

СМОЛЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ
КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И ТУРИЗМА

На правах рукописи

СТРЕЛЫЧЕВА Ксения Александровна

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ШОРТ-ТРЕКОВИКОВ ПРИ
ВОЗДЕЙСТВИИ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И
НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

03.03.01 – физиология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель -
доктор биологических наук,
профессор Т.М. Брук

Смоленск

2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1. Функциональное состояние и физиологические резервы организма спортсменов.....	14
1.1. Современные методы оценки функционального состояния и физиологических резервов организма спортсменов.....	17
1.2. Современные методы оценки функционирования кардиореспираторной системы.....	21
1.3. Влияние специфической физической нагрузки на деятельность функциональных систем организма.....	25
1.4. Влияние тренировочных и соревновательных нагрузок на организм спортсменов циклических видов спорта.....	26
1.5. Специфическая физическая нагрузка и ее влияние на организм спортсменов, специализирующихся в шорт-треке.....	32
2. Современные механизмы влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на организм спортсменов.....	34
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	46
2.1. Организация исследования.....	46
2.1.1. Общее построение эксперимента.....	46
2.2. Методы исследования.....	47
2.2.1. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы... ..	47
2.2.2. Нейроэнергокартирование.....	49
2.2.3. Иммуноферментный анализ гормонов и нейропептидов.....	51
2.2.4. Биохимический анализ крови.....	51
2.2.5. Низкоинтенсивное лазерное воздействие.....	52
2.2.6. Специфическая физическая нагрузка.....	52
2.2.7. Статистические методы.....	53

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	55
3.1. Оценка функционального состояния и физической работоспособности спортсменов с использованием кардиореспираторного нагрузочного тестирования.....	55
3.1.1. Функциональное состояние кардиореспираторной системы высококвалифицированных шорт-трековиков.....	55
3.2. Влияние специфической физической нагрузки на организм высококвалифицированных шорт-трековиков.....	57
3.2.1. Влияние специфической физической нагрузки на уровень постоянных потенциалов коры головного мозга высококвалифицированных шорт-трековиков.....	58
3.2.2. Влияние специфической физической нагрузки на биохимические показатели крови высококвалифицированных шорт-трековиков.....	60
3.2.3. Влияние специфической физической нагрузки на гипоталамо-гипофизарно-тиреоидную систему высококвалифицированных шорт-трековиков.....	63
3.2.4. Влияние специфической физической нагрузки на гипоталамо-гипофизарно- надпочечниковую систему и уровень нейропептидов высококвалифицированных шорт-трековиков.....	65
3.3. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения на физическую работоспособность и функциональное состояние кардиореспираторной системы высококвалифицированных шорт-трековиков.....	67
3.4. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки на организм высококвалифицированных шорт-трековиков.....	73
3.4.1. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки на уровень постоянных потенциалов коры головного мозга высококвалифицированных шорт-трековиков.....	73
3.4.2. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения и	

специфической физической нагрузки на нейроэндокринный статус высококвалифицированных шорт-трековиков.....	77
3.4.3. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему	80
3.4.4. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки на биохимические показатели крови высококвалифицированных шорт-трековиков.....	82
4. Корреляционная связь между параметрами функционального состояния высококвалифицированных шорт-трековиков.....	87
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	92
ВЫВОДЫ.....	101
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	103
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	106
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	136
Приложение А. Изменение энергетического метаболизма клеток коры головного мозга спортсмена Б. при воздействии специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения.....	137
Приложение Б. Изменение энергетического метаболизма клеток коры головного мозга спортсмена Л. при воздействии специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения.....	139
Приложение В. Протокол кардиореспираторного нагрузочного тестирования спортсмена Е.....	141
Приложение Г. Протокол кардиореспираторного нагрузочного тестирования спортсмена Ш. после низкоинтенсивного лазерного излучения.....	142

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования и степень ее разработанности

Как свидетельствуют данные специальной научно-методической литературы, на современном этапе развития российского спорта неуклонно, из года в год отмечается существенный рост уровня мастерства спортсменов, занимающихся шорт-треком. Начиная с 2014 года после успешного выступления российской сборной в Олимпийских играх, научный интерес к данному виду спорта усиливается, и как следствие, повышаются требования к достижениям высококвалифицированных спортсменов. Тренеры ищут средства и методы для улучшения спортивных результатов, непрерывно повышая объемы и интенсивность тренировочных нагрузок, которые могут достигать критических величин и лимитироваться биологическими возможностями организма [146, 153, 214.]. Вместе с тем, улучшение спортивных результатов возможно не только с внедрением и совершенствованием методов управления тренировочным процессом, но и с использованием нетрадиционных физико-терапевтических средств потенцирования и активации физиологических резервов организма высококвалифицированных шорт-трековиков. Среди таких методов, которые не являются запрещенными, можно отметить низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ).

В спортивной практике данный метод описан в работах ряда авторов: С.Е. Павлов [123, 124], Т.М. Брук [29-35], Н.В. Осипова [121], Т.В. Богослова [26], А.С. Ващенко [37, 38], П.А. Терехов [169], К.Ю. Косорыгина [88], где отмечено, что НИЛИ положительно влияет на физиологические характеристики функционального состояния спортсменов различных специализаций.

При этом, в шорт-треке выявлены лишь фрагментарные исследования в области влияния специфической физической нагрузки на организм спортсменов. В связи с отсутствием достаточно полных комплексных исследований в данном направлении, актуальным видится изучение влияния сочетанного действия специфической физической нагрузки и НИЛИ на организм высококвалифицированных шорт-трековиков.

Цель исследования

Выявить особенности функционального состояния высококвалифицированных шорт-трековиков при действии специфической физической нагрузки и курса низкоинтенсивного лазерного излучения по показателям кардиореспираторной системы, уровня церебрального энергообмена, концентрации нейропептидов, гормонов щитовидной железы, надпочечников, биохимических параметров крови.

Объект исследования. Кардиореспираторная система, уровень церебрального энергообмена, нейроэндокринный статус высококвалифицированных шорт-трековиков.

Предмет исследования. Параметры, характеризующие функциональное состояние кардиореспираторной и нейроэндокринной систем; показатели уровня энергетического обмена в различных областях коры головного мозга и биохимические показатели крови.

Гипотеза исследования. Предполагалось, что предлагаемые параметры, характеризующие функциональное состояние кардиореспираторной системы, нейроэндокринного статуса, уровня энергетического обмена коры головного мозга и биохимические показатели крови будут отражать разную степень физической подготовленности высококвалифицированных шорт-трековиков к действию физической нагрузки, а применение курсового низкоинтенсивного

лазерного излучения окажет при этом выраженное либо потенцирующее, либо корректирующее действие на изучаемые показатели.

Задачи исследования

1. Определить исходное функциональное состояние высококвалифицированных шорт-трековиков при выполнении тестовой физической нагрузки «до отказа» от работы.

2. Оценить реакцию показателей церебрального энергообмена, нейропептидов, гормонов щитовидной железы, надпочечников, биохимических параметров крови, отражающих функциональное состояние высококвалифицированных шорт-трековиков, при выполнении специфической физической нагрузки.

3. Изучить влияние курсового НИЛИ на организм спортсменов, выполняющих физическую нагрузку, на основе показателей кардиореспираторной системы, уровня церебрального энергообмена, концентрации нейропептидов, гормонов щитовидной железы, надпочечников, основных биохимических параметров крови.

4. Выявить взаимосвязи между изучаемыми параметрами функционального состояния на фоне специфической физической нагрузки и курсового лазерного воздействия, подтверждающие степень эффективности НИЛИ в аспекте оптимизации функционального состояния и повышения физической работоспособности.

Научная новизна

Научная новизна заключается в том, что впервые:

- применен современный комплекс взаимообусловленных методов, таких как нейроэнергокартирование, оценка кардиореспираторной системы, нейроэндокринного статуса и основных биохимических параметров показателей крови для оценки физической подготовленности высококвалифицированных шорт-трековиков;

- определен корригирующий и потенцирующий эффект низкоинтенсивного лазерного излучения, примененного курсом с частотой следования импульсов 1500 Гц, экспозицией 8 мин, по основным показателям сердечнососудистой, нейроэндокринной, дыхательной систем и биохимических параметров крови;

- выявлен ряд прямых и обратных, умеренных и сильных взаимосвязей между показателями энергетического обмена зон коры головного мозга, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной, опиодной систем при сочетанном действии физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения;

- установлен разный уровень функциональной подготовленности обследованных высококвалифицированных спортсменов, на что указывают все изученные показатели;

- доказана эффективность использования всего комплекса предлагаемых методик для объективной оценки функционального состояния и физиологических резервов высококвалифицированных шорт-трековиков.

Теоретическая значимость

Обнаруженные особенности реагирования кардиореспираторной, эндогенной опиоидной, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой, гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной систем, энергетической активности клеток коры головного мозга, биохимических параметров крови в значительной степени пополняют новыми сведениями имеющиеся в современной литературе данные о физиологических механизмах их функционирования на действие как физической нагрузки «до отказа» от работы, так и специфической физической нагрузки. Позволяют получить современные представления о степени физической готовности спортсменов. Полученные результаты исследования расширяют представления о влиянии сочетанного действия НИЛИ и специфической физической нагрузки на функциональное состояние высококвалифицированных шорт-трековиков и могут быть использованы в образовательном процессе высших и средних учебных заведений по дисциплинам «Физиология человека», «Спортивная физиология», «Биохимия», в деятельности тренера при планировании учебно-тренировочного процесса.

Практическая значимость

Предложенные в работе параметры, характеризующие функциональное состояние кардиореспираторной системы, нейроэндокринного статуса, уровня энергетического обмена коры головного мозга, биохимические показатели крови позволяют оперативно и эффективно оценить степень физической подготовленности к выполнению физических нагрузок разной направленности,

что, несомненно, представляет большое значение для тренеров, спортивных врачей, физиологов и самих спортсменов. Использование методик кардиореспираторного нагрузочного тестирования (SCHILLER) дает возможность тренеру, в сочетании с оценкой нейроэндокринного статуса, энергетической активности коры головного мозга, биохимических параметров крови получить более объективную информацию о функциональном состоянии и физиологических резервах организма спортсмена для рационального построения учебно-тренировочного процесса и достижения оптимального спортивного результата. Результаты, полученные после проведения курса НИЛИ, позволяют рекомендовать его в качестве средства как повышения, так и коррекции физической работоспособности при разработке индивидуальных тренировочных программ, которые могут быть применены спортивными врачами и тренерами, работающими с высококвалифицированными спортсменами при проведении соревнований различного ранга, включая Олимпийские игры. Доступность, неинвазивность, простота, отсутствие побочных эффектов предложенного метода надвенозного излучения области крупных сосудов дает основание рекомендовать его к использованию в условиях современной спортивной деятельности.

Методология и методы исследования

В работе использованы теоретические и методологические подходы, применяемые отечественными и зарубежными физиологами, для оценки функционального состояния кардиореспираторной (кардиореспираторное нагрузочное тестирование) и нейроэндокринной систем (иммуноферментный анализ), уровня церебрального энергетического обмена коры головного мозга (нейроэнергокартирование), биохимических показателей крови (биуретовый, уреазный, глюкозооксидазный методы), статистические методы обработки данных с помощью программы Microsoft Excel 2010.

Положения, выносимые на защиту

1. Использовать комплекс современных взаимосвязанных методов, определяющих уровень функциональной подготовленности и физиологических резервов организма высококвалифицированных шорт-трековиков, с целью совершенствования учебно-тренировочного процесса для получения оптимального спортивного результата.

2. Курсовое использование чрескожного низкоинтенсивного лазерного излучения обеспечивает более эффективное функционирование кардиореспираторной системы, нейроэндокринного статуса, а также служит как потенцирующим, так и корригирующим средством для повышения физической работоспособности спортсменов в условиях длительных тренировочных нагрузок.

3. Ряд устойчивых средних и сильных взаимосвязей между показателями энергетического обмена отдельных зон коры, опиоидной, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной систем после применения курсового низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки позволяет объективно судить о функциональном состоянии организма спортсменов, ведет к формированию новых структурно-логических зависимостей между образованиями, что необходимо учитывать при оценке физической работоспособности спортсменов.

Степень достоверности результатов

Достоверность полученных результатов в диссертации обеспечена использованием современных методов оценки функционального состояния и

работоспособности спортсменов и адекватной исследованию статистической обработкой полученных данных. Автором самостоятельно осуществлена экспериментальная часть исследования, включавшая кардиореспираторное нагрузочное тестирование «до отказа» от работы спортсменов, освоена методика нейроэнергокартирования коры головного мозга, иммуноферментный и биохимический анализ проведен совместно с врачом-лаборантом. Результаты исследования лично представлены автором в научных статьях и научных докладах на конференциях.

Реализация результатов работы

Материалы исследования реализованы в научно-исследовательской деятельности преподавателей, аспирантов, тренеров ФГБОУ ВО СГАФКСТ, тренеров Смоленского государственного училища олимпийского резерва, тренеров команд по шорт-треку, в учебном процессе кафедры биологических дисциплин ФГБОУ ВО СГАФКСТ, патологической физиологии ФГБОУ ВО СГМУ. Теоретические и практические аспекты работы включены в курс лекций по физиологии, спортивной физиологии, а также используются в учебном процессе слушателей факультета повышения квалификации ФГБОУ ВО СГАФКСТ.

Апробация результатов

Теоретические положения и практические результаты работы докладывались на Международных и Всероссийских научно-практических конференциях и семинарах: XIV Международная научная сессия по итогам НИР за 2015 год «Научное обоснование физического воспитания, спортивной

тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму (г. Минск, 2016), Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием и российско-китайский симпозиум, посвященный 120-летию НГУ им. П.Ф. Лесгафта «Проблемы функциональных состояний и адаптации в спорте» (Санкт-Петербург, 2016) и четырех научно-практических конференциях молодых ученых СГАФКСТ (г. Смоленск, 2014-2018); XXIII съезд Физиологического общества им. И.П. Павлова (Воронеж, 18-22 сентября, 2017).

Публикации результатов исследования

Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 10 печатных работах, из них 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций.

Структура и объем диссертации.

Работа состоит из введения, четырех глав, выводов и практических рекомендаций, приложений; изложена на 142 страницах компьютерной верстки, содержит 4 рисунка и 23 таблицы, 4 приложения, 255 источников литературы, в том числе 48 – иностранных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1. Функциональное состояние и физиологические резервы организма спортсменов

Термин «функциональное состояние» (ФС) широко используется в спортивной практике [98, 99]. В широком смысле под ФС можно понимать определенную совокупность активности различных физиологических систем, определяющих особенности осуществления деятельности [18, 133, 141]. Согласно концепции П.К. Анохина [187], ФС является характеристикой уровня функционирования систем организма в определенный период времени, отражающей особенности гомеостаза и адаптации. Системный подход к определению ФС отмечен в работах К.В. Судакова [164], описывающих и развивающих теорию функциональных систем. Исходя из данной теории, совокупность спортивной деятельности состоит из системоквантов действий, направленных на достижение спортивного результата. Ряд авторов предлагают использовать данную теорию для исследования тренировочного процесса, сопоставляя динамику ФС различных систем организма с этапными результатами тренировки спортсмена [45, 184, 221].

Учеными в области физиологии спорта термин ФС применяется при оценке определенной биологической системы (сердечнососудистой, нейроэндокринной, пищеварительной и др.) [114] и имеет следующее определение «ФС – это интегральная характеристика состояния здоровья, отражающая уровень функционального резерва, который может быть израсходован на адаптацию» [6, с.38].

Из приведенного определения вытекает еще один термин, широко используемый в физиологии, а именно, «функциональный (физиологический) резерв» (ФР). В словаре физиологических терминов под ФР подразумевается «...диапазон возможного уровня изменений функциональной активности физиологических систем, который может быть обеспечен активационными механизмами организма» [46, с. 320]. Р.М. Баевский [10] определяет ФР как «...информационные, энергетические, метаболические ресурсы организма, обеспечивающие его конкретные адаптационные возможности. Для того чтобы мобилизовать эти ресурсы, ... необходимо определенное напряжение регуляторных систем. Именно степень напряжения регуляторных систем, необходимая для сохранения гомеостаза, определяет текущее функциональное состояние человека».

Большинство физиологов сходятся во мнении, что активация ФР происходит в стрессовых для организма ситуациях [3, 76, 92, 152, 160, 250]. Доказано, что физическая нагрузка является одним из видов деятельности, требующей мобилизации всех физиологических систем организма, а, следовательно, и ФР. В 80-е, 90-е годы 20 века экспериментальные исследования показали возможность использования дозированных физических нагрузок, а также предельных и повторных нагрузок в оценке ФР и скорости их мобилизации, выделены гипотезы о существовании определенных систем управления движением, обеспечивающих повседневную и специальную двигательную активность, раскрыты закономерности работы центральной и вегетативной нервной системы в процессе работы, представлена структура ФР. Д.Н. Давиденко [56], выделяет четыре блока ФР, а именно блок сенсорных систем, воспринимающих информацию, блок управления движением, блок регуляции гомеостаза, блок реализации деятельности. А. С. Мозжухин [115] делит ФР на следующие группы: социальные резервы (психологические и спортивно-технические) и биологические резервы (структурные, биохимические и физиологические). Включение каждой из групп резервов, по мнению автора, происходит последовательно, поэтапно: при повседневной деятельности до 30%

от максимально возможной активизируется первая группа резервов повседневной деятельности (условные и безусловные рефлексy), при напряженной деятельности до 65% активизируются нейрогуморальные механизмы регуляции, а так же психические характеристики воля и эмоции, резервы третьей очереди включаются обычно в борьбу за жизнь [115].

Оценка ФР основывается на положениях теории адаптации [4, 76, 229, 231]. Существует мнение, что в спорте высоких и высших достижений адаптация осуществляется посредством четырех фаз. Первая фаза характеризуется активацией процессов гиперфункции (легочная гипервентиляция, лакцедемия, увеличение ЧСС и др.), вторая фаза описывается балансом основных параметров функционирования, третья – оптимизацией активности основных ФР, четвертая фаза характеризуется изнашиванием отдельных компонентов ФС. В спортивной многолетней подготовке фазам адаптации соответствуют периоды: начальная базовая подготовка, подготовка к высшим достижениям, максимальная реализация индивидуальных возможностей, сохранение высшего спортивного мастерства, период постепенного снижения спортивных достижений [76, 110].

Для количественного выражения ФР определяют разность между максимально возможным уровнем активности отдельных органов и систем и уровнем, характерным для состояния относительного физиологического покоя. Доказано, у нетренированного человека сдвиги при выполнении одинаковой работы ниже, чем у спортсменов [130]. В настоящее время для выявления ФР спортсменов используются высокоточные методики и современное лабораторное оборудование.

1.1. Современные методы оценки функционального состояния и физиологических резервов организма спортсменов

В современном спорте для выявления состояния подготовленности спортсмена используют комплекс инновационных инструментальных методик, которые раскрывают динамические изменения организма под действием тренировочных и соревновательных нагрузок [2, 55].

В последнее время в спортивную практику внедряются различные методы оценки ФС центральной нервной системы (ЦНС) и вегетативной нервной системы (ВНС). Так, для диагностики качеств функции равновесия используется метод стабิโลграфии с применением современных аппаратно-программных комплексов (АПК), таких как «Стабилан-01», «Многокомпонентное кресло» [35, 188]. Данные комплексы позволяют так же определить и ряд других параметров: периметрическое дыхание, вариабельность сердечного ритма, миографические данные. Для определения нейрофункциональных особенностей организма применяется метод оценки сенсомоторных реакций, основанный на таких тестах как простая зрительно-моторная реакция, критическая частота слияния мельканий, сложная зрительно-моторная реакция, выполняемых в автоматизированных методиках АПК «НС-ПсихоТест» [12, 202]. Устройство способно проводить электроэнцефалографию, электромиографию, электрокардиографию и на основании регистрируемых параметров давать комплексную оценку ФС ЦНС [15, 137].

В настоящее время большое внимание уделяется изучению головного мозга. Так, для исследования энергетического обмена мозга применяется позитронная эмиссионная томография (ПЭТ), позволяющая оценить патологические изменения в структурах головного мозга. Использование данного метода является дорогостоящим и возможно только в некоторых регионах России [161].

Более широкое применение нашла оценка церебральной гемодинамики с использованием реэнцефалографии (РЭГ), которая регистрирует интенсивность кровенаполнения, состояние сосудистого тонуса [127, 154]. Так, А.А. Щанкиным и др. [203, 204] выяснено, что после физической нагрузки увеличивается амплитуда реограммы, сокращается время распространения систолической волны, снижается диастолический индекс. С момента открытия магнитно-резонансной томографии (МРТ) появилась возможность определения функциональных изменений активности нейронов головного мозга в определенном участке коры, реагирующем на тест-сигналы, которыми могут служить какие-либо двигательные акты [217]. Магнитно-резонансная томография также может быть методом выбора для диагностики посттравматических состояний у спортсменов [17, 209].

Одним из популярнейших методов исследования активности структур головного мозга является электроэнцефалография, регистрирующая активность его нейронов [175, 176, 195]. Так, было установлено, что у спортсменов-велосипедистов в подготовительный период преобладает левополушарная направленность распространения рабочих ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ), а в соревновательный период – правополушарная, притом как в подготовительный, так и в соревновательный периоды тренировки по количеству взаимосвязей доминируют межполушарные межцентральные синхронизации рабочих ритмов в сравнении с внутрислоушарными [175, 176]. При исследовании активности ритмов мозга у спортсменов, специализирующихся в ациклических видах спорта, наблюдается появление тета-ритмов в состоянии усталости значительно позже, чем у нетренированных лиц [86, 87]. Анализ литературных данных свидетельствует о том, что у спортсменов наблюдается более высокая по сравнению с «нормой» активность биопотенциалов мозга [86, 138, 192].

Протекание энергетических процессов в головном мозге может быть отражено изменением уровня постоянных потенциалов (УПП), регистрируемых методом нейроэнергокартирования [181, 182]. В.Ф. Фокин и др. [182, с.26] под УПП понимают «устойчивую разность потенциалов милливольтного диапазона,

регистрируемую между мозгом и референтными областями с помощью усилителей постоянного тока». Известно, что УПП выражает функционирование нейрофизиологических механизмов стационарного назначения, в отличие от ЭЭГ, которая отражает процессы восприятия информации [47, 53, 228]. Он коррелирует с активностью утилизации глюкозы, поэтому может отображать энергетический метаболизм в головном мозге [201]. Регистрация электрической активности проводится с использованием аппаратно-программного комплекса «Нейроэнергокартограф» в 12 или 5 канальных отведениях. Метод определения медленных потенциалов нашел широкое применение для описания процесса старения [135, 179], а так же влияния психоактивных соединений на ФС [132]. В клинической медицине оценка УПП используется при диагностике таких заболеваний, как болезнь Альцгеймера, паркинсонизм [27, 179], синдром дефицита внимания [16, 49, 52, 89].

В физиологии спорта данный метод может быть использован для оперативного контроля переносимости выбранных спортивных нагрузок и их коррекции [37, 88, 120, 225]. Например, А.С. Ващенко и др. [38] выяснили, что после тренировки в лобном и центральном отведениях у вратаря хоккейной команды наблюдается снижение УПП, в затылочном и височном – повышение. Выявлено, что у спортсменов мужчин в состоянии покоя наблюдается общее снижение УПП, а под влиянием тренировки, превышающей порог анаэробного обмена, не происходит значимых изменений, отмечается лишь тенденция к разнонаправленным изменениям параметра в лобной, правой височной и затылочных областях, которые авторы объясняют закислением периферического кровотока и увеличением кислотности в мозге [9, 34, 180, 182]. Показано, что у лиц с высокой физической активностью церебральные энергетические процессы менее восприимчивы к гипоксии [8, 11]. К.Ю. Косорыгина [88] предложила использовать нейроэнергокартирование в качестве способа оценки влияния нетрадиционных средств потенцирования на ФС высококвалифицированных велосипедистов. Однако на сегодняшний момент, широкого применения в спортивной практике данный метод не получил, что и явилось предпосылкой для

его использования в нашей работе.

Для оценки ФС ВНС используются вегетативный индекс Кердо, отражающий соотношение симпатической или парасимпатической регуляции деятельности, индекс адаптационного потенциала сердечнососудистой системы рефлекс Кевеля, динамометрия, изучение variability сердечного ритма [64, 196].

Биохимические параметры и нейрогуморальные сдвиги у спортсменов принято оценивать с использованием иммуноферментного, колориметрического анализа [43]. Данными методами лабораторной диагностики чаще всего в спортивной практике определяется гормональный фон атлетов и его изменение под воздействием физической нагрузки. Выявлено, что при огромных тренировочных нагрузках происходит снижение иммунитета спортсменов, особенно выраженная супрессия Т- и В-систем [116, 200], также высокоинтенсивные нагрузки приводят к снижению стероидогенеза [131]. Интересным видится использование данных методов в комплексном подходе к оценке ФС высококвалифицированных атлетов.

Для мониторинга функционирования кардиореспираторной системы применяется достаточно большое количество методов, зависящих от цели исследования. Например, для исследования состояния микроциркуляторного русла применяются такие методы, как плетизмография, компьютерная капилляроскопия, доплеровская флоуметрия [93, 112]. Изучение системы внешнего дыхания проводится спирометрическим способом, а для выявления ФР кардиореспираторной системы часто применяются различные виды нагрузочного тестирования, на которых хотелось бы остановиться более подробно.

1.2. Современные методы оценки функционирования кардиореспираторной системы

Анализ современных концепций организации и проведения тренировочного процесса, имеющего целью подготовку высококвалифицированных спортсменов, в значительной степени ориентирован на поиск оптимальных режимов постепенного увеличения объемов различных нагрузок с учетом особенностей спортивной специализации, а также стартовых функциональных характеристик тренируемых спортсменов [142, 205]. Многие ученые считают, что физическая работоспособность, прежде всего, обусловлена функциональным состоянием кардиореспираторной системы. Установлена тесная зависимость показателей функционального состояния кардиореспираторной системы с физической работоспособностью спортсменов разного возраста, занимающихся различными видами спорта [68, 163, 225, 230].

Проблемой изучения функциональных особенностей сердечнососудистой и дыхательной систем с использованием инструментальных методик в различные периоды годичного тренировочного процесса спортсменов занимались многие ученые (А.П. Исаев, 2009; С.Н. Водяницкий, 2011; А.П. Шепиллов, 2012; М.Х. Мустафина, 2013; Н.А. Агаджанян, 2005; М.Ю. Ванюшин, 2011 и др.).

В большинстве случаев, для оценки параметров внешнего дыхания применяются газоаналитические комплексы. Например, Т.А. Шачкова [197] при выявлении реакций организма конькобежцев на наиболее часто применяемые в тренировках циклические локомоции регистрировала показатели внешнего дыхания с помощью микропроцессорного спирографа СМП-21/01 (определение частоты дыхания – ЧД, цикл/мин; минутного объема дыхания – МОД, л/мин; дыхательного объема – ДО, л. Для измерения паттерна дыхания испытуемому необходимо было на определенных минутах теста самостоятельно брать маску

спирографа в руки и дышать в нее в течение 15 с. А.П. Исаев [77] осуществлял анализ показателей системы внешнего дыхания с использованием диагностической системы «ЭТОН-01». Автор утверждает, что «наибольшее практическое значение в спортивной практике имеют величины ДО, ЖЕЛ, МВЛ, функциональная остаточная емкость» О.И. Шквирина и соавт. [199] также изучали функциональные резервы дыхательной системы с использованием аппарата «ЭТОН-01» на основе перечисленных выше параметров. С.Н. Водяницкий и соавт. [42] с помощью газоанализатора «EOS-SPRINT» определяли параметры внешнего дыхания при гипоксии у пловцов и лыжников: легочную вентиляцию (VE , л/мин), коэффициенты использования кислорода (FO_2 , мл/мин) и выделения углекислого газа (FCO_2 , мл/мин), частоту дыхания (BF , 1/мин), дыхательный объем ($VT=VE/BF$, л).

Изучение ФС сердечнососудистой системы проводят с использованием показателей variability сердечного ритма (BCP), анализа электрокардиограммы, показателей артериального давления, частоты сердечного ритма (ЧСС), общего периферического сопротивления сосудов, минутного объема кровообращения [36, 51, 104, 128, 156]. Наиболее полную характеристику кардиореспираторной системы позволяет дать нагрузочное тестирование с использованием аппаратно-программных комплексов, способных регистрировать важнейшие параметры изучаемой системы в ответ на изменение мощности нагрузки.

Кардиореспираторное нагрузочное тестирование введено в практику диагностики ФС еще в 1975 г К. Wasserman, опубликовавшим впервые научную статью об измерении максимального потребления кислорода (МПК) [253]. В последующем ученый работал над совершенствованием метода для использования в определении степени сердечной недостаточности. Физиологической основой данного метода является определение потребления кислорода при выполнении дозированной физической нагрузки на велоэргометре или тредмиле, во время которой происходит измерение потребления кислорода и выделение углекислого газа через специальную газоанализирующую аппаратуру

[84, 149].

Эргоспирометрия нашла широкое применение как в клинической медицине, так и спортивной практике. Современные системы позволяют анализировать большое количество параметров работы дыхательной и сердечнососудистой систем. Остановимся на наиболее значимых и их диагностической роли в оценке ФС спортсменов.

Одним из наиболее объективных показателей ФС и физической работоспособности, по мнению многих авторов, является максимальное потребление кислорода (МПК). Считается, что чем выше МПК, тем выше аэробная работоспособность [117, 151, 240]. По мнению D.R.Jr. Bassett, E.T. Howley [211] МПК зависит от объема сердечного выброса, кислородтранспортной системы крови, числа вовлеченных в работу скелетных мышц. Не стоит отрицать влияние возраста, вида спорта, массы тела на данный параметр, а также генетические факторы [150]. В норме потребление кислорода увеличивается линейно при повышении внешней нагрузки, точно измеряемой на велоэргометре [83]. Согласно классификации Р.О. Астранда, выделяется 5 групп: низкое потребление кислорода меньше 38 мл/мин/кг; умеренное потребление кислорода 39-43 мл/мин/кг; среднее потребление кислорода 44-51 мл/мин/кг; хорошее потребление кислорода 52-56 мл/мин/кг; высокое потребление кислорода выше 57 мл/мин/кг [178, 208, 236].

Не менее важным показателем является максимальная аэробная производительность, которая в кардиореспираторном нагрузочном тесте может быть выражена в метаболических единицах (METS) [71, 251, 252, 253]. Одна METS соответствует энергетическому обмену в покое со средним потреблением кислорода 3,5 мл/мин/кг. Соответственно могут быть рассчитаны значения максимального энергетического обмена у людей с различным уровнем физической подготовленности: пациенты – 5 METS; нетренированные – 10 METS; тренированные спортсмены – 15 METS; высокотренированные спортсмены – 20 METS и выше [166].

С помощью нагрузочного тестирования возможно определить еще один важный показатель ФС – порог анаэробного обмена (ПАНО). Многие исследователи рекомендуют этот параметр в качестве дозатора индивидуальной физической нагрузки, где критерием достижения анаэробного порога служит индекс обмена дыхательных газов (RER) [7, 171, 239].

В момент проведения эргоспирометрии регистрируются вентиляционные параметры легких. Компьютерная спирометрия, проводимая перед нагрузкой, регистрирует жизненную емкость легких (VC), объем форсированного выдоха за первую секунду (FEV1), максимальную вентиляцию легких (MMV). Спортсмены с высоким сердечнососудистым потенциалом могут использовать значимо большую часть функционального резерва легких, и при выполнении нагрузки их легочная вентиляция приближается к максимальным значениям, что отражается в низком или нулевом резерве дыхания. Регистрация минутной вентиляции легких отражает возможности использования ФР спортсменами [13, 14].

Используется в спортивной практике и такие показатели работы сердечнососудистой системы как частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД). Так, ЧСС зависит от многих факторов, включая возраст, пол, положение тела, состояния перетренированности или недовосстановления. У здоровых людей САД и ДАД при физической нагрузке увеличивается. После прекращения работы параметры резко падают, поэтому в первые 5-10 мин в восстановительном периоде может оказаться ниже исходного уровня с последующей его нормализацией [139]. Обычно современные методы тестирования позволяют регистрировать и анализировать кардиограмму в момент выполнения нагрузки.

Выделяют различные протоколы нагрузочного тестирования. Для оценки физической работоспособности применяют Bruce протокол или его модифицированные версии: нагрузка увеличивается поминутно и проводится «до отказа» испытуемого от работы при скорости вращения педалей велоэргометра 60 об/мин, регистрирование параметров ведется каждую минуту [22, 78].

Таким образом, данный метод является информативным способом оценки ФС спортсменов и открывает большие возможности для коррекции тренировочного процесса, что и послужило основанием для его применения в нашем исследовании.

1.3. Влияние специфической физической нагрузки на деятельность функциональных систем организма

В современном спорте выделяют более 60 видов, отличающихся друг от друга проявлением двигательной активности. Выделяют следующие группы: циклические, скоростно-силовые, спортивные единоборства, спортивные игры, сложнокоординационные виды [58]. Занятие каждым из видов спорта определенным образом влияет на деятельность функциональных систем организма, среди которых можно выделить главные и обеспечивающие не только функционирование, но и высокие спортивные результаты.

По данным ряда авторов [105, 106, 118], в скоростно-силовых видах спорта, таких как тяжелая атлетика, метание, характеризующихся взрывной, короткой и очень интенсивной физической деятельностью, главной функциональной системой является нервно-мышечная, а обеспечивающей – кардиореспираторная.

Спортивные единоборства, такие как бокс, фехтование, вольная борьба и другие, характеризуются непостоянными циклическими нагрузками с очень высокой интенсивностью, в них также главной функциональной системой является нервно-мышечная, а обеспечивающей – кардиореспираторная [153].

В спортивных играх отличающихся большой физической и нервно-психологической нагрузкой, наличием сложно-координационных движений, интенсивностью мышления и существенной нагрузкой на нижние и верхние конечности, чередованием мышечной активности и отдыха, ведущую роль выполняет кардиореспираторная система, обеспечивающую – нервно-мышечный

аппарат, зрительный анализатор, центральная нервная система (ЦНС) [20]. Ученые F. Noe, T. Paillard [210] считают, что в сложнокоординационных видах спорта, таких как горнолыжный, санный, сноубординг, основной функциональной системой является нервно-мышечный аппарат, обеспечивающими служат кардиореспираторная система, зрительный, вестибулярный аппарат и ЦНС. В нашем исследовании обратим наибольшее внимание на функциональные изменения, происходящие в организме спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта.

1.4. Влияние тренировочных и соревновательных нагрузок на организм спортсменов циклических видов спорта

Циклические виды спорта, такие как беговые дисциплины легкой атлетики, плавание, гребля, лыжные гонки, конькобежный спорт, гребля, велосипедный спорт, шорт-трек и др., характеризуются расходом большого количества энергии и высокой интенсивностью. Достижение высоких результатов зависит в первую очередь от функционирования сердечнососудистой и дыхательной систем, гормонального фона, деятельности ЦНС, устойчивости организма к гипоксии [70, 245].

Адаптацию организма к циклическим упражнениям определяет мощность, интенсивность, объем физических нагрузок и уровень спортивного мастерства [59, 208, 222].

С увеличением возраста, стажа занятия спортом, как утверждает В.Г. Двоеносов [57], у квалифицированных гребцов, по сравнению с юными спортсменами, происходит увеличение легочных объемов и резерва дыхания, которые не зависят от роста и массы тела. Так же в состоянии относительного физиологического покоя наблюдается достоверно более низкое удельное потребление кислорода ($5,86 \pm 0,40$ мл/мин/кг), отражающее уровень метаболизма,

по сравнению с юными гребцами ($8,15 \pm 0,59$ мл/мин/кг). С возрастом и повышением спортивной квалификации гребцов отмечается смещение границ аэробного и анаэробного порогов в режиме большей мощности нагрузки с одновременным расширением зоны аэробно-анаэробного перехода, связанное с увеличением аэробной производительности [57].

По данным Е.А. Реуцкой и др. [145] велосипедисты-шоссейники квалификации КМС и МС, имеющие высокий уровень специальной работоспособности ($PWC_{170/кг}$ составило $29,9 \pm 0,3$ кгм/мин/кг) демонстрируют более высокие показатели МПК ($82,0 \pm 1,2$ мл/мин/кг), чем спортсмены с более низким уровнем специальной работоспособности ($PWC_{170/кг}$ составило $24,4 \pm 0,4$ кгм/мин/кг), МПК которых составляет $69,5 \pm 3,4$ мл/мин/кг. Полученные данные свидетельствуют о том, что лимитирующим фактором в развитии специальной работоспособности, повышения спортивного разряда являются аэробные возможности организма [145, 224, 244, 248, 249].

В исследованиях Л.Н. Цехмистро [191] установлено, что у высококвалифицированных спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта (легкая атлетика, академическая гребля, лыжные гонки) по сравнению с контрольной группой здоровых лиц, центральная гемодинамика адаптируется к физическим нагрузкам путем достоверного снижения частоты сердечных сокращений на 8,1%, минутного объема кровообращения на 19,7% и повышения сопротивления сосудистого русла на 24,9% в покое в сравнении с нетренированными лицами.

При определении влияния физической нагрузки на миокард спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта, выявлено повышение индекса инотропного резерва, снижение хронотропного резерва миокарда, суммарной работы и коэффициента расходования резервов миокарда по сравнению с нетренированными лицами, что свидетельствует о большей эффективности обеспечения кислородного запроса [14].

В исследованиях Л.Г. Харитоновой и соавт. [186] отмечено, что у лыжников-гонщиков при увеличении тренированности ЧСС в ответ на

дозированную физическую нагрузку снижается, систолическое и пульсовое давление увеличиваются, диастолическое – уменьшается, т.е. с возрастом и тренированностью повышается способность артериальной системы выбрасывать в сосудистое русло определенное количество крови.

Рядом ученых установлено, что адаптация спортсменов к физическим нагрузкам зависит в определенной степени не только от деятельности сердечнососудистой системы, но и иммунитета [85]. В исследованиях И.Л. Пылаевой [143, с.20] выявлены некоторые особенности адаптационных изменений в деятельности систем кровообращения и иммунитета у спортсменов в зависимости от условий среды при приспособлении к аэробным физическим нагрузкам. Так, установлено, что « ...особенности динамики аэробных физических нагрузок в цикле года оказывали значимое влияние на сезонный уровень ряда показателей системы крови и иммунитета у спортсменов, что проявлялось повышением содержания тромбоцитов в крови у ходоков летом и отсутствием у них зимой увеличения содержания гемоглобина. Весной у лыжников количество моноцитов в крови было ниже, чем осенью, а у ходоков - выше. Уровень фагоцитарного числа нейтрофилов у ходоков летом значительно снижался в сравнении с зимой и весной, а у лыжников - увеличивался. Содержание CD₂₀-лимфоцитов у лыжников осенью было значительно ниже, чем в другие сезоны, а у ходоков - достоверно выше. Летом у лыжников-гонщиков наблюдалось увеличение содержания IgA в периферической крови по сравнению с зимой, а у ходоков - снижение концентрации этого класса иммуноглобулинов в сыворотке».

Установлено, что систематическая специфическая физическая нагрузка приводит к адаптационным качественным и количественным изменениям в кровеносном русле высококвалифицированных спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта, сопровождающимися увеличением объемов циркулирующей крови, числа эритроцитов и плазмы, а также количества гемоглобина, причем наиболее выраженные изменения отмечаются у спортсменов, тренирующихся на выносливость. У высококвалифицированных

атлетов, тренировочный процесс которых связан с выполнением больших по объему и длительности нагрузок (марафонцы, ходоки), наблюдается повышение вязкости крови и агрегации тромбоцитов [128].

Известно, что мышечная деятельность базируется на взаимодействии физиологических и биохимических систем организма, которые управляются нервной и эндокринной системами [39, 40, 43, 91, 232, 234]. В исследованиях ряда авторов показано, что во время тренировочных нагрузок активация адаптационных механизмов ведет к изменению гормональных и биохимических параметров крови [254, 255]. Так, А.В. Грязных и Н.В. Сажина [54] в исследованиях оценке влияния 60-ти минутной велоэргометрической нагрузки на уровне 60-70 % от МПК, являвшейся моделью острого мышечного напряжения, возникающего в соревновательный период у высококвалифицированных лыжников-гонщиков, определили эндокринно-метаболические изменения в организме этих спортсменов. Мышечная нагрузка вызывала существенное повышение жидкой части панкреатического секрета, активности бикарбонатов, ферментов выделения амилазы, липазы. Замечено, что субмаксимальная нагрузка приводит и к увеличению концентрации адренкортикотропина, кортизола, снижению концентрации инсулина у спортсменов по сравнению с контрольной группой нетренированных лиц [167, 168, 246, 247].

В исследованиях И.Д. Суркиной и соавт. [165] выявлено, что при действии дозированных физических нагрузок у конькобежцев происходит стимуляция эндогенно-опиоидной системы, в то время как чрезмерные по интенсивности и длительности нагрузки вызывают ее угнетение.

В исследованиях на спортсменах-лыжниках, выполняющих длительную физическую нагрузку умеренной интенсивности (60% от МПК), М.В. Лифке [102] обнаружила зависимость выброса нейропептидов от квалификации атлетов. Автор выяснила, что исходный уровень β -эндорфина был несколько ниже у спортсменов первого разряда и КМС по сравнению с группой контроля, однако в результате полуторачасовой физической нагрузки происходило двухпиковое снижение концентрации нейропептида в контрольной группе на сороковой и сотой минутах

нагрузки, и отмечался пиковый спад к двадцатой минуте с последующим ростом β -эндорфина до базального уровня к концу нагрузки у спортсменов 1 разряда. У спортсменов же КМС наблюдался 3-х пиковый прирост данного гормона, значения которого превышали исходный уровень уже на 20-й и последующих минутах К повышению уровня β -эндорфина приводит и физическая нагрузка «до отказа» от работы [44].

Адаптация спортсменов к физической нагрузке в определенной степени зависит от гипофизарно-тиреоидной системы [39, 40, 81]. Так, установлено, что базальный уровень тиреоидных гормонов у лиц, занимающихся спортом, достоверно выше, чем у нетренированных людей. С повышением спортивного мастерства отмечено снижение T_3 , T_4 , что говорит о преобладании процессов поглощения тканями тиреоидных гормонов над их выбросом из щитовидной железы. Ученые отмечают, что независимо от вида спорта, уровня спортивного мастерства и фазы тренировочного процесса, у спортсменов в ответ на физическую нагрузку наблюдается повышение уровня тиреотропного гормона (ТТГ) [96, 156, 157, 158, 159].

С.Д. Мегерян и соавт. [109, с.1372] считают, что «...у профессиональных спортсменов вследствие длительного воздействия физической нагрузки высокой интенсивности рост ТТГ синхронизирован с более низким уровнем тиреоидных гормонов (T_4 св), относительно более низким уровнем кортизола, тогда как у нетренированных лиц значения T_4 св имеют тенденцию к увеличению при относительно более высоком уровне кортизола. Высокий уровень ТТГ и относительно низкие значения кортизола могут рассматриваться как показатели более высокой тренированности спортсменов и расцениваться как отражение оптимальной адаптации гипофизарно-тиреоидной и гипофизарно-надпочечниковой систем к систематическим высоким физическим нагрузкам».

Н.И. Волков [43] в своих исследованиях отмечает, что концентрация тироксина изменяется в зависимости от интенсивности физической нагрузки.

Известно, что физическая нагрузка приводит к повышению секреции катехоламинов и пептидных гормонов. Показано, что выработка гормонов

норадреналина и адреналина у конькобежцев возрастает в ответ на ступенчато-повышающуюся нагрузку, выполненную на велоэргометре, повышается синтез соматотропина, подавляется секреция инсулина [43, 167, 168, 223].

У высококвалифицированных лыжников после соревнований наблюдается достоверное увеличение лактата, глюкозы и кортизола [67, 140, 219, 220, 227]. Отмечено, что полуторочасовая физическая нагрузка сложнокоординационных видов спорта, наоборот, приводит к снижению уровня кортизола у юношей борцов, футболистов, хоккеистов по сравнению с контрольной группой молодых людей, не занимающихся спортом [33, 155]. Фоновые параметры концентрации кортизола в сыворотке крови у спортсменов выше чем у лиц не занимающихся спортом. Часовая велоэргометрическая нагрузка на уровне 60-70% от МПК приводит к повышению содержания кортизола у лыжников, у борцов же наблюдается снижение гормона. В восстановительный период, наоборот, у лиц, не занимающихся спортом, через час обнаружено увеличение кортизола [53, 157].

Занятие циклическими видами спорта определенным образом влияет на анаболические и катаболические биохимические процессы, протекающие в организме профессиональных спортсменов. Значительная физическая нагрузка в соревновательный и подготовительный период, согласно исследованиям Р.С. Рахманова и др. [144] приводит к повышению концентрации лактата в крови у 46%, снижению концентрации холестерина у 65%, повышению содержания глюкозы у 80% гребцов в сравнении с контрольной группой студентов медицинского вуза.

Выяснено, что у высококвалифицированных бегунов и триатлонистов в покое наблюдается рост АКТГ в 3,5 раза по сравнению с неспортсменами, а после физической нагрузки концентрация гормона повышается в 2 раза по сравнению с состоянием физиологического покоя [48, 113, 157, 215, 216].

После физической нагрузки в организме биатлонистов происходит рост концентрации мочевины, в некоторых случаях превышающий даже референтные значения, также отмечается увеличение уровня триглицеридов и глюкозы [147, 148, 190].

Таким образом, неоднозначность полученных результатов по изучению основных биохимических параметров крови и нейроэндокринного статуса, определяющих степень адаптационных перестроек организма спортсменов циклических видов спорта, на действие физической нагрузки разной направленности и полное отсутствие комплексного исследования в этом направлении в шорт-треке послужило основанием для проведения собственного исследования.

1.5. Специфическая физическая нагрузка и ее влияние на организм спортсменов, специализирующихся в шорт-треке

Согласно классификации, предложенной Л.П. Матвеевым [70, 95, 194], шорт-трек является видом спорта, относящейся непосредственно к циклическим видам спорта (конькобежный спорт), представляющим высокоактивную двигательную деятельность человека, достижения в которой в решающей мере зависят от физических способностей организма. Исходя из физиологической классификации спортивных упражнений (Я.М. Коц, 1986) физические нагрузки в конькобежном спорте предъявляют исключительно высокие запросы к ведущим физиологическим системам и требуют предельного проявления таких двигательных физических качеств, как сила, быстрота, координация [178].

Еще В.С. Фарфель в 1979 году предложил спортивные циклические упражнения классифицировать по показателю «тяжесть работы» или физиологическая мощность, которая отражает среднюю мощность нагрузки в циклическом упражнении на протяжении любого (достаточно длительного) отрезка времени выполнения упражнения. Исходя из «кривой рекордов», шорт-трек относится к группе циклических видов спорта субмаксимальной зоны мощности. Данная зона мощности характеризуется (Я.М. Коц, 1986) определенными эргометрическими и энергетическими характеристиками:

анаэробный компонент энергопродукции – 60-70% от общей энергопродукции, фосфогенный и лактаcidный компонент – 25%, лактаcidный и кислородный – 60%, кислородный – 15%. В связи с вышеизложенным, тренировочное занятие характеризуется определенной специфичностью: выполнением упражнений повторной анаэробной гликолитической направленности [66, 79, 178, 238, 241].

Под влиянием специфической физической нагрузки, в соответствии с исследованиями Т.И. Крыловой [94], у высококвалифицированных шорт-трековиков наблюдаются общегрупповые особенности телосложения и функционирования кардиореспираторной системы. Большинство шорт-трековиков относятся к переходному мезомезосомному типу (71% мужчин и 75% женщин), остальные (29% мужчин и 25% женщин) – к мезосомному типу; по выраженности мышечной массы 4% мужчин относятся к макромышечному типу, 86% — мезомакромышечному и 10% — мезомышечному. Среди лиц женского пола 60% относятся к мезомакромышечному типу и 40% – к мезомышечному; по выраженности костной массы 43% мужчин относятся к мезоостному типу и 57% — к мезомакроостному, у женщин соответственно 48 и 52%. Такие параметры, как жизненная емкость легких (ЖЕЛ), у мужчин составляют $5667,5 \pm 640,8$ мл, у женщин $2975 \pm 677,9$; у мужчин абсолютный показатель работоспособности на уровне анаэробного порога в среднем равен 1606 ± 226 кгм/мин, относительный – $22,1 \pm 2,4$ кгм\мин\кг. Показатели теста PWC170 у женщин значительно уступают показателям спортсменок, занимающихся циклическими видами спорта скоростно-силовой направленности и составляют $1101 \pm 165,1$ кгм/мин и $19,2 \pm 2,3$ кгм/мин/кг соответственно; у мужчин шорт-трековиков абсолютные показатели МПК равны в среднем 4577 ± 471 мл/мин, относительные – $63,3 \pm 5,7$ мл/мин/кг. Расчетный абсолютный максимум потребления кислорода у женщин составил 3483 ± 354 мл/мин, относительный — $61,2 \pm 5,3$ мл/мин/кг, что сравнимо с данными конькобежек-многоборок [94]. Выяснено, что у шорт-трековиков КМС по сравнению с лыжниками-гонщиками, фехтовальщиками и легкоатлетами, наиболее высокие показатели аэробной работоспособности. Так, МПК относительное составляет $53,17 \pm 0,9$ мл/мин/кг, абсолютная мощность

341,75±11,84 Вт. При этом отмечается высокий уровень объемного кровенаполнения и степень оксигенации крови, со стороны вегетативной регуляции ритма сердца преобладает центральный контур управления сердечным ритмом после выполнения атлетами физической нагрузки [169].

Анализ научной литературы показал, что присутствует лишь фрагментарность исследований, посвященных выявлению ФР высококвалифицированных шорт-трековиков и полное отсутствие комплексного подхода к изучению их функционального состояния, что и определило направление наших научных изысканий.

2. Современные механизмы влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на организм

В современном мире с каждым годом повышается значимость спортивных побед на престижных соревнованиях. Известно, что помимо национальной и мировой славы, в случае победы, высококвалифицированные спортсмены улучшают свое материальное благосостояние, поэтому часто готовы использовать допинг [101]. Однако, идя на такие риски, спортсмены зачастую жертвуют своим здоровьем и репутацией. В связи с участвовавшими допинговыми скандалами, связанными с дисквалификацией российских высококвалифицированных легкоатлетов, лыжников, многоборцев, тяжелоатлетов, возникает необходимость поиска новых «недопинговых» средств повышения физической работоспособности, медико-биологических средств восстановления [23, 73]. Перспективным, на наш взгляд, видится использование для данных целей физиотерапевтических средств, разработанных российскими производителями. В качестве лечебных физических факторов возможно применение таких средств как, электросонотерапия, дарсонвализация местная, индуктотерапия, микроволновая терапия, крайневысокочастотная терапия, адаптационная

электронейростимуляция, фототерапия, неселективная хромотерапия, селективная хромотерапия, ультрафиолетовое облучение, ультразвуковая терапия, аэроиотерапия, оксигенотерапия, локальная вакуум-терапия, магнитотерапия, гемагнитотерапия. Охарактеризуем кратко каждый из методов и возможности его применения в спорте высших достижений.

Электросонотерапия – метод импульсной электротерапии, в основе которого лежит воздействие на ЦНС постоянным импульсным током низкой частоты и малой силы с короткой длительностью импульсов, вызывающий состояние близкое к физиологическому сну. Метод может применяться для профилактики переутомления, а также стрессовых ситуаций [119]

Дарсонвализация местная – воздействие на отдельные участки тела переменным синусоидальным импульсным током высокой частоты и высокого напряжения, но малой силы. Локальная ответная реакция проявляется в усилении тканевого кровотока с повышением содержания кислорода в коже, бактерицидном и обезболивающим действиях [119].

Индуктотерапия – метод электролечения, в основе которого лежит воздействие на организм составляющей электромагнитного поля высокой частоты. При использовании этого метода значительно улучшаются показатели переносимости эмоциональных и физических нагрузок, определяющих переход напряженных адаптационных реакций организма к ненапряженным [206].

Сверхвысокочастотная терапия – воздействие на организм с лечебно-профилактической целью электромагнитными колебаниями сверхвысокой частоты или дециметрового и сантиметрового диапазона. В ходе тренировочного процесса микроволны могут применяться для целенаправленной иммуностимуляции и повышения эффективности массажа [174].

Крайневысокочастотная терапия – воздействие на организм электромагнитными волнами миллиметрового диапазона. Данный метод может применяться для воздействия на биологически активные точки с целью профилактики переутомления у спортсменов [5].

Адаптационная электронейростимуляция – метод импульсной

электротерапии, обеспечивающий автоматическое изменение формы и параметров применяемых импульсов электрического тока в зависимости от состояния регионарного кровотока в области воздействия. Применение метода сопровождается уменьшением или ликвидацией болевого синдрома, улучшением кровообращения, нормализацией обмена веществ, повышением иммунологической реактивности, психологической устойчивости и физической работоспособности человека [21, 50, 103, 173, 177].

Фототерапия – применение с лечебными и профилактическими целями оптического излучения. Общее воздействие инфракрасного излучения с помощью инфракрасной сауны может использоваться спортсменами для восстановления после тренировок, а также и с противовоспалительной и иммуностимулирующей целью [119, 218, 226].

Неселективная хромотерапия – лечебное применение интегрального видимого излучения. Данный метод способствует синтезу соматотропного гормона, меланотропина, кортикотропина и пролактина и влияет на содержание мелатонина в головном мозге, что приводит к восстановлению фаз сна и бодрствования, повышает неспецифическую резистентность организма [136].

Селективная хромотерапия – применение монохроматического видимого излучения, представляющего гамму различных цветовых оттенков, которые избирательно воздействуют на подкорковые нервные центры. Воздействие уравнивает процессы торможения и возбуждения в коре головного мозга и обладает антидепрессивным действием [185].

Ультрафиолетовое облучение – применение с лечебно-профилактической и реабилитационными целями УФ-лучей в длинноволновом, средневолновом и коротковолновом диапазонах. В исследованиях эффективности метода у спортсменов выявлено повышение утилизации кислорода и ускорение ликвидации кислородной задолженности, т.е. сокращение времени повышенного потребления кислорода по завершении тяжелой мышечной работы [119].

Ультразвуковая терапия – применение с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями ультразвука. Механизм действия ультразвука связан

с улучшением микроциркуляции, изменением биосинтеза биоактивных соединений [119].

Аэроионотерапия – лечебно-профилактическое воздействие аэроионами-частицами атмосферного воздуха, несущими на себе электрический заряд. В спортивной медицине преимущественно используются отрицательные ионы. Метод применяется для восстановления спортивной работоспособности, профилактики утомления, снятия усталости и улучшения сна [82, 122, 193].

Ингаляционная терапия – использование с лечебными и профилактическими целями лекарственных веществ в виде аэрозолей и электроаэрозолей различной дисперсности. Наиболее часто используют щелочные минеральные воды, эфирные масла, антибиотики, отвары и настои лекарственных трав [119].

Оксигенотерапия рекомендуется в виде применения обогащенных кислородом напитков – кислородных коктейлей, показанных спортсменам при расстройствах сна, ухудшении общего состояния, появлении признаков утомления [41, 119, 243].

Локальная вакуум-терапия заключается в создании вокруг конечности или на участке тела пониженного атмосферного давления, часто чередующегося с компрессией воздуха. Профилактический и лечебный эффекты лазерного массажа связывают с местно-механическим, нервно-рефлекторным и гуморальным механизмами [111].

Магнитотерапия – применение в лечебно-профилактических и реабилитационных целях постоянного, переменного и импульсного магнитных полей. Среди лечебных эффектов наибольшее значение имеют их седативный, гипотензивный, противовоспалительный, противоотечный, антиспастический и трофико-регенераторный эффекты. Магнитотерапия снижает вязкость крови, улучшает микроциркуляцию и регионарное кровообращение, благоприятно влияет на иммунные и нейровегетативные процессы [72].

Гемомагнитотерапия – способ магнитотерапии, связанный с воздействием магнитных полей на кровь. Данный метод терапии обладает

иммуностимулирующим действием, улучшает психомоторные качества, отмечено уменьшение тревоги, беспокойства, раздражительности, повышение мотиваций к положительным результатам тренировок и соревнований [72].

Одним из методов физической терапии также является метод низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ). Первый лазер был создан в 1960 г. Советские ученые Н.Г. Басов, А.М. Прохоров и американец Ч. Таунс были награждены Нобелевской премией за открытия физических явлений, лежащих в основе действия лазера. Уже к концу 60-х годов XX века гелий-неоновые лазерные аппараты используются в лечении заболеваний нервной системы, опорно-двигательного аппарата, а позднее и дерматологических, офтальмологических, стоматологических нозологий [123, 189].

По своей сути НИЛИ является электромагнитным излучением от ультрафиолетового до инфракрасного оптического диапазона. Лазерное излучение характеризуется монохроматичностью (имеет фиксированную длину волны и частоту), когерентностью (упорядоченностью распределения фазы излучения во времени и пространстве), поляризованностью и изотропностью (ориентация векторов напряженности электрических и магнитных полей световой волны в плоскости, перпендикулярной световому лучу) [19, 189]. Среди источников НИЛИ в физиотерапии наибольшее распространение получили гелий-неоновый лазер с длиной волны 0,63 мкм и полупроводниковый лазер, генерирующий излучение длиной волны 0,89 мкм. Для них характерен выраженный терапевтический эффект и отсутствие существенных побочных проявлений при малых терапевтических дозах облучения. Подчеркнем, что, в отличие от гелий-неонового, излучение полупроводникового лазера способно значительно глубже (до 6-8 сантиметров) проникать через кожные покровы. Терапевтический эффект НИЛИ в значительной мере определяется длиной волны, мощностью излучателя, временем экспозиции, кратностью воздействия, подводимой и поглощенной дозой облучения, особенностями функционального состояния ткани, органа и всего организма. Известны различные способы доставки НИЛИ: внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК), надвенное

лазерное облучение (НЛОК), чрескожное воздействие в проекции тканей и органов, дистантное облучение проекционных зон органов, воздействие на акупунктурные точки [97]. При лечении различного рода патологий ВЛОК является одним из наиболее распространённых методов, но неприемлем в практике спорта. Излучение выполняется с использованием лазерных аппаратов со средней мощностью на конце светодиода 1-3 мВт, для пункции наиболее предпочтительна кубитальная вена. В спортивной же практике рекомендуется проводить НЛОК с использованием ИИК-лазеров с мощностью импульсного излучения 1-2 Вт, частотой следования импульсов 1500 Гц от 3 до 5 мин. Чрескожное воздействие большинство авторов рекомендуют проводить при постоянной мощности 4-5 Вт в импульсном режиме и частотой следования импульсов 80 и 1500 Гц, при воздействии же на биологически активные точки возможно использовать лазерные приборы в непрерывном режиме мощностью 1-2 мВт с площадью светового пятна до 1 см² [97]. Однако единой методики лазерного воздействия в настоящее время не существует, что в некотором роде затрудняет его использование как в терапии, так и в спорте.

Интересным видится и рассмотрение механизма воздействия лазерного излучения на биологические объекты, который изучен в настоящее время не до конца. Так, еще в 1970 г В.М. Инюшин предположил, что НИЛИ при воздействии на ткани приводит к возбуждению энергетической системы организма без нарушения энергетической конфигурации структур («концепция биополя и биоплазмы») [75]. Автор гипотезы и его сторонники считают, что при взаимодействии излучения с биообъектом происходит передача энергии через жидкие среды организма, являющиеся биологическими матрицами, на которых протекают все метаболические процессы в живом организме. При патологических процессах происходит изменение структуры клеточных мембран, что ведет к увеличению дипольного момента, и как следствие, повышению светочувствительности непосредственного к монохроматическому воздействию НИЛИ [24, 25].

С точки зрения сторонников квантовомеханического подхода под воздействием лазерного облучения происходят фотофизические и фотохимические процессы в клетках, возникающие в результате поглощения фотоакцепторами энергии [198]. В качестве фотоакцепторов, по мнению С.В. Москвина [117, с.43], может «...выступать любой внутриклеточный компонент, имеющий полосу поглощения, характерную для данной длины волны, т.е. начальным пусковым моментом биологического действия НИЛИ является не фотобиологическая реакция, как таковая, а локальный нагрев». По предположению автора, в результате лазерного воздействия происходит изменение макромолекул, в первую очередь белковых, а затем высвобождение ионов кальция из депо, что сопровождается увеличением его концентрации в цитозоле [100]. Непосредственно после поглощения фотонов запускаются вторичные Ca^{2+} -зависимые процессы: усиление синтеза ДНК и РНК, увеличение синтеза АТФ, высвобождение NO, изменение внутриклеточного отклика на действие гормонов, активизация эндо- и экзоцитоза [1, 28, 80, 117].

Механизмы биологического (терапевтического) действия НИЛИ на организм необходимо рассматривать в комплексе с позиции общности природы, как воздействующего излучения, так и организации живой материи. С.В. Москвиным (2014) представлена схематично практически вся последовательность реакций, начиная от первичного акта поглощения фотона и заканчивая реакцией различных систем организма (рисунок 1).



Рисунок 1 – Последовательность развития биологических эффектов от лазерного воздействия (по С.В. Москвину, 2014).

Механизм лазерного воздействия, по мнению С.Д. Захарова и соавт. [69, 108], основывается на генерации синглетного кислорода, обеспечивающего неселективную регуляцию метаболизма клетки. Действие НИЛИ В.Е. Илларионов [74] описывает согласно «концепции биоэлектрического триггера»: излучение изменяет электрический статус клетки, который переводит биологическую систему из одного энергетического уровня в другой, фотоны нарушают равновесие и освобождают заключенную в диполях электрическую энергию, которая обеспечивает протекание биохимических реакций. Существует ряд научных трудов, доказывающих влияние НИЛИ на состояние рецепторов клеточных мембран с образованием определенных комплексов, приводящих к изменению генома, ведущего к нарастанию синтеза белка, увеличению митотической активности, ускорению клеточной дифференцировки [1].

Установлено, что НИЛИ воздействует так же на тканевом и органном уровнях. Выяснено, что под влиянием НИЛИ уменьшается длительность фаз воспаления, уменьшается интерстициальный отек, в органах и тканях увеличивается парциальное давление кислорода, ускоряются реакции обмена

веществ, восстанавливается кислотно-щелочное равновесие, возникают признаки артериальной гиперемии с увеличением объемной и линейной скоростей микрокровотока, с раскрытием новых коллатеральных сосудов [107, 125, 172].

Лазерное воздействие, протекающее на системном и организменном уровне, нашло применение в клинической практике. Так, противовоспалительный эффект выявлен в лечении стоматологических заболеваний [65, 90], бронхиальной астмы [126], хирургических патологиях [162], отмечен иммунокорректирующий эффект [61], антиоксидантный [62] и бактерицидные эффекты [47].

Наряду с локальными, местными изменениями закономерно наблюдаются сдвиги функциональной активности систем регуляции – нервной, эндокринной и иммунной. Отмечено, что при гиперфункции названных систем НИЛИ оказывает выраженное нормализующее действие, а при исходно заниженных показателях функционирования, наоборот происходит достоверное повышение, при нормальном гомеостазе влияние НИЛИ не выражено [123].

Обращают на себя внимание то, что изменения в функционировании систем организма под воздействием НИЛИ носят адаптивный характер [123]. Установлено, что лазерное излучение усиливает выработку опиоидных пептидов [29, 30, 88]. В исследованиях Н.Д. Полушкиной и соавт. [134] отмечено, что маркером физиологического воздействия лазерного излучения на организм является повышение концентрации мет- и лей-энкефалинов, являющихся антистрессорными факторами. Выброс нейропептидов в кровь происходит уже примерно на 7-10 минут после воздействия [210]. Существует ряд исследований, свидетельствующих об определенном влиянии лазерного излучения на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему. Л.А. Титова и соавт. [170, с.173] обращают внимание на то, что «локальное воздействие низкоинтенсивного лазерного облучения надпочечниковой области усиливает микроциркуляцию, повышая функцию коркового вещества надпочечников выбросом в кровь кортикостероидных гормонов, вызывая морфологические изменения. Такие данные позволяют констатировать, что локальное воздействие лазерного облучения применимо для стимуляции их функции, обусловленной

непосредственным его влиянием на гормонпродуцирующие клетки». Выяснено, что при заболеваниях, сопровождающихся нейроэндокринными расстройствами НИЛИ способствует снижению повышенной в условиях патологии активности АКТГ и повышению сниженного уровня кортизола [63].

В специальной научной литературе имеются данные о положительном влиянии НИЛИ на уровень физической работоспособности. Так, рядом ученых (Н.Г. Самойлов, 1988; С.М. Зубкова, Л.М. Михайлик, 1995; И.Ю. Смирнов, 1995; Т.М. Брук, 1999; Е.Ф. Странадко, 2003) было доказано повышение выносливости у лабораторных животных при выполнении физической нагрузки «до отказа» от работы (бег на тредбане, плавание с грузом 6% от массы тела) после предварительного лазерного облучения. Причем, Т.М. Брук [29] утверждает, что НИЛИ активизирует экскрецию глюкокортикоидов у животных при беге на микротреке с нормальной функцией надпочечников и с исходным гипокортицизмом, тогда как у животных с гиперфункцией надпочечников отмечается противоположный эффект.

Ряд современных исследователей рекомендует применение НИЛИ как средства повышающего работоспособность спортсменов. Т.В. Богослова [26] обнаружила, что однократное воздействие НИЛИ на биологически активные точки в области лучезапястного сустава в 80% случаев приводит к существенному повышению уровня общей физической работоспособности студентов-футболистов. Н.В. Осипова [121] утверждает, что однократное лазерное облучение области крупных сосудов и сердца приводит к повышению уровня общей физической работоспособности студентов различных спортивных специализаций, что выражается в существенном увеличении абсолютных и относительных величин PWC_{170} , длительности работы и мощности последней ступени нагрузки на фоне экономизации функции сердечнососудистой системы. Лазерное излучение приводит также к достоверному повышению анаэробной работоспособности спортсменов [169]. Известно, что уровень физической работоспособности определяется состоянием нейроэндокринного статуса. Установлено, что НИЛИ способствует выбросу нейропептидов, активации

гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем. Так, в научно-исследовательской лаборатории кафедры биологических дисциплин СГАФКСТ М.В. Лифке [102] выявила, что через 15 минут после облучения НИЛИ у лыжников-гонщиков, выполняющих физическую нагрузку 60% от МПК, происходит мощный выброс β -эндорфинов, определяющих реактивность всей опиоидной системы и тем самым повышающих уровень физической работоспособности атлетов, сниженный в состоянии покоя. А.А. Волкова [44] выяснила, что НИЛИ приводит к повышению содержания β -эндорфина, а сочетанное действие физической нагрузки «до отказа» от работы и внутривенного лазерного облучения крови вызывает существенный прирост содержания β -эндорфина, увеличение уровня объемного капиллярного кровенаполнения и среднего уровня оксигенации крови, а также снижение концентрации кортизола, мочевины, общего холестерина, липопротеидов низкой плотности и индекса атерогенности у лыжников-гонщиков.

Как показывают результаты исследования, в настоящее время все больше специалистов рекомендуют использование курса НИЛИ. Так, С.Е. Павлов [124] доказал положительное влияние двухнедельного курса лазеротерапии на уровень физической работоспособности пловцов по результатам велоэргометрического и спортивного тестирования. Ученый также выявил, положительную динамику уровня тренированности хоккеистов по результатам специфических тестов [123]. Установлено, что после семидневного курсового воздействия, по данным К.Ю. Косорыгиной [88, с.21] «сохранность действия курсового НИЛИ с частотой 1500 Гц у велосипедистов экспериментальной группы наблюдалась на протяжении трех суток, о чем свидетельствует выраженная активация опиоидной и гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной систем. Более того, под действием данного режима лазерного облучения преодолевался порог активации нейропептидов и глюкокортикоидов, на что указывало увеличение концентрации гормона кортизола и АКТГ (наблюдался рост через 30 мин, 24 ч и 3 суток: β -эндорфина на 41; 27 и 25%; АКТГ - на 43; 52 и 41%; кортизола - на 21; 22 и 12%, соответственно)».

Выявлено влияние лазерного излучения на функционирование ЦНС. Так, А.С. Ващенко и соавт. [38] в эксперименте изучали динамику УПП в ответ на лазерное воздействие. Было установлено, что после лазерного воздействия происходит повышение УПП в центральном отведении [38]. В исследованиях К.Ю. Косорыгиной [88, с.21] обнаружено, что «наиболее выраженные сдвиги энергетического обмена головного мозга испытуемых по показателю УПП были отмечены при курсовом использовании НИЛИ, увеличение показателей происходило уже в диапазоне от 15,11 до 32,25% по всем изучаемым зонам. Повышение функциональной активности мозга сопровождается увеличением церебрального энергетического метаболизма и мозгового кровотока».

Таким образом, воздействие НИЛИ является полифункциональным и связано с комплексным эффектом. Многие тонкости механизма не до конца изучены, что является предпосылкой для исследований в данном направлении. Ранее исследователи обращали внимание на влияние лазера на уровне определенных систем и физиологических процессов. Нам же особенно интересным в контексте нашей работы видится рассмотрение влияния сочетанного действия специфической физической нагрузки и НИЛИ на функционирование организма высококвалифицированных спортсменов, участвующих в национальных и мировых первенствах.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация исследования

Исследование проводилось в научно-исследовательской лаборатории кафедры биологических дисциплин с 2014 по 2018 гг Смоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма, а так же в условиях учебно-тренировочного сбора.

В исследовании приняли участие 20 высококвалифицированных шорт-трековиков мужского пола. Возраст испытуемых – 19-25 лет, спортивная квалификация: мастера спорта (МС) – 16 спортсменов, мастера спорта международного класса (МСМК) – 4 спортсмена.

2.1.1. Общее построение эксперимента

Первый этап исследования включал оценку текущего функционального состояния кардиореспираторной системы, энергетической активности коры головного мозга, нейроэндокринного статуса и некоторых биохимических параметров крови. Исследуемые показатели фиксировались до проведения тренировочных занятий утром, забор крови производился врачом – лаборантом. Спортсмены участвовали в исследовании по добровольному согласию.

Второй этап исследования был направлен на изучение влияния сочетанного действия специфической физической нагрузки и нетрадиционного средства потенцирования физической работоспособности. В качестве нетрадиционного средства применялось низкоинтенсивное лазерное облучение курсом, ежедневно

в течение 7 дней с частотой следования импульсов 1500 Гц, временем воздействия 8 мин чрескожно двумя излучателями по 4 минуты на область кубитальной вены. Облучение проводил сертифицированный специалист.

2.2. Методы исследования

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы:

1. Анализ и обобщение данных научно-методической литературы.
2. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы с использованием кардиореспираторного нагрузочного теста «до отказа от работы».
3. Нейроэнергокартирование.
4. Иммуноферментный анализ гормонов и нейропептидов.
5. Биохимический анализ крови.
6. Низкоинтенсивное лазерное воздействие.
7. Статистическая обработка полученных данных.

2.2.1. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы

Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы проводилась во время выполнения нагрузки возрастающей мощности до отказа на аппарате эргоспирометрии SCHILLER с газоанализатором Ganshorn Power Cube.

Тестирование включало два этапа: первый тест выполнялся без воздействия НИЛИ, второй тест проводился после курса лазеропроцедур с частотой 1500 Гц с помощью терапевтического лазера «Узор-ЗКС» (продолжительность курса 7 дней ежедневно, в утренние часы, воздействие проводилось чрескожно в область кубитальной вены в течение 8 минут в присутствии врача функциональной

диагностики). Мощность первой ступени нагрузки на велоэргометре составляла 30 Вт, мощности последующих ступеней нагрузки последовательно увеличивались с шагом 20 Вт до отказа испытуемого от продолжения физической работы (велоэргометрического тестирования). Длительность нагрузки каждой ступени составляла 1 мин, нагрузочное тестирование проводилось на фоне постоянной скорости вращения педалей 60-70 об/мин (рисунок 2).

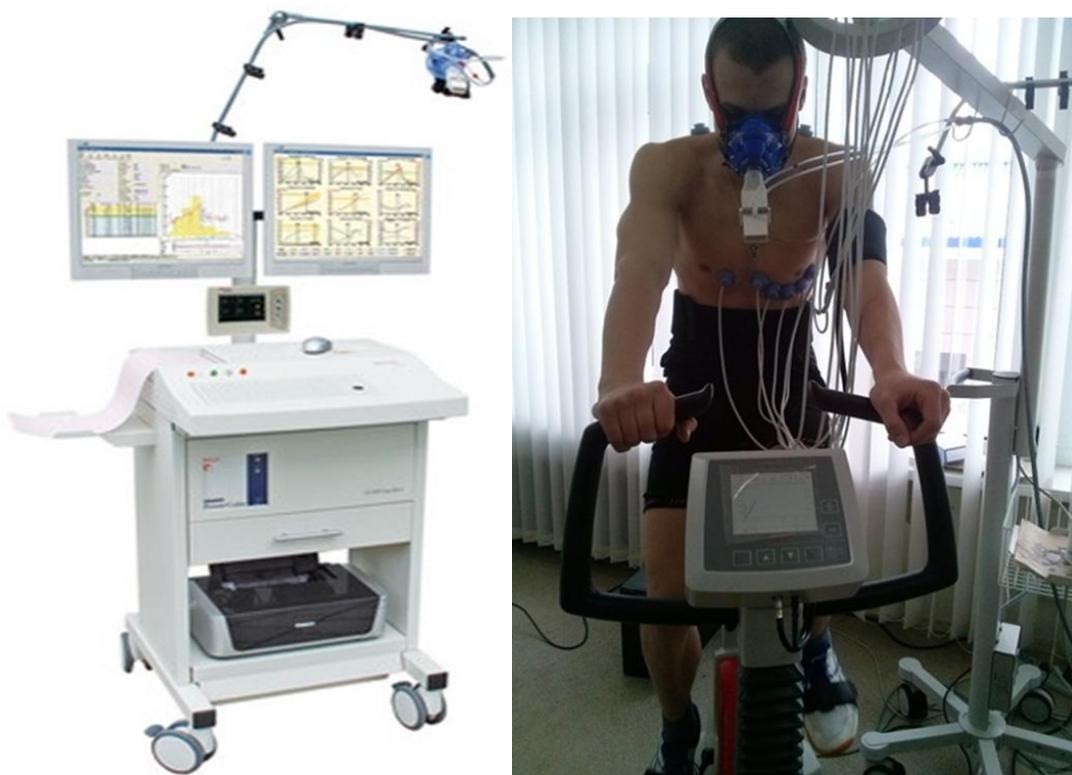


Рисунок 2 – А) Прибор SCHILLER Б) Выполнение тестирования спортсменом.

Во время выполнения тестов измерялись следующие показатели: мощность последней ступени нагрузки (Вт), максимальная ЧСС (уд/мин), уровень МПК абс. (л/мин), уровень МПК отн. (л/мин), максимальная легочная вентиляция (л/мин), вентиляционный эквивалент кислорода (л), процент потребления кислорода (%), величина порога анаэробного обмена от максимального потребления кислорода (%), величина кислородного пульса (мл/удар) (Приложение В, Г).

2.2.2. Нейроэнергокартирование

Для оценки показателей церебрального энергообмена использовался аппаратно-программный комплекс (АПК) «Нейроэнергокартограф НЭК-5» (рисунок 3). Определение значений проводилось по стандартной методике.



Рисунок 3 – Нейроэнергокартограф НЭК-5.

Монтаж отведений УПП производился на базе международной системы «10-20» относительно размещённого на запястье общего референтного электрода. Регистрация УПП проводилась в течение 3 мин в состоянии относительного физиологического покоя, после курса НИЛИ, после специфической физической нагрузки и после сочетанного действия специфической физической нагрузки и НИЛИ.

Программное обеспечение комплекса выполняет следующие функции: выделение гармонических составляющих сигнала, отображение сигналов на экране монитора и представление его в виде топографической карты поверхности коры головного мозга, на которой амплитудные показатели регистрируемых сигналов представляются в цвете (рисунок 4).

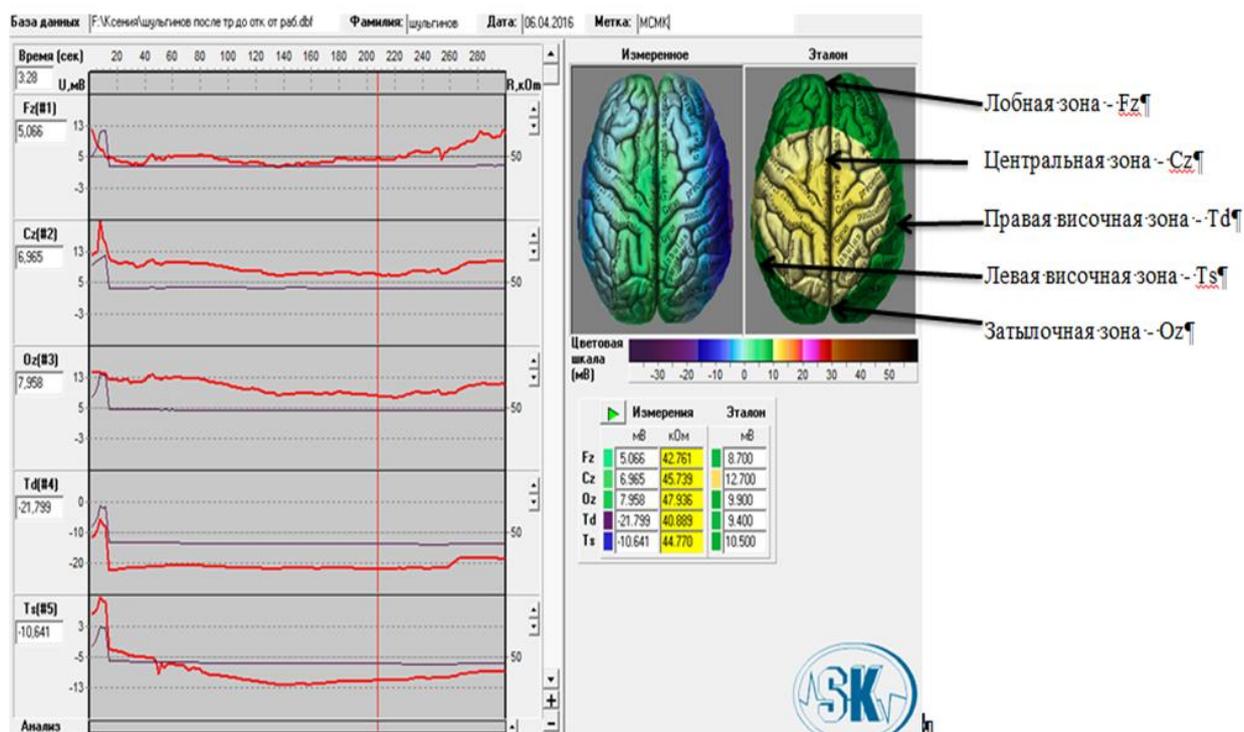


Рисунок 4 – Нейрокартограмма энергетического метаболизма клеток коры головного мозга спортсмена Ш. в состоянии относительного физиологического покоя (собственное наблюдение)

В качестве калибровочного раствора использовался гипертонический раствор NaCl (38%).

В настоящее время не существует шкалы для перевода измеряемых значений УПП в шкалу показателей энергообмена, поэтому с помощью УПП можно получить только относительную меру изменений церебральных энергетических процессов. Эталонное распределение количественных значений УПП для каждой области разбивают на интервалы, равные среднему квадратическому отклонению, причем среднее арифметическое значение принимают за точку отсчета. В соответствии с этой шкалой уровень энергетического обмена считают нормальным, если величина УПП не отличается от средней более чем на одно среднее квадратическое отклонение; умеренно повышенным или пониженным - если уровень постоянных потенциалов находится в интервале от одного до двух средних квадратических отклонений от

средней; значительно повышенным или пониженным - если УПП отклоняется от средней более чем на два средних квадратических отклонения.

2.2.3. Иммуноферментный анализ гормонов и нейропептидов

Определение гормонов производилось при помощи наборов реактивов “Нема” (Германия) методом прямого (ТТГ) и конкурентного (АКТГ, кортизол, Т3, Т4 – общие и свободные фракции) твердофазного иммуноферментного анализа на фотометре вертикального сканирования “Stat Fax 303 Plus” (Германия).

Определение содержания β -эндорфина проводилось методом иммуноферментного анализа с использованием наборов реактивов “Peninsula” (Италия) после лиофильной сушки, экстракции и пробоподготовки.

2.2.4. Биохимический анализ крови

В нашем исследовании были изучены биохимические показатели крови, такие как общий белок, мочевины, креатинин, глюкоза, общий холестерин, являющиеся наиболее важными для характеристики метаболизма при физической нагрузке. Концентрацию общего белка определяли биуретовым методом, содержание мочевины уреазным методом с салицилатно-гипохлоритным реактивом. Содержание креатинина в крови определяли по модифицированному методу Яффе без депротеинизации. Уровень глюкозы определяли глюкозооксидазным методом. Анализ крови осуществлялся на биохимическом анализаторе “Stat Fax 300” (Германия) с использованием наборов реактивов “Vital Diagnostics” (Санкт-Петербург).

Биохимические показатели крови определялись на биохимическом

анализаторе “Stat Fax300” (Германия).

2.2.5. Низкоинтенсивное лазерное воздействие

В работе был использован медицинский лазерный терапевтический аппарат «Узор – ЗКС» со следующими параметрами: длина волны излучения – $0,89 \pm 0,02$ мкм, мощность импульса – 3,7 Вт, частота следования импульсов – 1500 Гц, время экспозиции - 8 минут (двумя излучателями по 4 минуты) на область кубитальной вены курсом (7 дней). Апробированные параметры лазерного воздействия соответствуют общепринятым стандартам, широко используемым в терапевтических целях [В.М. Инюшин, 1985; А.В. Приезжаев, 1989; М.Я. Гудкова, 1993; Н.Д. Полушина, 1997; О.К. Скобелкин, 2006; А.В. Губанова, 2007; Н.В. Осипова, 2008; К.Ю. Косорыгина, 2015].

2.2.6. Специфическая физическая нагрузка

У высококвалифицированных шорт-трековиков в основной части учебно-тренировочного занятия выполнялась повторная анаэробная нагрузка специальной гликолитической направленности. Непосредственно содержание тренировочного занятия включало подготовительную, основную, заключительную части.

I. Подготовительная часть:

- разминочный бег – 15 мин.

- общеразвивающие упражнения – 15 мин.

- специальные упражнения технико-координационного характера- 4 раза по 30м.

II. Основная часть - ледовая подготовка:

– раскатка аэробно-анаэробного характера – 15 кругов (1 круг – 111,12м) – 1666,8м; скорость – 10м/с, ЧСС – 140-160 уд/мин, отдых – 5 мин, ЧСС – 110-120 уд/мин;

–повторная анаэробно-гликолитическая раскатка, 6 по 1000м (9 кругов), скорость – 11,5м/с, ЧСС – 180 уд/мин и выше, отдых – 6-8 мин, ЧСС – 110-120 уд/мин;

–заключительное катание переменной анаэробной мощности: 3 раза по 5 кругов. Через 20сек отдыха (круг отдыха), скорость – 10м/с, ЧСС- 140-150 уд/мин.

III. Заключительная часть:

–бег – 10 мин;

–упражнения на расслабление и растягивание мышц- 10мин.

2.2.7. Статистические методы

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с помощью программ компьютерного тестирования и анализа данных в программе Microsoft Excel 2010. Сравнение изучаемых параметров проводилось с использованием непараметрического знакового рангового критерия Вилкоксона, критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05. Критерий предназначен для сопоставления показателей, измеренных в двух разных условиях на одной и той же выборке испытуемых. Он позволяет установить не только направленность изменений, но и их выраженность, то есть способен определить, является ли сдвиг показателей в одном направлении более интенсивным, чем в другом.

Для определения корреляционных связей между параметрами применяли коэффициент линейной корреляции Спирмена. Для описания корреляционных связей была использована классификация по Э.В. Ивантер, А.В. Коросову (1992).

По направленности корреляционная связь может быть положительной («прямой») и отрицательной («обратной»). По силе связи различают: сильная, или тесная при коэффициенте корреляции $r > 0,70$; средняя при $0,50 < r < 0,69$; умеренная при $0,30 < r < 0,49$; слабая при $0,20 < r < 0,29$; очень слабая при $r < 0,19$.

Частная классификация корреляционных связей выделяет следующие группы: высокая значимая корреляция при r , соответствующем уровню статистической значимости $p \leq 0,01$; значимая корреляция при r , соответствующем уровню статистической значимости $p \leq 0,05$; тенденция достоверной связи при r , соответствующем уровню статистической значимости $p \leq 0,10$; незначимая корреляция при r , не достигающем уровня статистической значимости.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Оценка функционального состояния и физической работоспособности спортсменов с использованием кардиореспираторного нагрузочного теста

Кардиореспираторная система является ведущей в процессе аэробного энергообеспечения, следовательно, по ее показателям можно судить о физической работоспособности организма в целом [20]. Тест с физической нагрузкой является универсальным средством оценки физической работоспособности и определения механизмов нарушения толерантности к физическим нагрузкам.

3.1.1. Функциональное состояние кардиореспираторной системы высококвалифицированных шорт-трековиков

На начальном этапе исследований было определено функциональное состояние кардиореспираторной системы исследуемых шорт-трековиков. Для ее оценки использовалась методика прямого измерения МПК в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой на велоэргометре совместно с изучением параметров, определяющих как функциональное состояние, так и физическую работоспособность спортсменов, таких как: максимальная легочная вентиляция (МВЛ), вентиляционный эквивалент кислорода (ВЭК), максимальная частота сердечных сокращений (ЧСС), процент потребления кислорода, порог анаэробного обмена (АПО), кислородный пульс, критическая мощность, индекс обмена дыхательных газов.

В таблице 1 представлены результаты кардиореспираторного нагрузочного теста (КРНТ), выполненного высококвалифицированными шорт-трековиками.

Таблица 1 – Показатели кардиореспираторной системы при максимальном велоэргометрическом тестировании высококвалифицированных шорт-трековиков (n=20)

Показатели	M±m
Мощность последней ступени нагрузки (Вт)	324,75±4,03
Максимальная ЧСС (уд/мин)	190,15±1,06
VO ₂ абс. (л/мин)	3,77±0,09
VO ₂ отн. (мл/мин/кг)	53,79±1,16
VE (л/мин)	122,37±2,68
ВЭК (л)	32,46±0,85
% потребления O ₂	3,08±0,08
АП от уровня МПК (%)	74,65±0,78
O ₂ -пульс, (мл/уд)	19,86±0,53
RQ (усл.ед)	1,25±0,01

Примечание: ЧСС–частота сердечных сокращений, VO₂–потребление кислорода, VE–легочная вентиляция, ВЭК–вентиляционный эквивалент кислорода, АП–анаэробный порог, МПК–максимальное потребление кислорода, O₂-пульс–кислородный пульс, RQ–индекс обмена дыхательных газов.

У исследуемых шорт-трековиков абсолютные показатели МПК варьировали в пределах 2,97–4,31 л/мин (среднее значение M±m 3,77±0,09 л/мин), относительные значения входили в интервал 45,5–63,06 мл/мин/кг (среднее значение M±m 53,79±1,16 мл/мин/кг). Примечательно, что пороговые значения МПК у спортсменов соответствовали уровню конькобежцев-разрядников (у здоровых мужчин абсолютные значение МПК, по данным К. Купер (1970), не ниже 2 л/мин, относительные – 42 мл/кг/мин; у высококвалифицированных конькобежцев мужчин относительные значения МПК по данным Е.А. Ширковца и др. (2014) – 76,7 ± 1,6 мл/мин/кг). ЧСС на максимальном уровне мощности составила 190,15 ± 1,06 уд/мин, что не выходило за пределы нормы. Средние

показатели максимальной легочной вентиляции соответствовали величине $122,37 \pm 2,68$ л/мин и оказались ниже, чем у конькобежцев-разрядников. Средний показатель максимального кислородного пульса составил $19,86 \pm 0,53$ мл/уд, что также сопоставимо с показателями конькобежцев-разрядников. Индивидуальный анализ параметров функционирования кардиореспираторной системы показал, что максимальные абсолютные значения МПК выявлены у двух спортсменов ($4,27$ и $4,31$ л/мин), минимальные также у двух спортсменов – $2,97$ и $3,01$ л/мин. Наиболее высокие относительные значения МПК ($61,0$ и $63,1$ мл/мин/кг) получены наблюдаются у двух атлетов, а наиболее низкие ($45,5$ - $46,8$ мл/мин/кг) – у трех спортсменов. Максимальное значение легочной вентиляции 180 л/мин отмечено у одного шорт-трековика, а наиболее низкие величины данного показателя (в интервале 98 - 105 л/мин) – у трех спортсменов [32].

Установлено, что среднегрупповая величина индекса обмена дыхательных газов составила $1,25$ усл.ед., что можно считать объективным критерием достижения уровня МПК в ходе тестирования. Величина анаэробного порога (АП) в процентах от уровня МПК в группе составила $74,7\%$.

3.2. Влияние специфической физической нагрузки на организм высококвалифицированных шорт-трековиков

В ходе дальнейшего исследования было изучено влияние специфической физической нагрузки на организм спортсменов, специализирующихся в шорт-треке.

3.2.1. Влияние специфической физической нагрузки на уровень постоянных потенциалов коры головного мозга высококвалифицированных шорт-трековиков

На начальном этапе работы было оценено влияние специфической физической нагрузки анаэробно-гликолитической направленности на уровень церебрального энергетического обмена у спортсменов (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика уровня постоянных потенциалов у высококвалифицированных шорт-трековиков в покое и после специфической физической нагрузки $M \pm m$

В милливольтгах

Зоны коры Показатели	Fz	Cz	Oz	Td	Ts
	n=20				
Исходный уровень	9,10±1,22	10,59±0,78	9,41±1,12	10,30±0,82	11,92±1,08
Уровень после специфической физической нагрузки	15,31±2,10	15,89±2,32	9,62±1,36	11,57±0,41	13,07±0,09
p	≤0,05	≤0,05	>0,05	≤0,05	≤0,05

Примечание: Fz – лобная область, Cz – центральная область, Oz – затылочная область, Td – правая височная область, Ts – левая височная область.

В лобной области (Fz) УПП в состоянии относительного физиологического покоя (исходный уровень) у всех обследуемых спортсменов находился в пределах нормы (7,15 - 11,13 мВ). Специфическая физическая нагрузка привела к общегрупповому приросту показателя на 68,2% ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ

показал, что специфическая физическая нагрузка привела к значительному увеличению (от 59,1 до 120%) изучаемого показателя у девяти спортсменов, что указывает на существенное влияние нагрузки на показатели, отражающие уровень энергетического обмена в лобной зоне коры головного мозга, которая в наибольшей степени ориентирована на обеспечение произвольной моторной активности организма. У остальных испытуемых показатели повышались умеренно (8,7-51,3%).

Специфическая физическая нагрузка привела к общегрупповому приросту УПП в центральной зоне (Cz) на 50,1% ($p \leq 0,05$), соответственно к смещению кислотно-щелочного равновесия в сторону ацидоза. Индивидуальный анализ данного показателя свидетельствует о том, что на действие специфической физической нагрузки он значительно увеличился (72,5-94,3%) у шести испытуемых, у остальных спортсменов УПП приближался к верхней границе физиологической нормы. На наш взгляд, такая ответная реакция на физическую нагрузку связана с тем, что данная зона коры головного мозга ответственна за выполнение двигательного акта в результате мозаичного включения возбуждения и торможения различных групп двигательных корковых нейронов при поступлении к ним моторной программы из фронтальной зоны коры головного мозга.

В затылочной области (Oz) изучаемый параметр находился в пределах физиологической нормы и достоверно не изменился под воздействием специфической физической нагрузки ($p > 0,05$).

В правой височной области (Td) коры головного мозга у высококвалифицированных шорт-трековиков до физической нагрузки УПП находился в пределах нормы (8,99 – 11,87 мВ). Физическая нагрузка привела к общегрупповому его приросту на 12,3% ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ свидетельствует, что после специфической физической нагрузки умеренно повысился УПП (на 24,5%-43,8%) у двух спортсменов, но не выходил за пределы нормы. У остальных же существенных изменений не обнаружено. Данное

обстоятельство, очевидно, связано с тем, что правая височная область коры головного мозга лишь частично причастна к архитектонике двигательного акта.

Энергетический обмен коры головного в левой височной области (T_s) у всех исследуемых спортсменов, находился в пределах нормы (10,02 – 13,97 мВ). Специфическая физическая нагрузка привела к общегрупповому приросту УПП на 9,7% ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ показал, что после нагрузки наблюдалось умеренное повышение изучаемого показателя, не переходящее границы физиологической нормы (от 2,6 до 32,8%), лишь у двух спортсменов изучаемый показатель снизился на 2,3 и 13,5%, соответственно. Возможно, данная закономерность свидетельствует о том, что любая функциональная зона коры головного мозга находится и в анатомическом, и в функциональном контакте с другими зонами коры больших полушарий, подкорковыми ядрами, образованиями промежуточного мозга и ретикулярной формации, что обеспечивает совершенство выполняемых ими функций и указывает на тесную связь с ядерной зоной двигательного акта [8, 11].

3.2.2. Влияние специфической физической нагрузки на биохимические показатели крови высококвалифицированных шорт-трековиков

В нашем исследовании было изучено влияние специфической физической нагрузки на некоторые биохимические показатели крови высококвалифицированных шорт-трековиков, такие как содержание общего белка, мочевины, креатинина, глюкозы, холестерина. Данные показатели отражают состояние белково-азотистого, углеводного и липидного обмена спортсменов.

Полученные результаты представлены в таблицах 4-6.

Таблица 4 – Влияние специфической физической нагрузки на белково-азотистый метаболизм спортсменов ($M \pm m$)

Показатели Состояние	Общий белок, г/л	Креатинин, мкмоль/л	Мочевина, ммоль/л
Исходный уровень	69,07±1,37	78,16±2,09	5,82±0,83
Уровень после специфической физической нагрузки	81,44±1,30	79,04±3,26	6,22±0,17
p	≤0,05	>0,05	>0,05

Под влиянием специфической физической нагрузки у всех шорт-трековиков произошло увеличение концентрации общего белка крови на 17,9% ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем. Посленагрузочный уровень продуктов азотистого метаболизма креатинина и мочевины недостоверно повысился на 1,1% и 6,8% соответственно ($p > 0,05$), что свидетельствует об усилении процессов метаболизма белков и увеличении содержания в крови небелкового азота. Индивидуальный анализ показателей выявил, что у четырех спортсменов после воздействия тренировочной нагрузки наблюдалось снижение в среднем на 3,4% изученных метаболитов. Возможно, это связано с преобладанием анаболических пластических процессов у данных спортсменов в мышечной ткани в ходе тренировки.

Одним из важнейших продуктов метаболизма углеводов, обеспечивающих энергией мышечную деятельность, является глюкоза. Содержание глюкозы, полученное в ходе исследования, представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Влияние специфической физической нагрузки на концентрацию глюкозы в крови спортсменов, ($M \pm m$)

В ммоль/л

Состояние	Уровень глюкозы,
Исходный уровень	5,01±0,10
Уровень после специфической физической нагрузки	5,24±0,18
p	>0,05

Специфическая физическая нагрузка привела к различным по выраженности и направленности изменениям уровня глюкозы в крови у шорт-трековиков. Однако имелась общая тенденция к росту данного показателя на 4,5% ($p > 0,05$).

Кроме углеводов, одну из важных ролей в энергообеспечении мышечной работы играют липиды. Поэтому нами было изучено влияние специфической физической нагрузки на липидный обмен спортсменов. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Влияние специфической физической нагрузки на липидный обмен спортсменов, ($M \pm m$)

В ммоль/л

Показатели / Состояние	ХС	ТГ	ХС-ЛПВП
Исходный уровень	3,59±0,12	1,13±0,03	1,47±0,07
Уровень после специфической физической нагрузки	3,38±0,13	1,23±0,05	1,54±0,06
p	>0,05	>0,05	>0,05

Примечание: ХС – общий холестерин, ТГ – триглицериды, ХС-ЛПВП – липопротеиды высокой плотности.

Как показал анализ результатов, специфическая физическая нагрузка у шорт-трековиков не привела к достоверным изменениям концентрации общего холестерина, а имелась лишь тенденция к его снижению (на 6,2%, $p > 0,05$). Сравнительный анализ не выявил также значительных изменений концентрации триглицеридов. Анализ уровня ХС-ЛПВП под влиянием специфической нагрузки у высококвалифицированных шорт-трековиков выявил лишь тенденцию к его увеличению в среднем на 4,8%, ($p > 0,05$) по сравнению с исходными данными.

3.2.3. Влияние специфической физической нагрузки на гипоталамо-гипофизарно-тиреоидную систему высококвалифицированных шорт-трековиков

Функционирование гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы во многом определяет протекание метаболических процессов в организме, в том числе и энергетического обмена, и, тем самым, определяет устойчивость организма к физическим нагрузкам.

В таблице 7 представлены результаты, полученные в ходе исследования влияния специфической физической нагрузки на основные показатели гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы.

Таблица 7 – Влияние специфической физической нагрузки на уровень гормонов гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы спортсменов ($M \pm m$)

Показатели Состояние	ТТГ, мМЕ/л	Т ₄ общ., нмоль/л	Т ₄ св., пмоль/л	Т ₃ общ., нмоль/л	Т ₃ св., пмоль/л
Исходный уровень	1,45±0,11	123,27±3,00	18,69±1,15	2,08±0,16	3,90±0,26

Продолжение 1 таблицы 7

Уровень после специфической физической нагрузки	2,12±0,15	124,76±3,62	21,22±1,31	2,44±0,18	4,18±0,30
p	≤0,05	>0,05	≤0,05	>0,05	>0,05

Примечание: ТТГ – тиреотропный гормон; Т4 общ. – тироксин общий; Т4 св. – тироксин свободный; Т3общ. – трийодтиронин общий; Т3св. – трийодтиронин свободный.

В ходе работы установлено, что концентрация ТТГ у высококвалифицированных шорт-трековиков не выходила за пределы своей физиологической нормы. Специфическая физическая нагрузка привела к достоверному увеличению уровня ТТГ на 46,2% ($p \leq 0,05$). Наблюдались разнонаправленные изменения в содержании тиреотропного гормона у шорт-трековиков. Так, у трех атлетов с относительно низким базальным уровнем ТТГ наблюдался наибольший рост концентрации гормона (32,1 -46%). Вероятно, активация гипофиза была связана с высокой степенью мобилизации функций организма этих спортсменов.

Следует подчеркнуть, что у трех спортсменов с наибольшим исходным уровнем ТТГ зафиксировано снижение изучаемого гормона приблизительно на 50%. Видимо, если специфическая физическая нагрузка не обуславливает в значительной степени мобилизации организма, то активность гипоталамо-гипофизарной системы определяется по механизму обратной связи: высокий базальный уровень ее гормонов предотвращает дальнейшую активацию системы при работе.

Данные, представленные в таблице 7, свидетельствуют о том, что исходный уровень гормона Т₄, как общей, так и свободной фракции, не выходил за пределы нормальных значений. Воздействие специфической физической нагрузки у шорт-трековиков привело к повышению свободной фракции Т₄ на 13,5% ($p \leq 0,05$). Однако проведенный индивидуальный анализ выявил, что у четырех спортсменов наблюдался максимальный рост Т₄общ. на 11 – 24%. В тоже время у

шести человек отмечено существенное снижение концентрации $T_{4\text{общ}}$ на 8 – 19%. У оставшихся 10 спортсменов наблюдался незначительный рост показателя.

Выявлено, что концентрация фракций трийодтиронина у спортсменов не выходила за пределы своей физиологической нормы как в состоянии относительного физиологического покоя, так и после специфической физической нагрузки. Изменения гормонов носило недостоверный характер, имелась лишь тенденция к росту на 17,3% T_3 общ. и 7,2% T_3 св. ($p > 0,05$). При индивидуальном анализе установлено, что специфическая физическая нагрузка привела к сдвигам содержания в крови обеих фракций T_3 . У трех спортсменов наблюдалось максимальное снижение как свободной, так и общей фракций T_3 на 2,7 – 8%, и при этом наблюдался весьма значительный прирост на 17-36% концентрации ТТГ, что свидетельствует об активном поглощении тканями трийодтиронина, приводящему к изменению тиреоидного статуса во время тренировочной нагрузки. У 17 атлетов особенностей изменения гормонов выявлено не было.

3.2.4. Влияние специфической физической нагрузки на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему и уровень нейропептидов

Данные о содержании гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и уровень нейропептидов в состоянии относительного физиологического покоя и после выполнения специфической физической нагрузки представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Влияние специфической физической нагрузки на уровень гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и уровень нейропептидов ($M \pm m$)

Показатели Состояние	АКТГ, пмоль/л	Кортизол, нмоль/л	β -эндорфин, пкмоль/л
Исходный уровень	26,14 \pm 1,20	435,03 \pm 11,91	24,64 \pm 1,58
Уровень после специфической физической нагрузки	31,95 \pm 1,71	522,46 \pm 17,62	31,54 \pm 2,19
p	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$

Анализ результатов показал, что уровень АКТГ не выходил за пределы границ нормы.

Специфическая физическая нагрузка привела к увеличению на 22,2% ($p \leq 0,05$) аденокортикотропного гормона в крови шорт-трековиков.

Проведенный индивидуальный анализ выявил, у четырех шорт-трековиков наблюдался максимальный рост гормона на 52; 57,4; 67; 98%, в тоже время у трех спортсменов после тренировки концентрация АКТГ существенно снижалась на 50,9; 66,3 и 57,7% соответственно. Это связано с интенсивным поглощением и активным метаболизмом тканями циркулирующего в крови гормона.

Что касается кортизола, то выявлено, что в покое его концентрация находилась в пределах нормы, но у четырех спортсменов – МСМК она была наиболее высока. Из специальной научной литературы известно, что повышенный уровень кортизола в покое свойственен высокотренированным спортсменам и носит приспособительный характер. Специфическая физическая нагрузка у шорт-трековиков привело к увеличению на 20% содержания глюкокортикоида в крови ($p \leq 0,05$). Данный факт связан с тем, что тренировочная нагрузка, выполняемая

спортсменами, была циклического характера в аэробно-анаэробном режиме и отличалась высокой интенсивностью, что позволило преодолеть порог активации ГГНС. В результате посленагрузочный уровень кортизола превысил исходный. Индивидуальный анализ показателей выявил, что у четырех спортсменов уровень гормона повысился на 61,7; 110,6; 98,7 и 55,2%. У двух же атлетов концентрация кортизола снизилась на 9,1 и 3,3% соответственно.

Установлено, что в покое существенных различий по содержанию β -эндорфина в крови исследуемых выявлено не было, несмотря на то, что у трех спортсменов имелась тенденция к более высокому базальному уровню данного нейропептида по сравнению с другими шорт-трековиками.

После специфической физической нагрузки произошло достоверное увеличение β -эндорфина на 28% ($p \leq 0,05$). Обращает на себя внимание большая индивидуальная вариативность степени изменения содержания пептида после воздействия специфической физической нагрузки. Так, у атлетов с более высокой базальной концентрацией β -эндорфина наблюдался и наибольший рост нейропептида (на 22-35%) после тренировки. Вместе с тем, наряду с увеличением уровня нейропептида в целом, у двух представителей наблюдалось снижение (на 6 и 13%) его концентрации после нагрузки. Увеличение β -эндорфина после физической нагрузки, очевидно, связано со стимуляцией его синтеза в структурах головного мозга непосредственно в процессе мышечной деятельности, вызывающей чувство «мышечной радости».

3.3. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения на физическую работоспособность и функциональное состояние кардиореспираторной системы высококвалифицированных шорт-трековиков

Под влиянием длительной физической нагрузки в организме высококвалифицированных атлетов происходят адаптивные функциональные

изменения в различных системах и органах. Однако при использовании однотипных видов нагрузок на определенном этапе подготовки спортсменов они не приводят к существенным перестройкам в организме и дальнейшее использование этих нагрузок может не обеспечивать прирост спортивных результатов. Возникает необходимость применения средств, которые могут определенным образом либо активизировать резервы организма спортсмена, либо скорректировать влияние специфической нагрузки на него. В нашей работе было изучено влияние одного из таких средств, а именно курса НИЛИ, на физическую работоспособность и функциональное состояние высококвалифицированных шорт-трековиков в совокупности со специфической нагрузкой.

Исходя из того, что у шорт-трековиков при проведении КРНТ был выявлен недостаточно высокий уровень физической работоспособности, а также данных литературы, свидетельствующих о стимулирующем эффекте НИЛИ (С.Е. Павлов и соавт., 1992; К.Ю. Косорыгина, 2015), представлялось важным изучить его влияние на уровень физической работоспособности и функционального состояния высококвалифицированных спортсменов.

В таблице 10 представлены результаты КРНТ после воздействия на спортсменов 7-дневного курса НИЛИ.

Таблица 10 – Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения на показатели кардиореспираторной системы при максимальном велоэргометрическом тестировании высококвалифицированных шорт-трековиков, $M \pm m$ (n=20)

Показатели	Тестирование 1 (1)	Тестирование 2 (после НИЛИ)		P
		на уровне последней ступени тестирования 1 (2)	последняя ступень тестирования 2 (3)	
Мощность последней ступени нагрузки	324,75±4,03	324,75±4,03	348,25±5,04	1, 3 ≤ 0,05

(Вт)				
Максимальная ЧСС (уд/мин)	190,15±1,06	188,34±1,15	189,65±1,31	1,3 >0,05 1,2 >0,05
VO ₂ абс. (л/мин)	3,77±0,09	3,92±0,08	4,00±0,09	1,3 ≤0,05 1,2 ≤0,05
VO ₂ отн. (мл/мин/кг)	53,79±1,16	55,71±1,12	56,85±1,08	1,3 ≤0,05 1,2 ≤0,05
VE(л/мин)	122,37±2,68	131,55±2,04	136,04±3,21	1,3 ≤0,05 1,2 ≤0,05
ВЭК (л)	32,46±0,85	33,56±0,81	34,01±0,85	1,3 ≤0,05 1,2 ≤0,05
% потребления O ₂	3,08±0,08	2,98±0,34	2,94±0,07	1,3 ≤0,05 1,2 ≤0,05
АП от уровня МПК (%)	74,65±0,78	-----	78,03±0,66	1,3 ≤0,05
O ₂ -пульс (мл/уд)	19,86±0,53	20,81±0,49	21,09±0,51	1,3 ≤0,05 1,2 ≤0,05
RQ (усл.ед)	1,25±0,01	1,18±0,01	1,20±0,01	1,3 ≤0,05 1,2 ≤0,05

Примечание: ЧСС–частота сердечных сокращений, VO₂–потребление кислорода, VE–легочная вентиляция, ВЭК–вентиляционный эквивалент кислорода, АП–анаэробный порог, МПК-максимальное потребление кислорода, O₂-пульс–кислородный пульс, RQ–индекс обмена дыхательных газов.

Анализ результатов показал, что в ходе первоначального максимального велоэргометрического тестирования мощность последней ступени нагрузки в среднем в группе составила 324,75 Вт. Наиболее высокие ее значения (345-355 Вт) были зарегистрированы у четырех спортсменов, а самые низкие (290-300 Вт) – у двух. После курса процедур НИЛИ среднегрупповая величина максимальной мощности нагрузки возросла на 7,2% ($p \leq 0,05$). Максимальное увеличение составило 40 Вт (12,1-13,1%) и было зарегистрировано у четырех шорт-трековиков, мощность последней степени нагрузки возросла на 35 Вт (10,7-11,1%)

так же у четырех человек. У одного шорт-трековика данный показатель не изменился, а у двух наблюдалось снижение на 10 Вт (2,9-3,4%). У остальных девяти испытуемых прирост максимума мощности нагрузки составил 10-25 Вт или 2,9-8,6%.

Показатель ЧСС в момент отказа испытуемых от работы в среднем в группе равнялся $190,15 \pm 1,06$ уд/мин и после курса НИЛИ существенно не изменился ($p > 0,05$). Индивидуальный анализ выявил, что у большинства обследованных шорт-трековиков отмечались разнонаправленные изменения величины ЧСС в пределах $\pm 1-3$ уд/мин. Однако у четырех атлетов значение ЧСС на высоте нагрузки после курса НИЛИ снизилось по сравнению с первым тестированием на 5-7 уд/мин, а у одного спортсмена – возросло на 7 уд/мин.

Таким образом, курсовое воздействие НИЛИ с частотой импульсации 1500 Гц привело к росту уровня общей физической работоспособности и способности длительно выполнять нагрузку возрастающей мощности.

Далее было изучено влияние курса процедур НИЛИ на аэробные возможности шорт-трековиков. Отмечено, что при первом тестировании среднегрупповая величина абсолютных значений максимального потребления кислорода (МПК) составила 3,77 л/мин. Максимальные значения показателя 4,27 и 4,31 л/мин зафиксированы у двух шорт-трековиков, минимальные 2,97 и 3,01 л/мин – так же у двух спортсменов. У остальных спортсменов абсолютные значения МПК варьировали в пределах от 3,28 до 4,16 л/мин.

Проведенная курсовая лазеротерапия способствовала повышению на 6,1%, ($p \leq 0,05$) абсолютных значений МПК. Анализ относительных значений МПК показал, что средняя для группы обследованных спортсменов величина составила 53,79 мл/мин/кг. После курса лазеротерапии отмечался рост этих значений на 6,0% ($p \leq 0,05$). Высокий прирост значений МПК на 8,0-11,9% ($p \leq 0,05$) зарегистрирован у девяти спортсменов, у девяти шорт-трековиков так же выявлен достоверный прирост в пределах 2,0-7,1%, и только у двух спортсменов отмечено снижение МПК на 2,1 и 3,1%.

Установлено, что ВЭК у обследованных шорт-трековиков при первом тестировании составил $32,46 \pm 0,85$ л. Курсовое лазерное воздействие, проведенное перед повторным тестированием, привело к росту показателя ВЭК на 4,8% ($p \leq 0,05$). Значительное увеличение ВЭК (на 14,8-22,2%) наблюдалось у 3-х человек, менее значительное на 0,9-9,5%) – у 13 спортсменов. У 4-х шорт-трековиков отмечалось снижение ВЭК на 1,4-4,0%, что указывало на повышение эффективности легочной вентиляции.

Выявлено, что процент потребления кислорода при первом тестировании составил в среднем 3,2%. Наиболее высокие значения (3,7 и 3,9%) зарегистрированы у двух шорт-трековиков, а наиболее низкие (в пределах 2,4-2,7%) – у четырех. Курс лазеропроцедур привел к снижению изученного показателя на 4,8% ($p \leq 0,05$). Наибольшее снижение на 12,9-18,2% отмечалось у трех спортсменов, менее выраженное (на 3,2-8,7%) – у восьми. У одного спортсмена зарегистрирован рост процента потребления кислорода на 4,1%, тогда как у остальных восьми шорт-трековиков изменений показателя не произошло.

Следовательно, курсовое воздействие НИЛИ привело к некоторому снижению эффективности легочной вентиляции и процента потребления кислорода. Однако на этом фоне отмечался рост критической мощности (мощности, соответствующей МПК), а также абсолютных и относительных значений МПК, отражающих аэробную мощность. В этой связи интерес представляло изучение влияния лазеротерапии на величину анаэробного порога (АП), поскольку АП, является критерием эффективности функционирования аэробного механизма энергообеспечения. Величина анаэробного порога в процентах от уровня МПК в среднем в группе составила 74,6%. Максимальная величина, выявленная при первом тестировании (81,5%) отмечалась у одного спортсмена, а наиболее низкие значения АП (68,3 и 69,6%) – у двух.

Курсовое воздействие НИЛИ привело к росту АП в процентах от МПК на 4,5% ($p \leq 0,05$) Значительное увеличение данного показателя на 7,5-11,7% отмечено у пяти человек, менее значительное (на 2,4-6,9%) – у десяти человек. У

одного спортсмена наблюдалось снижение АП на 3,9%, а у остальных четырех шорт-трековиков изменения были незначительными (менее 1%).

Курсовое лазерное воздействие привело также к росту среднегрупповой величины кислородного пульса на 5,8% ($p \leq 0,05$) за счет повышения потребления кислорода, вследствие усиления легочной вентиляции. Наиболее выраженный прирост (на 9,8-13,0%) обнаружен у трех спортсменов, менее выраженный (на 2,6-8,9%) – у пятнадцати обследованных. Снижение величины кислородного пульса на 2,1% наблюдалось у одного шорт-трековика, и у одного спортсмена изменений выявлено не было.

Среднегрупповая величина индекса обмена дыхательных газов в среднем составила 1,25 усл.ед., что является объективным критерием достижения уровня МПК в ходе тестирования. Низкоинтенсивное лазерное излучение способствовало значимому снижению этого показателя на 4 % ($p \leq 0,05$), что может быть связано с повышением эффективности аэробного ресинтеза АТФ в клетках и уменьшение метаболических сдвигов в крови.

Можно полагать, что курсовое лазерное воздействие ведет к достоверному увеличению основных параметров кардиореспираторной системы, повышающих уровень физической работоспособности. Однако полученные данные могут также свидетельствовать и об адаптации спортсменов к тестирующей нагрузке и усилении мотивации к ее выполнению. Для того чтобы определить, является ли это эффект НИЛИ нами были рассмотрены параметры внешнего дыхания на уровне мощности последней ступени нагрузки первого тестирования.

Установлено, что на уровне мощности последней ступени нагрузки первого тестирования после курса НИЛИ наблюдался достоверно значимый рост таких показателей как, VO_2 абс. , VO_2 отн., ВЭК, O_2 -пульс на 4; 3,8; 3,4 и 4,1% (во всех случаях $p \leq 0,05$).

Значение легочной вентиляции на мощности равной последней ступени нагрузки тестирования 1 после курса лазеропроцедур достоверно выросло на 7,4% ($p \leq 0,05$), процент потребления кислорода при этом имел тенденцию к снижению (различия являлись недостоверными). Индекс обмена дыхательных газов при

этом достоверно снизился на 5,6% ($p \leq 0,05$). Полученные результаты аналогичны показателям на мощности последней ступени нагрузки [163].

3.4. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки на организм высококвалифицированных шорт-трековиков

3.4.1. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки на УПП коры головного мозга высококвалифицированных шорт-трековиков

Принимая во внимание установленный нами положительный эффект влияния НИЛИ на основные показатели кардиореспираторной системы, в значительной степени определяющей уровень физической работоспособности, в нагрузочном тестировании, а также установленный нами ранее на спортсменах игровых видов спорта, фехтовальщиках, представителях отдельных видов единоборств (Т.М. Брук, Н.В. Осипова, Т.В. Балабохина, Ф.Б. Литвин, К.Ю. Косорыгина) его системный характер воздействия на нейрогуморальный статус, процессы метаболизма, в ходе дальнейшей работы было изучено его влияние на энергетический обмен коры головного мозга высококвалифицированных шорт-трековиков при выполнении специфической физической нагрузки (Приложение А, Б).

Данные о влиянии специфической физической нагрузки и курса НИЛИ на динамику УПП представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Влияние курса НИЛИ на УПП коры головного мозга у высококвалифицированных шорт-трековиков в покое и после специфической физической нагрузки ($M \pm m$)

В милливольтгах

Зона коры	Исходный уровень (1)	После курса НИЛИ (2)	После специфической физической нагрузки (3)	После курса НИЛИ и специфической физической нагрузки (4)	p
Fz	9,10±1,22	10,51±0,64	15,31±2,10	13,75±0,93	1-2≤0,05 1-3≤0,05 3-4 ≤0,05
Cz	10,59±0,78	11,71±0,71	15,89±2,32	15,61±0,93	1-2≤0,05 1-3≤0,05 3-4>0,05
Oz	9,41±1,12	10,57±0,93	9,62±0,36	11,86±0,63	1-2≤0,05 1-3>0,05 3-4≤0,05
Td	10,30±0,82	12,19±0,73	11,57±0,41	12,41±0,30	1-2 ≤0,05 1-3≤0,05 3-4≤0,05
Ts	11,92±1,08	12,57±0,87	13,07±0,09	13,67±0,05	1-2≤0,05 1-3≤0,05 3-4≤0,05

Примечание: Fz – лобная область, Cz – центральная область, Oz – затылочная область, Td – правая височная область, Ts – левая височная область.

Общегрупповой анализ результатов показал, что после курса лазерного воздействия УПП в лобной зоне (Fz) увеличился на 15,5% ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ свидетельствует о том, что изучаемый показатель, у всех, шорт-трековиков, стремился к росту, а в большей степени он выражен (от 19,7 до 43,7%) у четырех спортсменов. Как было выяснено ранее, специфическая физическая нагрузка приводит к достоверному увеличению УПП во всех зонах коры головного мозга, кроме затылочной зоны ($p \leq 0,05$). Сочетанное действие

низкоинтенсивного лазерного излучения и нагрузки привело к снижению изучаемого показателя на 10,2% ($p \leq 0,05$). При индивидуальном анализе не наблюдалось значительного увеличения УПП, переходящего границы физиологической нормы, однако у шести спортсменов данный показатель умеренно снизился на 14,6 -30,5%.

После курса лазерного воздействия УПП в центральной зоне (Cz) увеличился на 10,6% ($p \leq 0,05$). Полученные данные индивидуального анализа свидетельствуют о том, что после курсового сеанса лазерного воздействия УПП в центральной зоне коры головного мозга, у всех исследуемых спортсменов, стремился к росту, в большей степени он был выражен у двух спортсменов (на 16,2 и 19,8%). Специфическая физическая нагрузка приводила к увеличению уровня постоянных потенциалов на 50% ($p \leq 0,05$). Сочетанное действие НИЛИ и нагрузки не приводило к достоверному увеличению УПП ($p > 0,05$). Однако у двух спортсменов данный показатель умеренно снизился на 18,5 и 25,1% и приблизился к границам физиологической нормы.

Согласно полученным данным, общегрупповой прирост УПП в затылочной зоне (Oz) после НИЛИ составил 12,3% ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ показал, что курсовое НИЛИ привело к умеренному увеличению от 2 до 29% уровня постоянных потенциалов в затылочной области коры головного мозга у семнадцати исследуемых высококвалифицированных спортсменов, в меньшей степени у трех испытуемых где изменений не наблюдалось. Специфическая физическая нагрузка не привела к достоверному изменению данного параметра. При сочетанном действии НИЛИ и специфической нагрузки общегрупповой прирост составил 23,3% ($p \leq 0,05$). При индивидуальном анализе также наблюдалось умеренное повышение УПП в диапазоне от 4,1 до 50,5% у всех спортсменов, за исключением одного атлета, где показатель снизился на 3,7%.

Анализ полученных результатов показал, что после НИЛИ общегрупповой прирост УПП в правой височной области (Td) составил 18,4% ($p \leq 0,05$). При индивидуальном анализе отмечено умеренное повышение (от 6,6 до 42%) уровня постоянных потенциалов в правой височной зоне коры головного мозга у всех

исследуемых высококвалифицированных шорт-трековиков. Специфическая физическая нагрузка привела к общегрупповому приросту УПП на 12,3% ($p \leq 0,05$). После сочетанного действия НИЛИ и специфической физической нагрузки общегрупповой прирост составил всего 7,3% ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ показал, что лазерное излучение способствовало умеренному приросту (от 1,7 до 26,6%) изучаемого показателя у всех испытуемых, за исключением трех спортсменов, у которых показатель снизился на 3,22-6,7%.

В ходе дальнейшего исследования установлено, что после курсового сеанса лазерного воздействия общегрупповой прирост УПП в левой височной области (Ts) составил 5,5% ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ показал, что УПП в Ts-зоне коры головного мозга у 19 спортсменов, за исключением одного, у которого он снизился на 6,8%. В большей степени у двух спортсменов прирост составил 10% и 15,4%. Специфическая физическая нагрузка привела к увеличению УПП на 9,7% ($p \leq 0,05$). После сочетанного действия НИЛИ и специфической физической нагрузки, то общегрупповой прирост составил 4,6% ($p \leq 0,05$). При индивидуальном анализе также наблюдалось умеренное повышение УПП от 1% до 13,9% у всех, за исключением трех спортсменов, где показатель снизился на 1,3; 8,6; 10,9 %.

Выявлено, что у шорт-трековиков – МСМК показатель энергетического обмена в головном мозге менялся менее значительно, чем у спортсменов квалификации МС, у которых наблюдалось его снижение, приближающееся к границе физиологической нормы, по сравнению с влиянием изолированной специфической нагрузки. Данную закономерность, по-нашему мнению, вероятно можно связать с положительным влиянием курса лазеропроцедур на восстановление кислотно-щелочного равновесия в тканях коры головного мозга.

3.4.2. Влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на нейроэндокринный статус высококвалифицированных шорт-трековиков

Исходя из задач нашего исследования, необходимым явилось рассмотреть влияние курса лазерпроцедур и специфической физической нагрузки на уровень нейрпептидов, определяющих многие реакции организма, в том числе и двигательную активность и гормонов гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы, регулирующих все виды обмена веществ, включая энергетический обмен и, тем самым, определяющий уровень физической работоспособности. Результаты, полученные в ходе эксперимента, представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на уровень гормонов гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы спортсменов (M±m)

Показатель	Исходный уровень (1)	После курса НИЛИ (2)	После специфической физической нагрузки (3)	После курса НИЛИ и специфической физической нагрузки (4)	p
ТТГ, мМе/л	1,45±0,11	1,98±0,16	2,12±0,15	2,92±0,09	1-2≤0,05 1-3≤0,05 3-4≤0,05
Т ₄ общ., нмоль/л	123,27±3, 00	134,51±4,58	124,76±3,62	134,69±3,41	1,2≤0,05 1-3>0,05 3-4≤0,05

Продолжение 1 таблицы 12

T ₄ св., пмоль/л	18,69±1,15	21,42±0,60	21,22±1,31	24,51±1,01	1-2≤0,05 1-3≤0,05 3-4≤0,05
T ₃ общ., нмоль/л	2,08±0,16	2,26±0,14	2,44±0,18	2,68±0,15	1-2>0,05 1-3>0,05 1-4>0,05
T ₃ св., пмоль/л	3,90±0,26	4,40±0,31	4,18±0,30	4,79±0,25	1-2≤0,05 1-3>0,05 3-4≤0,05
β-эндорфин, пкмоль/л	24,64±1,58	33,94±1,53	31,54±2,19	39,03±1,52	1-2≤0,05 1-3≤0,05 3-4≤0,05

Примечание: ТТГ – тиреотропный гормон; Т₄ общ. – тироксин общий; Т₄ св. – тироксин свободный; Т₃общ. – трийодтиронин общий; Т₃св. – трийодтиронин свободный.

Анализ полученных результатов показал, что после курса процедур НИЛИ уровень ТТГ повысился на 36,5% ($p \leq 0,05$). Наибольший рост показателя изучаемого гормона (200-210%) отмечался у двух спортсменов, а наименьший на (13 - 14%) – у трех человек. Специфическая физическая нагрузка, как отмечено выше, приводила к увеличению гормона на 46,2% ($p \leq 0,05$). После сочетанного действия специфической физической нагрузки и НИЛИ концентрация ТТГ достоверно увеличилась на 37,7% по сравнению с обособленным действием нагрузки ($p \leq 0,05$). При этом максимальный рост гормона (240-310%) отмечался у шести шорт-трековиков.

Анализ полученных данных выявил положительное влияние курса процедур НИЛИ с частотой 1500 Гц на концентрацию Т₄общ. Это проявилось, в первую очередь, в наличии достоверно более высоких значений Т₄общ на 9,1% ($p \leq 0,05$) по сравнению с исходным уровнем. Причем максимальный рост гормона на 10-17% отмечен у четырех спортсменов, у трех человек содержание Т₄общ снижалось на 4,1 - 5,2%. Специфическая физическая нагрузка не привела к достоверным изменениям параметра ($p > 0,05$). Сочетанное действие курсовой лазеротерапии и специфической физической нагрузки оказало положительное

влияние на работу щитовидной железы. Так, среднегрупповой прирост показателя $T_{4\text{общ}}$ составлял 8% по сравнению с влиянием специфической физической нагрузки ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ показал, что наибольшее увеличение (34,5 – 35,7%) концентрации гормона отмечалось у трех человек, а у пяти спортсменов было выявлено снижение значения $T_{4\text{общ}}$ на 3,2-10,7%.

Из данных, приведенных в таблице 12, видно, что показатель концентрации $T_{4\text{св}}$ увеличилась после курсового воздействия НИЛИ на 14,6% по сравнению с исходным уровнем ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ показал, что у восемнадцати спортсменов повышение значения свободной фракции T_4 составило в среднем 14,9-48,7%, у двух спортсменов повышение составило 12,5 и 12,8%. Характерно, что и специфическая физическая нагрузка и сочетанное действие лазера и нагрузки вызывали аналогичные изменения данного показателя. После сочетанного действия НИЛИ и нагрузки, также выявлено увеличение гормона на 15,5%, ($p \leq 0,05$). Максимальное увеличение на 51,7-71,9% зарегистрировано у трех спортсменов, у двух атлетов отмечалось снижение $T_{4\text{св}}$ на 9,1 и 1,8%.

Курс НИЛИ так же, как и специфическая физическая нагрузка, не привел к достоверным изменениям $T_{3\text{общ}}$. ($p > 0,05$). Сочетанное действие специфической физической нагрузки и НИЛИ также не привело к достоверным межгрупповым изменениям в содержании $T_{3\text{общ}}$. ($p > 0,05$), отмечалась лишь тенденция к росту данного показателя на 9,8% ($p > 0,05$), наиболее выраженный рост на 13,6% был отмечен у одного спортсмена.

Курс лазеропроцедур с частотой 1500 Гц у шорт-трековиков оказывал стимулирующее действие на содержание свободной фракции трийодтиронина. Это проявилось, в первую очередь, в наличии достоверно более высоких значений $T_{3\text{св}}$ на 12,8% по сравнению с исходным уровнем ($p \leq 0,05$). Специфическая физическая нагрузка не привела к достоверным изменениям содержания гормона ($p > 0,05$). Сочетанное действие курсовой лазеротерапии и специфической физической нагрузки также оказало положительное влияние на работу щитовидной железы. Так, среднегрупповой прирост $T_{3\text{св}}$ по сравнению с уровнем после специфической физической нагрузки составлял 14,5%

($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ показал, что наибольшее увеличение на 140-210% концентрации гормона отмечалось у четырех шорт-трековиков, а у трех спортсменов было выявлено минимальное повышение значения $T_{3\text{св}}$ на 0,5 – 3%.

Примечательно, что в покое существенных различий по содержанию β -эндорфина в крови исследуемых выявлено не было, несмотря на то, что у трех спортсменов имелась тенденция к более высокому базальному уровню данного нейропептида по сравнению с другими шорт-трековиками.

Отмечено, что после курса процедур НИЛИ содержание нейропептида в крови шорт-трековиков существенно возросло на 37,7%, ($p \leq 0,05$).

Сочетанное действие специфической нагрузки и НИЛИ привело к увеличению на 23,7% ($p \leq 0,05$) содержания β -эндорфина, причем максимальный прирост на 160 – 200% изучаемого показателя был зафиксирован у трех человек.

3.4.3. Влияние курса низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему

Принимая во внимание, что специфическая физическая нагрузка может являться стрессорным фактором, и учитывая тесную взаимосвязь гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы, в ходе дальнейшей работы было изучено влияние сочетанного действия специфической физической нагрузки и НИЛИ на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему (таблица 13).

Таблица 13 – Влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему и уровень нейропептидов (M±m)

Показатель	Исходный уровень (1)	После курса НИЛИ (2)	После специфической физической нагрузки (3)	После курса НИЛИ и специфической физической нагрузки (4)	p
АКТГ, пмоль/л	26,14±1,20	28,65±0,62	31,95±1,71	34,27±1,09	1-2≤0,05 1-3≤0,05 3-4≤0,05
Кортизол, нмоль/л	435,03±19,91	497,03±20,6	522,46±17,62	605,32±13,83	1-2≤0,05 1-3≤0,05 3-4≤0,05

Анализ результатов полученных после курсового воздействия НИЛИ показал, что у шорт-трековиков показатель АКТГ повысился в среднем на 9,6% ($p \leq 0,05$) по сравнению с исходным уровнем. Выраженное увеличение концентрации АКТГ (22,1-43,6%) отмечалось у пяти спортсменов. У большинства шорт-трековиков содержание гормона возросло в пределах 6,1-20,2%. Менее значимое повышение (1,2-2,5%) по сравнению с исходным уровнем зарегистрированы у пяти человек. Специфическая физическая нагрузка привела к увеличению на 22,2% адренокортикотропного гормона в крови шорт-трековиков ($p \leq 0,05$).

После сочетанного действия физической нагрузки и курса НИЛИ, выявлено достоверное увеличение гормона на 7,2% по сравнению с действием специфической физической нагрузки ($p \leq 0,05$). Индивидуальный анализ показал, что у большинства обследованных спортсменов содержание адренокортикотропного гормона находилось в пределах 4,4-10,9%. У пяти шорт-трековиков отмечено существенное повышение АКТГ (21,4-52,8%), у трех спортсменов наблюдалось снижение изучаемого гормона на 10,9-25,3%.

После курса процедур НИЛИ с частотой 1500 Гц кортизол повысился в среднем по группе на 14,3% ($p \leq 0,05$), после физической нагрузки, также оказался достоверно выше на 21,7% ($p \leq 0,05$), по сравнению с аналогичными данными до курсового лазерного воздействия. Влияние сочетанного действия НИЛИ и нагрузки приводило к достоверному повышению концентрации кортизола на 15,9% по сравнению с действием специфической физической нагрузки ($p \leq 0,05$). Максимальный рост кортизола на 29,3-49,7% наблюдался у пяти атлетов, у четырех человек отмечалось снижение гормона (4,2-22,9%).

3.4.4. Влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на биохимические показатели крови высококвалифицированных шорт-трековиков

Влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на биохимические показатели крови высококвалифицированных шорт-трековиков отражены в таблице 14.

Таблица 14 – Изменение белково-азотистого метаболизма под воздействием курса НИЛИ и специфической физической нагрузки высококвалифицированных шорт-трековиков ($M \pm m$)

Показатель	Исходный уровень (1)	После курса НИЛИ (2)	После специфической физической нагрузки (3)	После курса НИЛИ и специфической физической нагрузки (4)	p
Общий белок, г/л	69,07±1,37	69,89±1,32	81,44±1,30	80,74±1,05	1-2>0,05 1-3≤0,05 3-4>0,05

Продолжение 1 таблицы 14

Креатинин, мкмоль/л	78,16±2,09	77,13±2,16	84,94±3,26	82,20±2,70	1-2>0,05 1-3>0,05 3-4>0,05
Мочевина, ммоль/л	5,82±0,83	5,75±0,23	6,22±0,17	5,01±0,15	1-2>0,05 1-3>0,05 3-4≤0,05

Низкоинтенсивное лазерное излучение не привело к достоверным изменениям концентрации общего белка крови ($p>0,05$), чего, как было отмечено ранее нельзя сказать о влиянии специфической физической нагрузки, которая привела к достоверному увеличению его концентрации на 17,9% ($p\leq 0,05$).

Сочетанное влияние курса процедур НИЛИ и тренировочной нагрузки привело к достоверному повышению общего белка на 15,5% ($p\leq 0,05$) по сравнению с исходным уровнем. Однако прирост был менее выражен, по сравнению с влиянием специфической физической нагрузки, в отдельности. Более детальный анализ показал, что у большинства обследованных шорт-трековиков различия в концентрации общего белка находились в пределах 9,1-29,8%. У трех спортсменов наблюдалось существенное повышение общего белка в пределах 33,6-47,9%. В тоже время у трех атлетов выявлено наименьшее повышение метаболита (1,5; 2,1 и 4,2%). Важно, что в этом случае специфическая физическая нагрузка, выполненная после курса НИЛИ, не способствовала чрезмерному нарастанию концентрации белка, которое могло бы привести к ухудшению реологических свойств крови, увеличению ее вязкости и затруднению работы сердечно-сосудистой системы.

Изучение содержания креатинина показало, что как отдельно применяемое лазерное излучение и специфическая физическая нагрузка, так и их сочетанное действие не приводит к достоверным изменениям этого показателя. При более детальном анализе, проведенном после изучения действия НИЛИ и специфической нагрузки, выявлено, что содержание креатинина только у двух атлетов максимально снизилось на 11,6 и 19,3%, а у одного наблюдался рост

концентрации креатинина на 13,8%, тогда как у 17 атлетов существенных изменений не выявлено.

После курса НИЛИ содержание мочевины в крови достоверно не изменилось ($p > 0,05$). Как было отмечено ранее, специфическая физическая нагрузка также не привела к достоверным изменениям изучаемого параметра крови ($p > 0,05$). В результатах исследований, полученных после сочетанного действия НИЛИ и специфической нагрузки, выявлено снижение содержания мочевины на 24,2%, ($p \leq 0,05$) по сравнению с влиянием специфической физической нагрузки. Индивидуальный анализ установил, что у пяти лиц с более высоким посленагрузочным содержанием мочевины лазерное воздействие препятствовало дальнейшему повышению показателя и в итоге у этих спортсменов уровень мочевины снижался в среднем в интервале 10,1-55,1%.

Далее было изучено влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на уровень глюкозы и липидной фракции крови спортсменов (таблицы 15,16).

Таблица 15 – Влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на уровень глюкозы в крови высококвалифицированных шорт-трековиков ($M \pm m$)

Состояние	Концентрация глюкозы ммоль/л	p
Исходный уровень	5,01±0,10	>0,05
После курса процедур НИЛИ	5,26±0,11	
После специфической нагрузки	5,24±0,18	
После курса НИЛИ и специфической нагрузки	5,39±0,10	>0,05

Как свидетельствуют полученные данные, курсовое лазерное излучение так же как и специфическая физическая нагрузка, существенным образом не изменяло содержание глюкозы, однако имелась тенденция к повышению изучаемого показателя ($p > 0,05$). Влияние сочетанного действия НИЛИ и специфической нагрузки также не вызывало достоверных изменений

концентрации глюкозы ($p > 0,05$). Более детальный анализ установил, что у трех атлетов был зафиксирован максимальный рост изучаемого показателя на 6,9-12,8%, у семи спортсменов – зарегистрировано снижение содержания глюкозы в крови на 3,4-11,2%, у остальных атлетов данный показатель не претерпевал существенных изменений.

В таблице 16 представлены результаты, влияния курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на обмен липидов спортсменов.

Таблица 16 – Влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки на липидный обмен высококвалифицированных шорт-трековиков ($M \pm S$)

Показатель	Исходный уровень (1)	После курса НИЛИ (2)	Уровень после специфической физической нагрузки (3)	Уровень после курса НИЛИ и специфической физической нагрузки (4)	p
ХС, ммоль/л	3,59±0,12	3,32±0,13	3,38±0,13	2,99±0,12	1-2>0,05 1-3>0,05 3-4≤0,05
ТГ, ммоль/л	1,13±0,03	1,18±0,04	1,23±0,05	1,24±0,06	1-2>0,05 1-3 >0,05 3-4 >0,05
ХС-ЛПВП, ммоль/л	1,47±0,07	1,63±0,05	1,54±0,06	1,69±0,06	1-2≤0,05 1-3>0,05 3-4≤0,05

Примечание: ХС – общий холестерин, ТГ – триглицериды, ХС-ЛПВП – липопротеиды высокой плотности.

Выявлено, что курс процедур НИЛИ не привел к достоверным среднегрупповым изменениям концентрации общего холестерина, а имелась лишь тенденция к его снижению на 8,1% ($p > 0,05$). Специфическая физическая нагрузка также достоверно не влияла на концентрацию холестерина, лишь несколько

снижала его уровень на 6% ($p > 0,05$). После сочетанного действия курса лазеропроцедур и тренировочной нагрузки концентрация общего холестерина в крови шорт-трековиков достоверно снижалась на 11,5% ($p \leq 0,05$). Следует отметить, что у 16 шорт-трековиков под действием НИЛИ концентрации общего холестерина в крови оказалась ниже исходного уровня в среднем на 7,5-29,7%, у остальных четыре – на 3,3-4,2%. Возможно, данный факт является следствием антиатерогенного действия НИЛИ.

Как показал анализ результатов исследования, курс процедур лазеротерапии не привел к достоверным изменениям концентрации триглицеридов ($p > 0,05$). Изолированная тренировочная нагрузка так же, как и выполненная после курса процедур НИЛИ также не привела к сколько-нибудь существенным изменениям показателя триглицеридов ($p > 0,05$). Однако у трех человек содержание триглицеридов максимально выросло на 32,6-62,3%, в тоже время у пяти шорт-трековиков наблюдалось существенное снижение на 21,1-38,9%.

После НИЛИ концентрация ХС-ЛПВП увеличилась на 10,8% по сравнению с состоянием относительного физиологического покоя ($p \leq 0,05$). Специфическая физическая нагрузка не вызывала достоверного изменения данного параметра ($p > 0,05$). В то время как сочетанное действие НИЛИ и нагрузки приводило к достоверному росту данного показателя. В результатах после курса НИЛИ и тренировочного занятия, также выявлено повышение параметра на 9,7%, ($p \leq 0,05$). Максимальное увеличение на 21,9 - 55% зарегистрировано у трех спортсменов, снижение 7,3-39,7% – у четырех человек, у остальных значение входило в средние показатели нормы.

4. Корреляционная связь между параметрами функционального состояния высококвалифицированных шорт-трековиков

Для выявления действия специфической физической нагрузки и НИЛИ на организм спортсменов нами были рассмотрены корреляционные связи между изучаемыми параметрами.

Корреляционные взаимосвязи между показателями энергетического обмена зон коры головного мозга после специфической физической нагрузки представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Корреляционная связь показателей энергетического обмена зон коры головного мозга высококвалифицированных шорт-трековиков после специфической физической нагрузки (r_2)

Показатели	<i>Fz</i>	<i>Cz</i>	<i>Oz</i>	<i>Td</i>	<i>Ts</i>
<i>Fz</i>	r=1	r=0,711**	r=0,509**	r=0,645**	r=0,709**
<i>Cz</i>		r=1	r=0,634*	r=0,344*	r=0,328**
<i>Oz</i>			r=1	r=0,456*	r=0,556*
<i>Td</i>				r=1	r=0,502**
<i>Ts</i>					r=1

* – корреляция значима на уровне 0,05

** – корреляция значима на уровне 0,01

Под воздействием специфической физической нагрузки отмечаются достоверные корреляционные взаимосвязи между всеми исследуемыми зонами коры. Данную закономерность можно связать с высокой степенью функциональной зрелости зон коры головного мозга и профессионализмом спортсменов, так как данный параметр отражает сформированность двигательных стереотипов [182].

Известно, что физическая нагрузка способствует активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и определенным образом влияет на метаболизм организма в целом и энергетические процессы в головном мозге. В дальнейшем нами были проанализированы корреляционные связи между важнейшим нейропептидом β -эндорфином, гормоном кортизолом и УПП (таблице 18).

Таблица 18 – Корреляционная связь показателей энергетического обмена зон коры головного мозга с β -эндорфином, кортизолом высококвалифицированных шорт-трековиков после специфической физической нагрузки

Показатели	<i>Fz</i>	<i>Cz</i>	<i>Oz</i>	<i>Td</i>	<i>Ts</i>
<i>β-эндорфин</i>	r= - 0,278	r=-0,112	r=-0,155	r=-0,140	r=-0,256
<i>Кортизол</i>	r= 0,713**	r=0,214	r= 0,552**	r=0,018	r=0,223

** – корреляция значима на уровне 0,01

В исследуемой группе спортсменов не наблюдалось значимых корреляций между β -эндорфином и параметрами энергетического обмена в головном мозге. Однако, были обнаружены сильные положительные высоко значимые корреляции между уровнем кортизола и УПП в лобной зоне коры головного мозга ($p \leq 0,01$) и средние положительные значимые корреляции между уровнем кортизола и УПП в затылочной зоне головного мозга ($p \leq 0,01$). Данные согласуются с исследованиями В.Ф. Фокина (2002), выяснившего что «независимо от вида стрессора ... выявлено достоверное повышение УПП, отражающее закисление мозга. Рост УПП связан с активацией ГГНС, о чем свидетельствует зависимость между УПП и уровнем кортизола». Данные изменения происходят за счет усиления гликолиза и развития ацидоза в тканях головного мозга [182].

Специфическая физическая нагрузка привела к образованию различного рода корреляционных связей между уровнем β -эндорфина и тиреоидных гормонов (таблица 19).

Таблица 19 – Корреляционная связь показателей β -эндорфина, тиреоидных гормонов, адренокортикотропного гормона и кортизола у высококвалифицированных шорт-трековиков после специфической физической нагрузки

Показатели	<i>ТТГ</i>	<i>Т4общ</i>	<i>Т4св</i>	<i>Т3общ</i>	<i>Т3св</i>	<i>АКТГ</i>	<i>кортизол</i>
<i>β-эндорфин</i>	r=- 0,489*	r=0,033	r=0,593**	r=- 0,159	r=0,063	r=0,007	r=0,436*

* – корреляция значима на уровне 0,05

** – корреляция значима на уровне 0,01

Выявлено наличие умеренной значимой отрицательной связи между нейропептидом и ТТГ ($p \leq 0,05$), средней высоко значимой положительной связи с $T_{4св}$ ($p \leq 0,01$), а также умеренной средней связи между кортизолом.

Далее в работе рассмотрены корреляционные связи после воздействия курса лазерного воздействия и специфической физической нагрузки (таблицы 21-24)

Таблица 21 – Корреляционная связь показателей энергетического обмена зон коры головного мозга высококвалифицированных шорт-трековиков после сочетанного действия специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения

Показатели	<i>Fz</i>	<i>Cz</i>	<i>Oz</i>	<i>Td</i>	<i>Ts</i>
<i>Fz</i>	r=1	r=0,917**	r=0,519**	r=0,711**	r=0,723**
<i>Cz</i>		r=1	r=0,679**	r=0,524*	r=0,306**
<i>Oz</i>			r=1	r=0,465*	r=0,577*
<i>Td</i>				r=1	r=0,579**
<i>Ts</i>					r=1

* – корреляция значима на уровне 0,05

** – корреляция значима на уровне 0,01

После сочетанного действия специфической физической нагрузки и НИЛИ в исследуемой группе спортсменов сохранились выявленные достоверные взаимосвязи между УПП коры головного мозга. Можно заключить, что коэффициенты ранговой корреляции имели тот же знак, но при этом после

сочетанного воздействия данных факторов на организм произошло увеличение значений. Возможно, именно НИЛИ повышает взаимосвязанность различных зон коры головного мозга, в особенности между лобной и центральной зонами, и как следствие способствует совершенствованию сложных двигательных актов спортсменов.

В таблицах 22-23 представлены коэффициенты ранговой корреляции между β -эндорфином и УПП, а так же между гормонами щитовидной железы.

Таблица 22 – Корреляционная связь показателей энергетического обмена зон коры головного мозга с β -эндорфином и кортизолом у высококвалифицированных шорт-трековиков после специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения

Показатели	Fz	Cz	Oz	Td	Ts
β -эндорфин	$r= 0,023$	$r=-0,077$	$r=0,060$	$r=0,282$	$r=-0,329$
Кортизол	$r= 0,788^*$	$r= 0,219^*$	$r= 0,561^{**}$	$r= 0,013$	$r= 0,118$

* – корреляция значима на уровне 0,05

** – корреляция значима на уровне 0,01

Таблица 23 – Корреляционная связь между β -эндорфином, тиреоидными гормонами, АКТГ, кортизолом у высококвалифицированных шорт-трековиков после специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения

Показатели	$TГГ$	$T4_{общ}$	$T4_{св}$	$T3_{общ}$	$T3_{св}$	АКТГ	кортизол
β -эндорфин	$r= -0,062$	$r=0,051$	$r=0,238$	$r=-0,189$	$r=0,067$	$r= 0,001$	$r=0,535^*$

После сочетанного действия изучаемых факторов также не было обнаружено достоверно значимых связей между уровнем β -эндорфина и УПП. Однако, между кортизолом и УПП коэффициенты ранговой корреляции с фронтальной зоной ($p \leq 0,05$) и затылочной зоной достоверно выросли ($p \leq 0,01$). А также выявилась достоверная значимая слабая связь с УПП центральной зоны коры. После специфической физической нагрузки и НИЛИ не наблюдалось образования корреляционных связей между β -эндорфином, гормонами

щитовидной железы, АКТГ. Между кортизолом и β -эндорфином произошло усиление корреляционной связи ($p \leq 0,05$).

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенный анализ научных публикаций в периодических изданиях, учебно-методической литературы, популярных интернет-изданий и сайтов (Газета.ru, www.minsport.gov.ru, www.russkating.ru) выявил остро стоящую проблему в медико-биологическом обеспечении тренировочного процесса в шорт-треке, в частности, в использовании средств повышения физической работоспособности спортсменов. Согласно данному факту, результаты проведенного исследования могут представлять интерес для тренеров в плане оптимизации учебно-тренировочного процесса в шорт-треке. Остановимся на анализе собственных результатов оценки влияния курсового НИЛИ на организм высококвалифицированных шорт-трековиков при выполнении специфической физической нагрузки.

На начальном этапе работы нами была произведена оценка функционального состояния кардиореспираторной системы шорт-трековиков, определяющей физическую подготовленность спортсменов. По данным КРНТ, у атлетов наиболее значимые параметры кардиореспираторной системы, такие как МПК, легочная вентиляция, кислородный пульс, ВЭЖ, входили в интервал среднего уровня подготовленности согласно классификации К. Купера (1970). Полученные результаты сравнимы с данными Т.И. Крыловой [94], изучавшей морфофункциональные характеристики шорт-трековиков. Однако данный факт, очевидно, может быть обоснован и особенностями организации общей физической подготовленности шорт-трековиков, уделяющей особое внимание развитию в основном скоростно-силовых качеств. На наш взгляд, как показал анализ полученных результатов проведенного нами исследования больше внимания необходимо уделять повышению аэробной выносливости, которая важна как на этапе подготовки, так и этапе высшего спортивного мастерства.

Согласно поставленным задачам, нами также было оценено влияние специфической физической нагрузки на организм высококвалифицированных шорт-трековиков. В литературных источниках имеются фрагментарные данные о влиянии специфической физической нагрузки на организм шорт-трековиков. Наиболее значимый интерес представляет выявление особенностей ЦНС спортсменов, обеспечивающей слаженность в работе всех систем организма. В нашем исследовании было выявлено, что физическая нагрузка анаэробно-гликолитической направленности ведет к повышению церебрального энергетического обмена в лобной области на 68,2%, центральной области на 50,1%, правой височной области на 12,3%, левой височной области на 9,7%, при этом достоверных изменений в затылочной области не происходило. Высокая функциональная активность нейронов лобной области связана с интегративно-мнестической функцией, обеспечивающей осознанные двигательные действия. Центральная область включает в себя высшие сенсорные зоны, а в своей совокупности указанные области формируют единую сенсомоторную область. Следовательно, выявленная динамика УПП и показывает наибольшую активность в сенсомоторной области. При этом достоверные корреляционные взаимосвязи между всеми исследуемыми зонами коры головного мозга так же свидетельствуют о сформированности двигательных стереотипов.

Как известно, физическая нагрузка в зависимости от интенсивности, объема и мощности, является стрессорным фактором для организма. Нами было выяснено, что на фоне повышения УПП произошло увеличение концентрации кортизола на 20% и АКТГ на 22,2% ($p \leq 0,05$). Полученные данные подтверждают представление о том, что активация ГНС с повышением уровня кортизола сопровождается увеличением УПП, что, очевидно, является следствием перестройки церебрального энергетического метаболизма, ведущей к усилению гликолиза и развитию лактоацидоза в мозге. Следовательно, закисление мозга усиливает окислительный стресс, неблагоприятно сказывающийся на деятельности мозга, и, как следствие, ведет к снижению физиологических возможностей высококвалифицированных шорт-трековиков [109, 179]. Доказано,

что гипоталамус, как коллектор всей чувствительности, получает потенциалы действия, вызванные специфической физической нагрузкой. Под его воздействием освобождаются гормоны, активирующие гормональную функцию гипофиза. Ведущую роль в выработке адаптивных реакций среди этих гормонов играет кортиколиберин. Под его влиянием освобождается АКТГ, который вызывает мобилизацию надпочечников. Гормоны надпочечников повышают устойчивость организма к физическим напряжениям. При напряженной физической нагрузке для сохранения адаптации запросы организма направлены на усиление функции надпочечников, которая стимулируется повышением концентрации АКТГ в крови. В надпочечниках усиливается синтез кортикоидных гормонов. Глюкокортикоидный ряд гормонов активирует ферменты, ускоряющие образование пировиноградной кислоты и использование ее в качестве энергетического материала в окислительном цикле. Одновременно стимулируются и процессы ресинтеза гликогена в печени. Повышенная продукция гормонов мозгового слоя надпочечников способствует росту энергопроизводства, усилению мобилизации гликогена печени и скелетных мышц и, в конечном счете, стимулирует устойчивость организма к внешним воздействиям. Увеличение концентрации АКТГ и кортизола в ответ на физическую нагрузку, с одной стороны, говорит о ее стрессорном воздействии, с другой стороны, на основании индивидуального анализа, по нашему мнению, может свидетельствовать об адекватности физической нагрузки возможностям организма спортсменов.

К стресс-реализующим системам также относится и гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная система (ГГТС). В нашем исследовании было выявлено, что специфическая физическая нагрузка приводит к увеличению уровня ТТГ на 46,2%, свободной фракции T_4 на 13,5% ($p \leq 0,05$), достоверных изменений концентрации свободной и связанной фракций T_3 не наблюдалось, а имелась тенденция к росту гормонов. Гормоны ГГТС при воздействии физических нагрузок повышают потребление кислорода тканями, активизируют процессы окисления жиров, белков и углеводов, усиливая, тем самым, выработку энергии,

аккумулируемой в макроэргических связях креатинфосфата, АДФ, АТФ; регулируют деятельность других эндокринных комплексов (путем влияния на интенсивность секреции, особенности транспорта, метаболизма и физиологического действия кортикостероидов, катехоламинов и других гормонов); оказывают влияние на морфогенез, дифференцировку, рост и развитие клеточно-тканевых структур, участвуют в реализации функций нервной, сердечнососудистой и других систем организма. В целом, ГГНС и ГГТС обеспечивают устойчивость организма спортсменов к специальной физической нагрузке, что позволяет рассматривать их работу в синергетическом единстве, направленном на обеспечение адаптационного потенциала и расширение функциональных возможностей организма спортсменов. Полученные результаты, следует полагать, могут свидетельствовать о развитии профессионализма спортсменов, так как повышение тиреотропина с одновременным отсутствием изменений концентрации T_3 и небольшим ростом T_4 являются отражением адаптационных перестроек организма атлетов к воздействию специфической физической нагрузки [40, 43, 109].

Наряду со стресс-реализующей системой, в организме существует ряд стресс-лимитирующих систем, в том числе и система опиоидных пептидов. Под воздействием специфической физической нагрузки у высококвалифицированных шорт-трековиков отмечено повышение уровня β -эндорфина на 28% ($p \leq 0,05$), определяющего реактивность всей опиоидной системы, что, на наш взгляд, способствует выходу организма из стресса, обусловленного физической нагрузкой.

Под воздействием специфической физической нагрузки у высококвалифицированных шорт-трековиков наблюдались изменения и в белково-азотистом обмене. Специфическая физическая нагрузка привела к увеличению общего белка крови на 17,9% ($p \leq 0,05$), концентрация же креатинина и мочевины недостоверно повысилась на 1,1% и 6,8% соответственно ($p > 0,05$), что свидетельствует об усилении процессов метаболизма белков и увеличении содержания в крови небелкового азота. Повышение концентрации белка в крови

под действием тренировочной нагрузки может быть связано с такими факторами, как сгущение крови вследствие потери воды через кожу с потом и дыхательные пути при увеличении легочной вентиляции, так и с изменениями белкового метаболизма, происходящими при выполнении мышечной работы. Уровень глюкозы и липидов в ответ на нагрузку достоверно не изменился.

Таким образом, специфическая физическая нагрузка анаэробно-гликолитической направленности в шорт-треке в исследуемой группе высококвалифицированных спортсменов привела к запуску физиологических механизмов стресса.

В связи с выявленным фактом и актуальностью поиска «недопинговых» средств, повышающих физическую работоспособность спортсменов высокого класса, мы изучили влияние курсового НИЛИ на основные параметры функционирования физиологических систем организма шорт-трековиков при сочетанном действии со специфической физической нагрузкой. Вначале было исследовали влияние курсового НИЛИ на параметры сердечнососудистой и дыхательной системы. Было выяснено, что после курса лазерного воздействия на 7,2% возросла мощность последней ступени нагрузки тестирования, на 6% увеличилось значение МПК, на 5% вырос ВЭК, на 5% снизился процент потребления кислорода. Согласно полученным данным, курс НИЛИ привел к увеличению значений критической мощности, аэробной мощности, при этом произошло снижение эффективности легочной вентиляции и процента потребления кислорода. Известно, что при мышечной работе на деятельность дыхательного центра оказывают влияние две группы факторов – гуморальные и нейрогенные. Легочная вентиляция во время мышечной работы до определенного субмаксимального аэробного уровня находится в прямой зависимости от ее мощности. При более тяжелой работе легочная вентиляция увеличивается быстрее, чем повышается потребление кислорода, и линейная зависимость нарушается, а в момент достижения уровня МПК легочная вентиляция еще больше увеличивается. Объяснить наблюдаемое явление можно следующими процессами: накопление в крови метаболитов и молочной кислоты, повышение

при напряженной физической работе чувствительности хеморецепторов артерий, стимулирующее действие на дыхательный центр со стороны моторной коры головного мозга, рефлекторное влияние от рецепторов работающих мышц. Лазерное воздействие привело к снижению индекса дыхательных газов, а следовательно, уменьшению метаболитов в крови.

В нашем исследовании на фоне небольшого, но достоверного уменьшения эффективности аэробного энергообеспечения, за счет влияния, прежде всего на ЦНС, наблюдается статистически значимое повышение мобилизуемости и реализуемости аэробных возможностей организма. На первый взгляд эта точка зрения может показаться парадоксальной, но это явление может быть связано, как нами было установлено ранее, с многостадийным комплексным действием НИЛИ на организм в условиях чрескожного облучения крови на уровне крупных сосудов. К выявленным эффектам воздействия НИЛИ можно отнести усиление энергетического обмена в центральной и фронтальной зонах коры головного мозга, приводящее к формированию скрытой доминанты или субдоминанты, отвечающей за моторную активность, также стимулирующего влияния на ядра ретикулярной формации ствола мозга, гипоталамические ядра, контролирующие секрецию специфических гормонов и нейропептидов (β -эндорфина), определяющих активность гипофиза и щитовидной железы по показателям выделения АКТГ, ТТГ, T_4 , T_3 , опосредованно усиливающих энергетический обмен в целом, мобилизующих адаптационные резервы, повышающие устойчивость организма к экстремальным условиям, каким, в данном случае, для спортсменов является нагрузка «до отказа» от работы

В тоже время не исключено влияние и других факторов. Согласно исследованиям С. Маркора и его коллег (2014 г) о природе усталости повышение показателей реализуемости аэробных возможностей может быть связано с изменением восприятия или мотивации даже без какого-либо изменения состояния мышц на команду до отказа от работы, повышение температуры окружающей среды, гидратацией [163].

Выявлено, что использование курса НИЛИ на фоне специфической физической нагрузки сопровождается умеренным увеличением УПП во всех исследуемых областях коры головного мозга, кроме лобной зоны, где показатель снижался на 10,2% в сравнении с действием специфической физической нагрузки. Следовательно, в данной зоне, отвечающей за сенсомоторику, на наш взгляд, произошло уменьшение ацидоза в тканях, что нивелирует стрессорное воздействие нагрузки. Повышение же энергообмена в других областях мозга находится в пределах физиологической нормы. Так же было замечено, что минимальные изменения изучаемого показателя характерны для шорт-трековиков МСМК, функциональное состояние которых характеризуется выраженной физиологической устойчивостью.

Сочетанное действие НИЛИ и специфической физической нагрузки привело к увеличению активности ГГТС. Выявлено повышение ТТГ на 37,7%, Т₄общ на 8%, Т₄св на 13,5%, Т₃св на 14,6% по сравнению с действием специфической физической нагрузки. Гормоны щитовидной железы на тканевом уровне вызывают повышение активности большинства клеточных структур, энергетических систем, обладают способностью блокировать окислительное фосфорилирование, стимулируют катаболизм белка в клетке, улучшают проницаемость клеточных мембран через стимуляцию работы натрий-калиевого и кальциевого насосов. При специфической физической нагрузке в условиях дефицита кислорода гормоны щитовидной железы блокируют окислительное фосфорилирование, способствуя катаболизму в клетках, с получением энергии по липолитическому пути. Данный факт укладывается в схему о согласованном участии гормонов щитовидной железы, наряду с кортизолом, катехоламинами и опиоидными гормонами в использовании новых источников продукции АТФ.

После 7-дневного воздействия НИЛИ наблюдается высокая концентрация β-эндорфина в крови, что способствует торможению механизмов стресса. Известно, стресс является причиной большинства патологических состояний спортсменов. Усиление положительных корреляционных связей в выработке кортизола и β-эндорфина в нашем исследовании подтверждают данный факт. Динамическое

равновесие в работе эндокринных систем – залог высокой работоспособности организма спортсмена. Кроме этого, активация эндогенной опиоидной системы стимулирует мышечную деятельность спортсменов.

При обосновании влияния НИЛИ и специфической физической нагрузки на белково-азотистый обмен установлено достоверное снижение концентрации мочевины на 24,2% ($p \leq 0,05$). Выявленный факт позволяет судить об улучшении восстановительных процессов. В исследуемой группе спортсменов достоверных отличий в концентрации глюкозы после НИЛИ и специфической физической нагрузки выявлено не было, что позволяет говорить о стабильности углеводного обмена. Сочетанное действие НИЛИ и специфической физической нагрузки привело к снижению на 11,5% уровня общего холестерина, что дает возможность судить об антиатерогенном действии НИЛИ, а следовательно, снижении действия чрезмерных физических нагрузок в подготовительном и соревновательном периодах, способствующих развитию атеросклероза.

Индивидуальный анализ результатов показал, что на время обследования высококвалифицированные шорт-трековики (МСМК) имели разный уровень функциональной подготовленности. Так, у МСМК адаптационный потенциал имел широкие границы о чем свидетельствует все изучаемые показатели оценки кардиореспираторной системы, энергетического обмена клеток коры головного мозга, нейроэндокринного статуса, значения которых приближались к верхней границе физиологической нормы, что указывает на высокую степень тренированности их организма. В этом случае НИЛИ оказывает лишь корректирующее воздействие. У МС отмечен средний уровень функциональной готовности, о чем свидетельствует ряд вышеперечисленных показателей, находящихся на нижней границе нормы, что отражает состояние перетренированности на изученном этапе подготовки спортсменов и НИЛИ в этом случае оказывает потенцирующее действие, повышая функциональное состояние организма спортсменов. Важно подчеркнуть, что именно в условиях гипофункции курсовое низкоинтенсивное лазерное воздействие оказывает более выраженное стимулирующее воздействие, кумулятивность которого установлена

ранее (К.Ю. Косорыгина, 2015) и сохраняется в течение 14 дней.

Таким образом, можно заключить, что выявленные закономерности действия НИЛИ положительно влияют на функциональное состояние и физиологические резервы организма и позволяют его использовать для достижения оптимального спортивного результата с учетом продолжительности его влияния и текущей функциональной готовности спортсменов.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено, что исходное функциональное состояние высококвалифицированных шорт-трековиков по показателям выполнения кардиореспираторного нагрузочного тестирования относится к среднему уровню физической подготовленности. Согласно полученным результатам исследования, при планировании учебно-тренировочного процесса атлетов больше внимания следует уделять повышению аэробной выносливости, которая важна как на этапе подготовки, так и этапе спортивного мастерства.

2. Установлено, что специфическая физическая нагрузка привела к приросту показателей УПП в лобной, центральной, правой височной, левой височной областях коры головного мозга; уровня общего белка крови, ТТГ, T_4 св., АКТГ. Следовательно, специфическая физическая нагрузка анаэробно-гликолитической направленности в шорт-треке приводит к запуску физиологических механизмов стресса. Повышение же концентрации β -эндорфина нивелирует этот процесс.

3. После курса низкоинтенсивного лазерного воздействия при выполнении КРНТ возросла мощность последней ступени нагрузки, увеличилось значение МПК, вырос ВЭК, но снизился процент потребления кислорода. Обнаруженные закономерности свидетельствуют о повышении реализуемости и мобилизуемости аэробных возможностей организма. Использование курса НИЛИ на фоне специфической физической нагрузки привело к умеренному увеличению УПП во всех исследуемых областях коры головного мозга, кроме лобной зоны, где показатель достоверно снизился. Установлено достоверное повышение концентрации гормонов щитовидной железы по сравнению с действием специфической физической нагрузки, повышение β -эндорфина, снижение концентрации мочевины и общего холестерина. Причем выявлено, что курс лазерного воздействия оказывает на функциональное состояние и

физиологические резервы МСМК корригирующее воздействие, а МС – потенцирующее.

4. Выявлен ряд устойчивых средних и сильных положительных взаимосвязей между показателями энергетического обмена отдельных зон коры головного мозга, нейроэндокринного статуса после сочетанного воздействия специфической физической нагрузки и НИЛИ. Установлено, что при воздействии данных факторов на организм спортсменов в значительной степени НИЛИ повышает взаимосвязанность между лобной и центральной зонами, что способствует совершенствованию сложных двигательных актов у высококвалифицированных шорт-трековиков.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для оценки функционирования кардиореспираторной системы рекомендовано применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования «до отказа» от работы на программно-аппаратном комплексе SCHILLER с газоанализатором Ganshorn Power Cube. Мощность первой ступени нагрузки на велоэргометре должна составлять 30 Вт, мощности последующих ступеней нагрузки должны последовательно увеличиваться с шагом 20 Вт до отказа испытуемого от продолжения физической работы (велоэргометрического тестирования). Длительность нагрузки каждой ступени должна составлять 1 мин, при скорости вращения педалей 60-70 об/мин.

2. Для оценки энергетической активности клеток коры головного мозга рекомендовано применять аппаратно-программный комплекс «НЭК-5» с монтажем отведений по международной системе «10-20». Активность нейрометаболизма регистрируют по фоновому уровню УПП, который регистрируется в течение 5-10 минут.

3. Для повышения физической работоспособности высококвалифицированных шорт-трековиков рекомендовано использовать курсовое 7 - дневное низкоинтенсивное лазерное излучение с помощью лазера «Узор-3КС». Воздействие проводится в утренние часы на область крупных сосудов, длиной волны 0,89 мкм, мощностью излучения 3,8 Вт, с частотой следования импульсов 1500 Гц в течение 8 минут (2 излучателями по 4 минуты).

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

НИЛИ - низкоинтенсивное лазерное излучение

ФР – физиологический резерв

ФС – функциональное состояние

ЦНС – центральная нервная система

ВНС – вегетативная нервная система

АПК – аппаратно-программный комплекс

УПП – уровень постоянных потенциалов

НЭК – нейроэнергокартирование

ЧСС – частота сердечных сокращений

МПК – максимальное потребление кислорода

V_{O_2} – потребление кислорода

V_E – легочная вентиляция

ВЭК – вентиляционный эквивалент кислорода

O_2 -пульс – кислородный пульс

АП – анаэробный порог

RQ – индекс обмена дыхательных газов

ГГНС – гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система

ГГТС – гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная система

$T_{3\text{общ}}$ – общий трийодтиронин

$T_{4\text{общ}}$ – общий тироксин

$T_{3\text{св}}$ – свободный трийодтиронин

$T_{4\text{св}}$ – свободный тироксин

МС – мастер спорта

МСМК – мастер спорта международного класса

Fz – лобная область

Cz – центральная область

Oz – затылочная область

Td – височная область справа

Ts – височная область слева

ХС – общий холестерин

ХС-ЛПВП – холестерин липопротеидов высокой плотности

ТГ – триглицериды

Список литературы

1. Абдрахманова, А.И. Современные представления о механизмах лазерного воздействия / А.И. Абдрахманова, Н.Б. Амиров // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – №5. – С.7-12.
2. Абсалямов, Т.М. Общие принципы построения комплексной целевой программы подготовки команды и отдельного спортсмена / Т.М. Абсалямов // Тенденции развития спорта высших достижений. – 1997. – С. 28–33.
3. Агаджанян, Н.А. Резервы организма и экстремальный туризм / Н.А. Агаджанян, А.Н. Кислицын. – М.: Просветитель, 2002. – 302с.
4. Агаджанян, Н.А. Функциональные резервы организма и теория адаптации / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева // Вестник восстановительной медицины. – 2004. – №3 (9).– С.4-11.
5. Азарова, Н.О. Применение КВЧ-терапии для профилактики синдрома перетренированности у спортсменов / Н.О. Азарова // Поликлиника. – 2010. –№3. – С.52-53.
6. Антонов, А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов / А.А. Антонов // Поликлиника. – 2013. – №1 (2). – С.37-41.
7. Астахов, А.В. Определение индивидуального значения анаэробного порога, как дозатора интенсивности тренировочной нагрузки при выполнении интервальной тренировки для коррекции веса тела / А.В. Астахов, Н.В. Матчинова // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. – 2015. – №4. – С.239-240.
8. Ахмадеев, Р.Р. Сверхмедленная электрическая активность головного мозга при краткосрочном гипоксическом стрессе у спортсменов / Р.Р. Ахмадеев,

А.В. Бажин, А.Х. Кальметьев // Человек. Спорт. Медицина. – 2006. – №3. –С.94-96.

9. Баба-Заде, А.А. Анализ уровня постоянного потенциала головного мозга как метод оперативного и текущего контроля состояния спортсменов / А.А. Баба-Заде, Н.Н. Озолин, В.Ф. Фокин [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1989. – № 5. –С.42-44.

10. Баевский, Р.М. Теоретические и прикладные аспекты оценки и прогнозирования функционального состояния организма при действии факторов длительного космического полета / Р.М. Баевский // Актовая речь на заседании Ученого совета ГНЦ РФ-ИМБП РАН. Москва, 2005г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://diffpsychology.narod.ru/dderfices/1Baevski.doc>

11. Бажин, А.В. Влияние транзиторной физиологической гипоксии на процессы опознания у спортсменов / А.В. Бажин, Р.Р. Ахмадеев, И.Д. Тупиев // Человек. Спорт. Медицина. – 2006. – №3. – С.91-93.

12. Байгужин, П.А. Факторы результативности психофизиологического исследования функционального состояния центральной нервной системы у студентов / П.А. Байгужин // Человек. Спорт. Медицина. – 2011. – №26 (243). – С.131-135.

13. Баранова, Е.А. Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов / Е.А. Баранова, Л. В Капилевич // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – №374. – С.152-155.

14. Баранова, Е.А. Функциональная адаптация сердечно-сосудистой системы у спортсменов, тренирующихся в циклических видах спорта / Е.А. Баранова, Л.В. Капилевич // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – № 383. –С. 176–179.

15. Башкин, В.М. Исследование изменения функционального состояния центральной нервной системы спортсменов в течение различных тренировочных периодов / В.М. Башкин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2009. – №9. – С.8-11.

16. Бедерева, Н.С. Особенности нейрометаболических реакций и активационных процессов коры головного мозга у младших школьников с различными темпераментными характеристиками в условиях школьных нагрузок / Н.С. Бедерева, Н.В. Гезалова, С.Н. Шилов // Сибирский вестник специального образования. – 2013. – № 1 (9). – С. 25-37.

17. Беличенко, О.И. Магнитно-резонансная томография в оценке состояния головного мозга и гипофиза у лиц, активно занимающихся физической культурой и спортом / О.И. Беличенко, А.В. Смоленский, А. В. Воронцов [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – №1. – С.80-85.

18. Белогорцев, Д.О. Функциональное состояние и физические качества у спортсменов в тренировочно-соревновательном периоде / Д.О. Белогорцев, А.Н. Поликарпочкин, И.В. Левшин // Проблемы функциональных состояний и адаптации в спорте: матер. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. уч. и российско-китайского симпозиума, посвященных 120-летию НГУ им. П.Ф. Лесгафта (Санкт-Петербург, 27-28 мая 2016 г.). – СПб., 2016. – С.19-20.

19. Белоусова, И. М. Из истории создания лазеров / И.М. Белоусова // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – №2 (90). – С.1-16.

20. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. –312 с.

21. Беляев, А.Г. Повышение силы мышц голени спортсмена с помощью электромагнитной стимуляции / А.Г. Беляев, Р.М. Городничев, В.Н. Шляхтов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – №6 (100). – 20-25.

22. Биктимирова, А.А. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине / А.А. Биктимирова, Н.В. Рылова, А.С. Самойлов // Практическая медицина. – 2014. – №3(79). – С.50-53.

23. Бирюков, А.А. Оптимизация методики сеанса классического массажа в условиях соревнований по шорт-треку перед стартом / А.А. Бирюков // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2016. – №5 (137). – С.50-53.

24. Богатырева, В.В. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на живые клетки / В.В. Богатырева // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2006. – №26. – С.10-17.

25. Богатырёва, В.В. Влияние поля лазерного излучения на эритроциты / В.В. Богатырёва, А.Ю. Москалёва, В.А. Тарлыков // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2007. – №37. – С.262-272.

26. Богослова, Т.В. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на физическую работоспособность студентов института физической культуры : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Богослова Татьяна Валентиновна. – Ярославль, 2004.– 24 с.

27. Борисова, Ю.В. Современные методы диагностики легких и умеренных когнитивных расстройств различного генеза / Ю.В. Борисова, В. И Шмырев, Н.К. Витько [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2010. –Вып. 4 (Неврология). – С. 7-11.

28. Брилли, Г.Е. Изменение содержания депроидизированной ДНК и уровня РНК в клетках лимфоидных органов при облучении животных инфракрасным лазером / Г.Е. Брилли, И.О. Бугаева // Лазерная медицина. – 2005.– Т.9, вып. 3. – С.48-52.

29. Брук, Т.М. Влияние лазерного излучения на организм при предельно допустимой физической нагрузке в условиях экспериментальной эндокринной патологии : дис. ... д-ра биол. наук : 14.00.16 / Брук Татьяна Михайловна. – М., 1999. – 234 с.

30. Брук, Т.М. Динамика бета-эндорфина в крови спортсменов различной квалификации в условиях нагрузки умеренной интенсивности на фоне низкоинтенсивного лазерного воздействия / Т.М. Брук, М.В. Лифке // Человек и его здоровье. – 2009. – № 2. – С. 5-10.

31. Брук, Т.М. Изучение показателей газообмена велосипедистов при нагрузке анаэробного характера на фоне лазерного облучения / Т.М. Брук, К.А. Стрелычева, О.В. Головешко [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2015. – №3. – С.19-22.

32. Брук, Т.М. Комплексный подход в оценке функционального состояния высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта в подготовительный период / Т.М. Брук, К.А. Стрелычева, Н.В. Осипова [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2017. – №1. – С.24-29.

33. Брук, Т.М. Нейроэндокринный статус на фоне специфической физической нагрузки / Т.М. Брук, Н.В. Осипова, Ю.В. Кондрашова // Лечебная физическая культура и спортивная медицина. – 2013. – №12 (120). – С.16-19.

34. Брук, Т.М. Эффект курсового низкоинтенсивного лазерного излучения на энергетическое состояние головного мозга спортсменов и скоростно-силовые компоненты мышечных сокращений / Т.М. Брук, К.Ю. Косорыгина, В.А. Правдивцев [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2014. – Т.13, №2. –С.40-48.

35. Быков, Е.В. Функциональное состояние спортсменов с различными показателями качества функции равновесия / Е.В. Быков, М.М. Кузиков, Н.Г. Зинурова и др.// Человек. Спорт. Медицина. – 2012. – №21 (280). – С.22-25.

36. Ванова, Н. В. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов с различной спецификой мышечной деятельности в соревновательном периоде подготовки / Н.В. Ванова // Вестник спортивной науки. – 2011. – №1. – С.64-68.

37. Ващенко, А.С. Нейроэнергокартография – современный высокоинформативный метод оптимизации тренировочного процесса / А.С. Ващенко // Научные исследования и практика их внедрения в спорте высших достижений, спортивном резерве и массовой физической культуре : матер. конф., посвященной 80 летию ФГПУ ФНЦ ВНИИФК (Москва, ноябрь 2013г.) – М., 2013. – С. 117-122.

38. Ващенко, А.С. Оценка устойчивых постоянных потенциалов головного мозга в контроле за уровнем функциональной готовности спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности / А.С. Ващенко, А.С. Павлов // Спорт и медицина. Сочи-2013 : матер. IV-й Всеросс. с междунар. уч. науч.-практ. конф. (Сочи, 19-22 июня 2013 г.) – Сочи, 2013. — С. 38-41.

39. Виру, А.А. Гормональные механизмы адаптации и тренировки / А.А. Виру. – Л.: Наука, 1984. – 155 с.
40. Виру, А.А. Гормоны и спортивная работоспособность / А.А. Виру, П.К. Кырге. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 159 с.
41. Власенко, А.В. Высокопоточная оксигенотерапия при лечении острой дыхательной недостаточности различного генеза: возможности и перспективы / А.В. Власенко, А.Г. Корякин, Е.А. Евдокимов // Медицинский алфавит. – 2017. – Т.3, №19. – С.16-26.
42. Водяницкий, С.Н. Внешнее дыхание и газообмен при прерывистой нормобарической гипоксии у спортсменов с различным типом тренировочного процесса / С.Н. Водяницкий, В. Э. Диверт, С.Г. Кривошеков // Бюллетень СО РАМН. – 2011. – №3. – С.33-39.
43. Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности: учебник / Н.И. Волков, Э.Н. Нессен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. – Киев: Олимпийская литература, 2013. – 503 с.
44. Волкова, А.А. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на функциональное состояние организма лыжников-гонщиков : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.03.01 / Волкова Анастасия Анатольевна. – Смоленск, 2011. – 21 с.
45. Воробьев, К.П. Клинико-физиологический анализ категорий функционального состояния организма в интенсивной терапии / К.П. Воробьев // Вестник интенсивной терапии. – 2001. – №2. – С. 3-8.
46. Газенко, О.Г. Словарь физиологических терминов / О.Г. Газенко. – М.: Наука, 1987. – 446с.
47. Гизингер, О.А. Роль физиотерапевтических воздействий в коррекции дисфункций факторов противоинфекционной защиты организма / О.А. Гизингер, О.И. Летяева, Т.А. Зиганшина [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – №4. – С.9-13.
48. Голец, В.А. Оценка информативности биохимических показателей в тренировочном процессе / В.А. Голец, Е.И. Евдокимов // Педагогика, психология

и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2007. – №6. – С.74-76.

49. Городенский, Н. Г. Исследование уровня энергозатрат головного мозга в дифференциальной диагностике отклоняющегося развития / Н.Г. Городенский // Ломоносов : матер. Междунар. конф. студ. и асп. по фундаментальным наукам (Москва, 2000 г.). – М., 2000. – Вып. 5. – С. 390.

50. Городничев, Р.М. Влияние чрескожной электрической стимуляции спинного мозга на функциональные свойства моторной системы спортсменов / Р.М. Городничев, Е.А. Михайлова, В.Ю. Ершов [и др.]. // Теория и практика физической культуры. – 2013. – №12. – С.35-38.

51. Гречишкина, С.С. Особенности функционального состояния кардиореспираторной системы и нейрофизиологического статуса у спортсменов-легкоатлетов / С.С. Гречишкина, Т.Г. Петрова, А.А. Намитокова // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. – №5. –С.49-54.

52. Грибанов, А.В. Распределение уровня постоянных потенциалов головного мозга у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью при различном уровне интеллекта / А.В. Грибанов, И.С. Депутат // Вестник Поморского университета. Серия: естественные и точные науки. – 2008. – № 1. – С. 4-9.

53. Грязных, А.В. Индекс тестостерон/кортизол как эндокринный маркер процессов восстановления висцеральных систем после мышечного напряжения / А.В. Грязных // Человек. Спорт. Медицина.– 2011. – №20 (237). – С.107-111.

54. Грязных, А.В. Эндокринно-метаболические взаимоотношения пищеварительной системы в условиях восстановления после физической нагрузки / А.В. Грязных, Н.В. Сажина // Человек. Спорт. Медицина. – 2011. – №39. –С.32-36.

55. Губа, В.П. Комплексный подход в оценке функционального состояния профессиональных спортсменов / В.П. Губа, В.В. Маринич // Вестник спортивной науки. – 2013. – №6. – С.47-51.

56. Давиденко, Д. Н. Проблема резервов адаптации организма спортсмена / Д.Н. Давиденко // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2005. – №18. – С.15-24.

57. Двоеносов, В.Г. Возрастные особенности адаптации спортсменов-гребцов к напряженным физическим нагрузкам : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 14.00.17 / Двоеносов Владимир Георгиевич. – М.,1997. – 21 с.

58. Демидов, В.А. Адаптация сердечно-сосудистой системы к дозированной физической нагрузке циклического характера у лиц юношеского возраста, занимавшихся лыжными гонками / В.А. Демидов // Проблема формирования здоровья и здорового образа жизни. –2005. – №2. – С. 35-37.

59. Демидов, В.А. Вариабельность комплекса параметров гемодинамики у юношей и девушек, занимающихся и незанимающихся спортом / В.А. Демидов, Ф.А. Мавлиев, Н.Ш. Хаснутдинов // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 1. – С. 84–89.

60. Депутат, И.С. Анализ распределения уровня постоянного потенциала головного мозга в оценке функционального состояния организма / И.С. Депутат, А.Н. Нехорошкова, А.В. Грибанов [и др.] // Экология человека. –2015. – №10. – С.27-36.

61. Долгушин, И.И. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на иммунологическую реактивность организма / И.И. Долгушин, О.А. Гизингер, К.Г. Ишпахтин // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – №2. – С.95-97.

62. Донцов, А.В. Низкоинтенсивное лазерное излучение в лечении больных ишемической болезнью сердца с метаболическим синдромом / А.В. Донцов // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – №4. – С.144-147.

63. Донцова, Е.В. Нейроэндокринные показатели у больных псориазом, ассоциированным с метаболическим синдромом, и их динамика на фоне лечения низкоинтенсивным лазерным излучением / Е.В. Донцова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2013. – №25 (168). – С.150-153.

64. Ерохин, А.Н. Двигательная активность и функциональное состояние вегетативной нервной системы / А.Н. Ерохин, А. В. Грязных, Ю.С. Менщикова // Человек. Спорт. Медицина. – 2005. – №4. – С.341-343.

65. Жегалина, Н.М. Лазеротерапия в комплексном лечении заболеваний пародонта / Н.М. Жегалина, Ю.В. Мандра, Е.Н. Светлакова [и др.] // Проблемы стоматологии. – 2010. – №1. – С.13-17.

66. Жемчуг, Ю.С. Содержание тренировочного процесса подготовительного периода юниоров в шорт-треке / Ю.С. Жемчуг, Е.С. Козулин // Физическая культура, спорт и здоровье. – 2016. – Т.27. – С.42-46.

67. Жуков, Ю.Ю. Уровень кортизола как маркер хронического стресса и его влияние на организм спортсмена / Ю.Ю. Жуков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2009. – №9. – С.33-38.

68. Захаревич, А.Л. Сравнительный анализ показателей кардиореспираторного нагрузочного теста спортсменов высокой квалификации / А.Л. Захаревич, Л.С. Сосна, Ю.Э. Питкевич [и др.] // Прикладная спортивная наука. – 2017. – №2 (6). – С.36-41.

69. Захаров, С.Д. Синхронные изменения в клетках и во внеклеточной среде, индуцированные низкоинтенсивным лазерным облучением / С.Д. Захаров, С.А. Скопинов, Н.А. Панасенко // Краткие сообщения по физике. – 1990. – №3. – С.12-14.

70. Земцова, И.И. Спортивная физиология: учебное пособие для студентов вузов / И.И. Земцова. – Киев : Олимпийская литература, 2010.– 219 с.

71. Зиннатулина, А.А. Аэробная работоспособность юных конькобежцев во время подготовительного и соревновательного периодов / А.А. Зиннатулина, Д.С. Мартыканова // Университетский спорт: здоровье и процветание нации : матер. V Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых (Казань, 23-24 апреля 2015 г.). – Казань, 2015. – С. 134-136.

72. Зубовский, Д.К. Введение в спортивную физиотерапию / Д.К. Зубовский, В.С. Улащик. – Минск, 2009. – 235 с.

73. Иванова, И.И. Оценка и коррекция вегетативного статуса при применении мультифакторных технологий физиотерапии у студентов, активно занимающихся спортом / И.И. Иванова // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2013. – №1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-korreksiya-vegetativnogo-statusa-pri-primenении-multifaktornyh-tehnologiy-fizioterapii-u-studentov-aktivno>.

74. Илларионов, В.Е. Основы лазерной терапии / В.Е. Илларионов. – М.: Респект, 1992. – 123 с.

75. Инюшин, В.М. Лазерный свет и живой организм / В.М. Инюшин. – Алма-Ата, 1970. – 140 с.

76. Исаев, А. П. Стратегии формирования адаптационных реакций у спортсменов. Основы теории адаптации и закономерности ее формирования в спорте высоких и высших достижений / А.П. Исаев, В.В. Рыбаков, В. В. Эрлих [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2012. – №21 (280). – С.46-56.

77. Исаев, А.П. Особенности адаптации морфофункциональных показателей и системы внешнего дыхания у пловцов / А.П. Исаев, С.А. Личагина, В.В. Эрлих // Человек. Спорт. Медицина. – 2005. – №4 (44). – С.180-186.

78. Капилевич, Л.В. Физиологические методы контроля в спорте / Л.В. Капилевич, К.В. Давлетьярова, Е.В. Кошельская [и др.] – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. –172 с.

79. Карпухина, Е.С. Совершенствование стартового разгона шорт-трековика с использованием дополнительного сопротивления / Е.С. Карпухина, И.К. Скоросова, К.К. Скоросов // Вестник Пензенского государственного университета. – 2015. – №4 (12). – С. 97-100.

80. Кару, Т.Й. Клеточные механизмы лазерной фототерапии / Й.Т. Кару // Альманах клинической медицины. – 2006. – №12. – С.19.

81. Кассиль, Г.Н. Оценка состояния и возможностей организма в аспекте гуморально-гормональных показателей / Г.Н. Кассиль // Изменения функций эндокринных желез при физических нагрузках. Эндокринные механизмы

регуляции приспособления организма к мышечной деятельности: сб. науч. статей. – Тарту, 1980. – С. 19-27.

82. Кенжибаева, И.Б. Аэроионотерапия студентов-спортсменов и аэроионный микроклимат спортивно-оздоровительных сооружений / И.Б. Кенжибаева, Т.Ф. Гвоздева // Эколого-гигиенические проблемы физической культуры и спорта: матер. науч. конф. с междунар. уч., посвящённой 110-летию со дня рождения академика АМН СССР профессора А. А. Минха (Москва, 25-26 сентября 2014 г.). – М., 2014. – С.119-122.

83. Кербиков, О.Б. Кардиопульмональное нагрузочное тестирование в клинической практике / О.Б. Кербиков, А.В. Аверьянов, Е.Н. Борская [и др.] // Журнал клиническая практика. –2012. –№ 2. – С.58—70.

84. Колоскова, Н.Н. Определение пикового потребления кислорода: физиологические основы и области применения / Н.Н. Колоскова, К.В. Шаталов, Л.А. Бокерия // Креативная кардиология. – 2014. – №1. – С.48-56.

85. Колупаев, В.А. Взаимосвязь состояния клеточных и гуморальных факторов иммунитета у квалифицированных спортсменов / В.А. Колупаев, С.Л. Сашенков // Вестник Уральской медицинской академии. – 2012. – № 4. – С. 43.

86. Корюкалов, Ю. И. Изменение организации биоэлектрической активности мозга у спортсменов при локальной нагрузке / Ю.И. Корюкалов // Человек. Спорт. Медицина. – 2013. – №2. – С.143-146.

87. Корюкалов, Ю.И. Биоэлектрические процессы мозга при различных функциональных состояниях у юношей 18-25 лет: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 19.00.02 / Корюкалов Юрий Игоревич. – Челябинск, 2008. – 22 с.

88. Косорыгина, К.Ю. Оценка кумулятивного эффекта низкоинтенсивного лазерного излучения для оптимизации функционального состояния и специальной работоспособности высококвалифицированных спортсменов-велосипедистов : автореф. дис. ...канд. биол. наук : 03.03.01. / Косорыгина Кристина Юрьевна. – Смоленск, 2015.– 24 с.

89. Костылев, А.Н. Оценка эффективности омегаметрии в изучении патофизиологических механизмов церебрального кровообращения / А.Н.

Костылев // Вестник образования и науки. Педагогика. Психология. Медицина. – 2013. – №2 (8). – С.58-62.

90. Кравцевич, Л.А. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении флегмон челюстно-лицевой области и шеи / Л.А. Кравцевич // Новости хирургии. – 2010. – №5. – С.101-106.

91. Кремер, У.Дж. Эндокринная система, спорт и двигательная активность / У.Дж. Кремер, А.Д. Рогол. – Киев: Олимпийская литература, 2005. – 599 с.

92. Кривошеков, С.Г. Стресс, функциональные резервы и здоровье / С.Г. Кривошеков // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – №9. – С.104-109.

93. Крупаткин, А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови : руководство для врачей / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров. – М.: Медицина, 2005. – 254 с.

94. Крылова, Т.И. Морфофункциональная характеристика высококвалифицированных шорт-трековиков / Т.И. Крылова // Омский научный вестник. – 2014. – №2 (126). – С. 187-189.

95. Крылова, Т.И. Шорт-трек: техника, тактика и методика тренировки квалифицированных спортсменов: учебн.-метод. пособие / Т.И. Крылова, М.Д. Чернышева // Смоленск: изд. СГАФКСТ, 2015. – 93 с.

96. Кублов, А.А. Особенности тиреоидного метаболизма у спортсменов / А.А. Кублов, В.А. Кичигин, И.В. Мадянов // Здравоохранение Чувашии. – 2005. – №2. – С. 24-30.

97. Лазерная терапия и профилактика / под ред. А.В. Картелишева, А.Г. Румянцева, А.Р. Евстигнеева [и др.] – М.: Практическая медицина, 2012. – 400 с.

98. Левшин, И.В. Физиологическое обоснование интегральной оценки функционального состояния и работоспособности единоборцев тхэквондистов / И.В. Левшин, И.Д. Павлов, Е.В. Большова // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2015. – №1. – С.19-25.

99. Левшин, И.В. Функциональные состояния в спорте / И.В. Левшин, А.С. Солодков, Ю.М. Макаров [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2013. – №6. – С.71-75.

100. Лелявина, Т.А. Новый подход к выделению физиологических этапов механизма энергообеспечения во время возрастающей физической нагрузки у здоровых лиц и спортсменов / Т.А. Лелявина, Е.С. Семенова, И.В. Гижа [и др.] // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – № 4 (86). – С. 77-86.
101. Литинская, Е. А. Допинг в спорте: социально-философский аспект / Е.А. Литинская // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2011. – №9. – С.106-110.
102. Лифке, М.В. Динамика гормонального статуса спортсменов различной квалификации, выполняющих физическую нагрузку умеренной интенсивности на фоне лазерного воздействия : дис. ... канд. мед. наук : 03.00.13 / Лифке Марина Викторовна. – Курс, 2009. – 151 с.
103. Лобов, Г.И. Эффект чрескожной электростимуляции спинного мозга на кровотоки в коже нижних конечностей / Г.И. Лобов, Н.А. Щербакова, Р.М. Городничев [и др.]. // Физиология человека. – 2017. – Т. 43, №5. – С. 36-42.
104. Маглеванный, А.В. Характеристика показателей кардиореспираторной системы студентов, занимающихся гиревым спортом / А.В. Маглеванный, И. М. Шимечко, А.М. Боярчук [и др.] // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2011. – №2. – С.78-80.
105. Макарова, Г.А. Спортивная медицина: учебник / Г.А. Макарова. – М.: Советский спорт, 2003.– 480 с.
106. Мальцев, А.Ю. Состояние центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / А.Ю. Мальцев, А.А. Мельников, А.Д. Викулов [и др.]// Физиология человека. – 2010. – Т. 36, № 1. – С. 112–118.
107. Мамонтова, Л.И. Лазерная терапия крови / Л.И. Мамонтова // Калужский лазер. – 1996. – Т.36, №11. – С.15-17.
108. Мартусевич, А.А. Молекулярные и клеточные механизмы действия синглетного кислорода на биосистемы / А.А. Мартусевич, С.П. Перетягин, А.К. Мартусевич // Современные технологии медицины. – 2012. –№2. – С.128-134.

109. Мегерян, С.Д. Особенности гормонального статуса у спортсменов высокой квалификации / С.Д. Мегерян, О.М. Масленникова // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 1(7). – С. 1370-1373 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37972>.

110. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.

111. Михайличенко, П.П. Основы вакуум-терапии: теория и практика / П.П. Михайличенко. – М.: АСТ, 2006. – 318 с.

112. Михайлов, П.В. Возрастные особенности изменений микроциркуляторных характеристик в ответ на дозированную физическую нагрузку / П. В. Михайлов, И. А. Осетров, В.В. Афонасьев [и др.] // *Ярославский педагогический вестник*. – 2012. – Т.3, № 2. – С. 119-123.

113. Михайлов, С.С. Спортивная биохимия: учебник для вузов и колледжей физической культуры / С.С. Михайлов. – 7-е изд., стереотип. – М.: Советский спорт, 2013. – 348 с.

114. Михно, Л.В. Физиология спорта: медико-биологические основы подготовки юных хоккеистов : учебн. пособие / Л.В. Михно, А.Н. Поликарпочкин, И.В. Левшин [и др.]. – М.: Спорт, 2016. – 168 с.

115. Мозжухин, А.С. Роль системы физиологических резервов спортсмена в его адаптации к физическим нагрузкам / А.С. Мозжухин, Д.Н. Давиденко // *Физиологические проблемы адаптации*. –1984. – С. 84-87.

116. Мокеева, Е.Г. Изменение иммунологических показателей у высококвалифицированных биатлонистов в макроцикле / Е.Г. Мокеева // *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. – 2013. – №2. – С.795-797.

117. Москвин, С.В. О первичных механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения / С.В. Москвин // *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. – 2012. – №3. – С.42-45.

118. Нетреба, А.И. Оценка эффективности тренировки, направленной на увеличение максимальной произвольной силы без развития гипертрофии мышц /

А.И. Нетреба, Я.Р. Бравый, В.А. Макаров [и др.] // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 6. – С. 89–97.

119. Общая физиотерапия: учебник / В.С. Улащик, И.В. Лукомский. - 3-е изд., стереотип. - Минск: Книжный Дом, 2008. – 512 с.

120. Овсянникова, М.А. К вопросу о повышении эффективности занятий физической культурой в вузах / М.А. Овсянникова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – №12 (118). – С.159-163.

121. Осипова, Н.В. Сравнительная характеристика влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на уровень физической работоспособности студентов различных специализаций спортивного вуза : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Осипова Наталья Владимировна. – СПб., 2008. – 26 с.

122. Осмоналиев, Ж.О., Байкеев Рустем Фрунзевич Водолечебные, аэроионолечебные и массажные процедуры в структуре курации пациентов в Кыргызской Республике / Ж.О. Осмоналиев, Р.Ф. Байкеев // Здоровье и образование в XXI веке. – 2016. – №2. – 693-699.

123. Павлов, С.Е. Лазерная стимуляция в медико-биологическом обеспечении подготовки квалифицированных спортсменов. / С.Е. Павлов, А.Н. Разумов, А.С. Павлов.– М.: Спорт, 2017. – 216 с.

124. Павлов, С.Е. Повышение физической работоспособности пловцов с использованием метода транскутанного лазерного воздействия : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.12, 14.00.34 / Павлов Сергей Евгеньевич. – М., 1998. – 23 с.

125. Пальчун, В.Т. Применение лазеров в оториноларингологии / В.Т. Пальчун, А.С. Лапченко, А.Г. Кучеров // Лечебное дело. – 2005. – №2. – С.20-23.

126. Парахонский, А.П. Механизм действия лазерного излучения при лечении больных бронхиальной астмой / А.П. Парахонский, С.С. Цыганок // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – №9. – С.97.

127. Перемазова, Р.Г. Влияние упражнений по методике суставной психодвигательной гимнастики на состояние кровоснабжения головного мозга у

лиц пожилого возраста / Р.Г. Перемазова, Л.В. Воргова // Человек. Спорт. Медицина. – 2013. – №4. – С.33-37.

128. Петров, Р.Е. Динамика частоты сердечных сокращений при ступенчато нарастающей нагрузке у лыжников-гонщиков в подготовительный период / Р.Е. Петров, Р.Х. Бекмансуров // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – №2. – С. 147-151.

129. Петров, Ю.А. Адаптация к физическим нагрузкам различных звеньев системы крови у спортсменов : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.12, 14.00.29 / Петров Юрий Алексеевич.– СПб., 1992. – 28 с.

130. Платонов, В.Н. Теория адаптации и резервы совершенствования системы подготовки спортсменов (часть 1) / В.Н. Платонов // Вестник спортивной науки. – 2010. – №2. – С.8-14.

131. Погодина, С.В. Содержание стероидных гормонов в организме спортсменов и нетренированных лиц первого и второго периодов зрелого возраста / С.В. Погодина, М.М. Филиппов, В.С. Юферов // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. –2015. – №2. – С.81-91.

132. Подоплекин, А.Н. Энергетическое состояние головного мозга у подростков-северян при употреблении психоактивных веществ : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.03.13 / Подоплекин Артем Николаевич. – Архангельск, 2009. –19 с.

133. Поликарпочкин, А.Н. Функциональное состояние и специфические физические качества пловцов в различные периоды тренировочно-соревновательного цикла / А.Н. Поликарпочкин, И.В. Левшин, Р.А. Юсупов [и др.] // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – №4 (134). – 212-218.

134. Полушина, Н.Д. Клинико-экспериментальный анализ эффектов лазеротерапии / Н.Д. Полушина, Ю.М. Гринзайд, Е.А. Шляпак [и др.]// Вопросы курортологии. – 1997. – № 4. – С. 14-16.

135. Пономарева, Н. В. Стресс и нарушение психофизиологического состояния человека при старении / Н.В. Пономарева, В.Ф. Фокин, О.А Орлов и др. // Проблемы нейрокибернетики : матер. 14-й Междунар. конф. по нейрокибернетике (Ростов-на-Дону, 2005 г.). – Ростов – на – Дону, 2005. – Т. 1. – С. 207-208.

136. Пономаренко, Г.Н. Лечебные эффекты неселективной хромотерапии. / Г.Н. Пономаренко // Новые направления в использовании светотерапии «Биоптрон» : матер. науч.-практ. конф. (Москва, Екатеринбург, апрель 2003 г.). – М., Екатеринбург, 2003 – С. 32-33.

137. Попова, М.А. Функциональное состояние вегетативной и центральной нервной системы у лиц, занимающихся экстремальными видами спорта / М.А. Попова, А.Э. Щербакова, Р. М. Сафин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №3. – С.329.

138. Попова, Т.В. Особенности работоспособности и утомления при локальной работе мышц у высококвалифицированных спортсменов / Т.В. Попова, Ю.И. Корюкалов, О.Г. Коурова // Физиология человека. – 2015. – Т.41, №6. – С. 128.

139. Постникова, Л.Б. Возможности кардиопульмонального нагрузочного тестирования в оценке физической работоспособности и функционального состояния дыхательной системы у здоровых лиц / Л.Б. Постникова, И.А Доровской, В.А. Костров [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – №1. – С.35-42.

140. Потолицина, Н.Н. Сравнительный анализ уровня метаболитов и кортизола у лыжников-гонщиков после соревнований: от спринта до марафона / Н.Н. Потолицина, Е.Р. Бойко, А.В. Нутрихин // Вестник спортивной науки. – 2016.– №2. – С. 36-40.

141. Психофизиология ребенка: психофизиологические основы детской валеологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Н.В. Дубровинская, Д.А Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 144 с.

142. Пупырева, Е.Д. Механизмы кислородного обеспечения организма спортсменов в покое и при нагрузках максимальной мощности / Е.Д. Пупырева, М.В. Балыкин // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2013. – №1. – С.124-130.

143. Пылаева, И.Л. Адаптация систем кровообращения и иммунитета к сезонным условиям среды и физическим нагрузкам у квалифицированных спортсменов : автореф. дис. канд. биол. наук : 03.03.01 / Пылаева Ирина Леонидовна. – Челябинск, 2012. – 22 с.

144. Рахманов, Р.С. Оценка некоторых биохимических показателей системы энергообеспечения организма при значительных физических нагрузках / Р.С. Рахманов, М.А. Сапожникова, Т.В. Блинова [и др.] // Медицинский альманах. – 2015. – №1 (36). – С.141-143.

145. Реуцкая, Е.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы квалифицированных велосипедистов-шоссейников к физическим нагрузкам / Е.А. Реуцкая, Е.А. Сухачев, О.С. Антипова [и др.] // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии. – 2006. – Том 14, №1. – С.123-128.

146. Роженцов, В.В. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования / В.В. Роженцов, М.М. Полевщиков. – М.: Советский спорт, 2006. – 280 с.

147. Рыбина, И. Л. Особенности биохимической адаптации к нагрузкам различной направленности биатлонистов высокой квалификации / И.Л. Рыбина, Е.А. Ширковец // Вестник спортивной науки. – 2015. – №3. – С.28-33.

148. Рыбина, И.Л. Метаболические реакции организма высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта в условиях соревновательной деятельности / И.Л. Рыбина, Е.А. Ширковец // Вестник спортивной науки. – 2016. – №1. – С.43-46.

149. Рылова, Н.В. Зависимость уровня максимального потребления кислорода от вида физической нагрузки / Н.В. Рылова, А.А. Биктимирова, А.С. Назаренко [и др.] // Наука и спорт: современные тенденции. – 2016. – Т. 4, №13. – С.35-40.

150. Рылова, Н.В. Особенности энергообмена у юных спортсменов / Н.В. Рылова, А.А. Биктимирова // Практическая медицина. Педиатрия. – 2013. – № 6 (75). – С. 30-34.

151. Рылова, Н.В. Уровень максимального потребления кислорода как показатель работоспособности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта / Н.В. Рылова, А.А. Биктимирова, А.С. Назаренко // Практическая медицина. – 2014. – №9 (85). – С.147-150.

152. Селье, Г. Очерки об адапционном синдроме / Г.Селье. – М.: Медицина, 1960. – 254 с.

153. Сидоренко, Т.А. Повышение физических и функциональных показателей занимающихся физической культурой и спортом посредством физиотерапевтических воздействий: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Сидоренко Татьяна Анатольевна. – Малаховка, 2008. – 26 с.

154. Скрипников, А.А. Особенности функционального состояния церебральных структур у подростков с ахондроплазией / А.А. Скрипников, Т. И. Долганова, А. М. Аранович // Вестник РАМН. –2013. – №1. – С.30-34.

155. Соколова, Ф.М. Методические подходы к оценке биохимического, иммунологического и эндокринологического статуса организма спортсменов / Ф.М. Соколова, В.А. Бухарин, Д.Г. Олисов [и др.] // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – №9 (115). – С.145-147.

156. Соловьев, В. С. Показатели кардиореспираторной системы студентов, занимающихся спортом и обучающихся в условиях севера / В.С. Соловьев, И.А. Погоньшева, Д.А. Погоньшев // Вестник Тюменского государственного университета. – 2014. – №6. – С.165-170.

157. Соловьев, В.Б. Влияние физической работы на уровень регуляторных пептидов и активность ферментов их обмена в сыворотке крови спортсменов различных квалификационных групп / В.Б. Соловьев, О.В. Соловьева, А.А. Столяров [и др.] // Actualscience. – 2015. – Т.1, №2 (2). – С. 6-14.

158. Соловьев, В.Б. Изучение метаболизма глюкозы у спортсменов различных квалификационных групп при физической работе / В.Б. Соловьев, О.В.

Соловьева // Медико-биологические и психолого-педагогические аспекты адаптации, социализации и реабилитации человека : матер.Международ.науч.-практ. конф. (Москва, Пенза, 15 апреля 2015 г.). – Пенза, 2015. – С.43-46.

159. Соловьев, В.Б. Роль пептидергической системы в адаптационных процессах и регуляции метаболизма при физической работе : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.03.04 / Соловьев Владимир Борисович. – М., 2011. – 40 с.

160. Солодков, А. С. Итоги и перспективы исследований проблемы адаптации в спорте / А.С. Солодков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2005. –№18. – С.65-75.

161. Станжевский, А.А. Возможности позитронной эмиссионной томографии с ¹⁸F-фтордезоксиглюкозой в дифференциальной диагностике сосудистой деменции / А.А. Станжевский, Л.А.Тютин, Н.А. Костеников и [др.] // Артериальная гипертензия. – 2009. – №2. – С.233-237.

162. Стенько, А.А. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении хирургической патологии / А.А. Стенько, И.В. Кумова, И.Г. Жук // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2006. – №1 (13). – С.37-40.

163. Стрелычева, К.А. Влияние курсового низкоинтенсивного лазерного излучения на функциональное состояние кардиореспираторной системы высококвалифицированных шорт-трековиков во время выполнения нагрузочного теста «до отказа» от работы / К.А. Стрелычева, Т.М. Брук., Т.В. Балабохина [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2016. – №2. – С. 12-17.

164. Судаков, К.В. Функциональные системы / К.В. Судаков. – М.: РАМН, 2011. – 320 с.

165. Суркина, И.Д. Взаимосвязь адаптационных способностей организма с характером реакции опиоидной системы на стрессорную физическую нагрузку / И.Д. Суркина, А.А. Зозуля, А.И. Головачалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1996. – Т.122, №8. – С.135-138.

166. Тавровская, Т.В. Велоэргометрия: практическое пособие для врачей / Т.В. Тавровская. – СПб., 2007. – 138 с.

167. Тамбовцева, Р.В. Изменение гормональной регуляции обменных процессов у конькобежцев на разных этапах тренировочного цикла / Р.В. Тамбовцева, И.А. Никулина // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 5. – С. 52-55.

168. Тамбовцева, Р.В. Особенности гормональной регуляции энергетического обмена у спортсменов различных специализаций при выполнении предельной работы / Р.В. Тамбовцева, И.А. Никулина // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 1. – С. 28-30.

169. Терехов, П.А. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на проявление скоростно-силовых качеств и показателей анаэробной работоспособности спортсменов / П.А. Терехов, Т.М. Брук [и др.] // Лечебная физическая культура и спортивная медицина. – 2011. – №9 (9-93). – С. 33-36.

170. Титова, Л.А. Гормональный статус надпочечников при локальном воздействии лазерного облучения / Л.А. Титова, З.А. Воронцова // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – №2. – С.173-174.

171. Тупиев, И.Д. Повышение физической работоспособности квалифицированных биатлонистов / И.Д. Тупиев, С.В. Латухов., А.Г Дороднов [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2012. – №6. – С.69-73.

172. Удут, В.В. Биофизические основы действия излучения гелийнеонового лазера с длиной волны 632,8нм на кровь и организм человека / В.В. Удут, В.Е. Прокопьев // Альманах клинической медицины. – 2006. – №12. – С.41.

173. Улащик, В.С. Иммуномодулирующее действие лечебных физических факторов / В.С. Улащик // Медицинские новости .– 2006. –№11.–С.8-13.

174. Улащик, В.С. Электротерапевтические аппараты нового поколения «Пролог-02» / В.С. Улащик, Л.Е. Козловская, О.Н. Воробьев // Здравоохранение. – 2006. – №4.– С.37-38.

175. Фалалеев, А. Г. Межцентральные взаимоотношения у спортсменов во время выполнения моделей тренировочных нагрузок в подготовительный период тренировки / А.Г. Фалалеев // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2011. – №9. – С.158-164.

176. Фалалеев, А.Г. Межцентральные взаимоотношения у спортсменов в соревновательный период тренировки / А.Г. Фалалеев, С.М. Ашкинази // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – №9 (91). – С.157-163.

177. Федоров, С.А. Влияние длительной электрической стимуляции спинного мозга на силовые возможности скелетных мышц / С.А. Федоров, Р.М. Городничев, А.А. Челноков // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2017. – №1. – С. 123-130.

178. Физиология мышечной деятельности / под ред. Я.М. Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1982. –347 с.

179. Фокин, В. Ф. Энергетический аспект деятельности головного мозга при нормальном старении и болезни Альцгеймера / В.Ф. Фокин // Вестник РАМН. – 1994. – № 1. – С. 39-41.

180. Фокин, В.Ф. Введение в проблему энергетической физиологии / В.Ф. Фокин // Вестник РАМН. – 2001. – №8. – С. 38-43.

181. Фокин, В.Ф. Динамические характеристики функциональной межполушарной асимметрии / В.Ф. Фокин, Н.В. Пономарева. – М.: Научный мир, 2004. – 26 с.

182. Фокин, В.Ф. Энергетическая физиология мозга / В.Ф. Фокин, Н.В. Пономарева. – М.: Антидор, 2003. – 288 с.

183. Фудин, Н.А. Влияние различных видов спорта на деятельность функциональных систем организма человека / Н.А. Фудин, В.М. Еськов, О.Е. Филатова [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – №1. [Электронный ресурс]
Режим доступа:<http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5063.pdf>

184. Фудин, Н.А. Методология теории функциональных систем как новый подход к управлению тренировочным процессом / Н.А. Фудин, Ю.Е. Вагин, С.Я. Классина // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – №4. – С.118-121.

185. Хан, М.А. Селективная хромотерапия в медицинской реабилитации часто болеющих / М.А. Хан, Е.Л. Вахова, Н.А. Лян [и др.] // Аллергология и иммунология в педиатрии. – 2015. – №4. – С.36-43.

186. Харитонов, Л.Г. Теоретическое и экспериментальное обоснование типов адаптации в спортивном онтогенезе лыжников-гонщиков / Л.Г. Харитонов, В.И. Михалев, Ю.В. Шкляев // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 10. – С.19-21.

187. Хватова, М.В. Функциональное состояние человека как интегральная характеристика / М.В. Хватова // Вестник Тамбовского государственного университета. – 2008. – №3. – С.22-27.

188. Холмогорова, Н.В. Комплексная оценка функциональных состояний нервной системы человека силомоментным аппаратно-программным комплексом нового поколения / Н.В. Холмогорова, С.С. Слива, О.А. Писаренко [и др.] // Известия Южного федерального университета. Серия: Технические науки. – 2014. – №10 (159). – С.245-253.

189. Хоров, А. О. Лазерные технологии в онкологической практике часть I / А.О. Хоров // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2010. – №4 (32). – С.23-27.

190. Цветков, С.А. Лабораторный мониторинг состояния организма у спортсменов / С.А. Цветков, Ф.М. Соколова, Д.Г. Олисов и [др.] // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – №6 (100). – С.159-163.

191. Цехмистро, Л.Н. Адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта / Л.Н. Цехмистро // Слобожанський науково-спортивний вісник. – 2013. – №5 (38). – С.266-210.

192. Черепкина, Л.П. Особенности биоэлектрической активности головного мозга спортсменов / Л.П. Черепкина, В.Г. Тристан // Человек. Спорт. Медицина. – 2011. – №39 (256). – С.27-31.

193. Червинская, А.В. Аэроионотерапия / А.В. Червинская // Физиотерапевт. – 2009. – №4. – С.28-36.

194. Черкашин, А.Б. Тенденции развития шорт-трека в России / А.Б. Черкашин, Т.В. Целикова, А.Г. Лавренова // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии. – 2016. – Т.4, №1. – 34-36.

195. Чувилев, Н.В. Современное развитие электроэнцефалографии в экспериментальной физиологии / Н.В. Чувилев // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 7: Философия. Социология и социальные технологии. – 2006. – №5. – С.80-83.

196. Шангареева, Г.Н. Показатели вариабельности сердечного ритма у юных хоккеистов олимпийского резерва / Г.Н. Шангареева // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – №1. – С.49-52.

197. Шачкова, Т.А. Реакция внешнего дыхания конькобежцев на выполнение различных циклических нагрузок / Т.А. Шачкова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2010. – №5 (63). – С.126-129.

198. Шевченко, Е.В. Возможные механизмы действия низкоинтенсивного лазерного излучения / Е.В. Шевченко, Н.А. Хлопенко // Сибирский медицинский журнал. – 2006. – №3. – С.98-100.

199. Шквирина, О.И. Динамика функционального состояния организма подростков 12-13 лет как критерий адаптации к образовательной среде / О.И. Шквирина, Л.Ф. Трохимчук, Н.Н.Хасанова [и др.] // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2014. – №1 (133). – С.59-66.

200. Шлепцова, В.А. Оценка иммунного статуса спортсменов на разных этапах тренировочного процесса / В.А. Шлепцова, Н.В. Малюченко, М.А. Куликова [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2006. – №3. – С.23-28.

201. Шмырев, В.И. Адаптационная реактивность метаболизма мозга как универсальный патогенетический фактор развития болезни и реабилитационных возможностей организма / В.И. Шмырев, Л.П. Соколова И.В.Князева [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2013.–№3. – С. 53-56.

202. Шутова, С.В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С.В. Шутова, И.В. Муравьева // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – №5. – С.2831-2840.

203. Щанкин, А.А. Конституциональные особенности реакции церебральной гемодинамики на физическую нагрузку у девушек / А.А. Щанкин, О.А. Кошелева // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №1. – С.34.

204. Щедрина, Е.В. Параметры функционального состояния и физической работоспособности организма девушек-студенток в процессе регулярных физических тренировок / Е.В. Щедрина, Е.В. Фролов, Н.Н. Сентябрев // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9449>

205. Якимова, Е.А. Влияние функционального состояния сердечно-сосудистой системы на физическую работоспособность спортсменов / Е.А. Якимова // Вестник науки и творчества. – 2016. – №7. – С. 344-351.

206. Яковлева, Л.М. Влияние электромагнитных полей ультравысокой частоты на психовегетативный статус у больных с артериальной гипертензией: автореф. дис. канд. мед.наук : 14.00.51 / Яковлева Любовь Михайловна. – СПб., 2008. – 21 с.

207. Яковлева, Н.В. Анализ подготовки начинающих шорт-трековиков в летний период в условиях учебно-тренировочных сборов / Н.В. Яковлева // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – №1. – С. 215-218.

208. Astrand, R.O. Cardiac output during submaximal and maximal work / R.O. Astrand, T.E. Cuddy // J.Appl. Physiol. – 1964. – Vol. 19, № 2. – P. 268-271.

209. Atlas, W.A. Functional magnetic resonance imaging of regional brain activity in patients with intracerebral gliomas: findings and implications for clinical management / W.A. Atlas, R.S. Howard, J. Maldjian et al. // Neurosurgery. – 1996. – Vol.38. – P.329-337.

210. Bahr, F. Laser undbiologist Systems / F. Bahr // Deer Akupunkturarzt Auriculo therapevt. – 2006. №1. – S. 3-10.

211. Bassett, D.R.Jr. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance / D.R.Jr. Bassett, E.T. Howley // Medicine and science in sports and exercise. – 2000. – Vol. 32 (1). – P. 70-84.

212. Behnke, R.S. *Kinetic Anatomy* / R.S. Behnke. – N.Y. : Human Kinetics, 2001. – 281 p.
213. Benjamin, D. Levine VO₂ max: what do we know, and what do we still need to know? // *J. Physiol.* – 2008. – Vol. 586 (1) – P. 25-34.
214. Berg, K. Endurance training and performance in runners: research limitations and unanswered questions/ K. Berg // *Sports Medicine.* – №33 (1).– 2003. – P. 59-73.
215. Brancaccio, P. Biochemical markers of muscular damage/ P. Brancaccio, G. Lippi, N. Maffulli // *Clinical chemistry and laboratory medicine.* – 2010. – № 48 (6).– P. 757–67.
216. Brancaccio, P. Serum enzyme monitoring in sports medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, F.M. Limongelli // *ClinSportsMed.* – 2008.– Vol. 27 (1). – P. 1-18.
217. Bucher, S.F. High resolution activation mapping of basal ganglia with functional magnetic resonance imaging / S.F. Bucher, K.S. Seelos, M. Stehling et al. // *Neurology.* – 1995.– Vol. 45.– P.180-182.
218. Bylsma, G.W. Treatment of age-related macular degeneration with photodynamic therapy / G.W. Bylsma, R.H. Guymer /*Arch Ophthalmol.* . – 2005. – Vol. 88, № 5. – P. 322–334.
219. Chandel, A. Testosterone concentration in young patients with diabetes / A. Chandel, D. Sandep, T. Paresh // *Diabetes Care.* – 2008.– Vol. 31, №10. – P. 2013-2017.
220. Chang, C.K. Responses of saliva testosterone, cortisol, and testosterone-to-cortisol ratio to a triathlon in young and middle-aged males / C. K. Chang , H. F. Tseng , N. F. Tan et al. // *Biology of Sport.* - 2005. - Vol. 22. – № 3. –P. 227-235.
221. Charlton, G.A. Physiologic consequences of training / Charlton G.A., Orawford M.H. // *Cardiol. Clin.* – 1997. – Vol. 15, № 3. – P. 345-354.
222. Dominelli, P. B. Experimental approaches to the study of the mechanics of breathing during exercise / P. B. Dominelli, A. William Sheel // *Respiratory Physiology & Neurobiology.* – 2011. – № 21 (3). – P. 95-110.

223. Edwards, D. Intercollegiate soccer: cortisol and testosterone increase in saliva during a competition is related to status and social relations with teammates / D. Edwards, K. Wetzel, D. Wyner // *Physiology Behavior*. – 2006.– № 87.–P. 135-143.
224. Fawkner, S. Oxygen Uptake Kinetics / S. Fawkner, N. Armstrong // *Paediatric Exercise Physiology*. – 2007.–Vol. 56 – P. 277–285.
225. Filippov, I. V. Very slow brain potential fluctuations (<0.5 Hz) in visual thalamus and striate cortex after their successive electrical stimulation / I. V. Filippov // *Brain Res*. – 2005. – Vol. 1066. – P. 179-186.
226. Fingar, V. H. Vascular effects of photodynamic therapy / V.H. Fingar // *Anticancer research*. – 1996. – Vol. 14, № 5. – P. 323–328.
227. Grego, F. Effects of long duration exercise on cognitive function, blood glucose, and counter regulatory hormones in male cyclists / F. Grego, J.M. Vallier, M. Collardeau et al. // *Neurosci. Lett*. – 2004. – Vol.364. – №2. – P.76-80.
228. Haschke, W. Slow Potential Changes in the Brain / W. Haschke, E.-J. Speckmann // *Springer Science+Business: Media New York*, 1993. – 294 p.
229. Hollmann, W. Sportmedizin. Arbeits- und Trainingsgrundlagen / Hollmann W., Hettinger Th. // *Stuttgart – New York, Schattauer Verlag*, 1990. – 792 p.
230. Klusiewicz, A. Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal and maximal exercise on a ski ergometer / A. Klusiewicz, J.Faff, J.Starczewska-Czapowska // *Biology of Sport*. – 2011. – №28. – P.31-35.
231. Knechtle, B. Aktuelle Sportphysiologie: Leistung und Ernährung im Sport / B. Knechtle. – Basel. – 2008. – 125 p.
232. Kostka, T. Anabolic and catabolic hormonal responses to experimental two-set low-volume resistance exercise in sedentary and active elderly people / T. Kostka, M.C. Patricot, M.C. Mathian // *Aging clinical and experimental research*. – 2003. – Vol.15. – №2. – P.123-130.
233. Lehmann, G. Em Lehrbuch fuer Trainer. Ubungsleiter und Aktive / G. Lehmann, N. Mueller-Deck. – Berlin: Sportverlag, 1987. –356 p.

234. Lucia, A. Hormone levels of world class cyclists during the Tour of Spain stage race / A. Lucia, B. Diaz, J. Hoyos // *British Journal of Sports Medicine*. –2001 . – Vol.35, №6. – P.424-430.
235. Marius, V. Study concerning the elaboration of certain orientation models and the initial selection for speed skating / V. Marius // *Journal of physical education and sport*. – 2009. – Vol. 25, № 4. – P.342-345.
236. McConnell, T.R. Prediction of maximal oxygen consumption during handrail supported treadmill exercise / T.R. McConnell, P.A. Clark // *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. – 1987.– № 7. – P.324-331.
237. Noe, F. Is postural control affected by expertise in alpine skiing?/ F. Noe, T. Paillard // *British Journal of Sports Medicine*. – 2009.– Vol. 39. – P. 835-837.
238. Park, I. S. Regional cerebellar volume reflects static balance in elite female short-track speed skaters / I.S. Park, J.H. Yoon, I.J.Rhyu // *Int J Sports Med*. – 2012. – Vol. 34.–P.465.
239. Patton, J., An evaluation of tests of aerobic and anaerobic power / J. Patton, A. Duggan// *Aviat. Space and Env.Med*. – 1987.– Vol. 58.– № 3. – P. 237–242.
240. Rietjens, G.J. Physiological, biochemical and psychological markers of strenuous training-induced fatigue / G.J. Rietjens, J.J. Adam, W.H. Saris // *Int. J. Sports Med*. – 2009. – Vol.26. – №1. – P.16-26.
241. Ronsen, O. Increased neuroendocrine response to a repeated bout of endurance exercise / O. Ronsen, E. Haug, B.K. Pedersen // *Med. Sci Sports Exerc*. – 2001. – Vol.33. – №4. – P.568-575.
242. Saltin, B. Point: in health and in a normoxic environment, VO₂ max is limited primarily by cardiac output and locomotor muscle blood flow / B. Saltin, J.A. Calbet // *Journal of applied physiology*. – 2006. – Vol. 100 (2). – 744 p.
243. Schwabbauer, N.T. Nasal high-flow oxygen therapy in patients with hypoxic respiratory failure: effect on functional and subjective respiratory parameters compared to conventional oxygen therapy and non-invasive ventilation (NIV)/ N.T. Schwabbauer, B. Berg, G. Blumenstock // *BMC Anesthesiology*. – 2014. – P. 14–26.
244. Seto, C.K. Preparticipation cardiovascular screening / C.K. Seto // *Clinics in*

Sports Medicine. – 2015.– Vol.33. – P. 61-63.

245. Shaw, L.J. Use of a prognostic treadmill score in identifying diagnostic coronary disease subgroups / L.J. Shaw, E.D. Peterson, L.K. Shaw et al. // *Circulation*. – 1998.– № 98.–P.1622-1630.

246. Sheel, A. W. The pulmonary system during exercise in hypoxia and the cold / A. W. Sheel, M.J. MacNutt, J.S. Querido // *Experimental Physiology*. – 2010. – Vol.95, № 3. – P. 422–430.

247. Simsch, C. Training intensity influences leptin and thyroid hormones in highly trained rowers / C. Simsch, W. Lormes, S. Baur // *International journal of sports medicine*. – 2010. – Vol. 23, № 6. – P. 422-427.

248. Smith, O.J. Training Load and Monitoring an Athletes Tolerance for Endurance Training / O.J. Smith, S.R. Norris // *Enhancing Recovery*. – *Human Kinetics*, 2002. – P. 81-102.

249. Stromme, S. Assessment of maximal aerobic power specifically trained athletes / S. Stromme , F. Ingjer, H. Meen// *J. Appl. Physiol*. – 1997. – Vol.42, № 6. – P. 833–837.

250. Viru, A. A. *Adaptation in Sports Training*. /A. A. Viru – Boca Raton: CRS Press. –1995. – 310 p.

251. Volkov, N. I. Assessment of aerobic and anaerobic capacity of treadmill running tests / N.I.Volkov, E.A. Shirkovets, V.E. Borilkevich // *Eur. J. Appl. Physiol*. – 1975. – Vol. 34. – 121 p.

252. Wasserman, K. *Principles of exercise testing and interpretation* / K. Wasserman, J.E. Hansen, D.Y. Sue et al. // 3rd prev. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. - 1999. - 556 p.

253. Wasserman, K. *Principles of Exercise Testing and Interpretation*, 2nd Ed / K. Wasserman, J.E. Hansen, D.Y. Sue, B.J. Whipp. – Baltimore: Williams & Wilkins, 1994. – 133 p.

254. Wilmore, J.H. *Physiology of sport and exercise* / J.H. Wilmore, D.L.Costill. – Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics, 2009. – 390 p.

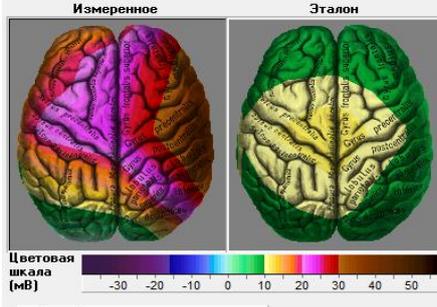
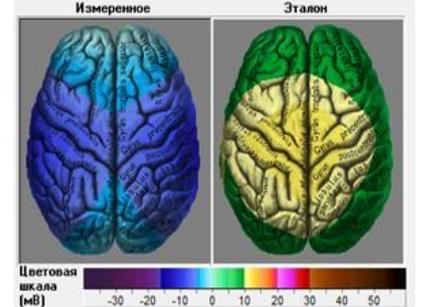
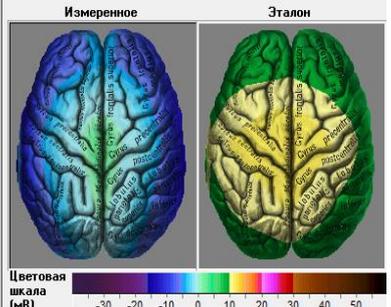
255. Winter, E.M. British Association of Sport and Exercise Sciences. Sport and exercise physiology testing: guidelines: the British Association of Sport and Exercise Sciences guide / E.M. Winter // N.Y.: Routledge. –2006. –Vol.1: Sport Testing. - 384 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

(справочное)

Изменение энергетического метаболизма клеток коры головного мозга спортсмена Б. при воздействии специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения

Исходное состояние	После специфической физической нагрузки	После специфической физической нагрузки и НИЛИ																																																																														
 <table border="1" data-bbox="199 1041 454 1176"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Измерения</th> <th rowspan="2">Эталон</th> </tr> <tr> <th>мВ</th> <th>кОм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fz</td> <td>16.909</td> <td>41.400</td> <td>8.800</td> </tr> <tr> <td>Cz</td> <td>24.880</td> <td>44.943</td> <td>12.300</td> </tr> <tr> <td>Oz</td> <td>0.003</td> <td>42.430</td> <td>9.600</td> </tr> <tr> <td>Td</td> <td>46.918</td> <td>44.857</td> <td>9.000</td> </tr> <tr> <td>Ts</td> <td>18.549</td> <td>44.148</td> <td>10.500</td> </tr> </tbody> </table>		Измерения		Эталон	мВ	кОм	Fz	16.909	41.400	8.800	Cz	24.880	44.943	12.300	Oz	0.003	42.430	9.600	Td	46.918	44.857	9.000	Ts	18.549	44.148	10.500	 <table border="1" data-bbox="654 1041 909 1176"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Измерения</th> <th rowspan="2">Эталон</th> </tr> <tr> <th>мВ</th> <th>кОм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fz</td> <td>2.165</td> <td>22.866</td> <td>8.700</td> </tr> <tr> <td>Cz</td> <td>-7.414</td> <td>39.108</td> <td>12.700</td> </tr> <tr> <td>Oz</td> <td>-2.503</td> <td>34.367</td> <td>9.900</td> </tr> <tr> <td>Td</td> <td>-13.745</td> <td>30.134</td> <td>9.400</td> </tr> <tr> <td>Ts</td> <td>-13.944</td> <td>46.466</td> <td>10.500</td> </tr> </tbody> </table>		Измерения		Эталон	мВ	кОм	Fz	2.165	22.866	8.700	Cz	-7.414	39.108	12.700	Oz	-2.503	34.367	9.900	Td	-13.745	30.134	9.400	Ts	-13.944	46.466	10.500	 <table border="1" data-bbox="1109 1041 1364 1176"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Измерения</th> <th rowspan="2">Эталон</th> </tr> <tr> <th>мВ</th> <th>кОм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fz</td> <td>-4.993</td> <td>25.625</td> <td>8.700</td> </tr> <tr> <td>Cz</td> <td>4.150</td> <td>31.011</td> <td>12.700</td> </tr> <tr> <td>Oz</td> <td>-1.872</td> <td>47.611</td> <td>9.900</td> </tr> <tr> <td>Td</td> <td>-16.344</td> <td>44.418</td> <td>9.400</td> </tr> <tr> <td>Ts</td> <td>-16.222</td> <td>41.407</td> <td>10.500</td> </tr> </tbody> </table>		Измерения		Эталон	мВ	кОм	Fz	-4.993	25.625	8.700	Cz	4.150	31.011	12.700	Oz	-1.872	47.611	9.900	Td	-16.344	44.418	9.400	Ts	-16.222	41.407	10.500
		Измерения			Эталон																																																																											
	мВ	кОм																																																																														
Fz	16.909	41.400	8.800																																																																													
Cz	24.880	44.943	12.300																																																																													
Oz	0.003	42.430	9.600																																																																													
Td	46.918	44.857	9.000																																																																													
Ts	18.549	44.148	10.500																																																																													
	Измерения		Эталон																																																																													
	мВ	кОм																																																																														
Fz	2.165	22.866	8.700																																																																													
Cz	-7.414	39.108	12.700																																																																													
Oz	-2.503	34.367	9.900																																																																													
Td	-13.745	30.134	9.400																																																																													
Ts	-13.944	46.466	10.500																																																																													
	Измерения		Эталон																																																																													
	мВ	кОм																																																																														
Fz	-4.993	25.625	8.700																																																																													
Cz	4.150	31.011	12.700																																																																													
Oz	-1.872	47.611	9.900																																																																													
Td	-16.344	44.418	9.400																																																																													
Ts	-16.222	41.407	10.500																																																																													
<p>Уровень энергетического обмена в областях мозга по сравнению с другими:</p> <p>Лобная область (Fz) в пределах нормы. Центральная область (Cz) в пределах нормы. Затылочная область (Oz) значительно понижен. Правая височная область (Td) значительно повышен. Левая височная область (Ts) в пределах нормы.</p>	<p>Уровень энергетического обмена в областях мозга по сравнению с другими:</p> <p>Лобная область (Fz) значительно повышен. Центральная область (Cz) в пределах нормы. Затылочная область (Oz) в пределах нормы. Правая височная область (Td) умеренно понижен. Левая височная область (Ts) умеренно понижен. Межполушарная</p>	<p>Уровень энергетического обмена в областях мозга по сравнению с другими:</p> <p>Лобная область (Fz) значительно повышен. Центральная область (Cz) в пределах нормы. Затылочная область (Oz) в пределах нормы. Правая височная область (Td) умеренно понижен.</p>																																																																														

<p>Межполушарная асимметрия энергетического обмена значительно изменена с преобладанием в правом полушарии.</p> <p>Средний уровень энергетического обмена мозга умеренно повышен.</p>	<p>асимметрия энергетического обмена в пределах нормы.</p> <p>Средний уровень энергетического обмена мозга значительно понижен.</p>	<p>Левая височная область (Ts) умеренно понижен.</p> <p>Межполушарная асимметрия энергетического обмена в пределах нормы.</p> <p>Средний уровень энергетического обмена мозга значительно понижен.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

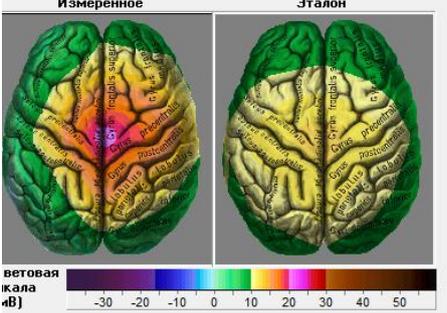
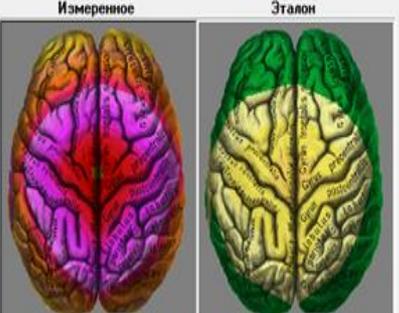
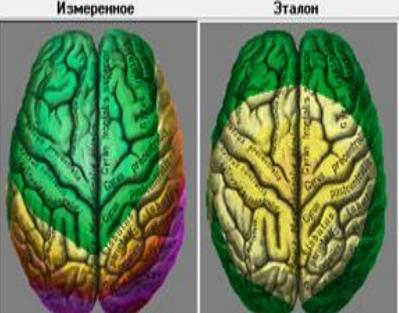
Заключение. При индивидуальном анализе УПП спортсмена Б. (МС по шорт-треку) исходный уровень УПП был умеренно повышен.

При индивидуальном анализе УПП спортсмена Б. (МС по шорт-треку) после сочетанного воздействия специфической физической нагрузки и НИЛИ наблюдалось снижение среднего уровня энергетического обмена.

Приложение Б

(справочное)

Изменение энергетического метаболизма клеток коры головного мозга спортсмена Л. при воздействии специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения

Исходное состояние	После специфической физической нагрузки	После специфической физической нагрузки и НИЛИ																																																																														
 <table border="1" data-bbox="188 1025 443 1182"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Измерения</th> <th rowspan="2">Эталон</th> </tr> <tr> <th>мВ</th> <th>кОм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fz</td> <td>8.908</td> <td>21.327</td> <td>8.600</td> </tr> <tr> <td>Cz</td> <td>21.935</td> <td>31.775</td> <td>13.100</td> </tr> <tr> <td>Oz</td> <td>5.458</td> <td>36.295</td> <td>10.200</td> </tr> <tr> <td>Td</td> <td>11.686</td> <td>47.255</td> <td>9.800</td> </tr> <tr> <td>Ts</td> <td>-0.870</td> <td>59.643</td> <td>10.500</td> </tr> </tbody> </table>		Измерения		Эталон	мВ	кОм	Fz	8.908	21.327	8.600	Cz	21.935	31.775	13.100	Oz	5.458	36.295	10.200	Td	11.686	47.255	9.800	Ts	-0.870	59.643	10.500	 <table border="1" data-bbox="675 1025 930 1182"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Измерения</th> <th rowspan="2">Эталон</th> </tr> <tr> <th>мВ</th> <th>кОм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fz</td> <td>13.516</td> <td>19.691</td> <td>8.600</td> </tr> <tr> <td>Cz</td> <td>31.440</td> <td>20.575</td> <td>13.100</td> </tr> <tr> <td>Oz</td> <td>17.141</td> <td>47.650</td> <td>10.200</td> </tr> <tr> <td>Td</td> <td>18.884</td> <td>28.786</td> <td>9.800</td> </tr> <tr> <td>Ts</td> <td>15.916</td> <td>34.602</td> <td>10.500</td> </tr> </tbody> </table>		Измерения		Эталон	мВ	кОм	Fz	13.516	19.691	8.600	Cz	31.440	20.575	13.100	Oz	17.141	47.650	10.200	Td	18.884	28.786	9.800	Ts	15.916	34.602	10.500	 <table border="1" data-bbox="1114 1025 1369 1182"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Измерения</th> <th rowspan="2">Эталон</th> </tr> <tr> <th>мВ</th> <th>кОм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fz</td> <td>1.955</td> <td>30.691</td> <td>8.600</td> </tr> <tr> <td>Cz</td> <td>0.120</td> <td>30.475</td> <td>13.100</td> </tr> <tr> <td>Oz</td> <td>24.110</td> <td>37.286</td> <td>10.200</td> </tr> <tr> <td>Td</td> <td>20.149</td> <td>34.066</td> <td>9.800</td> </tr> <tr> <td>Ts</td> <td>10.910</td> <td>34.026</td> <td>10.500</td> </tr> </tbody> </table>		Измерения		Эталон	мВ	кОм	Fz	1.955	30.691	8.600	Cz	0.120	30.475	13.100	Oz	24.110	37.286	10.200	Td	20.149	34.066	9.800	Ts	10.910	34.026	10.500
		Измерения			Эталон																																																																											
	мВ	кОм																																																																														
Fz	8.908	21.327	8.600																																																																													
Cz	21.935	31.775	13.100																																																																													
Oz	5.458	36.295	10.200																																																																													
Td	11.686	47.255	9.800																																																																													
Ts	-0.870	59.643	10.500																																																																													
	Измерения		Эталон																																																																													
	мВ	кОм																																																																														
Fz	13.516	19.691	8.600																																																																													
Cz	31.440	20.575	13.100																																																																													
Oz	17.141	47.650	10.200																																																																													
Td	18.884	28.786	9.800																																																																													
Ts	15.916	34.602	10.500																																																																													
	Измерения		Эталон																																																																													
	мВ	кОм																																																																														
Fz	1.955	30.691	8.600																																																																													
Cz	0.120	30.475	13.100																																																																													
Oz	24.110	37.286	10.200																																																																													
Td	20.149	34.066	9.800																																																																													
Ts	10.910	34.026	10.500																																																																													
<p>Уровень энергетического обмена в областях мозга:</p> <p>Лобная область (Fz) в пределах нормы. Центральная область (Cz) умеренно повышен. Затылочная область (Oz) в пределах нормы. Правая височная область (Td) в пределах нормы. Левая височная область (Ts) умеренно понижен.</p> <p>Уровень энергетического обмена в областях мозга по сравнению с другими:</p>	<p>Уровень энергетического обмена в областях мозга:</p> <p>Лобная область (Fz) в пределах нормы. Центральная область (Cz) умеренно повышен. Затылочная область (Oz) умеренно повышен. Правая височная область (Td) умеренно повышен. Левая височная область (Ts) в пределах нормы.</p> <p>Уровень энергетического обмена в областях мозга по сравнению с другими:</p>	<p>Уровень энергетического обмена в областях мозга:</p> <p>Лобная область (Fz) в пределах нормы. Центральная область (Cz) умеренно понижен. Затылочная область (Oz) умеренно повышен. Правая височная область (Td) умеренно повышен. Левая височная область (Ts) в пределах нормы.</p> <p>Уровень энергетического обмена в областях мозга по сравнению с другими:</p>																																																																														

Лобная область (Fz) в пределах нормы. Центральная область (Cz) умеренно повышен. Затылочная область (Oz) в пределах нормы. Правая височная область (Td) в пределах нормы. Левая височная область (Ts) значительно понижен.	Лобная область (Fz) умеренно понижен. Центральная область (Cz) значительно понижен. Затылочная область (Oz) значительно повышен. Правая височная область (Td) умеренно повышен. Левая височная область (Ts) в пределах нормы.	Лобная область (Fz) умеренно понижен. Центральная область (Cz) значительно понижен. Затылочная область (Oz) значительно повышен. Правая височная область (Td) умеренно повышен. Левая височная область (Ts) в пределах нормы.
Межполушарная асимметрия энергетического обмена умеренно изменена с преобладанием в правом полушарии.	Межполушарная асимметрия энергетического обмена умеренно изменена с преобладанием в правом полушарии.	Межполушарная асимметрия энергетического обмена умеренно изменена с преобладанием в правом полушарии.
Средний уровень энергетического обмена мозга в пределах нормы.	Средний уровень энергетического обмена мозга в пределах нормы.	Средний уровень энергетического обмена мозга в пределах нормы.

Заключение. При индивидуальном анализе УПП спортсмена Л. (МС по шорт-треку) исходный уровень УПП находился в пределах нормы.

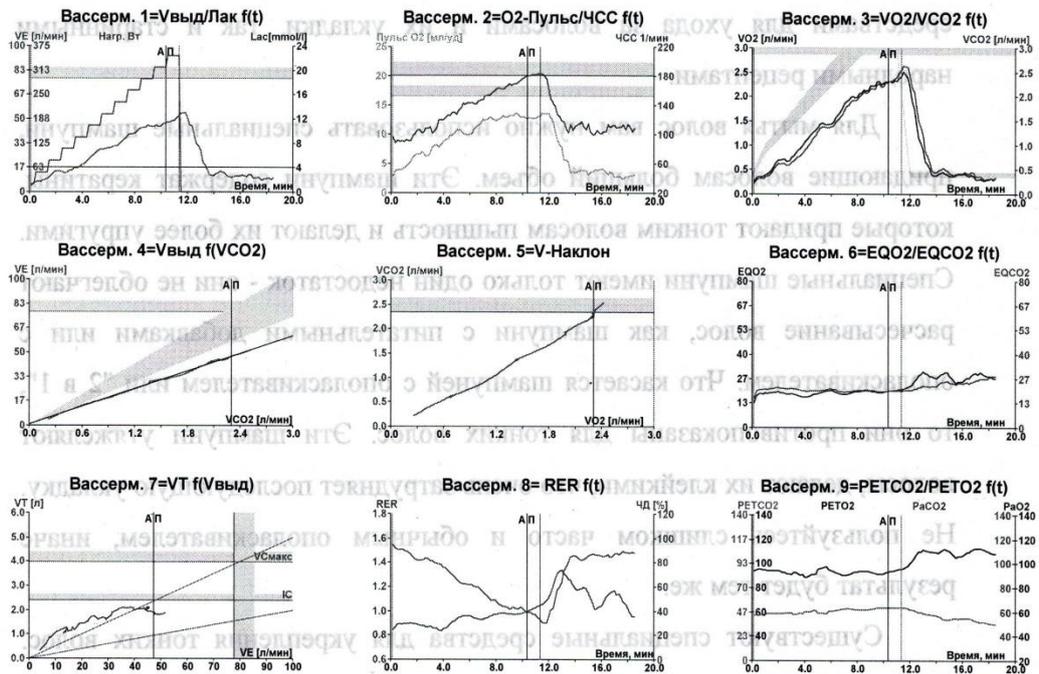
При индивидуальном анализе УПП спортсмена Л. (МС по шорт-треку) после сочетанного воздействия специфической физической нагрузки и НИЛИ наблюдалось энергетический обмен находился в пределах нормы.

Приложение В (справочное)

Протокол кардиореспираторного нагрузочного тестирования спортсмена Е.

**Смоленская Государственная Академия
Физической Культуры и Туризма**

Фамилия: ##### 19 Лет ИМТ: 23.1 кг/м²
 Имя: ##### 173 см Жир:
 Дата рождения: 04.10.1996 69 кг Медс.:
 IDNR: 76 муж. Врач:
 07.04.2016 / 11:42 Темпер.: 24.1 °С Р возд. абс./отн.: 993/1046 hPa Отн. влажн. 50 %отн. 23.03.2018 / 14:37
 Посл. калибровка: Станд. датчик: 07.04.2016 / 09:41
 Долж.знач Wasserman, Jones Ganshorn PowerCube LF8.5H SR1



	Долж.	Пок.	АП	Мах нагр	Макс/долж	АП/Спр	Вост.
Время	Ч:ММ:СС	-	0:00:10	0:10:20	0:11:20	-	0:13:20
Нагр.	Ватт	222	20	320	350	158%	144%
VO2	л/мин	3.164	0.260	2.310	2.420	76%	73%
VO2/кг	мл/кг/мин	45.9	3.8	33.5	35.1	76%	73%
VCO2	л/мин	3.481	0.220	2.300	2.530	73%	66%
RER		-	0.85	1.00	1.05	-	1.29
Кровообращ.							
ЧСС	1/мин	181	96	181	183	101%	100%
O2-пульс	мл/уд	16.6	2.7	12.8	13.2	79%	77%
САД	ммРт	-	-	-	-	-	-
ДАД	ммРт	-	-	-	-	-	-
Вентиляция							
Vвд	л/мин	98	4	47	52	53%	48%
VT	л	2.89	0.33	1.91	1.87	65%	66%
RR	1/мин	35.3	12.5	24.7	27.7	78%	70%
ЧД	%	-	95	39	33	-	77
VD/VT		-	-0.04	0.11	0.11	-	0.17
Газообмен							
EQO2		-	13	20	21	-	29

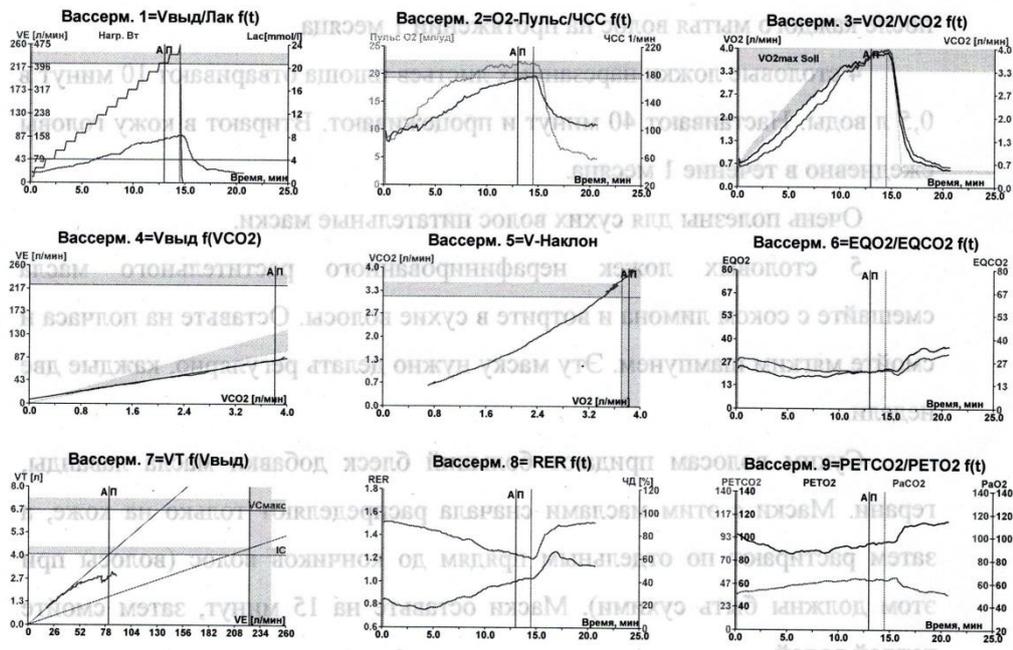
Приложение Г
(справочное)

Протокол кардиореспираторного нагрузочного тестирования спортсмена Ш.
после НИЛИ

**Смоленская Государственная Академия
Физической Культуры и Туризма**

Фамилия: ##### 18 Лет ИМТ: 22.4 кг/м²
 Имя: ##### 189 см Жир:
 Дата рождения: 12.10.1997 80 кг Медс.:
 IDNR: 74 муж. Врач:

07.04.2016 / 10:02 Темпер.: 21.6 °С Р возд. абс./отн.: 992/1045 hPa Отн.влажн.: 50 %отн. 23.03.2018 / 14:36
 Посл. калибровка: Станд. датчик: 07.04.2016 / 09:41
 Долж.знач: Wasserman, Jones Ganshorn PowerCube LF8.5H SR1



	Долж.	Пок.	АП	Мах нагр	Макс/долж	АП/Спр	Восст.
Время	Ч:мм:сс	-	0:00:10	0:13:00	0:14:30	-	0:16:30
Нагр.	Ватт	253	20	410	470	186%	162%
VO2	л/мин	3.711	0.820	3.818	3.852	104%	103%
VO2/кг	мл/кг/мин	46.4	10.3	47.7	48.2	104%	103%
VCO2	л/мин	4.083	0.690	3.808	3.954	97%	93%
RER		-	0.84	1.00	1.03	-	-
Кровообращ.							
ЧСС	1/мин	182	96	172	176	97%	95%
O2-пульс	мл/уд	19.4	8.5	22.2	21.9	113%	115%
САД	ммРт	-	-	127	127	-	-
ДАД	ммРт	-	-	113	113	-	-
Вентиляция							
Vвыд	л/мин	114	20	81	89	78%	71%
VT	л	3.35	1.02	2.75	2.85	85%	82%
RR	1/мин	33.6	19.5	29.6	31.3	93%	88%
ЧД	%	-	91	64	60	-	-
VD/VT		-	0.16	0.11	0.15	-	-
Газообмен							
EQO2		-	23	21	23	-	-