. Назаровым [9]. Как правило, для БМС мышц конечностей используются частоты механических колебаний до 50 Гц с амплитудой до 5 мм. Восстановительный эффект БМС выражается в подавлении «двигательной избыточности» и уменьшении излишнего напряжения мышц, что сопровождается улучшением подвижности суставов и увеличением объема движения [9]; при этом усиливается обмен веществ без накопления молочной кислоты [8]. Процесс реабилитации после травм мышц ускоряется, как за счет блокады боли, так и за счет ликвидации мышечных триггерных зон [10,11]. Отмечено улучшение динамики мозгового кровообращения под воздействием БМС мышц лица и головы, что может быть использовано для коррекции психоэмоционального состояния спортсменов [12].

Для вибротерапии используют аппараты «Вибромассаж», «Чародей», «Тонус-3», «ВМП-1», «Интрафон» (Россия), Medex 3D Vibrator (Англия), Fitvibe (GymnaUniphy N.V., Бельгия-Германия), G5 (General Physiotherapy Inc., США) и др.

Тренирующий эффект вибротерапии может быть реализован с помощью метода стимуляции биологической активности (СБА) нервно-мышечного аппарата. Установлено, что несколько сеансов вибротренинга в повторном режиме на виброплатформе в силу рекрутования большего количества двигательных единиц и синхронизации их работы приводят к такому же повышению работоспособности, как несколько недель тренировок с отягощениями [13].

Анализ показывает, однако, что полного восстановления нарушенных функций нервно-мышечного аппарата добиться только за счет непосредственного механического воздействия на него не всегда возможно. Прежде всего это связано с тем, что, как было установлено еще в конце 19 века Н.Е. Введенским (1886), возбудимость мышечной ткани меньше, чем нервной [14]. Кроме того, вибротерапия противопоказана в остром периоде травм и заболеваний ОДА [8]. Это касается как методов БМС и СБА, так и микровибраций звуковой частоты от 20 Гц до 20 000 Гц с помощью аппаратов вибраакустического воздействия типа «Витафон». В подобных случаях адекватным внешним раздражителем для возникновения нервного возбуждения в мышце является электрический ток.

Использование импульсных токов (импульсная электротерапия)

Импульсным током (ИТ) называется электрический ток, подаваемый на участки тела пациента в виде отдельных импульсов с паузами между ними. Наиболее типичной физиологической реакцией на прохождение ИТ является сокращение мышц, поэтому ИТ широко применяются для электростимуляции мышц (электромиостимуляция, ЭМС). Наряду с активным влиянием на нервно-мышечный аппарат, ИТ оказывают выраженное антиспастическое, болеутоляющее, трофико-регенераторное и сосудорасширяющее действие [15]. Из методов, основанных на использовании ИТ, для ЭМС наиболее известно воздействие на участки тела синусоидальными модулированными токами (СМТ) малой силы.

Представим себе непрерывный электрический ток частотой в 5000 Гц в виде бесконечного синусоидального «частокола». Такая частота обеспечивают хорошее прохождение тока через кожные покровы, не вызывая неприятных ощущений под электродами. Если прерывать (модулировать) этот вид тока участками более низкого «частокола» (от 10 до 150 Гц), то образуются «пачки» импульсов тока, в зависимости от частоты следования которых может оказываться преимущественно обезболивающее и противовоспалительное либо миостимулирующее воздействие СМТ [16].

СМТ, генерируемые аппаратами типа «Амплипульс», широко применяются для лечения больных с различными заболеваниями периферической нервной системы, для стимулирования функций некоторых внутренних органов, при нарушениях периферического кровообращения и др. В спортивной медицине СМТ чаще применяются для лечения болевых синдромов при травмах и заболеваниях ОДА.

Использование СМТ с целью восстановления и повышения работоспособности спортсмена основано на активизации крово- и лимфообращения в мышцах, сокращающихся под действием ИТ [17]. Кроме того, ЭМС оказывает влияние через рецепторный аппарат мышц на центральную нервную систему (ЦНС) и на весь организм [16, 17, 18]. В связи с этим ЭМС с помощью СМТ может служить для срочного восстановления работоспособности, а также для реабилитации спортсмена на фоне перерыва в тренировках после получения травмы.

В литературе можно встретить термин «Русские токи» (токи Котца), являющиеся разновидностью СМТ и использующиеся в аппаратах «БТЛ-06» (Чехия), PHYSIOMED-Expert (Германия), BODYTER PREMIUM (SORISA, Испания) и др.

Волокна скелетных мышц по максимальной скорости сокращения принято разделять на быстрые и медленные; при этом практически любая мышца человека состоит из волокон различных типов [19, 20], обладающих разным порогом возбудимости на стимуляционные воздействия [16, 17, 18]. Исходя из данных литературы и нашего опыта, считаем, что для наилучшего развития функ-

циональных возможностей мышц целесообразно чередовать в одной процедуре ЭМС режимы с большей и меньшей частотой модуляций.

Отмечено, однако, что ЭМС обладает рядом ограничений [21], среди которых наиболее существенным считается возможное раздражающее действие тока на ткани в области расположения электродов. В последнее время получила распространение технология аппаратного массажа пульсирующим электростатическим полем, создаваемым системой HIVAMAT 200 (Германия) между руками терапевта или ручными аппликаторами и телом пациента. Процедура сопровождается резонансной вибрацией кожи, клетчатки и поверхностных мышечных групп. HIVAMAT представляет аббревиатуру слов: *histologically variable manual lymph drainage technique* и переводится дословно: «клеточная вариабельная ручная лимфодренажная техника». Исследованиями выявлены обезболивающий и противоотечный эффекты этих воздействий [22].

Эффективное использование ИТ для ЭМС ограничивают трудности их воздействия на глубокорасположенные структуры ОДА [22]. В полной мере этого лишена высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия (ВИМТ), связанная с локальным воздействием импульсным магнитным полем (ИМП) высокой интенсивности (0,3–1,5 Тл). Глубина эффективного непосредственного локального воздействия ВИМТ превышает 120 мм [23, 24]. Отличительной клинической особенностью ВИМТ является значительно большая выраженность нейромиостимулирующего, обезболивающего и противовоспалительного действия по сравнению с низкоинтенсивной МТ.

Использование высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии

В нашей стране на основе разработанной для ВИМТ серии аппаратов СЕТА (НПФ «Диполь ООО», Витебск) в практическую медицину внедрена магнитомиостимуляция (MMC) [25].

Под MMC понимают использование ИМП для воздействия на поврежденные нервы, поддержания сократительной способности мышц [25, 26], а также для стимуляции нервно-мышечного аппарата внутренних органов [25]. При воздействии на ствол нерва или двигательную точку мышцы ВИМП возникают мышечные сокращения, что связано с возникновением (наведением) в тканях электрического тока, который и служит раздражителем нервно-мышечного аппарата [16, 27].

Основным преимуществом MMC перед ЭМС является практическая безболезненность [25, 28,]. Затем – это возможность бесконтактного воздействия, причем через гипсовые и марлевые повязки, тонкую одежду. Наличие повреждений кожи и мягких тканей в области воздействия не является препятствием для проведения MMC [25].

Крайне важно то, что использование ВИМП обеспечивает проведение стимуляции как поверхностных, так и глубоко расположенных мышц и нервов, в то время как при ЭМС возбуждению подвергаются главным образом поверхностно расположенные волокна нервного ствола [25, 29].

Крайне важно то, что, благодаря нервно-рефлекторным и гуморальным механизмам действия MMC, происходит нормализация работы различных органов и систем организма. Так, например, усиливается функционирование желез внутренней и внешней секреции, увеличивается скорость течения биохимических реакций и обменных процессов [23, 25]. Все это значительно расширяет показания к использованию MMC.

Более выражены при MMC противовоспалительный и противоотечный эффекты, что связано с более активным по сравнению с ЭМС улучшением микроциркуляции и лимфооттока [25, 30].

Процедуры ММС можно проводить с помощью аппаратов «АВИМП» (Беларусь), «АМИТ-01», «Биомаг», ДВИМП, «Нейро-МС» (Россия), Magstim-2000 (США; Великобритания), MAG-2000 (Италия), MES-10 (США) и др. Все они генерируют импульсы МП поля высокой интенсивности (1–1,5 Тл).

Мы в нашей практике используем аппарат «СЕТА-Д», снабженный излучателем диаметром 40 мм (I-40) для воздействия на лицевую область и диаметром 100 мм (I-100) для воздействия на участки тела и конечности. В связи со все еще малой распространностью ММС коснемся общих рекомендаций.

Для восстановления функций нервно-мышечного аппарата спортсменов (гипотрофия мышц в результате гиподинамии) после травмы, начиная со 2–3 дня после ее получения, можно применять воздействия продолжительностью 5 мин, используя ВИМП с индукцией 0,8–1,0 Тл и частотой 10–20 Гц. Эти параметры определяются индивидуально. При наличии гипсовой повязки индуктор I-100 помещают непосредственно на гипс над группами мышц, подвергаемых стимуляции. Если имеется возможность воздействия непосредственно на ствол нерва или на двигательную точку мышцы, следует применять индуктор I-40, который устанавливают выше гипсовой повязки и по стабильной методике выполняют стимуляцию. Курс может состоять из 10–12 процедур, проводимых ежедневно. Повторный курс при необходимости – через 1–2 месяца.

Часто возникает вопрос о сравнительной эффективности ЭМС и ММС. Анализ проведенных исследований [31] показал, что в ранние сроки после травм периферических нервов (до 6 месяцев) ММС оказывала более выраженный лечебный эффект по сравнению с ЭМС. Однако дальнейший анализ литературы по использованию у спортсменов ЭМС и ММС в качестве средств восстановления после физических нагрузок обнаружил отсутствие однозначного ответа на вопрос о выборе ЭМС или ММС для этой цели [31, 32, 33].

В межкафедральной учебно-научно-исследовательской лаборатории БГУФК выполнен у 24 спортсменов-студентов анализ влияния ЭМС (14 чел.) и ММС (15 чел.) на биоэлектрические показатели (амплитуда и частота сокращений по данным поверхностной электромиографии, ЭМГ) прямых мышц бедра при выполнении базового движения time-step (без отрыва пятки от пола). Среди испытуемых были легкоатлеты (бег на средние и длинные дистанции, 13 чел.), стрелки (8 чел.) и пятиборцы (3 чел.).

Исследования показали, что под влиянием курса из 10 процедур ЭМС у всех испытуемых независимо от спортивной специализации амплитуда ЭМГ достоверно увеличилась в среднем на 21,5 % ($P<0,05$), а частота ЭМГ имела стойкую тенденцию к снижению на 31,2 % ($P>0,05$). У лиц, применявших ММС с магнитной индукцией 1,0 Тл, через двигательные точки амплитуда ЭМГ имела стойкую тенденцию к увеличению на 13,6–24,6 % ($P>0,05$), а частота – к снижению на 14,4–40,7 % ($P>0,05$) независимо от спортивной специализации.

Основной итог выполненных исследований: улучшение ЭМГ-показателей исследованных групп мышц независимо от специфики спортивной специализации спортсменов свидетельствует об эффективности применяющихся курсов процедур, как ЭМС, так и ММС.

Таким образом, анализ научно-методической литературы и данные собственных исследований указывают на целесообразность применения ЭМС и ММС в качестве средств восстановления на этапах годового цикла подготовки спортсменов различной специализации.

Использование локальных вакуумных воздействий

Движение человека формируется в мозгу, а реализуется на периферии, что подразумевает неразрывное единство системы управления движением, энерго-

обеспечения работающих мышц, а также освобождения тканей от продуктов метаболизма системой микроциркуляции (МКЦ) и тканевого обмена [1, 34].

Реакции на систематические физические нагрузки со стороны системы МКЦ у спортсменов – «спортивная сосудистая система» (П.П. Озолинь, 1976) [35] в значительной степени предопределяют поведение всей системы кровообращения и являются одними из ключевых механизмов адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам [36, 37, 38].

На фоне повышенного кислородного запроса работающих мышц и гипоксии могут нарушаться процессы удаления из межклеточного пространства конечных и промежуточных продуктов обмена веществ [19, 39]. Их накопление в организме в сочетании с функциональной несостоительностью органов защиты (иммунная система, печень) и выделения (почки, легкие, желудочно-кишечный тракт, кожа) может вызвать развитие постнагрузочной интоксикации с последующим снижением физической работоспособности и развитием утомления [40]. Экстремальные физические нагрузки могут вызывать у спортсменов своеобразные состояния, которые иногда называют эндоэкологическим стрессом [41].

В связи с тем что патологические изменения в данном малоизученном ключевом звене лимитирования физической работоспособности, несмотря на прием фармпрепаратов, могут прогрессировать [1], это диктует необходимость использования (кроме массажа, бани и сауны) новых, эффективных, немедикаментозных методик восстановления, сохранения и повышения работоспособности спортсменов.

К таковым относят такие аппаратные виды массажа, как вибро-, гидро-, пневмо-, ультразвуковой массаж и различные их сочетания. Из этих видов доступнее всего для применения, как с учетом стоимости аппаратуры, так и с точки зрения простоты методов, является вакуумный массаж (ВМ) [42] или локальная вакуум-терапия (ЛВТ) [43].

Лечебный (седативный, тонизирующий, общеукрепляющий и пр.) и профилактический эффекты ВМ (ЛВТ) связывают, прежде всего, с улучшением МКЦ, повышением оксигенации и метаболической активности тканей непосредственно в области воздействия. Наиболее емко охарактеризовал механизмы действия ВМ (ЛВТ) В.С. Улащик (2008): «В очаге воздействия создается локальное понижение давления и происходит втягивание пораженных тканей, сопровождающееся механическим раздражением, развитием застойной гиперемии, изменением крови и образованием гематомы или точечных кровоизлияний. Повреждение тканей и сосудов приводит к активации восстановительных процессов, усиленному образованию биологически активных веществ, изменению иммунобиологических реакций, улучшению обмена веществ и повышению активности фагоцитоза. Вследствие развития местной гипоксии стимулируются клеточные защитные и адаптационные процессы, происходит раскрытие резервных капилляров и развитие новых микрососудов, улучшается трофика тканей» [44].

Особо отметим роль воздействий ЛВТ на кожу. При воздействии ЛВТ удаляются отжившие клетки эпидермиса. Это способствует улучшению кожного дыхания и усилинию выделения сальными и потовыми железами избытка токсических промежуточных продуктов метаболизма, что создает условия для очищения организма от накопившихся шлаков [45].

Использование локальных вакуумных воздействий на мышечный аппарат спортсмена с целью восстановления, а также для стимуляции работоспособности перед началом тренировки рекомендуется многими специалистами [46, 47]. Наши исследования [48] показали, что в организме спортсмена после курса процедур ЛВТ областей спины и конечностей происходит нормализация метабо-

лизма и биоэнергетических процессов, что приводит к улучшению деятельности ЦНС и нервно-мышечного аппарата и вегетативной регуляции функции сердца. Особо следует отметить выявленный феномен элиминации (удаления) аммиака и ацетона из мягких тканей, подвергавшихся гипобарическому воздействию. Это указывает на то, что эффективность курса АВТ связана не только с улучшением периферического кровообращения, но и с прямым детоксицирующим эффектом на мышечный аппарат и другие ткани спортсмена [49].

Для проведения процедур ВМ (АВТ) выпускается много аппаратов АЛОДЕК-4АК, АВМ-1 (Россия), BTL Vac (Чехия), «Физиовак-Эксперт» (Германия), Vacso 500 (Нидерланды), BEAUTY AIR (Италия), Green Vac (Словакия) и др. Аппараты имеют пульсирующий и постоянный режимы воздействия с возможностью регулировать фазы работы и уровень отрицательное давления от 100 до 2 кПа.

Достаточно широко в физиотерапевтической практике применяется сочетанное барическое воздействие одновременно с другими физическими факторами, как, например, в аппаратах для электро- и вакуумной терапии «Физиовак-Эксперт» и Erbogalvan E ERBE (Германия). В Республике Беларусь ОАО «Брестский электромеханический завод» выпускает многофункциональный аппарат АВД-М для вакуум-дарсонвализации – сочетанного воздействия вакуумом и высокочастотным импульсным током высокого напряжения и малой силы. Предложены методы вакуум-лазерной и вакуум-УФО-терапии; также применяется вакуум-электрофорез лекарственных веществ [50].

В ходе выполнения задания Государственной программы развития физической культуры и спорта в Республике Беларусь на 2007–2010 годы в Институте физиологии НАН Беларуси (В.С. Улащик) совместно с сотрудниками БНТУ (А.Е. Новиков) и БГУФК (Д.К. Зубовский) был создан опытный образец аппарата локальной баромагнитотерапии (ЛБМТ). Действующими факторами аппарата являются разреженный воздух со степенью разрежения до 40 кПа и переменное ИМП в диапазоне 100–200 Гц, модулированное частотой 10 Гц, с магнитной индукцией 10–20 мТл.

Согласно наблюдениям, проведенным в БГУФК на спортсменах различной специализации, ЛБМТ улучшала функциональное состояние ЦНС, нервно-мышечного аппарата, вегетативную регуляцию сердечной деятельности, повышала общую физическую работоспособность и силовую выносливость. Продолжительность воздействия на один участок составляла 2–5 мин, а общая продолжительность процедуры – 15–20 мин. Процедуры проводились ежедневно. Вызываемые при курсовом применении (6–10 процедур) ЛБМТ положительные сдвиги сохранялись в течение 4–5 недель, что позволило рекомендовать использовать метод для снятия усталости, повышения работоспособности, ускорения адаптации, профилактики травм и улучшения функционального состояния спортсменов в ходе тренировочного процесса.

Заключение

Физиотерапевтические методы и средства локального воздействия на мышечный аппарат широко используются в клинической практике. В спортивной медицине публикации об использовании их для функциональной реабилитации спортсменов ограничены. Тем не менее, обобщая имеющиеся в этой области сведения и учитывая результаты наших исследований, следует отметить, что локальные воздействия на мышечный аппарат спортсмена могут быть использованы для развития физических качеств; ускорения естественных восстановительных процессов после тяжелых нагрузок; в комплексе предварительной подготовки ОДА к нагрузкам; для медицинской реабилитации после травм и заболеваний ОДА.

Использование адаптационно-восстановительных и лечебно-оздоровительных методик на основе применения различных по своим параметрам лечебных физических факторов является велением времени, т.к. оно позволяет осуществить целенаправленное снижение фармакологической нагрузки на организм, оптимизировать учебно-тренировочный процесс и достичь более высоких спортивных результатов. Именно с надеждой, что предлагаемый материал поможет спортивным врачам, тренерам и спортсменам правильно использовать методы и средства физиотерапии в подготовке спортсменов высшей квалификации, а самим спортсменам – добиться достойных результатов на предстоящих соревнованиях любого уровня, и готовилась авторами настоящая публикация.

Список использованных источников

- 1 Фармакология спорта / Р.Д. Сейфулла [и др.]; под общ. ред. С.А. Олейника. – Киев: Олимпийская литература, 2010. – 640 с.
- 2 Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности: учебник для ИФК / Н.И. Волков [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
- 3 Мякинченко, Е.Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е.Б. Мякинченко, В.Н. Селуянов. – М.: ТВТ Дивизион, 2005. – 338 с.
- 4 Гольберг, Н.Л. Метаболические реакции организма при адаптации к мышечной деятельности / Н.Л. Гольберг, В.И. Морозов, В.А. Рогозкин // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 3. – С. 17–20.
- 5 Зубовский, Д.К. Физические средства в подготовке спортсменов к XXX летним Олимпийским играм: пособие для спортивных врачей / Д.К. Зубовский, В.С. Улащик, Н.Г. Кручинский. – Минск., 2011. – 72 с.
- 6 Ханды, М.В. Роль лечебных физических факторов в достижении высоких спортивных результатов по стрельбе из лука / М.В. Ханды // Проблемы, перспективы подготовки высококвалифицированных спортсменов по стрельбе из лука: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Северо-Вост федер. ун-т им. М.К. Аммосова, Якутск, 6 февр. 2014 г. [Электронный ресурс]; под. ред проф. М.Д. Платонова. – Киров: МЦНИЛ, 2014. – С. 287 Олимпийским Играм 291.
- 7 Зубовский, Д.К. Введение в спортивную физиотерапию / Д.К. Зубовский, В.С. Улащик. – Минск. – 2009. – 235 с.
- 8 Мумин, А.Н. Вибротерапия: учебно-методическое пособие. /А.Н. Мумин, А.В. Волотовская. – Минск: БелМАПО, 2007. – 27с.
- 9 Назаров, В.Т. Биомеханическая стимуляция: явь и надежды / В.Т. Назаров. – Минск: Полымя , 1986. – 95 с.
- 10 Скрипко, А. Д. Технологии физического воспитания / А.Д. Скрипко. – Минск: ИСЗ, 2003. – 284 с.
- 11 Baron, R. Praktische Schmerzmedizin. Interdisziplinäre Diagnostik – Multimodale Therapie / R. Baron, W. Koppert, M. Strumpf. – 2 Ausgabe. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag. – 2011. – 580 s.
- 12 Полякова, Т.Д. Психолого-педагогические основы управления движениями в стрелковом спорте: автореф. ... дис. докт. пед. наук: 13.00.04 / Т.Д. Полякова; Акад. физ. восп. и спорта Респ. Беларусь. – Минск, 1993. – 47 с.
- 13 Михеев, А.А. Стимуляция биологической активности как метод управления развитием физических качеств спортсменов: в 2 ч. / А.А. Михеев. – Минск, 1999. – 398 с.
- 14 Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии. Часть I: учебное пособие / Н.А. Барбара [и др.]; под ред. Н.А. Барбара. – Кемерово, 2015. – 214 с.

- 15 Улащик, В.С. Физиотерапия. Универсальная медицинская энциклопедия / В.С. Улащик. – Мн.: Книжный Дом. – 2008. – С. 591–598.
- 16 Улащик, В.С. Общая физиотерапия / В.С. Улащик, И.В. Лукомский. – Минск, 2003. – 512 с.
- 17 Николаев, А.А. Электростимуляция в спорте: учебное пособие / А.А. Николаев. – Смоленск: СГИФК, 1999. – 74 с.
- 18 Колесников, Г.Ф. Электростимуляция нервно-мышечного аппарата / Г.Ф. Колесников. – Киев: Здоровье, 1977. – 124 с.
- 19 Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Глессон М., Гринхафф П.Л. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 148 с.
- 20 Scott, W. Human Skeletal Muscle Fiber Type Classifications / W.Scott, J. Stevens, S.A. Binder-Macleod // Physical Therapy. – 2001. – Vol. 81, № 11. – P. 1810–1816.
- 21 Улащик, В.С. Введение в теоретические основы физической терапии / В.С. Улащик. – Минск: Беларусь, 1981. – 238 с.
- 22 Применение системы «ХИВАМАТ – 200» в клинической практике: пособие для врачей / Э.М. Орехова [и др.]. – 2002. – 16 с.
- 23 Золотухина, Е.И. Основы импульсной магнитотерапии / Е.И. Золотухина, В.С. Улащик. – Витебск. – 2010. – 144 с.
- 24 Зубовский, Д.К. Применение магнитотерапии в спорте высших достижений: пособие для спортивных врачей / Д.К. Зубовский, В.С. Улащик, Е.А. Лосицкий. – Минск: ГУ «РУМЦ ФВН», 2011. – 24 с.
- 25 Улащик, В. С. Основы магнитомиостимуляции / В.С. Улащик, Л.Е. Козловская, Д.Н. Чичкан // Здравоохранение. – 2003. – № 7. – С. 38–41.
- 26 Meyer, B.-U. Magnetstimulation Des Nervensystems: Grundlagen Und Ergebnisse Der Klinischen Und Experimentellen Anwendung. – Gebundene Ausgabe. – Berlin and Heidelberg GmbH & Co: Springer-Verlag. – 1992. – 377 s.
- 27 Marz-Loose, H. Einfluss der repetitiven peripheren Magnetstimulation auf die spastische Tonuserhöhung [Electronic resource] / H. Marz-Loose. – Medizinische Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin: zur Erlangung des akademischen Grades Dr. med. – 2008. – Mode of access: http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlet/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000004667/Dissertation_Marz-Loose.pdf
- 28 Han, TR. Magnetic stimulation of the quadriceps femoris muscle: comparison of pain with electrical stimulation / TR. Han, HI. Shin, IS. Kim // Am J Phys Med Rehabil. – 2006. – Vol. 85, № 7. – P. 593–599.
- 29 Плеханов, Г.Ф. Введение в электромагнитную биологию / Г.Ф. Плеханов. – Томск: Изд. Томского гос. универ., 1979. – 163.
- 30 Березовский, В.А. Биофизические характеристики тканей человека / В.А. Березовский, Н.Н. Колотилов: справочник. – Киев: Наук. думка, 1990. – 224 с.
- 31 Горелова, Ю. В. Сравнительная эффективность магнитостимуляции и электростимуляции у больных с травмами периферических нервов: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.03.11 / Горелова Ю.В.; Томский НИИ курортологии и физиотерапии. – Томск, 1999. – 24 с.
- 32 Ясногородский, В.Г. Электротерапия / В.Г. Ясногородский., 1987. – 239 с.
- 33 Сочетанная электростимуляция скелетных мышц и ее влияние на функциональные показатели организма спортсменов / В. Ткачук [и др.] // Воспитание студентов творческих специальностей: сб. науч. тр. под ред. С.С. Ермакова – Харьков: ХГАДИ (ХХПИ), 2003. – № 5. – С. 71–85.

- 34 Zweifach, B.W. The interstitial-lymphatic flow system / B.W. Zweifach, A. Silberberg // Int. Rev. Physiol. Cardiovasc. – Baltimore: Univ. Park Press, 1979. – Vol. 18. – P. 216–260.
- 35 Озолинь, П.П. Адаптация сосудистой системы к спортивным нагрузкам / П.П. Озолинь. – Рига: Зинатне, 1976. – 93 с.
- 36 Залмаев, Б.Е. Методологические аспекты изучения микроциркуляторного русла крови у спортсменов / Б.Е. Залмаев, Т.М. Соболева // Труды ГЦОЛИФК: ежегодник, юбилейный выпуск. – М., 2003. – С. 280–293.
- 37 Фудель-Осипова, С.И. Капиллярное кровообращение у человека при физической дозированной работе / С.И. Фудель-Осипова // Физиол. журнал СССР. – 1971. – № 1. – Т. 30. – С. 574–580.
- 38 Сышко, Д.В. Влияние направленности тренировочного процесса на механизмы регуляции кожного кровотока / Д.В. Сышко, К.Д. Савина, Г.Д. Сышко // Уч. записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 4, т. 134. – С. 273–277.
- 39 Кулиненков, Д.О. Фармакология спорта: клинико-фармаколог. справ. спорта высших достижений / О.С. Кулиненков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Совет. спорт, 2001. – 199 с.
- 40 Макарова, Г.А. Спортивная медицина: Учебник / Г.А. Макарова. – М.: Советский спорт, 2003. – 480 с.
- 41 Пимоненко, Н.Ю. Общность и различия пищевых волокон на основе клетчатки и волокнистых энтеросорбентов / Н.Ю. Пимоненко [и др.] // Спортивная медицина, 2004. – № 1–2. – С. 99–104.
- 42 Москвин, С.В. Лазерно-вакуумный массаж / С.В. Москвин, Н.А. Горбани. – М. – Тверь: Триада, 2006. – 72 с.
- 43 Михайличенко, П.П. Основы вакуум-терапии: теория и практика / П.П. Михайличенко. — М.: АСТ; СПб.: Сова, 2005. – 318 с.
- 44 Улащик, В.С. Физиотерапия. Универсальная медицинская энциклопедия / В.С. Улащик. – Мн.: Книжный Дом, 2008. – С. 103.
- 45 The physical and physiological effects of vacuum massage on the different skin layers: a current status of the literature / P. Moortgat [et al.] // Burns & Trauma. – 2016. – Vol. 4, № 1. – [Электронный ресурс] – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5027633/>. – Date of access: 26.01.2011.
- 46 Аванесов, В.У. Применение локального отрицательного давления в подготовке спортсменов / В.У. Аванесов. – М.: СпортАкадПрес, 2001. – 84 с.
- 47 Дубровский, В.И., Лечебный массаж / В.И. Дубровский, А.В. Дубровская. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 512 с.
- 48 Разработать и внедрить в учебно-тренировочный процесс методики коррекции функционального состояния спортсменов путем регулирования газового состава крови на основе использования баромагнитотерапии (БМТ): отчет о НИР (заключ.) / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; рук. темы В.С. Улащик, Д.К. Зубовский. – Минск, 2009. – 255 с. – № ГР 20072467.
- 49 Черняев, А.А. Влияние дифференцированного двигательного режима и баромассажа на функциональное состояние опорно-двигательного аппарата бегуний / А.А. Черняев // Современные научные технологии. – 2007. – № 3. – С. 57–60.
- 50 Улащик, В.С. Сочетанная физиотерапия: новые методы и аппараты / В.С. Улащик // Здравоохранение – 2011 – № 2. – С. 25–30.

20.02.2017

КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ОБУЧАЮЩИЙ СЕМИНАР С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «НОВЫЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СПОРТИВНОЙ НАУКИ»

УДК 577.118.

ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

А. С. Скоробогатова, канд. биол. наук,

Л. М. Лукьяненко, канд. биол. наук,

Е. И. Слобожанина, д-р биол. наук, профессор, член-корреспондент,

Л. В. Дубовская, канд. биол. наук, доцент,

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларусь»;

Г. М. Загородный, канд. мед. наук, доцент,

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Республика Беларусь

Аннотация

В статье раскрывается актуальность нового подхода к контролю за состоянием здоровья спортсменов с учетом современных методов к определению макро- и микроэлементного статуса различных сред организма. Описываются уже существующие результаты применения данного подхода, а также важность внедрения в уже существующие программы подготовки спортсменов разных возрастных групп и занимающихся различными видами спорта.

ABILITIES OF HUMAN BODY'S ELEMENTAL COMPOSITION'S MONITORING IN SPORT MEDICINE

Annotation

The article reveals the relevance of a new approach to the sportsmen's state of health's control taking into account new modern methods of determination of micro and macroelements status' of different body's environment. Existing results of the approach's applying and importance of approach implementation in already existing programmes of different age group and types of sports sportsmen's training are described.

Введение

По современным данным не менее 25 % всех ферментативных реакций являются металлизависимыми. При дефиците или избыточном поступлении микроэлементов может наблюдаться нарушение активности прямо или косвенно зависящих от них ферментов, что может приводить к снижению умственной и физической активности [1]. Кроме того, организм человека постоянно подвергается контакту с тяжелыми металлами, степень накопления которых зависит от целого ряда факторов. Поскольку повышенная физическая активность подразумевает усиление энергетических и пластических процессов в клетках и

тканях организма, это приводит к повышению необходимости доступа в организм не только питательных веществ и витаминов, но и макро- и микроэлементов [2]. Таким образом, сбалансированное поступление макро- и микроэлементов необходимо как для сохранения здоровья, так и для достижения высоких спортивных результатов [3].

Результаты и обсуждение

Современный спорт высших достижений предъявляет высокие требования не только к уровню физической подготовки спортсмена и его психологической устойчивости, но и к базовому состоянию здоровья атлета. Известно, что при больших физических и психоэмоциональных нагрузках усиливаются обменные процессы, требующие повышенного расхода питательных веществ, витаминов, минералов и микроэлементов. Спорт характеризуется повышенным травматизмом и возникновением предпатологических и патологических состояний вследствие физического и психического перенапряжения, переутомления, снижения адаптационных резервов. Медико-биологические проблемы, связанные с дефицитом макро- и микроэлементов в организме, являются ключевыми в биохимии и физиологии питания современного человека. Сбалансированное поступление макро- и микроэлементов необходимо как для сохранения здоровья, так и достижения высоких спортивных результатов.

Несмотря на значительное количество работ в области спортивной физиологии, питания, обеспеченности организма спортсменов микроэлементами и витаминами, существующие данные достаточно противоречивы [4]. Также противоречивы данные по обмену эссенциальных и токсичных микроэлементов при больших физических нагрузках, что определяет необходимость проведения исследований в данной области [5].

Важным моментом для определения микроэлементного статуса спортсмена является выбор субстрата для проведения исследований. Наиболее информативными маркерами воздействия химических элементов для экологогигиенических исследований и ранней клинической диагностики элементозов принято считать те ткани, которые депонируют и накапливают элементы. Кратковременность экспозиции микроэлемента в моче определяет использование данного биосубстрата в основном при диагностике острого отравления. Анализ элементов в крови и ее компонентах отражает их текущий баланс. Определение в сыворотке или плазме крови содержания того или иного элемента отражает его текущий обменный статус, так как они являются основными транспортными средами, в которых вещество находится с момента резорбции из желудочно-кишечного тракта до его аккумулирования или экскреции из организма [6]. Элементный спектр волос характеризует общий элементный статус организма, формирующийся в течение значительного временного промежутка (месяцы, годы), отражая потребление микроэлементов в прошлом. Являясь интегральным показателем минерального обмена, волосы отвечают важнейшему требованию, предъявляемому к ним как к биопсийному материалу: их химический спектр коррелирует с элементным профилем внутренних сред человека [6, 7]. Кроме того, было показано, что повышение уровня токсичных микроэлементов в волосах лиц с высокой физической нагрузкой может являться следствием усиления обмена веществ и энергии, связанным с соответствующим повышением их поступления и, соответственно выведением.

Одним из самых информативных для многоэлементного анализа в биологических средах методов является атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанный плазмой (АЭС-ИСП). Этот метод характеризуется высокой чувствительностью определения элементов, отсутствием матричных эффектов и

малыми объемами растворов, необходимых для анализа. Спектрометр с индуктивно связанной плазмой представляет собой сложный оптико-эмиссионный прибор со встроенным микропроцессором. Температура пламени (плазмы), которое создается при помощи инертных газов, в нем поддерживается на уровне 5000–10 000°К, что обеспечивает достаточное для точного измерения количество возбужденных атомов. Использование для атомизации плазменных источников значительно раздвигает пределы определения, повышает правильность и точность процедур атомной эмиссии [6].

Причины дефицита макронутриентов многочисленны. Они могут определяться как недостаточным поступлением, так и нарушением усвоения из-за развития патологий пищеварительного тракта, а также увеличением выведения при заболеваниях мочевыводящей системы. Кроме того, обмен микроэлементов зависит также от биогеохимических особенностей региона проживания. Так, неблагоприятный состав питьевой воды является одним из ведущих факторов возникновения заболеваний у детей и взрослых [8].

Экстремальный характер физических и психологических нагрузок у профессиональных спортсменов обуславливает наличие ряда особенностей в обмене веществ, потребностях и обеспеченности организма макронутриентами.

В литературе показано, что дисбаланс микроэлементов может становиться одним из факторов, отрицательно влияющих на здоровье спортсменов. Ученые показали, что в волосах профессиональных спортсменов установлено снижение показателей цинка и селена – важнейших элементов с биокатализитическими, иммуно- и гормономодулирующими свойствами. Этот факт расценивается как относительный дефицит микроэлементов, который может привести к иммуно-дефицитным состояниям, воспалительным процессам, болезням кожи, повышению чувствительности к гипоксии [9].

В свою очередь, исследование элементного состава волос у пловцов сборной России, участвующих в летней Олимпиаде в Атланте, выявили недостаток магния и избыток меди, связанные с повышенными нагрузками, а также всасыванием меди кожей и слизистыми из воды в бассейне [10].

Исследование содержания хрома, который участвует в регуляции углеводного обмена, деятельности сердечной мышцы и сосудов, показало, что его дефицит провоцирует у спортсменов гипогликемические состояния [11]. Данные, полученные при изучении содержания цинка, показали, что цинкдефицитные состояния связаны с полидефицитной анемией у спортсменов [12]. Было также показано, что при одновременной коррекции цинком и витамином Е женщинам, занимающимся легкой атлетикой (бег), наблюдается их синергетическое воздействие на восстановление нейроэндокринной функции [13].

Также известно, что многие спортсмены за рубежом при подготовке к соревнованиям, особенно по циклическим видам спорта, часто проводят обследование по выявлению дисбаланса макро- и микроэлементов с последующей целенаправленной коррекцией установленных отклонений [9].

С 2004 года при ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларусь» функционирует Белорусский сателлитный центр Института микроанализа ЮНЕСКО, деятельность которого направлена на проведение исследований в области микроанализа в интересах медицины, сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

В лаборатории медицинской биофизики Института есть аккредитованный участок по анализу микроэлементов, в рамках работы которого возможно проведение макро- и микроэлементного анализа различных биологических образцов. С 2015 года лабораторией разработаны методы оценки элементного соста-

ва крови, плазмы, клеток крови, волос, слюны и ногтей, а также тканей растений и животных, которые используются в научно-исследовательских и экологогигиенических исследованиях.

Лаборатория оснащена современным оборудованием, которое позволяет проводить анализ содержания более 70 элементов, с использованием атомно-эмиссионного спектрометра параллельного действия с индуктивно связанный плазмой Shimadzu ICPE-9000 (Япония). Для мониторинга метаболических процессов, протекающих в организме человека, наиболее значимым является контроль за концентрацией 35 эссенциальных, потенциально токсичных и токсичных элементов. Для спортсменов важно контролировать концентрацию таких элементов, как кальций, калий, магний, железо, хром, цинк, селен, кобальт, марганец, медь, натрий, фосфор.

Для пробоподготовки образцов используется метод мокрой минерализации в азотной кислоте при постоянном давлении и высокой температуре (Milestone (Италия), что обеспечивает полную деградацию природной матрицы без потери объема исследуемого образца, позволяет сократить время пробоподготовки и сохранить высокую точность измерения. Чувствительность прибора позволяет определять содержание элементов в концентрации 10⁻⁶-10⁻⁹ мг/л.

С 2011 года лаборатория медицинской биофизики активно сотрудничает с ОАО «Белцветмет». Ежегодно проводится мониторинг содержания ионов свинца в цельной крови рабочих цеха по переработке аккумуляторных батарей. В рамках договора происходит забор 3 мл венозной крови, которая в дальнейшем проходит процесс пробоподготовки и затем осуществляется определение содержания ионов свинца методом АЭС-ИСП. Свинец относится к группе токсических микроэлементов, он является политропным ядом, а его накопление в организме, по мнению ряда авторов, связано с развитием патологических состояний. Таким образом, постоянный мониторинг содержания свинца в организмах рабочих, занятых на его выплавке из аккумуляторных батарей, позволяет отслеживать получаемую нагрузку, следить за состоянием здоровья, а также разрабатывать и проводить мероприятия, направленные на снижение загрязнения рабочей среды.

Лаборатория медицинской биофизики ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларусь» имеет опыт сотрудничества с РУП «Беларуськалий», УЗ «Клинический родильный дом Минской области», ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» и другими организациями Республики Беларусь.

Заключение

Проведение исследования изменения микроэлементного состава различных тканей организмов спортсменов обеспечит дополнительную информацию о работе различных систем организма. Кроме того, изучение элементного обмена у отдельных групп спортсменов (в зависимости от вида спорта) может привести к пересмотру и целенаправленной коррекции рационов питания, планов физических нагрузок и подходов к тренировкам, включению в фармпрограммы препаратов, регулирующих обмен макро- и микроэлементами.

Список использованных источников

1. Скальный, А.В. Питание в спорте: макро- и микроэлементы / А.В. Скальный, З.Г. Орджоникидзе, А.Н. Катулин. – М.: ОАО «Издательский дом Городец». – 2005. – 144 с.
2. McClung, J.P. Female athletes: A population at risk of vitamin and mineral deficiencies affecting health and performance // Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. – 2000. – Vol. 142, No. 1. – P. 1–10.

mance / J.P. McClung, E. Gaffney-Stomberg, J.J. Lee // J. Trace Elem. Med. Biol. – 2014. – Vol. 28, № 4. – P. 388–392.

3. Разработка алгоритма оценки пищевого статуса юных спортсменов / Топанова А.А. [и др.]. // Профилактическая и клиническая медицина. – 2008. – № 1. – С. 35–38.

4. Зайцева, И.П. Влияние физической нагрузки на содержание макро- и микроэлементов в волосах девушек / И.П. Зайцева // Микроэлементы в медицине. – 2015 – № 16, т. 1. – С. 36–40.

5. Volpe, S.L., Nguyen, H. Vitamins, minerals and sport performance. In: Maughan R.J. (ed) The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication. – 2013. – Vol. 19, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK.

6. Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты / ред. Н.А. Гресь, А.В. Скального. – Минск: Харвест, 2011. – 350 с.

7. Элементоз избытка алюминия / ред.: Н.А. Гресь, Е.И. Слобожанина, Е. Гузик // LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 110 с.

8. Троегубова, Н.А. Метаболизм макро- и микроэлементов у юных спортсменов / Н.А. Троегубова, Н.В. Рылова, Р.Р. Гильмутдинов // Практическая медицина. – 2015. – № 3(88), том 1. – С. 69–72.

9. Особенности элементного состава волос профессиональных футболистов / З.Г. Орджоникидзе [и др.] // Микроэлементы в медицине. – 2003. – № 4(4). – С. 25–29.

10. Скальный, А.В. Макро и микроэлементы в физической культуре и спорте / Скальный, А.В., Орджоникидзе, З.Г., Громова, О.А.. – М.: КМК, 2000. – 71 с.

11. Bunner, S.P. Chromium-induced hypoglycemia / S.P. Bunner, R. McGinnis – Psychosomatics. – 1998. – Vol. 39, № 3, – P. 298–299.

12. Serum zinc and blood rheology in sportsmen (football players) / S. Khaled [et al.]. – Clin. Hemorheol. Microcirc. – 1997. – Vol. 17, № 1. – P. 47–58.

13. Neuroendocrine responses to running in women after zinc and vitamin E supplementation / A. Singh [et al.]. – Med. Sci. Sports Exerc. 1999. – Vol. 31, № 4. – P. 536–542.

16.05.2017

УДК 611.013

КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА

С. В. Пинчук, канд. биол. наук,

Л. В. Дубовская, канд. биол. наук, доцент,

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»;

Г. М. Загородный, канд. мед. наук, доцент,

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», Республика Беларусь;

И. Д. Волотовский, д-р биол. наук, профессор, академик

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»

Аннотация

Стволовые клетки – это материал, максимально адаптированный для восстановления пораженного болезнью организма. Иммунорегуляторные и регенеративные свойства мезенхимальных стволовых клеток (МСК) делают их удобным материалом для использования в качестве терапевтических агентов

в спортивной медицине. В настоящее время можно успешно осуществить процедуру трансплантации в организм пациента биоматериала в виде стволовых клеток, который хранился в банке. Криохранение аутологичных МСК в банке имеет такие преимущества, как полная безопасность и оперативность получения клеточного продукта. Разработаны методы, позволяющие эффективно криоконсервировать МСК с сохранением высокой жизнеспособности и функциональной активности клеток.

CRYOPRESERVATION OF STEM CELLS: PRACTICAL ASPECTS AND ADVANTAGES

Annotation

Stem cells are established to be a material that is excellently adapted to restore an injured organism. Immunoregulatory and regenerative properties of mesenchymal stem cells (MSCs) make them a convenient material for use as therapeutic agents in sports medicine. It is currently successfully possible to carry out the transplantation into the patient's body of a biomaterial in the form of stem cells, which was stored in a stem cell bank. Cryopreservation of autologous MSCs in a bank has such advantages as complete safety and immediacy of obtaining a cellular product. Methods that make it possible to effectively cryoconserve MSCs so maintaining high viability and functional activity of cells have been developed.

Введение.

Мезенхимальные стволовые клетки (МСК) являются объектом многочисленных исследований в различных областях биологии и медицины. Они представляют собой популяцию мультипотентных недифференцированных адгептентных к пластику клеток, способных к дифференцировке в клетки хрящевой, костной, жировой и других тканей. МСК могут быть получены из костного мозга, жировой ткани, пуповины и других источников. Отличительной особенностью МСК, определяющей их преимущество по сравнению с другими стволовыми клетками, например гемопоэтическими клетками пуповинной крови, является их наличие в органах и тканях взрослого организма, что позволяет выделять стволовые клетки практически в любом возрасте и использовать в клинической практике аутологичный клеточный продукт. Важным свойством МСК является их способность дифференцироваться в различные типоспецифические клетки. Остеогенная, адипогенная и хондрогенная дифференцировка МСК является одним из идентификационных признаков данных клеток. Кроме этого МСК эффективно дифференцируются в кардиомиоциты, гепатоциты, а также клетки нервной ткани [1]. Высокая пролиферативная активность и мультилинейный дифференцировочный потенциал МСК определяют перспективность их клинического применения в регенеративной медицине [2].

Помимо своей уникальной способности дифференцироваться в различные типы клеток, МСК обладают паракринным действием, то есть они способны секретировать цитокины, обладающие противовоспалительной активностью, и создавать анаболическое микроокружение. МСК обладают способностью мигрировать к участкам ткани, в которых развивается воспалительный процесс. Кроме того, было показано иммуномодулирующее влияние прямого контакта клетка-клетка. При определенных условиях МСК могут размножаться *in vitro* и оказывать влияние на клетки других типов, поэтому они идеально подходят для лечения воспалительных и системных аутоиммунных заболеваний. МСК также являются признанными ключевыми участниками в регенерации тканей, по-

врежденных в результате ранений и травм. Эксперименты *in vivo* и первые клинические опыты подтвердили способность МСК внедряться в различные поврежденные ткани, дифференцироваться в тканеспецифические клетки и таким образом компенсировать утраченные клеточные функции. Иммунорегуляторные и регенеративные свойства МСК делают их удобным материалом для использования в качестве терапевтических агентов в спортивной медицине, в частности, для лечения повреждений мышечно-скелетной системы [3].

Уже сегодня стволовые клетки с высокой эффективностью используются в мире для лечения сердечно-сосудистых, нервно-дегенеративных заболеваний, патологий печени, восстановления костных и хрящевых структур, дефектов кожи и многих других заболеваний, с трудом поддающихся традиционному лечению (всего около 150 заболеваний). В Республике Беларусь зарегистрировано и разрешено к применению более 30 методов лечения с использованием различных биомедицинских клеточных продуктов. В ведущих республиканских научно-практических центрах страны широким фронтом проводятся разработки новых методов. Спектр приложения стволовых клеток будет стремительно расширяться, а эффективность их применения увеличиваться.

Вместе с тем, практическое использование МСК в спортивной медицине требует наличия определенных запасов биологического материала, позволяющего оперативно изготавливать клеточные трансплантаты, возможности транспортировки материала на значительные расстояния с целью доставки в специализированные медицинские центры, в том числе зарубежные. Решение таких задач неразрывно связано с разработкой методов консервации клеток, представляющей собой длительное хранение при ультраз низких температурах в условиях, позволяющих в кратчайшие сроки восстановить их биологические функции после размораживания. Такие задачи особенно актуальны в случае чрезвычайной ситуации, болезни, травмы или несчастного случая в будущем. Обычно период времени от выделения клеток из ткани до выращивания биомассы стволовых клеток до требуемого терапевтического количества составляет около месяца. Тогда как восстановить клетки из замороженного состояния можно в течение 1–3 дней.

Индивидуальное хранение биологического материала стало возможным благодаря созданию банков стволовых клеток. В настоящее время в мире функционируют около 500 банков пуповинной крови, эмбриональных клеток и стволовых клеток взрослого организма, создание которых стало возможным после открытия технологии хранения биологического материала в жидким азоте при сверхнизких температурах в течение длительного периода времени.

Криобанки, специализирующиеся на хранении клеток взрослого организма, обычно выделяют и криоконсервируют полученные из жировой ткани мезенхимальные стволовые клетки для аутологичного использования врачами. Это означает, что жир (жировая ткань) человека является источником их собственных взрослых стволовых клеток, которые используются только индивидуально для этого человека. Полученные из жировой ткани клетки обладают способностью восстанавливать кости, мышцы, хрящи, стимулировать образование кровеносных сосудов и нервной ткани.

Основным направлением деятельности Республиканского научно-медицинского центра (РНМЦ) «Клеточные технологии», созданного при Институте биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси, является разработка и совершенствование методов выделения, наращивания, хранения и использования аутологичных стволовых клеток, выделенных из различных тканей взрослого организма. Культура мезенхимальных стволовых кле-

ток жировой ткани человека, производимая в центре в соответствии с международным стандартом GMP, прошла все необходимые испытания, зарегистрирована в Министерстве здравоохранения Республики Беларусь как биомедицинский клеточный продукт и разрешена к клиническому применению.

Банк стволовых клеток РНМЦ «Клеточные технологии» был создан в 2014 г. Его отличительной особенностью является то, что он предлагает криохранение клеток не пуповинной крови, а стволовых клеток, выделенных из собственного биологического материала (жировой ткани) взрослых. Собственные методы выделения и криоконсервации стволовых клеток обеспечивают генетическую целостность и однородность культур клеток человека в количествах, необходимых для терапевтического применения. Затем индивидуум может использовать свои сконцентрированные стволовые клетки для регенеративной терапии через инфузии или инъекции.

Основными критериями успешной криоконсервации является сохранение жизнеспособности клеток и их функциональных свойств после воздействия сверхнизких температур. Если условия замораживания и криохранения МСК достаточно изучены [4], то вопросы функционального состояния МСК после размораживания остаются малоисследованными. Открытыми остаются проблемы динамики изменения функционального состояния МСК после отогрева, а также сохранения клетками пролиферативного потенциала и иммунофенотипа.

Цель исследования

Целью исследования являлось изучение жизнеспособности МСК в различные сроки после размораживания, установление основных мишней криоповреждений клеток, определяющих их состояние после криоконсервации, а также подбор приемов коррекции функционального состояния клеток после отогрева.

Методы и организация исследования

Участники включались в исследование после сдачи анализов крови на предмет приемлемости для банков (подтверждение отрицательного результата на наличие гепатита В и С, ВИЧ и сифилиса), а также других необходимых предварительных тестов. Выделение МСК проводили согласно методике, описанной ранее [5], из жировой ткани, полученной хирургическим путем из области пупка. Эксплантация жировой ткани представляла собой простую, практическую безболезненную амбулаторную процедуру, занимающую не более часа. Для криоконсервирования МСК в суспензии клеток в ростовой среде добавляли соответствующие криопротекторы. Далее клетки охлаждали градиентно до минус 120 °C и помещали в жидкий азот. Размораживание МСК осуществляли помещением извлеченных из жидкого азота клеток в водянную баню (37 °C). После оттаивания в суспензию добавляли ростовую среду. Для определения иммунофенотипа МСК клетки инкубировали с меченными флуорохромами антителами к антигенам CD29, CD44, CD90 и CD105 в разведении согласно инструкции фирмы-производителя и анализировали методом проточной цитофлуориметрии. Влияние криоконсервации на жизнеспособность МСК анализировали с использованием флуоресцеин диацетата и пропидиум иодида [6]. Внутриклеточное содержание свободных ионов кальция определяли с использованием флуоресцентного зонда Fluo-3AM. Вязкость липидного бислоя плазматической мембраны клеток оценивали по степени поляризации флуоресценции зонда 1,6-дифенил-1,3,5-гексатриена (ДФГТ). Пролиферативную активность МСК оценивали по индексу пролиферации, определяемому как отношение количества клеток после культивирования к количеству клеток при посеве.

Результаты исследования и их обсуждение

Наши исследования показали, что после замораживания МСК сразу после отогрева (10–15 мин) жизнеспособными остаются 75–85 % клеток. Криоконсервированные МСК сохраняют высокий пролиферативный потенциал (таблица 1) и иммунофенотип (таблица 2).

Таблица 1 – Влияние криоконсервации на индекс пролиферации МСК

До криоконсервации, n=2	До криоконсервации, n=4	После криоконсервации, n=2	После криоконсервации, n=4
2,10±0,15	1,81±0,15	1,98±0,10	1,75±0,10

Таблица 2 - Влияние криоконсервации на иммунофенотип МСК

	Маркеры			
	CD29+, %	CD44+, %	CD90+, %	CD105+, %
До криоконсервации	99,6	96,4	99,8	99,6
После криоконсервации	99,7	95,8	100	99,2

Высокие показатели количества жизнеспособных клеток сразу после размораживания, пролиферативной активности и сохранения профиля иммунофенотипа свидетельствуют о том, что условия криоконсервации МСК достаточно эффективны. В то же время, изучение жизнеспособности МСК в более отдаленные сроки после размораживания позволило установить факт быстро развивающейся гибели клеток при их инкубации в питательной среде при комнатной температуре (рисунок 1). Сроки и условия инкубации МСК в данной ситуации моделируют условия нахождения (транспортировки) клеточных продуктов в период между их изготовлением и клиническим применением. Следует отметить, что до криоконсервации количество жизнеспособных МСК в таких условиях инкубации снижается не более чем на 5–10%.

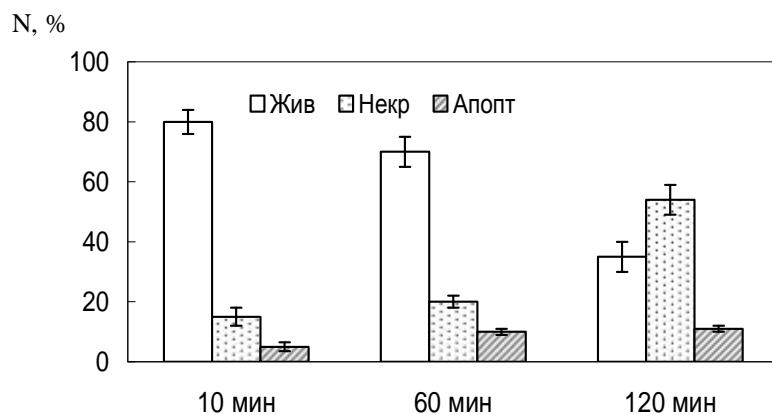


Рисунок 1 – Динамика изменения жизнеспособности криоконсервированных МСК после размораживания без культивирования

Быстро развивающаяся гибель МСК сразу после размораживания ставит под сомнение эффективность их клинического применения в таком режиме. В связи с этим было проведено изучение жизнеспособности криоконсервированных МСК в разные сроки культивирования клеток. Для этого сразу после размораживания клетки переводили в полную ростовую среду и культивировали в течение 1–3 суток в CO₂ инкубаторе при 37 °C. Оказалось, что через сутки после

культивирования в культуре криоконсервированных МСК количество жизнеспособных клеток составляет около 77 % и содержится значительное количество клеток в состоянии некроза или апоптоза (рисунок 2).

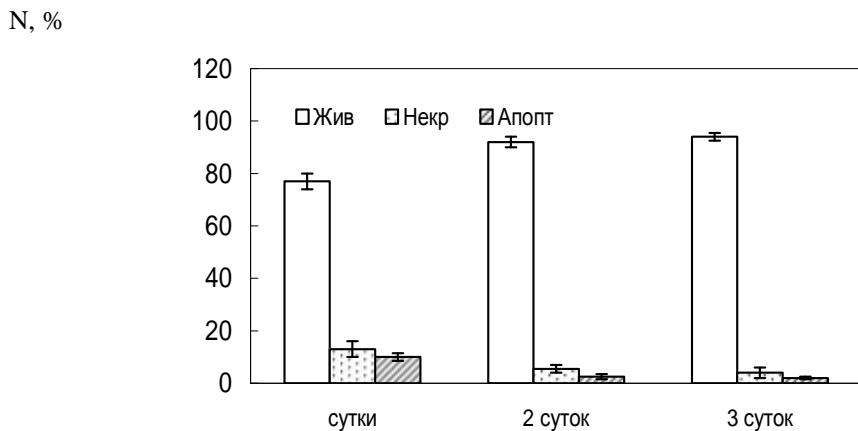


Рисунок 2 – Динамика изменения жизнеспособности в культуре МСК при культивировании криоконсервированных клеток

Через 2 суток количество жизнеспособных клеток увеличивается до 92 %, а через 3 суток до 94 %, при этом содержание в культуре некротических и апоптотических клеток существенно снижается. При культивировании МСК, не подвергавшихся криоконсервации, количество жизнеспособных клеток находится в диапазоне 94–98 %.

В совокупности полученные результаты показывают, что, несмотря на высокий выход жизнеспособных клеток сразу после размораживания, в результате криоповреждений, МСК определенный период уязвимы к действию стрессовых факторов. К стрессовым факторам в проведенных выше экспериментах следует отнести инкубацию клеток в питательной среде (без сыворотки), что отличается от условий культивирования в ростовой среде, а также лабораторные манипуляции при переводе культивированных МСК из монослоя в суспензионное состояние: трипсинизация, центрифугирование, ресусPENDИРОВАНИЕ. В результате культивирования криоконсервированных МСК (по крайней мере, в течение 2–3 суток) наблюдается репарация криоповреждений и восстановление функциональных свойств клеток в отношении их устойчивости к неблагоприятным воздействиям.

Известно, что одной из мишеней криоповреждений различных типов клеток является плазматическая мембрана. С целью оценки роли криоповреждений плазматической мембранны в функционировании криоконсервированных МСК проведено исследование вязкости ее липидного бислоя и барьерные свойства в отношении ионов кальция. Проведенные эксперименты показали, что степень поляризации флуоресценции ДФГТ в суспензии не криоконсервированных МСК составляет $0,215 \pm 0,003$ при температуре 37 ° С. В суспензии МСК сразу после процедуры замораживание/оттаивание степень поляризации флуоресценции составляет $0,227 \pm 0,005$, т.е. увеличивается. Однако после культивирования криоконсервированных клеток в течение 3 суток наблюдается снижение вязкости липидного бислоя до уровня, соответствующего контрольным клеткам: степень поляризации флуоресценции в таких клетках составляет $0,218 \pm 0,005$. Согласно данным литературы повреждение белков и липидов мембран лежит в основе увеличения вязкости липидного бислоя клеток [7]. Схожая картина наблюдается при определении концентрации ионов кальция. В МСК до криокон-

сервации концентрация данных ионов составляет 122 ± 11 нМ. Через сутки после культивирования криоконсервированных клеток концентрация ионов возрастала до 159 ± 15 нМ, а через 3 суток снижалась до 128 ± 14 . Увеличение содержания ионов кальция внутри клетки свидетельствует о нарушении барьерных свойств мембран и/или мембранных транспортных систем. Приведенные данные показывают, что при культивировании криоконсервированных МСК происходит репарация повреждений плазматической мембраны, при этом динамика данного процесса близка к динамике восстановления жизнеспособности клеток. Этот факт позволяет предполагать, что криоповреждения плазматической мембраны МСК лежат в основе снижения устойчивости клеток к стрессовым воздействиям, а эффективная репарация повреждений плазматической мембраны обеспечивает восстановление функционального состояния клеток в целом.

Таким образом, показано, что использование криопротекторов позволяет эффективно криоконсервировать МСК с сохранением высокой жизнеспособности клеток. С целью восстановления функциональных свойств клеток в отношении их устойчивости к неблагоприятным воздействиям целесообразно проводить рекультивирование криоконсервированных МСК, по крайней мере, в течение 2–3 суток после отогрева.

Заключение

Криохранение собственных стволовых клеток важно для любого человека, так как необходимость их использования в будущем может возникнуть у каждого (в случае чрезвычайной ситуации, болезни, травмы или несчастного случая в будущем).

Криохранение аутологичных МСК, выделенных из жировой ткани, имеет ряд важных преимуществ. Во-первых, к достоинствам методов применения собственных стволовых клеток, прежде всего, нужно отнести полную безопасность такого клеточного продукта, поскольку используется материал, забранный у самого пациента, следовательно, отпадет проблема иммунологической несовместимости тканей донора и реципиента. Более того, жировая ткань является доступным источником стволовых клеток, а современные методики ее эксплантации являются простыми и малотравматичными. Кроме этого, криохранение МСК имеет такое преимущество, как оперативность получения клеточного продукта. Восстановить клетки из замороженного состояния можно в течение 1–3 дней. Наконец, существует возможность закладки клеточного материала на хранение практически в любом возрасте, однако терапевтический потенциал стволовых клеток, выделенных в молодом возрасте, значительно выше.

Индивидуальное хранение клеточного биологического материала в настоящее время возможно благодаря созданию банков стволовых клеток. Современная биомедицинская наука накопила наработки, благодаря которым можно успешно осуществить процедуру трансплантации в организм пациента биоматериала в виде стволовых клеток, который хранился в банке. В частности, для криохранения в РНМЦ «Клеточные технологии» используется современное, высокотехнологическое и надежное оборудование, которое прошло аттестацию на соответствие международным стандартам GMP. Специалисты центра разработали технологические приемы криозамораживания каждого типа клеток, подобрали наиболее эффективные криопротекторы, используют наиболее щадящую процедуру постепенного контролируемого замораживания. Криохранение осуществляется в специальных криохранилищах, обеспечивающих температуру жидкого азота. В этих условиях клетки полностью защищены от внешних воздействий и сохраняют максимальную жизнеспособность и биологическую активность на протяжении практически неограниченного периода времени.

Список использованных источников

1. Kern S. Comparative analysis of mesenchymal stem cells from bone marrow, umbilical cord blood, or adipose tissue / S. Kern [et al.] // Stem cells. – 2006. – Vol.24, № 5. – P.1294-1301.
2. Han Dave L.Y. Mesenchymal Stem Cell Therapy in the Sports Knee / L.Y. Han Dave [et al.] // Sports Health. - 2012. – Vol.4, № 3. – P. 252–257.
3. Загородный Г.М. Мезенхимальные стволовые клетки и их применение при лечении травм опорно-двигательного аппарата / Г.М. Загородный [и др.] // Новости медико-биологических наук – 2016. – Т. 13, № 2. - С.151-158.
4. Naaldijk Y., Staude M., Fedorova V., Stolzing A. Effect of different freezing rates during cryopreservation of rat mesenchymal stem cells using combinations of hydroxyethyl starch and dimethylsulfoxide / Y. Naaldijk, M. Staude, V. Fedorova, A. Stolzing // BMC Biotechnology. - 2012. - 12:49.
5. Баранов Е.В. Клинические возможности применения аутологичных мезенхимальных стволовых клеток жировой ткани при лечении пациентов с трофическими язвами нижних конечностей / Е.В. Баранов [и др.] // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. - 2013. - Т.VIII, № 2.- С. 79-84.
6. Пинчук С.В. Регуляторные свойства кверцетина в культурах мезенхимальных стволовых клеток / Пинчук С.В. [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2015. - Т. 59, № 1 - С. 90-95.
7. Beccerica E. Changes of lymphocyte membrane fluidity in rheumatoid arthritis: a fluorescence polarization study / E. Beccerica, G. Piergiacomi, G. Curatola, G. Ferretti // Annals of the Rheumatic Diseases. – 1988. – Vol. 47, № 3. – P.472-477.

15.05.2017

УДК 37.037.2

СИСТЕМА МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ В СТРУКТУРЕ ОЛИМПИЙСКОГО ЦИКЛА

В. В. Шантарович,

Министерство спорта и туризма Республики Беларусь

Аннотация

Представлены теоретические и практические аспекты системы подготовки гребцов на байдарках в процессе многолетней подготовки спортсменов. Даётся оценка специфических особенностей системной организации показателей морфофункционального статуса спортсменов-гребцов в различные периоды подготовки; показаны критерии успешной целенаправленной деятельности в спорте высших достижений.

THE LONG-TERM TRAINING OF ROWERS IN THE STRUCTURE OF THE OLYMPIC CYCLE

Annotation

The article represents the theoretical and practical aspects of the rowers' training system of kayakers from many years of training athletes. The assessment of specific features of morphofunctional status indexes' system organization of sportsmen-rowers in different periods of training is given; criteria of successful and goal-directed activities of high performance sport are shown.

Принципиально важным моментом подготовки гребцов является обеспечение условий, при которых период максимальной предрасположенности спортсмена к достижению наивысших результатов (подготовленный ходом естественного развития организма и функциональных преобразований в результате многолетней тренировки) совпадает с периодом самых интенсивных и сложных в координационном отношении тренировочных нагрузок. Продолжительность и особенности подготовки к высшим достижениям во многом зависят от специфических особенностей формирования спортивного мастерства. Имеют значение не только особенности подготовки в различные периоды годичного макроцикла подготовки, но и в различные возрастные периоды, при этом пол спортсмена в значительной мере определяет темпы роста достижений [1].

В зависимости от направленности многолетняя подготовка гребцов условно делится на 3 этапа [1]:

1-й этап – отбора и начальной подготовки;

2-й этап – специализированной подготовки (который подразделяется на два периода – начальной и углубленной специализации);

3-й этап – достижения высшего спортивного мастерства.

Основными задачами спортивной подготовки в группах *начальной подготовки (НП)* являются:

- выявление задатков и способностей детей;
- укрепление здоровья и закаливание организма юных спортсменов;
- содействие всестороннему физическому развитию юных спортсменов;
- развитие основных физических качеств;
- обучение основам техники гребли;
- повышение интереса к занятиям спортом.

Продолжительность этапа составляет 1–2 года, возраст занимающихся – 10–12 лет.

Для групп начальной подготовки периодизация учебного процесса носит условный характер, а годичный цикл планируется как сплошной подготовительный период. Основной формой организации занятий с юными спортсменами является урок с четко выраженным частями. Основным методом обучения должен быть групповой метод, а преобладающим методом тренировки – игровой метод [2].

В *учебно-тренировочных группах (УТГ)* 1–3 года обучения юные гребцы проходят этап начальной специализации. При невыполнении требований перехода в группы спортивного совершенствования обучение может быть продолжено свыше 3 лет (15 лет и старше). На данном этапе основными задачами являются:

- дальнейшее повышение уровня всестороннего физического развития, совершенствование основных физических и психологических качеств;
- совершенствование основных элементов техники гребли;
- изучение соревновательной тактики;
- приобретение опыта участия в соревнованиях;
- выполнение первого спортивного разряда по избранному виду.

Продолжительность этапа составляет до 3 лет, возраст занимающихся – 12–15 лет.

Во время обучения в учебно-тренировочных группах закладываются основы соревновательной деятельности. Значительно увеличивается объем тренировочной нагрузки во всех видах подготовки, при этом в планировании учебно-

тренировочного процесса предусматривается постепенное увеличение относительной доли нагрузок *специальной физической подготовки* (СФП).

В *группах спортивного совершенствования* (СПС) спортсмены проходят этап углубленной специализации.

Основными задачами в этих группах являются:

- повышение уровня специальной подготовленности;
- совершенствование основных физических и психологических качеств;
- совершенствование техники гребли;
- изучение соревновательной тактики;
- приобретение опыта участия в соревнованиях;
- выполнение функций инструктора-общественника и получение звания судьи по спорту;
- выполнение разрядных норм и требований мастера спорта по избранному виду гребли.

На данном этапе значительно увеличивается объем специальных средств физической подготовки (до 60 % от общего объема). Гребцы участвуют в соревнованиях на различных дистанциях и в различных классах лодок (одиночки, двойки, четверки). Формируется устойчивый навык выполнения гребного цикла. Продолжительность этапа – до 2 лет, возраст занимающихся – 15–17 лет [3].

Процесс обучения в *группах высшего спортивного мастерства* направлен на подготовку гребцов к достижению максимально возможного для них спортивного результата. Основными задачами обучения на данном этапе являются:

- достижение максимального уровня физической, технической, тактической, психологической и интегральной подготовленности;
- индивидуализация техники гребли;
- реализация оптимальных тактических вариантов на соревнованиях;
- участие в ответственных международных соревнованиях;
- выполнение функций помощника тренера;
- выполнение разрядных норм и требований мастера спорта международного класса.

Возраст занимающихся – 18 лет и старше.

При планировании учебно-тренировочного процесса для *групп высшего спортивного мастерства* предусматривают значительное увеличение объема применяемых в тренировке средств специальной физической подготовки гребцов. Для выполнения запланированного объема специальной работы необходимо проводить учебно-тренировочные занятия на воде в течение 8–9 месяцев в год. При этом объемы специальной и общей тренировочной нагрузки различной интенсивности должны соответствовать планируемому уровню спортивного результата и иметь индивидуальные параметры, которые определяются на основе динамики объемов нагрузки, выполненных в УТГ и СПС, и текущего состояния спортсмена.

На этапе высшего спортивного мастерства предполагается достижение максимальных результатов в избранном виде спорта и соревновательных дисциплинах. Основная задача этапа – максимальное использование средств, способных вызвать бурное протекание адаптационных процессов. Суммарные величины объема и интенсивности тренировочной работы достигают максимума, широко планируются занятия с большими нагрузками, увеличивается количество занятий в недельных микроциклах, резко возрастают соревновательная практика и объем специальной психологической, тактической и интегральной подготовки [4].

Гребля на байдарках предъявляет чрезвычайно высокие требования к уровню развития скоростно-силовых способностей, общей и специальной выносливости. Начало напряженных тренировок совпадает по времени с интенсификацией пубертатного процесса, что требует особого учета уровня биологической зрелости. Поэтому одним из важнейших аспектов совершенствования системы подготовки спортивных резервов является научное обоснование построения и содержания тренировочных нагрузок, которые должны быть адекватны возрастным особенностям и текущему уровню подготовленности [5].

Следует подчеркнуть, что для высококвалифицированных гребцов в фундаментальную программу годичного цикла входит моделирование целевой соревновательной скорости передвижения. В развитии циклических видов спорта, требующих преимущественного проявления выносливости, к которым относится и гребля, к повышению среднедистанционной скорости передвижения, основанной на оптимальном соотношении длины и частоты движений, дальнейший рост результатов многие связывают с повышением силовых качеств и особенно силовой выносливости [4].

Анализируя пропорции сдвигов различных показателей за многолетнюю подготовку, следует отметить, что наиболее консервативным из них является дистанционная скорость, эффективность тренировки которой в среднем составляет 84,0 %. Относительно мало изменчива реализованная эффективность техники (изменения пропульсивного коэффициента составляют в среднем 11,1 %). Значительно более изменчива максимальная мышечная сила, ее прирост – 16,9 %. Существенные сдвиги имеет мощность гребли – 28,7 %. И, наконец, самой изменчивой и тренируемой является силовая выносливость, ее прирост составляет в среднем 57,2 % [6].

Анализ многолетней подготовки позволяет утверждать, что для обоснованной группировки упражнений целесообразно выделить три вида их направленности: аэробно-силовая, силовая и специальная выносливость, тренировка, подводящая к соревнованию, или реализационная.

Анализ собственных данных, индивидуальных по каждому спортсмену, показывает, что за длительный период подготовки наибольшего прогресса удалось достичь в характеристиках специфической базовой выносливости (гребля на 14 км – сдвиг 8 %) и максимальной силы (жим, лежа – прирост 13,0 %, тяга, лежа – 4,7 %). Использованы следующие упражнения: жим штанги, лежа (от 80 до 130 кг); тяга штанги, лежа (от 75 до 110 кг); рывок гири одной рукой от плеча (32 кг); рывок штанги на вытянутых руках (25–40 кг); подъем туловища из положения сидя с отягощением 5–10 кг; тяга груза, через блок (40–50 кг) [7].

В то же время отличительной особенностью динамики тренировочных нагрузок к этапу высшего спортивного мастерства является увеличение объема и интенсивности тренировочных нагрузок. При наступающей стабилизации уровня подготовки следует совершенствовать ее качество за счет избирательности основных упражнений и лучшей согласованности нагрузок различной направленности.

Специфика подросткового возраста в значительной мере определяется биологическим фактором, т.е. процессом полового созревания [5]. В этот период активизация желез внутренней секреции настолько сильна, что оказывает значительное действие на все без исключения органы и системы организма, прежде всего мышечную, дыхательную, сердечно-сосудистую [6].

Результаты исследований [7] показали, что величина показателей силы мышц школьников в период полового созревания зависит, прежде всего, от степени половой зрелости: чем выше степень полового созревания, тем больше

сила мышц. Имеется высокая степень взаимосвязи между темпами полового созревания и развитием выносливости.

Показано, что первым качеством, реализуемым в процессе тренировки в гребле на байдарках, является быстрота (возраст 7–16 лет), далее скоростно-силовые способности (9–18 лет), затем сила (12–19 лет) и лишь потом выносливость (14–20 лет) [7].

На разных этапах развития организма с возрастом увеличивается и точность пространственной оценки движений, способность дифференцировать интервалы времени в движении, находить оптимальную длительность мышечных усилий и т.п. [7]. С учетом вышеизложенного можно заключить, что формирование соотношения различных мышечных групп, характерного для взрослого человека, завершается к 16–17 годам. В свою очередь, для понимания возрастных особенностей развития нервно-мышечного аппарата в онтогенезе следует иметь в виду и особенности двигательного режима с учетом специфики вида спорта, который обеспечивает включение в работу соответствующих мышечных групп. Так, имеются сведения, что высокие темпы прироста силы у подростков зависят от оптимально подобранных величин отягощения [6].

Оценка перспективности может существенно изменяться при ретроспективном анализе. Так, антропометрические данные вполне пригодны для определения спортивной перспективности, однако их значения не могут быть стабильными и порой существенно меняются на разных этапах подготовки. В гребле на байдарках и каноэ олимпийскими чемпионами становились и почти двухметровый гигант В. Парфенович, и человек среднего роста В. Ренейский. Опытный тренер при наборе детей в свою группу обращает внимание не только на телосложение, но и на другие качества, способные в совокупности помочь достигнуть высокого спортивного результата: переносимость тренировочных нагрузок, динамика восстановления, развитие физических качеств и систем энергообеспечения и целый ряд других [6, 8].

Заключение

1. Только рациональное построение многолетнего процесса спортивной подготовки способствует адекватной адаптации организма спортсменов к возрастающим тренировочным нагрузкам, достижению высоких спортивных результатов и эффективному сохранению спортивного долголетия.

2. Во многих видах спорта, в том числе в гребле на байдарках и каноэ, отсутствие заметного роста скорости прохождения дистанции на крупнейших соревнованиях последних десятилетий дает основание предполагать, что уже достигнут или близок предел физиологических возможностей. Поэтому чемпионами могут стать гребцы или экипажи, имеющие идеальную технику движений, достигшие к моменту главного старта наивысших физиологических кондиций организма и способности реализовать их в полной мере в нужный момент.

3. Подготовка высококвалифицированных гребцов является комплексной педагогической, медико-биологической, научно-технической и социально-экономической проблемой, где одним из важнейших моментов выступает диагностика спортивной перспективности, которая, в свою очередь, все же носит вероятностный характер, при необходимости глубокого анализа динамики состояния, анализа спортивных достижений конкретного спортсмена.

Список использованных источников

1. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В.Н. Платонов // Общая теория и ее практические приложения. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.

2. Дольник, Ю.А. Исследование критериев комплектования командных лодок в гребле на байдарках и каноэ: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Ю.А. Дольник. – Л., 1978. – 16 с.
3. Segal D.D. Training of young athletes // J. Sport. Med. – 1983. – V. 23, № 4. – P. 411–412.
4. Очерки по теории и методике гребли на байдарках и каноэ / С.В. Верлин [и др.]. – Воронеж: Центрально-чernоземное книжное издательство, 2007. – 173 с.
5. William, A. Talent identification in soccer // Sports Exercise and Injury. – 1998. – V. 4. – P. 159–165.
6. Технология отбора и ориентации гребцов на байдарках и каноэ в системе многолетней подготовки / В.Ю. Давыдов [и др.]. – Мозырь: МГПУ имени И.П. Шамякина, 2015. – Ч. 1. – 320 с.
7. Комплексная оценка спортивного потенциала сильнейших гребцов на байдарках и каноэ Республики Беларусь / В.Ю. Давыдов [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 3. – С. 94–98.
8. Issurin, V. General concept of preparing young kayakers. The science and practice of training junior kayakers/canoe paddlers // Seminar on Kayakers, Izrael, November 17–19, 1994. – P. 7–12.

15.05.2017

УДК 612.8

ASSESSMENT OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM AND VEGETATIVE BALANCE OF THE ATHLETES ROWING SPECIFIED BY THE DRUG FITONOL

E. G. Kallaur,
The Ministry of sports and tourism of the Republic of Belarus

Annotation

Measurement of heart rate variability (HRV) in athletes enable to evaluate the positive and negative adaptive response and make a prediction subsequent physical operability. Studies conducted in the group of elite athletes-rowers in the canoe, revealed a highly adaptive response to the use of the drug fitonol with the aim of to restore athletes in a year cycle of preparation.

ОЦЕНКА КАРДИОРАСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И ВЕГЕТАТИВНОГО БАЛАНСА СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ НА АКАДЕМИЧЕСКОЙ ГРЕБЛЕ, ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ БАДа ФИТОНОЛА

Аннотация

Измерение вариабельности сердечного ритма (ВСР) у спортсменов позволяет оценивать положительную и отрицательную адаптационную реакцию и сделать прогноз последующей физической работоспособности. Исследования, проведенные в группе элитных спортсменов-гребцов на каноэ, выявили высокую адаптационную реакцию на применение БАДа fitonol с целью восстановления спортсменов в годичном цикле подготовки.

5-minute recording kardioritmogrammy was performed for the analysis of HRV of athletes at rest using hardware and software «Poly-Spectrum». We evaluate the performance time analysis of HRV, variation pulsometry and spectral analysis

according to the criteria recommended by the European Cardiology and North American societies electrophysiological and Russian experts [1].

The basis of the content of the experimental method was the application of the principle of hardware diagnostics HRV at rest and during exercise, and control of the training process. According to the results of the study were identified HRV and cardiac hemodynamics, significantly different from those recorded in the same period last year preparatory ($P<0,05$) [2]. Comparative characteristics of HRV and cardiac hemodynamics athletes-rowers used to assess the efficacy of the drug fitonol [3].

The study involved a group of 3 athletes, kayaking, members of the Republic of Belarus national team on kayaking and canoeing , merited masters of sport , mean age $23 \pm 3,14$ years.

Status athletes studied for 1 year, from October 2014 to October 2015. The studies were conducted in two phases, in the morning 2 hours before exercise, and in the evening (one and a half hours after a workout). At rest, in the morning and in the evening at the athletes studied the characteristics of heart rate and functional state of the cardiovascular system. In the evening also studied the characteristics of heart rate both at rest and during orthostatic test.

In the work used the traditional method of the analysis of heart rate variability at R.M. Baevsky. The technical basis of the study served as a personal computer IBM PC- 486. As a device to collect and input data used by the device «Poly-Spectrum» (NeuroSoft).

According to statistics, autocorrelation and spectral analysis of R-R intervals are automatically calculated the following indicators:

- mathematical expectation (M) – the physiological interpretation of heart rate,
- standard deviation (SD),
- mode amplitude (AMO) – the number of intervals of values corresponding to the Defense Ministry and expressed as a percentage of the total number of cardio studied series,
- index of regulatory systems tension (IT),
- S0-the power of slow waves of the second order.

Athletes received with the aim of to restore and maintain optimal health state fitonol drug, which is a mixture of amino acids, vitamins, minerals, and herbal adaptogens. The analysis took into account indicators of cardiac hemodynamics: cardiac index (CI) as the main criterion for circulatory status, stroke index (SI), heart rate (HR), myocardial stress index (MSI).

The analysis of HRV, were taken into account the recommendations of the European and North American cardiac electrophysiological Societies (1996) and a group of Russian experts (2002). We analyzed the time (R-R, MxDMn, RMSSD, pNN50, SDNN, AMo50, SI) and spectral (TP, HF, LF, VLF, ULF) of HRV indices, as well as basic (HR, MCV, SCV, CI, SI) cardiohemodynamics indicators.

The analysis of HRV after 1.5 hours recovery period, after the conducted training sessions compared to before the load is measured at 6 - point scale on the following criteria with recommendations for optimal management coach training process athlete and his correction [1]:

6 points: Adapting to stress is adequate, «supercompensation» IT below the original; HF was increased; LF and VLF decreased, the ratio LF/HF 0,5 or less; TP increases, load without restrictions is recommended for this adaptation .

5 points: Adaptation adequate, IT-near to the original, HF, LF and VLF, LF/HF and TP at the same value. Recommendations for training - without restrictions.

4 points : for HRV adequate adaptation, IT increased by not more than 50%, LF and VLF increased by not more than 50 %, HF was reduced not more than 50%, LF/HF is not more than 1,5; TP is reduced no more than 50%. Recommendations - developing training, without the «stress» load.

3 points: Adaptation for HRV inadequate, IT increased by 100%, of HF reduced to 100%, the LF and VLF increased to 100%, LF/HF to 2,0, TP lowered to 100%. Recommendations for the training process - only supporting training.

As a result, compared the HRV of athletes in the current 2015 with the HRV in the same period of the last preparatory phase of the training process in 2014.

Mean cardiac hemodynamics and HRV in the morning after a training day were detected in all athletes. As signs no full recovery on morning after training were considered indicators: BSI - Baevsky stress index characterizing the activity of the parasympathetic division (normal 80-300); ISA - an index of sympathetic activity that characterizes the activity of the sympathetic division (normal 30-70) [2].

Rowers at rest have a balanced version of the vegetative regulation; after loading at 1 - predominance of sympathetic regulation, at 1 - the predominance of the parasympathetic ANS regulation, which indicates the economization functions ANS, at 1 - balanced state of HRV, which in the process of training activity reflects the optimal adaptive processes.

It has been established that there is a specific focus of activities such as canoeing, kayaking (women's distance 200m race and 500m), which is in the growth of autonomous regulation of activity in the process of training. This is confirmed by the analysis of HRV data is obtained after the training sessions, when athletes-rowers increases the activity of autonomic regulation and increased spectral structure indicators (TP, HF, LF, VLF).

The analysis of HRV in 2014 and 2015, found that the capacity of sportsmanship rowers (2014 – 3-rd place at the World Cup; 2015 – 1-st place at the World Cup in kayak-four K-4 500m) is associated with a new level of adaptation where athletic performance is achieved at a lower voltage regulation systems. In 2015, compared to 2014 in the group of athletes-rowers saw an increase in activity of adaptation mechanisms and the activity of parasympathetic regulation: marked by higher values of SDNN, RMSSD, pNN50, CV, TP, HF, BP and lower figures IVB, IT, VIR.

The results of the analysis of HRV showed that significant differences between the indices of HRV and cardiac hemodynamics in the whole group of athletes have been observed on the following parameters: RRmax, SDNN, RMSSD, pNN50, CV, TP, VLF, HF, BP, IVB, IT, VIR.

HR analysis, R-R interval and the level of HR testified to a normal heart rhythm in athletes. But in 2014, athletes-rowers had a longer duration RR-intervals, on average, by 90ms, compared to the same period of 2015, a higher heart rate level (above 0,8) and high values of TP, HF, LF, VLF, which was indicative of a high activity independent regulation mechanisms and large functional reserve of the cardiovascular system. The high level of absolute power VLF and their share in TP, according to a reflection hyperadaptive condition, characterized by stress adaptation mechanisms.

One of the indicators characterizing the ratio of sympathetic and parasympathetic influences, is the index vagosympathetic interaction LF/HF. Balanced tone of the sympathetic and parasympathetic centers ($1,5 \leq LF/HF < 2,5$) was detected in 2 athletes.

One athlete has the prevalence of moderate of sympathetic influences, demonstrating the centralization of heart rhythm management, and a higher price of physiological adaptation to the current load. This is confirmed and the amount of

centralization index (IC), in which athletes testified more pronounced activity of the central contour of heart rhythm regulation in relation to the autonomous.

Thus, the results of the study imply that statistical and geometric figures and some of the spectral characteristics (HF, HFnorm, LFnorm) HRV uniquely reflect the ratio of autonomous and central regulatory mechanisms in athletes-rowers with different oriented sports specialization; in athletes of this group of cardiac adaptation to current loads carried mainly by autonomous mechanisms in athletes, sports specialty has a short sprint (200 m) - at the expense of the central.

The main results are summarized in Table 1.

Table 1 – Average values of HRV - athletes rowing in 2014 and 2015

Index	2014 (n = 3)	2015 (n = 3)	p
Interim analysis			
RRmin, ms	829,7	885,1	0,284
RRmax, ms	1241,7	1410,3	0,003
RRNN, ms	1046,3	1121,9	0,138
SDNN, ms	67,9	95,2	0,002
RMSD, ms	71,3	109,6	0,001
pNN50, %	41,6	59,1	0,010
CV, %	6,5	8,5	0,015
Spectral analysis			
TP, ms 2	4780,9	8932,3	0,003
VLF, ms 2	1645,2	2593,5	0,021
LF, ms 2	1218,4	1943,0	0,103
HF, ms 2	1917,2	4396,0	0,003
LF/HF	1,0	0,5	0,209
%VLF	35,5	34,2	0,777
%LF	24,1	19,5	0,195
%HF	40,4	46,3	0,255
Cardiointervalography by R.M. Baevsky			
Heart rate, bpm	58,7	55,5	0,246
Mo, s	1,0	1,1	0,296
AMo, %	33,3	26,6	0,066
Me, s	1,0	1,1	0,135

Revealed the magnitude of the adaptive reserve indicates a high level of adaptive capacity for all athletes, and the values of the absolute power of VLF waves and VLF norm - for voltage regulation mechanisms; index LF/HF and IC showed the centralization of regulatory influences.

The magnitude of the absolute and relative power LF all athletes differed significantly in 2014 and 2015, while the absolute power of LF significantly (3-5 times) exceeds the standard value; the relative power of LF corresponds to them. The increase in the absolute power of LF waves in 2015 is interpreted by us as a result of maintaining hemodynamic homeostasis athletes that provides the connection of non-specific adaptation mechanisms during treatment with the.

Conclusions:

1. The analysis of heart rate variability data athletes specializing in rowing, pointed to a normotensive type of heart rhythm regulation and increased centralization of control heart rhythm; in favor of which showed significantly higher, and the voltage indicators AMo index ($P < 0.05$) with a load (orthostatic test) in the preparatory period of training, compared to the same period last year. The rest vegetative balance shifted toward vagal influences intensified activity of an independent contour of regulation, the effect of respiration on heart rhythm. Athletes with the load and at rest have significant ECG changes were not found.

2. Athletes in terms of significant differences in heart rate compared to the same period last year, have not been identified, however, a load at this time there was observed economization in the vascular circulation (increase stroke volume without increasing heart rate). In the preparatory period of the current year of preparation it was observed significantly higher vagal activity.

3. Increased vagal activity at rest indicates the activation of the subcortical centers and the prevalence cardio-center activity. Apparently, the observed changes were due to the need to mobilize the functional reserves and related to the inclusion in the process of adaptation of higher vegetative centers.

4. When the load in the preparatory period of the year preparing increasing centralization management of heart rhythm associated with increased sympathetic regulation, which suppresses activity of an independent contour. The ratio of the spectral characteristics, of distinct differences were found.

References

1. Akselrod S., Gordon D., Madvwed J.B. et al. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis // Amer. J. Physiol., 1985. V. 249. P. 867–875.
2. Pichot V., Roche F., Gaspoz J.M. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners // Sci. Sport Exerc., 2000. V. 32. № 10. – P. 1729.
3. Khripach V.A. Brassinosteroids: a new role of steroids as bio-signaling molecules (with V. Zhabinskii, R. Karnachuck) // Chemical Probes in Biology. Ed. M.P. Schneider. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2003. P.153–165.

15.05.2016

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ПОДГОТОВКА СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА: РЕКОМЕНДАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОГО ОЛИМПИЙСКОГО КОМИТЕТА

**Майкл Ф. Бергерон, Марго Моунтджой, Нейл Армстронг, Майкл Чиа,
Жан Коте, Керолин А. Эмери, Эвери Файгенбаум, Гари Халл Мл.,
Сьюзи Кримлер, Майкл Леглиз, Роберт М. Малина, Анне Марте
Пенсгаард, Алекс Санчез, Торбъерн Солигард, Джорунн Сундгот-
Борген, Вильлем ван Мехелен, Хуанита Р. Вайзенстайннер, Ларс
Энгебретсен**

Перевод с английского

С. С. Новиков, К. С. Тихонова, Г. М. Загородный,

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр спорта», Республика Беларусь

Аннотация

Занятия спортом в детско-юношеском возрасте имеют множество преимуществ, среди которых укрепление здоровья и развитие хорошей физической формы.

Однако юные спортсмены и те специалисты, которые осуществляют их подготовку, сталкиваются с определенными трудностями, влияющими на последующий спортивный результат. По этой причине Международным олимпийским комитетом были разработаны рекомендации для содействия управлению подготовкой юных спортсменов на основе детального анализа современных достижений науки и практики, касающихся подготовки спортивного резерва. МОК рекомендует всем спортивным организациям руководствоваться приведенными ниже принципами.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE CONSENSUS STATEMENT ON YOUTH ATHLETIC DEVELOPMENT

Annotation

The health, fitness and other advantages of youth sports participation are well recognised. However, there are considerable challenges for all stakeholders involved — especially youth athletes — in trying to maintain inclusive, sustainable and enjoyable participation and success for all levels of individual athletic achievement. In an effort to advance a more unified, evidence-informed approach to youth athlete development, the IOC critically evaluated the current state of science and practice of youth athlete development and presented recommendations for developing healthy, resilient and capable youth athletes, while providing opportunities for all levels of sport participation and success. The IOC further challenges all youth and other sport governing bodies to embrace and implement these recommended guiding principles.

Введение

Цель данных принципов – содействовать укреплению здоровья, достижению роста спортивных результатов юных спортсменов на всех этапах подготовки и популяризации юношеского спорта. Тем не менее, это является непро-

стой задачей для всех лиц, вовлеченных в процесс подготовки юных спортсменов: родителей, тренеров, уполномоченных лиц, официальных руководящих органов в спортивной отрасли и естественно – самих юных спортсменов.

Начальная подготовка юного спортсмена основана на выявлении у ребенка задатков и способностей. Эта оценка субъективна и ограничена, потому что развитие способностей у юного спортсмена индивидуально и связано с его физическим и физиологическим развитием, а также его общением с другими людьми. Иными словами, спортивным перспективам ребенка довольно сложно дать оценку на этапе начальной подготовки, и у каждого спортсмена свой темп роста спортивных результатов от этапа к этапу спортивной подготовки. Совершенствование специальных физических качеств и освоение техники избранного вида спорта также накладывают свой отпечаток на становление ребенка как спортсмена.

В настоящее время проводятся исследования развития специальных физических качеств по видам спорта, мотивации к занятиям спортом и спортивного поведения в образованной спортивной культуре, но при этом изучение сфокусировано на спортивных карьерах отдельных, добившихся успехов спортсменов. Соответственно, в спортивной отрасли почти отсутствуют исследования, посвященные изучению завершивших спортивную карьеру спортсменов, получивших травмы, а также сопутствующих факторов тренировочного процесса – таких как переутомление, перетренированность и эмоциональное выгорание.

Также необходимо расширить представления о развитии детско-юношеского спорта в целом, чтобы принять во внимание его «культуру» в целом и «культуру» конкретных видов спорта, а также лежащую в их основе философию, индивидуальные особенности работы тренеров, влияние родительских ожиданий на юных спортсменов.

Для распространения комплексного подхода к подготовке спортивного резерва, в ноябре 2014 года в МОК было проведено экспертное заседание для разработки рекомендаций. Перед экспертами были поставлены следующие задачи:

1. Выделить основные тенденции развития и главные проблемы детско-юношеского спорта, а также дать критическую оценку современным достижениям науки и практики, связанным с подготовкой спортивного резерва.

2. Разработать методические рекомендации для концепции спортивной подготовки юных спортсменов, предоставляющей возможности для всех вовлеченных в нее сторон.

СОЗРЕВАНИЕ

Оценка биологического созревания и его сроков

Биологическое развитие представляет собой непрерывный процесс, который начинается с зачатия и продолжается на протяжении двух десятилетий после рождения человека. Протекание соответствующих биологических процессов изучается и оценивается для определения стадии зрелости (например, определение биологического возраста по состоянию костей скелета и вторичным половым признакам). Сроки биологического созревания определяются по специфическим признакам, например, достижение максимального роста тела и возраст появления менархе.

Состояние костей скелета является наиболее подходящим признаком, позволяющим определить зрелость, как в период детства, так и юношества. Этот

метод можно использовать для определения предполагаемого роста (увеличения длины тела) спортсмена, что важно в некоторых видах спорта. Рентген и МРТ часто используются для определения состояния костей скелета, особенно в некоторых мужских видах спорта. На точность данных методов исследования влияют такие факторы, как раннее созревание, разница в развитии костей скелета у представителей разных национальностей. Метод определения по вторичным половым признакам можно использовать только в период полового созревания, однако данный метод также может привести к противоречивым результатам.

Оценка предполагаемого роста спортсмена – это метод определения его зрелости, используемый в практике подготовки юных игроков в американский и обычный футбол. Наступление зрелости определяется как соотношение предполагаемого максимального роста и предполагаемого времени его достижения. Однако беспристрастный анализ данного метода указывает на наличие некоторых ограничений: предполагаемый возраст связан с фактическим возрастом, а временной шаг равен 0,5 года. Кроме того, исследования предполагаемого роста были проведены на группе спортсменов европеоидного происхождения, что ограничивает использование результатов таких замеров в глобальном масштабе.

Данные исследований указывают на то, что интенсивный рост юношей приходится на период с 13 до 15 лет, что не согласуется со статистикой по юным спортсменам высокого класса юного возраста, созревание которых начинается раньше. Определение этноса создает определенные проблемы, более того, в некоторых государствах запрещено определять этническую принадлежность спортсменов.

Физиологические изменения и спортивная форма в период созревания

Мышечный метаболизм

Исследования с использованием биопсии мышц указывают на то, что концентрация аденоzinтрифосфорной кислоты (АТК) не зависит от возраста, однако у мальчиков в период с 11 до 15 лет отмечается увеличение концентрации фосфокреатина и гликогена. Расход запасов гликогена под воздействием тренировочных нагрузок сильнее выражен у взрослых, об этом свидетельствует увеличение с возрастом накопления соли молочной кислоты (лактата) в мышцах. У детей и подростков во время напряженных тренировок накапливается меньше лактата, чем у взрослых, а также доказана обратная зависимость между возрастом спортсмена и максимальным потреблением кислорода, и содержанием лактата. Тем не менее, взаимосвязь содержания лактата в крови, пола и возраста пока научно не доказана. Немногочисленные исследовательские данные указывают на наличие у детей и подростков повышенной окислительной ферментативной активности по сравнению со взрослыми, а также наличие у детей до начала периода полового созревания пониженной гликолитической ферментативной активности по сравнению с подростками или взрослыми. Тем не менее, различия между подростками и взрослыми по гликолитической ферментативной активности не существенны.

Во время выполнения упражнений без максимальной нагрузки способность детского организма к повышенному окислению липидов и, следовательно, накоплению гликогена означает, что ребенок хорошо подготовлен к длительным физическим нагрузкам средней интенсивности. У юных спортсменов отмечается повышенный уровень экзогенного окисления углеводов по сравнению со

взрослыми, однако неизвестен уровень оптимального пополнения углеводов для поддержания показателей выносливости у юных спортсменов.

Сила мышц

Развитие силы мышц зависит от совокупности мышечных, нервных и биомеханических факторов. В детском возрасте рост силы мышц не зависит от пола спортсмена. В подростковый период появляются первые различия: у мальчиков наблюдается ускоренный рост силы, тогда как у девочек сила продолжает расти с тем же темпом, что и в детстве. В основе различий в силе мышц между мальчиками и девочками лежат особенности работы конкретных групп мышц. Вместе с тем, в среднем при достижении половой зрелости разница в силе между спортсменами мужского и женского пола составляет около 50 %.

Аэробная и анаэробная выносливость

Можно проследить почти линейный рост максимального потребления кислорода у мальчиков в период с 8 до 18 лет. Подобная тенденция наблюдается и у девочек, у которых происходит стабилизация МПК на определенном уровне в середине подросткового периода. Максимальное потребление кислорода увеличивается у мальчиков в период с 8 до 16 лет на 150 %, и у девочек на 80 %, различия максимального потребления кислорода по полу начинаются с 10 % в возрасте 10 лет и доходят до 35 % к 16 годам. Увеличение мышечной массы оказывает существенное влияние на максимальное потребление кислорода в подростковый период. В период полового созревания происходит увеличение показателя максимального потребления кислорода независимо от возраста,росто-весовых показателей и компонентного состава тела спортсмена. Существуют научные свидетельства того, что у детей и подростков по сравнению со взрослыми наблюдается более широкий потенциал окислительного метаболизма.

Целью исследования анаэробной выносливости является оценка максимальной (пиковой) мощности с помощью Вингейт-теста на велоэргометре. В соответствии с результатами теста, наблюдается линейный рост показателей анаэробной мощности у мальчиков и девочек в период с 7 до 12 лет. С 12 лет у мальчиков наблюдается ускоренный рост по сравнению с девочками, при этом в период до 12 лет девочки часто опережают мальчиков по этому параметру из-за ускоренного созревания, однако к 17 годам разница между мальчиками и девочками по анаэробной мощности составляет 50 %. Отмечается асинхронный рост аэробной и анаэробной мощности, связанный с периодом созревания и возрастом. В период с 12 до 17 лет пиковая мощность у девочек увеличивается на 65%, у мальчиков на 120 %. У обоих полов в возрасте с 12 до 17 лет наблюдается более заметный рост пиковой мощности, по сравнению с максимальным потреблением кислорода, на 70% у мальчиков и 25 % у девочек.

Работоспособность и скорость восстановления

У мальчиков с детства до достижения возраста половой зрелости постепенно снижаются работоспособность и скорость восстановления после высокоинтенсивных нагрузок. У девочек показатели работоспособности и времени восстановления в середине подросткового периода остаются на одном уровне. Для детей в период роста по сравнению со взрослыми свойственно ускоренное восстановление кинетических характеристик реакций кардиореспираторной системы, повышение окислительной активности ферментов в мышцах, увеличение скорости повторного синтеза фосфокреатина, активация деятельности мотонейронов, более активное выведение промежуточных продуктов метаболизма.

Воздействие тренировочной нагрузки

В период до начала полового созревания детям полезны упражнения на повышение работоспособности. В процессе роста у детей отмечается усиление реакции мышц на тренировочную нагрузку. До начала пубертатного периода разница в тренированности у мальчиков и девочек незначительна, она увеличивается с наступлением подросткового периода.

В настоящее время неизвестно, какие возрастные изменения приводят к усилию тренированности у мальчиков. Также отсутствуют убедительные доказательства того, что изменения аэробных и анаэробных реакций на тренировочное воздействие связаны с возрастом, полом или созреванием детей.

Сон

В период полового созревания у детей происходят гормональные и неврологические изменения, влияющие на регуляцию гомеостаза и циркадного цикла сна. Подростки ложатся спать и встают позже по сравнению с детьми, оптимальная длительность сна в этом возрасте составляет 8,5–9,5 часов. Тем не менее, результаты международных исследований показывают, что для подростков характерен недостаток сна, вызванный необходимостью посещения школьных занятий в утренние часы, высокими академическими требованиями, общественной деятельностью, потреблением большого количества кофеина, просмотром телевизора в ночное время.

У юных спортсменов большую часть времени занимают тренировки, что ещё более сокращает длительность сна. Научные данные указывают на возможность возникновения негативных последствий, вызванных нехваткой сна. Необходимо поддерживать правильный режим сна, чтобы избежать отрицательных последствий для здоровья, поведения, самочувствия и роста спортивных результатов спортсмена.

Рост, развитие и рост спортивных результатов

На рост спортивных результатов у юных спортсменов оказывают влияние скорость роста и взросления. Спортивный отбор в юношеском спорте проходит также в период полового созревания и интенсивного роста – с 9 до 15 лет. Рост спортивных результатов повышается по мере интенсификации процесса спортивной подготовки, а правильно подобранные аэробные, анаэробные тренировочные нагрузки, тренировки на развитие выносливости и повышение работоспособности позволяют усилить результат.

Таким образом, первичный отбор, долгосрочный прогноз роста спортивных результатов и процесс спортивной подготовки являются проблемными моментами для современного юношеского спорта. Имеющуюся научную базу можно использовать в процессе принятия решений о спортивных перспективах ребенка, однако лицам, вовлеченным в тренировочный процесс юных спортсменов, необходимо принимать во внимание, что рост или спад спортивных результатов может быть в большей степени связан с ростом и половым созреванием спортсмена, чем с программой спортивной подготовки или применяемыми методиками обучения.

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ СО ЗДОРОВЬЕМ, САМОЧУВСТВИЕМ СПОРТСМЕНА И ЕГО СПОРТИВНЫМ РЕЗУЛЬТАТОМ

Специализация

Для современного спорта характерна ранняя специализация детей по видам спорта. Данная тенденция наблюдается не только в плавании, прыжках в

воду, фигурном катании, спортивной гимнастике, но и в других видах спорта. Это явление связано наличием инвестиций со стороны заинтересованных сторон, стремлением участвовать в олимпийских играх и других спортивных соревнованиях высокого ранга. Вышеуказанные обстоятельства привели к созданию методик выявления одаренных и талантливых детей, оценки спортивного потенциала, разработке программ раннего отбора и специализации, призванных выявить и направить юные таланты в профессиональный спорт.

Рост профессионализма и соперничества в юношеском спорте привел к необходимости увеличения длительности и интенсивности тренировок и, как следствие, сокращению времени на отдых и восстановление сил. Ещё одним следствием этих процессов являются рост спортивного травматизма и заболеваемости в юношеском спорте, переутомление, перетренированность и эмоциональное выгорание.

Однако исследования указывают на то, что желательно избегать ранней специализации в спорте, потому что возможность попробовать себя в разных видах спорта содействует повышению уровня общей физической подготовленности юного спортсмена, снижает вероятность получения травм и повышает вероятность того, что ребенок найдет тот вид спорта, в котором он преуспеет. Многие успешные спортсмены занимались несколькими видами спорта до принятия решения о выборе специализации.

Тем не менее, МОК планирует дополнить рекомендации о воздержании от ранней специализации научно доказанными фактами, указывающими на то, что дети, занимавшиеся несколькими видами спорта и выбравшие специализацию после достижения половой зрелости, выступали более успешно, имели меньшее количество травм и их спортивная карьера была продолжительнее, чем у спортсменов с ранней специализацией.

Травмы и здоровье в тренировочном процессе

Травмы опорно-двигательного аппарата

Многим юным спортсменам приходится приостанавливать или завершать свою спортивную карьеру из-за получения травм. Травмирование происходит как следствие перетренированности и монотонности нагрузок, негативное влияние которых усиливается при недостаточном отдыхе для восстановления после нагрузок или накопленной усталости. Риск получения травм особенно велик при резком увеличении интенсивности тренировочной нагрузки или недостаточном уровне подготовленности спортсмена для перехода на новый уровень подготовки. Активный рост длины тела может способствовать возникновению специфических травм позвоночника (например, неподвижность позвоночника, смещение нижних поясничных позвонков), травм прилегающих поверхностей (например, рассекающий остеохондрит), воспаление апофиза (например, асептический некроз пяткочной кости, остеохондропатия бугристости большеберцовой кости). Также большую роль играют травмы, связанные с ростом хрящей.

Рост и половое созревание

На протяжении долгого времени считалось, что интенсивные спортивные тренировки могут влиять на процессы роста, хотя результаты исследований не доказывают данное утверждение. Невысокий рост юных спортивных гимнастов часто объясняется негативным влиянием тренировочных нагрузок. Поэтому необходимо подчеркнуть, что в настоящее время общепризнан тот факт, что занятия спортивной гимнастикой не тормозят процессы полового созревания и роста. Юные гимнасты и гимнастки растут и развиваются с теми же темпами, что и

обычные дети, для которых характерно так называемое позднее взросление. Следует отметить, что юные фигуристы и прыгуны в воду в среднем также невысокого роста, хотя и несколько выше, чем гимнасты. Подтверждено фактами, что систематические тренировочные нагрузки в детско-юношеском возрасте не оказывают влияния на половое созревание. Вместе с тем начало менструаций у девочек в отдельных видах спорта в среднем происходит позднее, однако это частично совпадает со стандартным отклонением в генеральной совокупности.

Сердечная деятельность

Несмотря на пользу регулярной физической активности для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, заболевания данной группы являются наиболее частой причиной внезапной смерти среди юных спортсменов. Для предотвращения риска гипертензии, врожденного порока сердца, аритмии, шумов в сердце, органических или приобретенных заболеваний сердца необходимы углубленные обследование. Однако, в настоящее время остается спорной необходимость проведения скрининга (комплексного обследования сердечно-сосудистой деятельности) для допуска к соревнованиям, в т.ч. у юных спортсменов, для профилактики (крайне низкого уровня) внезапной смертности. В то же время в материалах некоторых исследований рассматриваются физиологические особенности «спортивного сердца» детей предпубертатного периода под влиянием интенсивных тренировочных нагрузок, однако эти органические изменения незначительны и могут быть адаптивным откликом на нетипичные условия.

Тем не менее, учитывая вышеизложенное, рекомендуется проведение углубленного лонгитюдного исследования кардиологических характеристик и профиля здоровья у юных спортсменов высокого класса.

Травматизм и меры его профилактики

Количество травм среди юных спортсменов

По оценкам специалистов, случаи травмирования, требующие оказания медицинской помощи, среди спортсменов в возрасте от 11 до 18 лет ежегодно фиксируют в 35 из 100 случаев получения травм. Из общего количества травм, на травмы нижних конечностей и на сотрясение мозга соответственно приходится более 60% и 15%. Наибольшее количество травм получают мальчики, занимающиеся хоккеем на льду, регби, баскетболом, футболом, американским футболом, а также борьбой, бегом и сноубордингом. Наибольшее количество травм у девочек, занимающихся баскетболом, футболом, хоккеем на льду, гимнастикой, хоккеем на траве и бегом. Высокие требования к техническому мастерству спортсмена в данных видах спорта приводят к высокому риску получения травм.

Профилактика травматизма в юношеском спорте

Занятиям спортом сопутствует получение травм. Однако меры профилактики травматизма могут уменьшить частоту и серьезность травм. Для снижения случаев травмирования от 28 % до 80 % при занятиях футболом, гандболом, баскетболом рекомендуется использовать упражнения на развитие силы, выносливости и координации, что особенно эффективно как мера профилактики травматизма нижних конечностей, коленей и лодыжек.

Профилактика травматизма также направлена на снижение влияния внешних факторов, в процессе тренировочной и соревновательной деятельности необходимо использование бандажей и фиксаторов для суставов, защитных кинап, тейпов, шлемов и пр., а также соблюдение техники безопасности.

К сожалению, без соблюдения мер профилактики травматизма невозможно достичь оптимальных результатов. В некоторых видах спорта пересматриваются правила, но тем не менее, анализ данных показывает, что разрешение проводить силовые приемы в хоккее на льду, от двух раз до четырех раз увеличивает риск возможного получения травм и сотрясений мозга, что привело к изменениям в национальных хоккейных правилах в Канаде и США.

Эффективность мер профилактики травматизма и внедрение результатов исследований по профилактике травматизма зависят от вида спорта, возраста и уровня подготовки спортсменов, а также организационно-управленческой структуры спортивной отрасли.

Также доказано, что тренеры, спортсмены и родители обладают недостаточными знаниями о профилактике травматизма, следствием чему является пренебрежение техникой безопасности и мерами профилактики травматизма.

Следовательно, необходимо уделить внимание эффективным на практике мерам профилактики травматизма во всех видах спорта, акцентируя внимание на потенциально травмоопасных видах спорта (например, регби, хоккей на траве, футбол, волейбол, бег, гимнастика, боевые искусства, теннис и борьба).

Хронические и острые заболевания

Несмотря на то, что многие заболевания несовместимы с занятиями спортом высших достижений, немало юных спортсменов тренируются и принимают участие в соревнованиях, имея при этом такие диагнозы как астма, гиперактивность, инсулинозависимый тип диабета, железодефицитная анемия или определенные ортопедические пороки. Тем не менее необходимо снизить риск получения травм и для таких спортсменов.

Перерыв в тренировочном и соревновательном процессе зачастую терапевтически оправдан, и в конечном итоге, приносит больше пользы спортсмену, чем попытки следовать привычному спортивному режиму и, тем самым препятствовать восстановлению после травмы или выздоровлению после острого заболевания. Врач, несущий ответственность за здоровье спортсмена, должен свести к минимуму риск для его здоровья, а также дать спортсмену, тренеру, родителям необходимые указания, в особенности касающиеся потенциально опасных состояний, таких как припадки эпилепсии, гипогликемия в случае инсулинозависимого диабета или риск внезапной смерти.

До начала соревнований как часть предсоревновательного осмотра спортсмена, имеющего хроническое заболевание, должна быть выполнена следующая процедура:

- 1) поставлен основанный на фактических данных диагноз,
- 2) указана его степень тяжести и прогрессирования,
- 3) указаны потенциальные ограничения для спортсмена из-за хронического заболевания или способы лечения,
- 4) указан возможный риск для здоровья из-за хронического заболевания или лечения,
- 5) заявка о необходимости терапевтического использования запрещенных субстанций, необходимых для лечения хронического заболевания, если требуется разрешение ВАДА.

Антидопинговые правила обычно не доставляют проблем для юных спортсменов высокого класса, страдающих хроническими заболеваниями, т.к. врач команды действует в рамках международного стандарта для терапевтического использования запрещенных субстанций Всемирного антидопингового кодекса. Иногда необходимо проведение дополнительного осмотра либо поста-

новка дополнительного диагноза для специализированного медицинского лечения. Однако спортсмены высокого класса обычно проходят углубленные медицинские обследования, поэтому маловероятна необходимость дополнительной диагностики.

Психологическая перегрузка из-за чрезмерных требований и ожиданий

Психологический стресс может оказывать на человека как мобилизующий, так и дезорганизующий эффект. Психологическая перегрузка возникает как следствие чрезмерного уровня стресса, не оказывающего положительного воздействия. На юных спортсменов оказывают влияние завышенные требования и ожидания, из-за чего и возникает психологическая перегрузка (из-за собственных, тренерских или родительских ожиданий). Невозможно представить каким образом юные спортсмены воспринимают стресс и какие используют способы борьбы с ним, часть юных спортсменов эмоционально выгорает и завершает свою спортивную карьеру, несмотря на то, что были довольно перспективны. Использование особых критериев (например, измерение уровня кортизола и проведение тестов для определения настроения) могут содействовать выявлению юных спортсменов в зоне риска эмоционального выгорания. Существует потенциал для выявления расстройств, вызванных завышенными ожиданиями родителей и критическими замечаниями с их стороны.

Широко распространено состояние депрессии, особенно часто наблюдаемое среди девочек-подростков, а психологический стресс из-за трудностей взаимодействия с окружающей спортивной средой или же из-за травмы может усилить риск и глубину депрессии и беспокойства. Во время тренировок юные спортсмены приобретают особые навыки и целевые установки, помогающие им успешно справиться со стрессом или уменьшить страх от возможных неудач. Соревновательная борьба, свойственная для большинства видов спорта, и знание требований к данному виду спорта напрямую связаны с достижениями спортсмена. Необходимо также проанализировать потенциальные взаимосвязи между стрессами в спорте и стрессами, типичными для подростков.

Тренеру необходимо создать здоровый психологический климат, в котором будет проявляться меньше стрессов и более высокая мотивация на результат, что особенно важно при занятиях спортом высших достижений, где превалирующим является желание достигнуть цели, которое может привести к травмированию. Позитивный психологический климат и поддержка родителей важны для сглаживания или преодоления стрессовых ситуаций.

Захист юних спортсменів від жестокого обращення в спорте

В то время как сексуальное насилие и домогательства представляют одну из наиболее серьёзных опасностей для детей, в спорте находят место и другие формы проявления жестокости – физическое и эмоциональное насилие, в т.ч. принуждение к дополнительным физическим нагрузкам. Перечень опасностей для юных спортсменов выходит за рамки межличностных отношений и включает в себя также опасности организационного характера, как, например, применение программы подготовки, способствующей возникновению перетренированности, поощрение издевательств старших детей над младшими, применение физических наказаний или применение практик отбора, приводящих к нарушениям питания.

Еще одна опасность организационного характера – непрофессионально оказанная медицинская помощь. В частности, в юношеском футболе отмечено

чрезмерное и часто систематическое использование болеутоляющих средств врачами команд. По данным исследований, 25 % юных спортсменов назначались медицинские препараты в чрезмерных количествах (болеутоляющие, стимуляторы, снотворное, успокоительное), также 13–68% юных спортсменов признались в злоупотреблении анаболическими стероидами для улучшения своих спортивных показателей.

Также существует проблема недостаточного медицинского обеспечения спортсменов во время тренировок и соревнований, и возникновение ситуаций, когда решением медицинских вопросов занимаются тренеры или медицинские работники, не обладающие знаниями об особенностях медицинского обеспечения в спорте.

Необходимо уделить больше внимания распространенности различных форм жестокого обращения с юными спортсменами и связанным с ней рисками. Необходим комплекс мер для сохранения здоровья и содействия профессиональному росту юных спортсменов.

Питание: потребности в энергии и прием пищи, биологически активные добавки

Из-за существования отличий протекания метаболических процессов у юных спортсменов и методологических трудностей в оценке энергетических затрат, довольно сложно определить энергетическую потребность юных спортсменов. Норму потребления углеводов и жиров можно определить с помощью специально разработанных рекомендаций. Юным спортсменам нет необходимости принимать протеиновые добавки, поскольку весь необходимый белок они могут получить непосредственно из пищи при условии правильно подобранного рациона питания. У многих юных спортсменов наблюдается дефицит витамина Д, который можно восполнить приемом пищевых добавок. Это необходимо для обеспечения здорового состояния костей и снижения риска получения травм. Прием пищевых добавок, содержащих железо (особенно девочками), должен происходить в соответствии с принятыми программами и с использованием только проверенных медицинских средств. Часто необходим дополнительный прием препаратов кальция, особенно девочкам в подростковом возрасте, для удовлетворения рекомендованной нормы ежедневного 1300 мг в день. По результатам исследований у высококвалифицированных тренеров и спортсменов-подростков часто наблюдается недостаток знаний о правильном питании.

Общераспространена практика приема пищевых добавок (в т.ч. энергетических напитков) и действия для увеличения мышечной массы (например, повышенный прием белка), особенно среди мальчиков-подростков. Употреблению добавок способствуют следующие факторы: стремление улучшить спортивные результаты, достичь желаемых идеалов физической формы и широкая доступность пищевых добавок, предназначенных для юных спортсменов. Практика приема биологически активных добавок для повышения работоспособности юных спортсменов является неуместной. Спортсмены, принимающие биологически активные и пищевые добавки, также рискуют нарушить антидопинговые правила.

Расстройства приема пищи у юных спортсменов

Вес и компонентный состав тела являются важнейшими характеристиками в некоторых видах спорта. У юных спортсменов при попытке соответствовать различным ожиданиям – собственным, требованиям других или правилам соревнований, развивается «относительный дефицит энергии в спорте», в сочетании или без с «беспорядочным приемом пищи» и «расстройствами приема

пищи». Распространенность беспорядочного приема пищи высока среди спортсменов-представителей индивидуальных видов спорта, а пик появления расстройств приема пищи совпадает с началом спортивной специализации и за-вышением требований конкуренции. Расстройства приема пищи характерны для 3% от общей численности юных спортсменов высокого класса и для 14% от общей численности спортсменок высокого класса, в то время как в контрольной группе, не занимающихся спортом детей, цифры составляют 0% у мальчиков и 5% у девочек. Оба указанных заболевания могут привести к серьезным ухудшениям здоровья и спаду спортивных результатов.

На возникновение расстройств приема пищи оказывают влияние культурные, индивидуальные, семейные, генетические, биохимические факторы, а также специальные диеты для улучшения спортивных результатов, личностные факторы (перфекционизм, максимализм), желание похудеть, частая езда на велосипеде, ранняя спортивная специализация, перетренированность, недолеченные травмы и их рецидивы, неприемлемые методы работы тренера, советы родителей, правила в некоторых видах спорта.

Учитывая потенциальный вред, который могут принести указанные заболевания, важно их диагностировать во время ежегодного медицинского осмотра. Однако симптоматика этих заболеваний может быть нечеткой, что осложняет постановку диагноза. Спортсмены, занимающиеся субъективными видами спорта (где судьи ставят им оценку в баллах), единоборствами и видами спорта, требующими большой выносливости, особенно подвержены риску, поэтому необходима ранняя диагностика и реализация мер профилактики. Лечение должно быть начато, если у спортсмена наблюдается резкое снижение веса, при недостатке нормального роста и развития, повторяющихся травмах и заболеваниях, перепадах настроения и резком снижении работоспособности.

В настоящее время проводится довольно мало исследований по профилактике расстройств приема пищи у юных спортсменов. Тем не менее, недавние результаты пилотажного (пробного) исследования свидетельствуют о возможности предупреждения расстройств приема пищи и сопутствующих симптомов у спортсменок-подростков.

Проблемы, связанные с условиями окружающей среды

Все неблагоприятные условия окружающей среды, включая жару и влажность, холод и горные условия могут доставлять проблемы и вызывать снижение работоспособности у юных спортсменов.

Реакция организма на низкую температуру, физиологические реакции и выработка тепла после физической нагрузки минимизируют риск возникновения заболеваний, вызванных холодом. Однако вдыхание холодного воздуха во время занятий спортом может иметь неблагоприятные последствия для здоровых спортсменов и спортсменов-астматиков. Кроме того, акклиматизация к холодному климату, как правило, дает незначительный результат.

Что касается тренировки в горных условиях, юношеские спортивные мероприятия и соревнования обычно проводятся на высотах, которые не могут принести вред здоровью. В то время как даже небольшие высоты могут оказать влияние на спортивные результаты, любое снижение уровня подготовленности зависит от целого ряда факторов, которые часто компенсируют друг друга. Для акклиматизации в горных условиях достаточно прибыть на место проведения соревнований за 3–5 дней. Однако юным спортсменам не рекомендуется усиленно тренироваться в условиях высокогорья или подвергать себя риску развития пассивной гипоксии.

В условиях жаркого климата для организма чрезвычайно трудно испытывать тренировочное или соревновательное воздействие без риска для здоровья, особенно, если приходится выходить на старт несколько раз в течение одного дня. На риск для здоровья и способность показать высокий результат влияют нарушения водного, теплового и солевого обмена, которые у растущего организма могут быть значительно выше. Антихолинергические препараты и другие лекарства, которые оказывают влияние на водно-солевой обмен или терморегуляцию (например, ингибитор обратного захвата дофамина для лечения дефицита внимания / гиперактивности, повышения работоспособности и в качестве мочегонного средства), на текущие и недавние заболевания (особенно предполагающие рвоту, диарею и / или лихорадку) также могут способствовать снижению защитной реакции организма и повысить риск возникновения заболеваний, вызванных воздействием жаркого климата.

Тем не менее, при адекватной подготовке (включая акклиматизацию к жаркому климату), достаточном потреблении воды и строгом контроле, можно свести к минимуму возникновение нарушений теплообмена и перенапряжения сердечнососудистой системы, а также предотвратить развитие заболеваний, вызванных воздействием жары.

СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА В ЮНОШЕСКОМ СПОРТЕ

Индивидуальные рамки развития спортсмена

Несмотря на наличие множества разнообразных программ спортивной и двигательной подготовки юных спортсменов, существуют пробелы в системе развития юношеского спорта. На начальном этапе подготовки спортсмена неверная организация учебно-тренировочного процесса и неверный выбор оптимальных упражнений и тренировочных заданий ведут к негармоничному физическому развитию ребенка, появлению травм, эмоциональному выгоранию, неполной реализации таланта и потенциала юных спортсменов и их уходу из спорта. Кроме того, в основе спортивного результата спортсмена лежат специальные навыки и умения (технические, перцептивные, нейрокогнитивные, психосоциальные, физические), которые дополняют друг друга и меняются под действием окружающей среды, системных и случайных факторов.

Из-за этих обстоятельств, и сложности перехода из юношеского спорта во взрослый, программа спортивной и двигательной подготовки спортивного резерва должна включать в себя участие в соревновательной деятельности, а также овладение более сложными элементами и арсеналом технических средств. Также программа многолетней подготовки должна охватывать все аспекты профессиональной подготовки и становления спортсмена, а также основываться на лучших, зарекомендовавших себя практиках подготовки для каждого этапа многолетней подготовки юного спортсмена. Другими словами, программа подготовки юных спортсменов не должна быть зациклена на внешних, физических и физиологических факторах взросления. Ей должна быть присуща гибкость для решения всех сложностей процесса многолетней подготовки спортивного резерва.

Эффективный комплексный подход к подготовке спортсмена должен учитывать изменения личностных, социальных и физических аспектов спортивной деятельности на этапах многолетней подготовки. Принято считать, что в основе подготовки юных спортсменов и совершенствовании навыков лежат внутриструктурные и внешние факторы, в т.ч. социальные отношения. Поэтому следует руководствоваться комплексным подходом. На подготовку юного спортсмена

оказывают влияние с одной стороны – социальный контекст (руководство взрослых и отношения с другими спортсменами), с другой стороны – личное отношение к занятиям спортом (внешнее и внутреннее).

Многообразие спортивной деятельности предоставляет юным спортсменам ряд возможностей для последующего выбора конкретного вида спорта для специализации в подростковом возрасте. Данные исследований показывают, что участие юных спортсменов в разнообразие спортивно-двигательной активности, в т.ч. вариаций игры и практики на начальном этапе подготовки является стимулом для большей активности в будущем, в спорте высших достижений и продолжении спортивной карьеры.

Выявление таланта и рост спортивных результатов

Поиск и выявление талантливых детей в настоящее время более систематизирован, чем в прошлом. Программы выявления талантливых и одаренных детей возникли в восточноевропейских социалистических странах как «научный отбор». Тем не менее программы отбора были основаны на физических параметрах и требованиях последующей успешной специализации в конкретном виде спорта, чем и были ограничены.

Эффективное определение одаренности ребенка и его перспектив в спорте остаются важнейшими задачами спортивных учреждений. Спорт – это вид деятельности с жесткой системой отбора, где до достижения высшего спортивного мастерства доходят единицы. Более того, точное выявление талантливых детей и подростков для последующей спортивной специализации – слишком сложная процедура, которую нельзя унифицировать, т.к. многое зависит от страны, ее культуры и социального контекста.

Сложности эффективного использования достоверных показателей при спортивном отборе (физиологических, когнитивных, функционального состояния, психосоциальных и т.д.) и их взаимодействие с другими латентными (скрытыми) факторами еще больше осложняют процесс выявления одаренных детей и подростков.

На успехи юных спортсменов в спорте высших достижений оказывают влияние необходимость совмещения тренировок, привычной социальной активности и контактов со взрослыми, что может привести к нарушению спортивного режима. Поэтому неудивительно, что существует явная разобщенность признанных подходов для выявления талантливых и одаренных детей с фактическими программами.

Эффективность выявления спортивного таланта в раннем возрасте основана исключительно на физических факторах и нормативных требованиях успешной специализации, и часто исключает возможность более позднего раскрытия спортивного потенциала. Кроме того, при формировании групп по этапу подготовки, старшие обычно превосходят младших. Исследования, проведенные с участием большого количества спортсменов высокого класса из разных видов спорта, показали, что конкретная спортивная специализация в детском возрасте могла быть выбрана неверно, т.к. существуют виды спорта, в которых достижение пика спортивных кондиций происходит во взрослом возрасте.

Исследования профессиональных футболистов Германии подтверждают, что многолетняя программа спортивной подготовки, включающая периодический и дополнительный отбор спортсменов, может исключить ошибки, возникающие в процессе выявления спортивного таланта в раннем возрасте.

Рост спортивных результатов в спорте высших достижений зависит от социокультурных и политico-экономических условий в государстве. Взаимо-

связь внутренних (например, рост спортсмена и скорость полового созревания, адаптация к тренировочным нагрузкам, мотивация, навыки психологической саморегуляции) и внешних (например, окружение, модель спортивной подготовки, влияние тренера, семьи, наставника) факторов определяет способность спортсмена показать высокий спортивный результат. Однако первичными определяющими успех факторами являются наследственность и социальное окружение.

Обучение тренера и достижение спортивных результатов

Тренеру юных спортсменов отведена ключевая роль в определении возможностей системы спортивной подготовки для достижения максимально высоких результатов в спорте, длительности спортивной карьеры и создании условий личного роста. Поэтому приоритетом спортивной организации должны быть обучение тренеров и повышение квалификации для закрепления их знаний. Современная теория о работе тренера основана на посылке, что для эффективной работы тренера необходимо учитывать, что:

1. знания тренера разносторонни;
2. у спортсменов есть различные скрытые способности;
3. обстоятельства оказывают сильное влияние на результаты.

Также тренеру необходимо обладать знаниями об особенностях процессов физического и психического развития, биологического созревания, их влияние на спортивный результат, а также риски получения травм.

Знания тренера

Хотя главным в работе тренера является обучение технико-тактическим действиям конкретного вида спорта, эффективность тренерской работы также связана со способностью устанавливать и поддерживать отношения с другими людьми, а также учиться на своих ошибках. Поэтому тренер в своей работе должен руководствоваться профессиональными (специфическими, касающимися определенного вида спорта), межличностными (отношения со спортсменами, родителями и спортивным учреждением) и внутриличностными (рефлексия и самоанализ) знаниями.

Капитал спортсмена и достижение спортивных результатов

Способности, уверенность, готовность к сотрудничеству и характер – это капитал спортсмена, на который тренер должен делать акцент в своей работе. Тренер несет ответственность за создание благоприятного психологического климата во время учебно-тренировочного процесса и соревнований, ему необходимо установить доверительные отношения со спортсменами, мотивировать их на рост спортивных результатов и личностное развитие.

Практика введения игровых элементов в тренировочный процесс для развития не только двигательных способностей юных спортсменов, но и проявление личностных качеств и межличностных отношений, оказывает влияние на рост спортивных результатов и дальнейший ход спортивной подготовки.

Специализация тренерской работы

Современная педагогическая практика предлагает выделение следующих четырех категорий тренеров в зависимости задач подготовки (простое участие или борьба за результат) и этапа подготовки (спортсмены юного возраста и взрослые). Эти четыре категории включают в себя тренеров, которые осуществляют подготовку спортсменов для участия в соревнованиях, обучают основам и совершенствуют технико-тактическое мастерство конкретного вида спорта – тренеры на эта-

пах начальной подготовки, начальной и углубленной специализации, достижения высшего спортивного мастерства. Эта и другие подобные классификации определяют критерии и задачи для специализации тренерской работы.

Оценка эффективности работы тренера

Интеграция трех компонентов (знаний тренера, капитала спортсмена, специализации тренера) позволяет оценить эффективность тренерской работы. Тренеру важно целостно применять свои знания – профессиональные, психологические, коммуникативные, для развития способностей спортсмена, его уверенности, отношений с другими спортсменами и воспитания характера.

Следовательно, тренерам, которые осуществляют подготовку юных спортсменов на всех этапах подготовки, необходимо сочетать в своей работе профессиональные знания, налаживать доверительные отношения и мотивировать спортсмена на высокий спортивный результат. Кроме того, тренеру необходимо учитывать свою роль как авторитетного наставника, и распределять интенсивность тренировочной нагрузки в зависимости от уровня физической подготовленности спортсмена.

Также следует совершенствовать систему подготовки и повышения квалификации тренеров.

В конечном счете, оценка эффективности работы тренера является основой для разработки образовательных стандартов и программ подготовки тренеров. Они должны включать в себя перечень профессиональных знаний, умений поддерживать доверительные отношения с учениками и другими тренерами, личный опыт как спортсмена.

Совершенствование физической формы и функциональных основ

Научные данные свидетельствуют о том, что в настоящее время у детей и подростков отмечается снижение двигательной и нервно-мышечной активности, силы мышц и способности их длительного напряжения. Данные факты могут быть следствием значительного сокращения уровня (умеренного или интенсивного) физической активности у детей школьного возраста. Уроки физкультуры не обеспечивают достаточный уровень нервно-мышечной активности, силы и других важнейших характеристик (например, возможностей системы дыхания, координации и функции равновесия). Такого уровня физической активности недостаточно, чтобы адекватно отвечать функциональным и физическим требованиям спорта высших достижений. В данных обстоятельствах, правильно построенный учебно-тренировочный процесс с нагрузками повышенной интенсивности не повлечет за собой увеличение риска появления травм, а наоборот, снизит его и позволит спортсмену достичь высоких результатов.

Эластичность мышц и разносторонняя двигательная подготовка являются основой для достижения оптимальных и устойчивых спортивных результатов в будущем. Поэтому для юных спортсменов важно заниматься упражнениями для развития силы, быстроты, силовой и скоростно-силовой выносливости.

Этап начальной подготовки юных спортсменов способствует закаливанию организма, укреплению здоровья, овладению широким кругом двигательных умений и навыков, созданию предпосылок для гармоничного развития. При этом необходимо помнить о применении индивидуального подхода к каждому ребенку.

Для оптимальной адаптации растущего организма к тренировочной нагрузке, планирование при организации учебно-тренировочного процесса подготовки спортивного резерва должно быть долгосрочным, включать в себя применение различных методов и средств обучения, периодический пересмотр про-

грамм спортивной подготовки (объема и интенсивности нагрузок) для юных спортсменов, а также оставлять время для отдыха и восстановительных мероприятий. Использование разнообразных методов тренировки нацелено на развитие и совершенствование двигательных навыков, умений и технических действий, повышение уровня физической и функциональной подготовленности, чтобы сделать спорт более безопасным и привлекательным для детей.

Данные исследований показывают, что спортсмены, в учебной программе которых на этапе начальной подготовки отсутствовали упражнения на развитие силы и выносливости, в дальнейшем испытывали проблемы замедленного прироста силы и при реабилитации после травм.

Конечным результатом оптимально построенного тренировочного процесса являются более высокий уровень развития физических качеств и способность спортсмена управлять своим поведением, сохранять спокойствие, владеть собой, принимать решения и реализовывать их.

Функциональный контроль и зависимость результатов от вида спорта

Тестирование юных спортсменов должно включать выявление скрытого таланта, определение сильных и слабых сторон, оценку организации тренировочного процесса, углубленные медицинские обследования и анализ уровня подготовленности, мотивацию спортсмена на результат, доверительные отношения между спортсменом и тренером, ориентации на повышение настоящих и будущих спортивных результатов. Специалист по физиологии спорта как член команды научно-медицинского обеспечения при совместной работе с другими специалистами (психологом, врачом, специалистом по питанию и физиотерапевтом), подбирает подходящий метод тестирования и внедряет его результаты в тренировочный процесс. Специалисты, осуществляющие сопровождение подготовки спортивного резерва, также должны знать методы оценки предполагаемого роста и созревания юных спортсменов.

Этические принципы при тестировании юных спортсменов

Этические принципы при нетерапевтическом тестировании несовершеннолетних описаны в специальных документах. Спортсменов не должны принуждать проходить тестирование.

Как правило, спортсмены проходят тестирование по инициативе и с согласия тренера. Для защиты интересов всех сторон, необходимо получить письменное согласие (родителей, опекуна) на проведение тестирования, а также уведомить спортсмена о целях, процедуре, положительных аспектах и рисках проведения данного тестирования. Желательно, чтобы договор, подписанный всеми сторонами, содержал четкое описание работы физиолога.

Тестирование юных спортсменов

Давно разработаны четкие критерии оценки функционального состояния, например, компонентного состава тела юного спортсмена, силы мышц, аэробной и анаэробной выносливости. Растет количество данных по оценке физиологических и биохимических изменений в организме непосредственно во время действия физической нагрузки. Сегодня весьма актуален вопрос расшифровки данных, полученных при определении параметров тела. Для достижения максимальной эффективности, оценка функционального состояния спортсмена должна быть максимально связана и ориентирована на конкретный вид спорта. Некоторые тесты, предназначенные для взрослых спортсменов, также могут

применяться в юношеском спорте. В настоящее время в некоторых видах спорта существует целый ряд тестов, используемых на оценки функционального состояния юных спортсменов в тренировочных условиях, однако необходимо проведение исследований для определения их эффективности.

Не обнаружено различий между проведением оценки функционального состояния в лабораторных и тренировочных условиях. Несмотря на то, что тестирование в лабораторных условиях позволяет лучше всего осуществить замер физиологических показателей и позволяет контролировать действие внешних факторов, по отдельным видам спорта более специализированно тестирование в тренировочных условиях. Проведение тестирований в лаборатории и в «поле» вместе помогают оценить степень подготовленности спортсмена.

РЕКОМЕНДАЦИИ МОК О ПОДГОТОВКЕ СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА

Несмотря на то, что общий уровень спортивной подготовки резерва значительно возрос, важнейшее значение имеют новые данные и проверенные практикой решения для совершенствования существующих методик. Также необходимо воспитать «культуру» отдельных видов спорта и юношеского спорта в целом. В настоящее время средства массовой информации уделяют чрезмерно много внимания взрослому спорту. Кроме того, проблема ранней специализации в юношеском спорте остается пока не решенной. Для снижения травматизма, полноценного отдыха и восстановления сил юных спортсменов, процесс подготовки спортивного резерва должен состоять из разнообразных тренировочных средств, направленных на развитие высокого уровня общей, специальной и технической подготовленности в конкретном виде спорта.

Признавая существующие проблемы и нехватку фактических данных о лучших методиках для каждого этапа спортивной подготовки, необходимо подчеркнуть важность профилактики травматизма, сокращения заболеваемости, охраны здоровья для достижения высокого уровня физической подготовленности и достижения высоких спортивных результатов.

Общие принципы:

* Подготовка юного спортсмена зависит от постоянно меняющихся физических, биологических и психологических показателей, поэтому необходимо применять индивидуальный подход к каждому спортсмену.

* Спортивные достижения рассматриваются в контексте развития личности спортсмена, для которого важны наличие крепкого здоровья, осмысливание опыта и эмоциональных переживаний.

* В процессе спортивной подготовки необходимо применять эффективные учебно-тренировочные средства, подобранные оптимально с учетом актуальных для спортсмена потребностей и задач.

* У юного спортсмена необходимо развивать психологическую устойчивость, саморегуляцию, самоконтроль и мотивацию на достижение высоких результатов, прививать идеалы олимпизма.

* Использование разнообразных и соответствующих возрасту методов тренировки для развития и совершенствования двигательных и социальных навыков способствует получению детьми удовольствия от спорта и регулярному посещению занятий.

* Необходимо следить за соблюдением правил, техники безопасности и мер охраны здоровья, недопустимы проявления жестокости и насилия по отношению к юным спортсменам.

* Необходимо помогать каждому спортсмену соблюдать баланс между спортивной и социальной жизнью, чтобы он был подготовлен к жизни после завершения спортивной карьеры.

Тренерская работа

* Тренеру необходимо создать позитивный психологический климат, сосредоточить внимание на способностях и уровне мастерства каждого спортсмена.

* Тренировочный процесс должен быть построен с учетом теории и методики спортивной подготовки, инноваций и доказанных научно фактов, и в то же время совершенствовать индивидуальные физические и психологические ресурсы спортсмена.

* Тренер должен работать в соответствии с целями спортивной подготовки (совершенствование уровня подготовленности или борьба за высокий результат) и задачами этапа подготовки.

* Повышение квалификации должно помогать тренеру устанавливать доверительные отношения со спортсменами и другими тренерами, совершенствовать свои коммуникативные навыки.

* Тренер должен оказывать всестороннюю поддержку спортсмену в процессе спортивной подготовки, следить за состоянием здоровья спортсмена, сочтать задачи спортивной подготовки и общего воспитания.

Тестирование и профилактика травматизма

* Разнообразие спортивно-двигательной активности, в т.ч. вариаций игры и практики на начальном этапе подготовки, делает спорт более безопасным и привлекательным для детей.

* Разработка тренером своих собственных тренировочных программ, учитывающих разнообразие тренировочных средств и методов, снижает риск появления травм из-за перетренированности и прочих негативных последствий, возникающих из-за недостаточного восстановления и отдыха.

* Необходимо соблюдать этические принципы при тестировании спортсменов и внедрять полученные в результате тестирования данные в тренировочный процесс.

* Разработка, внедрение и развитие образовательных ресурсов и программ для профилактики травматизма и укрепления здоровья юных спортсменов, таких как Get Set – Train Smarter – приложение, разработанное МОК для профилактики травматизма при подготовке к Юношеским олимпийским играм 2014 года.

* Содействие реализации программ и мер по профилактике травматизма, изменениям в регламентах и правилах соревнований о необходимости защитной экипировки,

* Строгое соблюдение правила «Юный спортсмен не выполняет упражнения, затрагивающие травмированную зону, чтобы это не осложняло или замедляло процесс восстановления, а также при возникновении боли, неполной реабилитации и неполном выздоровлении».

Питание, потребление воды и тепловой удар

* Рацион юных спортсменов должен быть сбалансирован и богат сложными углеводами, белками, кальцием, витамином D и железом, для поддержания здоровья, нормального роста и успешных занятий спортом.

* Юные спортсмены и специалисты медицинского профиля должны хорошо осознавать риски, связанные с применением биологически активных добавок и энергетических напитков.

* Необходимо снижать риск возникновения расстройств приема пищи посредством проведения более тщательных обследований, совершенствования методов лечения и повышая информированность спортсменов о последствиях данных заболеваний.

* Необходимо информирование спортсменов, тренеров и медицинского персонала о последствиях тренировки в условиях высоких температур, мерах их профилактики и оказании первой помощи при тепловом ударе, что особенно важно для спортсменов, постоянно находящихся на открытом воздухе.

* Необходимо разработать инструкции оказания первой помощи при тепловом ударе и прочих негативных последствиях для организма в условиях жаркого климата.

Официальные учреждения и организации спортивного профиля и спортивной медицины

* Официальные учреждения и организации спортивного профиля и спортивной медицины должны обеспечивать охрану здоровья и хорошее самочувствие юных спортсменов, утверждая и внедряя здоровьесберегающие технологии в тренировочный процесс юных спортсменов, а также повышая информированность о них.

* В основе системы отбора и выявления одаренных спортсменов должны лежать физиологические, перцептивные, когнитивные и тактические требования конкретного вида спорта, с учетом многолетней спортивной подготовки.

* Для повышения эффективности подготовки и овладения широким кругом двигательных умений одобрено применение упражнений из других видов спорта, а также занятия несколькими видами спорта до определения юным спортсменом своей специализации.

* Формат и правила соревнований должны соответствовать возрасту и уровню спортивного мастерства участников, а также учитывать время для восстановления сил и отдыха между выходами на старт в течение одного дня.

ПРИЗЫВ К ДЕЙСТВИЮ

Мы призываем все уполномоченные органы и другие официальные спортивные организации принять к сведению эти рекомендации МОК и проинформировать о них юных спортсменов, тренеров, специалистов научно-медицинского обеспечения подготовки, медицинских работников, руководителей и других лиц, благодаря чему юношеский спорт станет более безопасным, здоровым, стабильным и доставляющим удовольствие всем вовлеченным сторонам.

**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, завершающее четко сформулированными выводами;
- список использованных источников;
- дату поступления статьи в редакцию.

Оформление статьи должно удовлетворять следующим требованиям:

Текст научной статьи должен быть набранным в редакторе Word, шрифт Times New Roman, 12 пунктов через 1 интервал с абзацным отступом 1,25 см.

Объем научной статьи должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков), но не более 10 страниц.

Принятые сокращения расшифровываются непосредственно в тексте статьи. Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., т.д. и т.п.).

Название статьи печатается прописными буквами жирным шрифтом посередине первой строки без переноса. Ниже, через одну строку, по центру – инициалы и фамилия автора(ов), ученая степень и звание, полное название организации. Далее с абзаца через строку следует аннотация и затем основной текст статьи.

Аннотация (до 10 строк) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи.

Структура основного текста статьи. Такие элементы статьи, как «Введение», «Цель исследования», «Методы и организация исследования», «Результаты исследования и их обсуждение», «Заключение» должны быть выделены курсивом и начинаться с нового абзаца.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны нерешенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы и, если необходимо, указана ее связь с важными научными и практическими направлениями. Во введении следует избегать специфических понятий и терминов. Содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в соответствующей области.

Основная часть статьи должна содержать цель работы, описание методик, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

Таблицы (не более 2) применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей и располагают после первого упоминания в тексте. Все таблицы должны иметь название и порядковый номер. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (*например:* Таблица 1 – Результаты педагогического тестирования). Примечание в таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы. На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте. Текст таблицы печатается шрифтом Times New Roman, 10 пунктов.

Иллюстрации – рисунки, графики, диаграммы, фотографии (не более 2) располагают после первого упоминания в тексте. Все иллюстрации должны иметь наименование и при необходимости пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки (*например:* Рисунок 1 – Детали прибора).

Формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте.

В ссылках слова «таблица», «рисунок», «формула» приводятся полностью (без сокращения).

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения. При необходимости должны быть также указаны границы применимости полученных результатов.

Список использованных источников следует располагать в конце статьи в порядке появления ссылок в тексте либо в алфавитном порядке.

Список использованных источников должен быть составлен в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Список использованных источников в объем статьи не включается.

Автор несет личную ответственность за направление в редакцию ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями.

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

тел. (+375 17) 209 61 09, тел./факс (+375 17) 209 61 10.

