

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«СМОЛЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СПОРТА»

На правах рукописи

Терехов Павел Александрович

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ВНЕТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОТЕНЦИРОВАНИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ

1.5.5 – физиология человека и животных

Диссертация на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Научный консультант:
д-р биол. наук, профессор Ф.Б. Литвин

Смоленск, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	25
1. Физическая работоспособность, функциональное состояние и физиологические резервы организма спортсменов.....	25
1.1. Общая характеристика основ жизнедеятельности организма человека при мышечной деятельности	25
1.2. Биоэнергетическое обеспечение физической работоспособности	31
1.2.1. Анаэробные возможности и способы их оценки.....	31
1.2.2. Аэробные нагрузки и методы определения аэробной работоспособности	33
2. Восстановительные процессы как фактор повышения резервных возможностей организма спортсменов	36
2.1. Физиологические закономерности восстановления в спорте	36
2.2. Методы повышения физической работоспособности и ускорения процессов восстановления	40
2.3. Медико-биологическое сопровождение процесса спортивной тренировки в легкой атлетике.....	48
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	60
2.1. Организация исследования	60
2.2. Структура исследования.....	60
2.3. Критерии включения и характеристика обследованных спортсменов..	63
2.4. Последовательность комплексного проведения исследований.....	64
2.5. Методы исследования.....	65
2.5.1. Анализ специальной литературы	65
2.5.2. Антропометрия.....	65

2.5.3. Велоэргометрическое тестирование максимальной анаэробной мощности	66
2.5.4. Телеметрическая пульсометрия.....	68
2.5.5. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование.....	68
2.5.6. Методы анализа variability сердечного ритма	69
2.5.7. Нейроэнергокартирование	73
2.5.8. Лазерная доплеровская флоуметрия (лазерная флуоресцентная спектроскопия)	73
2.5.9. Специальная физическая подготовленность	74
2.5.10. Эргогенные средства в системе спортивной подготовки.....	77
2.5.11. Низкоинтенсивное лазерное излучение	78
2.5.12. Методы математической статистики.....	79
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	80
3.1. Оценка функционального состояния спринтеров экспериментальной и контрольной групп в динамике тренировочного цикла	80
3.2. Физиологическое обоснование дифференцированного подхода к оценке функционирования организма на основе индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции спринтеров	96
3.3. Влияние эргогенных и физических средств потенцирования физической работоспособности на функциональное состояние организма спринтеров с различными типами вегетативной регуляции сердечного ритма.....	139
3.3.1. Динамика показателей variability сердечного ритма.....	140
3.3.2. Динамика показателей микроциркуляции	157
3.3.3. Динамика параметров биоэнергетического потенциала головного мозга	174
3.3.4. Динамика значений параметров анаэробной и аэробной работоспособности	179

3.3.5. Динамика показателей специальной физической подготовленности спортсменов	196
3.4. Корреляционные взаимосвязи прироста спортивного результата спринтеров с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма после комплексного применения внутренировочных средств	206
3.5. Вегетативное обеспечение спортивной деятельности и физиологическая цена достигнутого результата спринтеров при различных физических нагрузках в условиях применения НИЛИ и эргогенных средств потенцирования физической работоспособности	215
3.6. Отставленный эффект воздействия современных внутренировочных средств потенцирования физической подготовленности на функциональные системы организма спортсменов	245
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	263
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	303
ВЫВОДЫ	311
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	313
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	316
ЛИТЕРАТУРА	319
ПРИЛОЖЕНИЯ	399

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Социально значимой проблемой в современном спорте является подготовка в короткие сроки атлетов для участия в соревнованиях различного уровня, включая Олимпийские игры. Как отмечается в национальной программе «Демография» федерального проекта «Спорт – норма жизни», одной из важнейших задач развития и управления системой занятий физической культурой и спортом в России является исследовательская работа по разработке научно-обоснованных подходов, концептуальных моделей, по совершенствованию действующих и внедрению новых методик организации спортивного резерва. Подготовка атлетов, мотивированных к достижению высоких результатов, заключается в признании положения об ограниченности натуральных резервов их организма. Следует отметить, что в настоящее время программы совершенствования атлетов во многом ориентированы на применение предельных по интенсивности и объему тренировочных нагрузок без комплексного учёта текущего функционального состояния. Такой подход нередко приводит к перетренированности, дезадаптации, развитию патологических состояний и преждевременному завершению карьеры (Г.А. Макарова, 2014; В.А. Бадтиева, 2018; М. Dennis, 2018; М.Д. Flannery, 2018; Е.А. Гаврилова, 2021).

Актуализируется разработка новых научных технологий, обеспечивающих повышение функциональных возможностей организма, ускорение процессов восстановления. Престижность и коммерциализация спорта ориентированы на внедрение современных достижений спортивной фармакологии. Активно внедряются фармпрепараты и БАДы: аминокислоты, витамины, анаболизаторы, энергизаторы, гепатопротекторы, иммуномодуляторы, а также их комбинации (Н.Н. Каркищенко, 2014; В.В.

Уйба, 2014; В.Н. Каркищенко, 2017; Е.Е. Ачкасов, 2018; К.Ю. Заходякина, 2019).

В публикациях последних лет важная роль отводится спортивной нутрициологии (С.Н. Португалов, 2013; Н.К. Артемьева, 2014; П.И. Лидов, 2014; J. Mielgo-Ayuso, 2015; В.Н. Каркищенко, 2017; Н.Б. Гаврилова, 2017; Е.С. Lee, 2017; М.К. Ranchordas, 2017; Д.Б. Никитюк, 2017, 2020; К.В. Выборная, 2018; В.А. Тутьельян, 2020, 2021). В качестве пищевых добавок применяются ингредиенты природного происхождения, активно внедряются продукты пчеловодства: маточное, трутневое молочко, перга (А.А. Анашкина, 2012; Н.В. Серединцева, 2012; Л.Т. Ахметова, 2015; В.Н. Ким, 2015; И.П. Хисматуллина, 2016). Адаптогены корректируют структурную перестройку метаболизма клетки, которая начинает экономичнее расходовать субстраты (А.Т. Быков, 2016; Л.А. Бурмистрова, 2018; И.А. Прохода, 2020).

Перспективным считается применение веществ, полученных из молочной сыворотки с направленным регулированием химического состава, предназначенных для индивидуализации питания атлетов в различные периоды тренировочных макроциклов (Н.Б. Гаврилова, 2017; С.В. Чеченина, 2017; А.А. Деревоедов, 2018; Э.Н. Трушина, 2019; Н.Л. Чернопольская, 2019). После их приема повышаются адаптационные возможности организма и наблюдается ускоренное восстановление, как в эксперименте (Х.С. Сарсембаев, 2022), так и у спортсменов силовых видов спорта (R.J. Shei, 2014; J.D. Philpott, 2018; Ю.А. Синявский, 2020).

Следует отметить, что тренировки в современном спорте рекомендовано сочетать с легальными приёмами и методами активации скрытых резервов организма, что в конечном итоге может обеспечить достижение результатов рекордного уровня. Отдельные аспекты этой комплексной проблемы изучены достаточно подробно. В частности, проанализированы различные причины утомления, аналитические подходы к

выбору средств, ускоряющих восстановительные процессы после избранной физической нагрузки, выявлена эффективность применения отдельных стимуляторов после выполнения тренировочного воздействия (Е.М. Бердичевская, 2020; Е.А. Гаврилова, 2020; В.И. Козлов, 2020; Д.Б. Никитюк, 2020; И.А. Прохода, 2020; Н.Н. Сентябрев, 2020).

В научно-методической литературе отражены результаты применения различных средств потенцирования физической работоспособности, что позволяет их применять для восполнения энергетических запасов атлетов или формирования феномена суперкомпенсации (Н.Н. Каркищенко, 2014; В.В. Уйба, 2014; В.Н. Каркищенко, 2017; Е.Е. Ачкасов, 2018; К.Ю. Заходякина, 2019). К их числу относятся современные физиотерапевтические средства: магнито-, ингаляционно- и термовоздействия, электрофорез, ультразвук (Д.К. Зубовский, 2017; Т.М. Зубовская, 2017; Е.Н. Чуйн, 2019; Г.Н. Сидоренко, 2020 и др.). Значительное место в потенцировании физической работоспособности принадлежит и низкоинтенсивному лазерному излучению (НИЛИ) (О.К. Скобелкин, 2002; С.Е. Павлов, 2017; В.И. Карандашов, 2018; В.С. Улащик, 2018; Т.М. Брук, 1999-2022; В.И. Козлов, 2020; П.А. Терехов, 2021).

В то же время в имеющихся работах зачастую не учитываются индивидуальные особенности ведущих функциональных систем организма атлетов. Анализ доступной специальной литературы по проблеме потенцирования физической работоспособности в спорте выявил ряд противоречий между:

– неуклонным увеличением физических нагрузок и необходимостью дальнейшей интенсификации тренировочного процесса, с одной стороны, и отсутствием физиологических механизмов влияния и взаимодействия известных и апробированных средств и методов восстановления работоспособности спортсменов, с другой;

– потребностью использовать для потенцирования и ускорения восстановительных процессов в спорте естественных (не допинговых) средств, созданных природой, в комплексе с физическими методами воздействия на организм атлетов и отсутствием теоретических сведений и практического опыта технологии их применения;

– необходимостью учитывать при выборе средств потенцирования индивидуальные особенности и динамику текущего функционального состояния атлетов, с одной стороны, и реальной практикой их применения без учета специализации спортсмена, его типологических особенностей вегетативной регуляции, организации кровообращения, с другой;

– отсутствием инновационного подхода в трактовке физиологического обоснования комплексного применения биодобавок и НИЛИ, и, что важно в практике спорта, изучение отставленного эффекта, их влияния на организм.

Не менее важным, наряду с использованием незапрещенных ВАДА и РУСАДА адаптогенов, корригирующих функциональное состояние организма спортсменов за счёт влияния на метаболические процессы, является поиск новых эффективных способов и методов оперативной диагностики. Среди всего комплекса проводимых медико-биологических обследований большое значение приобретают неинвазивные скрининговые методы исследования организма наряду с его фармакологической коррекцией (R. Perini, 2003; F. Stanzel, 2004; Н.И. Шлык, 2009; R. Deminice et al., 2010; E. Tékus et al., 2012; A. Damirchi, 2015; G. Guilhem, 2015; M.R. Sant'Anna, 2017).

Перспективным направлением в оценке состояния микроциркуляторно-тканевых отношений являются методы оптической неинвазивной диагностики, часто объединяемые термином «оптическая биопсия» (J.R. Lakowicz, 2007; J. Enfield, 2011; S.L. Jacques, 2013; M. Leahy, 2017; I. Meglinski, 2021; А.В. Приезжев, 2021; В.В. Тучин, 2021 и др.). Получаемая количественная информация дает дополнительную степень объективности

анализа адаптивных возможностей организма спортсмена (А. Stefanovska, 2007; S.L. Jacques, 2013; В.В. Сидоров, 2018; А.А. Федорович, 2018; А.И. Крупаткин, 2019; В.И. Козлов, 2020; А.В. Танканаг, 2020; I. Fredriksson, 2020 и др.). Все вышеперечисленное обуславливает актуальность этого исследования.

Степень разработанности темы исследования. Функциональное состояние включает в себя интегральный комплекс наличных характеристик функций и систем человека, которые прямо или косвенно определяют уровень его деятельности. Особое место принадлежит взаимоотношениям энергетического обмена и участию коферментов в синтезе АТФ (В.Н. Карнаухов, 2002; D.C. Wallace, 2005; В.О. Самойлов, 2007; Е.П. Конькова, 2012; В.В. Козлова, 2022). Одним из важнейших факторов, лимитирующих работоспособность спортсменов и развитие утомления, является развивающаяся рабочая гипоксия (Н.И. Волков, 2011; Н.А. Агаджанян, 2017; О.С. Глазачев, 2018). Сегодня внимание специалистов, занимающихся этими вопросами, сосредоточено на изучении клеточных механизмов адаптации к кислородному голоданию, а также на разработке способов коррекции (нефармакологических и фармакологических) дефицита кислорода в организме и повышения его адаптационного потенциала (В.Н. Карнаухов, 2002; А.М. Дудченко, 2008; N.S. Chandel, 2014; S. Fan, 2016; М.Б. Даутова, 2017).

Активно изучаются клеточно-тканевые и биохимические механизмы адаптации организма к условиям гипоксии, поиск новых эффективных способов для ее коррекции (С.Ю. Крыжановская, 2022). Особенно перспективным в этой области оказался метод интервально-ритмических воздействий, который мало изучен в плане физиолого-биофизических реакций его действия на организм (О.С. Глазачев, 2021; А.А. Максимова, 2021). Но до недавнего времени изучение окислительно-восстановительных

процессов в клетках в режиме реального времени было невозможным, поскольку отсутствовали подходящие методы. Одним из современных направлений является применение неинвазивных способов диагностики для выявления микроциркуляторных и метаболических нарушений и оценки их тяжести. Применяемые технологии позволяют одновременно регистрировать микро-гемодинамические параметры методом ЛДФ, спектры флуоресценции основных флуорофоров NADH и FAD, отражающих метаболическую активность биологических тканей методом флуоресцентной спектроскопии, а также спектры диффузного отражения, несущие информацию о морфологической структуре и оптических характеристиках биотканей с возможностью проведения функциональных проб (А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров, 2018).

Параллельно развивалось другое направление – разработка и применение антигипоксических средств, адаптогенов природного и синтетического происхождения (Н.Н. Каркищенко, В.В. Уйба, 2014; Л.М. Гунина, 2019).

В настоящее время все чаще возникают прецеденты с систематическим применением запрещенных препаратов и последующей дисквалификацией атлетов ведущих мировых спортивных держав. Назрела необходимость поиска новых комплексных технологий потенцирования специальной работоспособности, расширения адаптационных возможностей и физиологических резервов организма. Вопросам изучения воздействия различных стимуляторов посвящены работы многих авторов (Н.Н. Сентябрёв, 2004; А.Г. Камчатников, 2008; А.О. Акопян, 2011; Д.К. Зубовский, 2012; В.У. Аванесов, 2013; Н.Н. Каркищенко, В.В. Уйба, 2014; Д.Б. Никитюк, 2017; В.Н. Ким, 2017; Т.Н. Мостовая, 2017; А.Н. Кутасин, 2019; К.Ю. Заходякин, 2019; В.В. Корнякова, 2020 и др.).

Имеющиеся на данный момент опубликованные исследования содержат, как правило, сведения об эффективности отдельных адаптогенов растительного происхождения (А.Г. Камчатников, 2008; А.О. Акопян, 2011; Д.Б. Никитюк, 2017; Н.Н. Сентябрёв, 2020), животного (И.П. Хисматуллина, 2016; Е.А. Слепенкова, 2019; И.А. Прохода, 2020), аквакультур (Е.К. Серёгина, 2010; А.А. Гостюхина, 2018; И.А. Кылосова, 2020). Целесообразность их сочетанного применения изложена в единичных работах (Н.Н. Каркищенко, В.В. Уйба, 2014; И.П. Хисматуллина, 2016; В.Н. Ким, 2017; Т.Н. Мостовая, 2017). При этом перспективность их воздействия базируется на анализе параметров отдельно изученной функциональной системы (Ф.Б. Литвин, 2016; И.А. Прохода, 2020; Х.С. Сарсембаев, 2022) или органа (И.С. Шорманов, 2017; Р.М. Хабибуллин, 2022). Отсутствуют данные сравнительного анализа вегетативного обеспечения физической работоспособности спортсменов при синергичном применении адаптогенов. Свою актуальность в поддержании высокой функциональной подготовленности атлетов сохраняет применение низкоинтенсивного лазерного излучения с биомодулирующим и терапевтическим эффектом (D.H. Sliney, 2013; Г.Н. Пономаренко, 2014; В.И. Козлов, 2016; Т.М. Брук, Ф.Б. Литвин, О.В. Молотков, 2018; С.В. Москвин, 2019; Т.М. Брук, 2020; С.Е. Павлов, 2020). Изучены его структурные взаимосвязи на молекулярном, клеточном, тканевом, системном и организменном уровнях организации (В.И. Козлов, 2007; А.В. Гейниц, 2010; Н.В. Булякова, 2017; С.Е. Павлов, 2017). Однако работ по обоснованию и изучению комплексного применения биодобавок и НИЛИ на уровень физической работоспособности и ускорения процессов восстановления с учётом индивидуальных особенностей атлетов крайне недостаточно (Т.М. Брук, 2014, 2018; Ф.Б. Литвин, 2020; П.А. Терехов, 2020), что подчеркивает актуальность проведения данного исследования.

Необходимость разработки данного научного направления связана и с тем, что во многих исследованиях не учитываются уже выявленные результаты других авторов. Зачастую обнаруженные закономерности рассматриваются как вторичные эффекты без формулировок системных положений, частных рекомендаций (выводов) для практики спортивной физиологии и медицины, конкретных информативных маркеров оценки ведущих функциональных систем с помощью современных методов диагностики для тренера в независимости от квалификации и специализации (Т.В. Красноперова, 2021; Н.И. Шлык, 2021; И.И. Шумихина, 2021).

В последнее время широкую популярность и объективность в оценке текущего контроля функционального состояния атлета получил метод математического анализа вариабельности сердечного ритма – ВСР (Р.М. Баевский, 2019). К его достоинствам относится неинвазивность, простота, необременительность подготовки в проведении эксперимента как для обследованного, так и исследователя. Однако в настоящее время отсутствует единый подход к трактовке показателей ВСР в физиологии мышечной деятельности, спортивной медицине и практике спорта для объективной оценки текущего функционального состояния. На отдельные его параметры влияют артефакты, частота дыхания, экстрасистолы, мышечная дрожь и др. Информативность некоторых индикаторов для оценки вегетативной регуляции не считается четко доказанной, что определяет актуальность проведения исследований в данном направлении (Л.А. Бокерия, 2009; А.С. Бань, 2010; М. Misigoj-Durakovic, 2016; О.М. Weiner, 2017; А.М. Носовский, 2018; V. Deschodt-Arsac, 2018; D.M. Britton, 2019; Т.В. Красноперова, 2019, 2021; Е.А. Гаврилова, 2016-2021; Н.И. Шлык, 2009-2021). Определение дифференцированного вклада показателей ВСР в регуляторные процессы, направленные на оптимизацию функционального состояния спортсмена, может способствовать качественному улучшению работы тренера.

Методологической основой исследования является системный подход к использованию фундаментальных положений:

– о роли развития индивидуальных адаптационно-приспособительных механизмов в повышении биологической надежности и жизнеспособности организма (Р.М. Баевский, 2006; Н.А. Агаджанян, 2017; А.С. Солодков, 2017);

– об общих закономерностях теории функциональных систем (П.К. Анохин, 1980; К.В. Судаков, 2015);

– о сущности, механизмах и закономерностях онтогенетического развития индивидуального соматического здоровья (В.И. Козлов, 2020 и др.).

Теоретическую основу исследования составляют:

– теоретические представления о доминировании роли сердечно-сосудистой системы в процессах адаптации (В.Л. Карпман, 2012; Р.М. Баевский, 2006; Н.А. Агаджанян, 2017 и др.);

– научные идеи о принципах донозологической диагностики (Р.М. Баевский, 2006; Г.А. Макарова, 2014; Е.Е. Ачкасов, 2018);

– теории адаптации и стресса (Н.А. Агаджанян, 2017 и др.);

– теоретические представления о нутритивной поддержке физической работоспособности спортсменов и сохранении спортивного долголетия (Н.Н. Каркищенко, 2014; Д.Б. Никитюк, 2020; В.А. Тутельян, 2020-2021);

– фундаментальные исследования онтогенетических изменений энергопотенциала и отдельных функциональных систем организма (В.Ф. Фокин, Н.В. Понамарева, 2013 и др.);

– исследования по изучению особенностей энергетического обмена при адаптации человека к физической нагрузке (Т.Г. Петрова, 2013; Р.В. Тамбовцева, 2019);

– концептуальные положения теории профессиональной тренировки (В.Н. Платонов, 2017; Н.А. Фудин, 2019).

Объект исследования: физиологические реакции оптимизации физической работоспособности, функционального состояния организма спортсменов в покое и при физических нагрузках в условиях комплексного применения биодобавок и НИЛИ.

Предмет исследования: маркеры оценки функционального состояния организма атлетов, физической подготовленности, индикаторы специальной работоспособности, педагогического и велоэргометрического тестирований различной мощности.

Научное обоснование: дифференцированный подход, основанный на учете типологических особенностей регуляции сердечного ритма, раскрывает физиологическую индивидуальность системной координации кардиореспираторных механизмов, микроциркуляторного звена, энергетических потенциалов коры больших полушарий головного мозга и их вегетативного сопровождения в обеспечении аэробной и анаэробной работоспособности, специальной подготовленности спортсменов, а на основе комплексного применения биодобавок и НИЛИ позволяет обосновать физиологические механизмы повышения физической работоспособности, расширения адаптационного потенциала, что в совокупности обеспечивает рост спортивных результатов и поддержание профессионального долголетия.

Гипотеза исследования: разработанная структурно-логическая модель оценки эффективности применения оригинального комплекса средств потенцирования физической работоспособности с учетом типов вегетативной регуляции сердечного ритма позволяет выявлять специфику системной интеграции физиологических механизмов реализации эффектов внутренировочных средств на фоне регулярных тренировок в индикаторах общей и специальной работоспособности легкоатлетов, что дает возможность персонализировать тренировочный процесс.

Цель исследования: разработать и физиологически обосновать технологию комплексного применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности на фоне регулярного тренировочного процесса у спортсменов-легкоатлетов на основе дифференцированного подхода с учётом типологических особенностей вегетативной регуляции сердечной деятельности и текущего функционального состояния.

Задачи исследования:

1. Разработать концепцию комплексного применения внутренировочных средств, на основе мультисистемного подхода и оригинальной структурно-логической модели изучить физиологические механизмы потенцирования физической работоспособности спортсменов.

2. Изучить особенности кардиоваскулярной системы, её микроциркуляторного звена, биоэнергетического потенциала головного мозга и на основе типологизации вегетативной регуляции сердечной деятельности обосновать дифференцированный подход в оценке функционального состояния организма атлетов в покое и при выполнении физических нагрузок.

3. Оценить влияние эргогенных и физических средств потенцирования физической работоспособности на функциональное состояние организма спринтеров с различными типами вегетативной регуляции сердечного ритма.

4. Провести корреляционный анализ функционального состояния и физической работоспособности спортсменов с различными типами вегетативной регуляции сердечного ритма, выявить наиболее информативные маркеры для практики спорта и оценить их прогностическое значение в подготовке атлетов в беге на короткие дистанции при применении изученных внутренировочных средств.

5. Оценить вегетативное обеспечение спортивной деятельности

организма спринтеров и физиологическую цену достигнутого результата при физических нагрузках в условиях комплексного применения биодобавок и НИЛИ.

6. Выявить отставленный эффект воздействия оригинального комплекса внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности на функциональное состояние организма спортсменов.

Научная новизна исследования:

– впервые обоснована концепция комплексного применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности и расширения адаптационных возможностей организма спортсменов;

– впервые предложена структурно-логическая модель физиологического обоснования комплексного применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности атлетов при воздействии физической нагрузки анаэробной и аэробной направленности, доказана её эффективность на основе мультипараметрического анализа информативных показателей функционального состояния, специальной работоспособности и физической подготовленности с использованием современного диагностического оборудования;

– впервые раскрыты особенности дрейфа показателей кардиоваскулярной системы, её микроциркуляторного звена, омега-потенциала нейронов коры больших полушарий головного мозга, и на основе типологизации вегетативной регуляции сердечной деятельности обоснован дифференцированный подход в оценке функционального состояния организма атлетов в покое и при выполнении физической нагрузки;

– впервые проведен углубленный анализ системной интеграции физиологических механизмов реализации эффектов внутренировочных средств на фоне регулярных тренировок в показателях нервных (кора

больших полушарий головного мозга), вегетативных (ССС, ВНС), двигательных (опорно-двигательный аппарат) реакций организма спринтеров, обеспечивающих повышение спортивного результата с учётом выделенных типов вегетативной регуляции сердечного ритма;

– впервые выполнен корреляционный анализ функционального состояния и физической работоспособности спринтеров с различными типами ВСР с обоснованием наиболее информативных маркеров для практики спорта и оценено их значение в подготовке атлетов в беге на короткие дистанции при комплексном применении биодобавок и НИЛИ;

– впервые изучено вегетативное обеспечение важнейших систем жизнеобеспечения организма спортсменов при различных физических нагрузках, выявлена физиологическая цена достигнутого результата в условиях комплексного применения изученных внутренировочных средств;

– впервые установлено сохранение отставленного эффекта после комплексного применения внутренировочных средств, проявляющееся в усилении вагуса в вегетативной регуляции сердца, уменьшении активности симпатического отдела ВНС, улучшении микроциркуляции крови, что является важным дополнением концепции минимизации функционального напряжения кардиоваскулярной системы во время приспособления организма к напряженным физическим нагрузкам.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты проведенного исследования дополняют и существенно расширяют фундаментальные знания в области физиологии спорта, спортивной нутрициологии, способах изучения текущего функционального состояния организма атлетов, а также содержат новые представления о всесторонней оценке ведущих физических качеств на основе использования современного диагностического оборудования и инструментария.

Материалы диссертации принципиально углубляют представления о структурной соподчиненности параметров variability сердечного ритма, микроциркуляции крови, нейроэнергокартирования головного мозга с характеристиками специальной работоспособности, физической подготовленности, педагогического тестирования, с выделением системообразующих маркеров, имеющих сильную взаимосвязь со спортивным результатом. Разработанные для атлетов интегральные модели с функцией образования корреляционных плеяд выявляют причинно-следственные связи физиологических закономерностей процессов адаптации, необходимых для теоретического обоснования эффективности переносимости избранных физических нагрузок в ходе тренировки. Доказана перспективность разработанной концептуальной модели потенцирования физической работоспособности на основе текущего функционального состояния организма с целью коррекции тренировочных программ. Выявлено, что комплексное применение биодобавок и НИЛИ обеспечивает повышение энергосберегающего эффекта и способствует оптимизации тренировочного процесса. Разработаны и предложены модельные характеристики, раскрывающие взаимосвязь между уровнем физической работоспособности, функциональным состоянием с учётом типов вегетативной регуляции сердечного ритма, обеспечивающим значимое повышение спортивного результата. В работе экспериментально обоснован дифференцированный подход в оценке эффективности комплексного применения биодобавок и НИЛИ на основе индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма атлетов.

Результаты исследования позволили получить важнейшие прогностические маркеры для практической работы тренерского состава в ходе различных нагрузок, изучить и оценить отставленный эффект. Полученные данные совершенствуют систему медико-биологического

сопровождения атлетов. Экспериментально-теоретический материал внедрен в спортивную практику, подкреплён патентом, а также 13 актами внедрения, что подтверждает актуальность темы работы, выполненной по заказу Минспорта РФ.

Основные выводы диссертационного исследования включены в авторские циклы лекций по дисциплинам «Физиология человека» и «Физиология спорта» для направлений подготовки бакалавриата 49.03.04 «Спорт» и магистратуры 49.04.01 «Физическая культура» ФГБОУ ВО «СГУС»: «Физиологические основы оздоровительной тренировки», «Технологии управления массой тела», «Медико-биологическое и педагогическое обоснование механизмов и факторов оздоровительного воздействия физических упражнений на организм человека».

Подготовленная по результатам диссертации монография «Внетренировочные средства повышения и восстановления физической работоспособности спортсменов» и учебное пособие «Современные средства потенцирования физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов», утверждённые методическим советом ФГБОУ ВО «СГУС» для обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата 49.03.01 «Физическая культура», магистратуры 49.04.01 «Физическая культура» и 49.04.03 «Спорт», предназначены для преподавателей и студентов средних и высших учебных заведений, особенно спортивного профиля, тренеров, спортивных врачей, научных сотрудников с целью их использования для оптимизации учебно-тренировочного процесса и подготовки атлетов к различному уровню соревнований, включая Олимпийские игры.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Обоснована концепция комплексного применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов, расширения их адаптационных

возможностей на основе мультисистемного подхода и разработанной структурно-логической модели, раскрыты физиологические механизмы и оценена её эффективность при воздействии тестовых нагрузок анаэробной и аэробной направленности.

2. На основе выделения индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции сердечной деятельности обоснован дифференцированный подход в оценке функционального состояния кардиоваскулярной системы, микроциркуляции крови, биоэнергетического потенциала головного мозга атлетов в состоянии покоя и при выполнении физических нагрузок.

3. Наиболее выраженный кумулятивный эффект нутритивно-метаболической поддержки атлетов с применением биодобавок и НИЛИ в индикаторах общей и специальной работоспособности наблюдается при их синергичном применении, что позволяет выявить специфику системной интеграции физиологических механизмов в перестройках нейронального метаболизма, нейро-вегетативной регуляции, гемодинамики и микроциркуляции, обеспечивающих в разной степени повышение спортивного результата с учётом выделенных типов вегетативной регуляции кровообращения.

4. Проведение корреляционного анализа позволило установить структурные взаимосвязи между функциональным состоянием, физической работоспособностью и спортивным результатом спринтеров с учётом типов вегетативной регуляции сердечного ритма, выделить наиболее важные информативные маркеры для практики спорта и оценить их значение в подготовке атлетов в беге на короткие дистанции при использовании изученных внутренировочных средств.

5. Определен различный уровень вегетативного обеспечения спортивной деятельности, а также выявлены различия в физиологической

«цене» достигнутого результата при комплексном применении биодобавок и НИЛИ у спринтеров с разными типами вегетативной регуляции на физическую нагрузку. Установлено, что после выполнения нагрузок преимущественно анаэробного типа, наибольшие изменения основных показателей центральной нервной системы, системной гемодинамики, микроциркуляции произошли у атлетов с исходным доминированием симпатического отдела вегетативной нервной системы, а при аэробном тестировании и в полевых условиях – у легкоатлетов с исходным преобладанием автономных, парасимпатических механизмов регуляции.

б. Отставленный эффект комплексного применения биодобавок и НИЛИ сохраняется через 30 дней после завершения их использования, что характерно в большей степени для кардиоваскулярной системы и её микроциркуляторного звена с определенными типологическими особенностями variability сердечного ритма.

Внедрение. Разработанные методические рекомендации внедрены в тренировочный и учебный процесс спортсменов различной квалификации, входящих в ГБУ «БОСШОР по легкой атлетике имени В.Д. Самоотесова» г. Брянска, ФГБУ ПОО «Брянское государственное училище (техникум) олимпийского резерва» г. Брянска, МБУ СШОР «Легкая атлетика» г. Брянска, ФГБУ ПОО Смоленское государственное училище (техникум) олимпийского резерва г. Смоленска, СОГБУ «СШОР им. Ф.Т. Михеенко» г. Смоленска, КСШ «СГУС» г. Смоленска, СРОО «Федерация легкой атлетики Смоленской области», БРОО «Федерация легкой атлетики Брянской области», МБУ СШОР «Легкая атлетика» г. Тулы, ФГБУ ПОО «ГУОР г. Бронницы МО» г. Бронницы Московской области, кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО «СГМУ» Минздрава России г. Смоленска, кафедры экологии и химии ФГБОУ ВО «СмолГУ» г. Смоленска, факультета дополнительного

образования ФГБОУ ВО «СГУС» г. Смоленска, факультета физической культуры ФГБОУ ВО «БГУ им. Академика И.Г. Петровского» г. Брянска.

Работа выполнена по заказу Минспорта РФ (Рег. № НИОКТР АААА-А18-118051190062-0), областного комитета по физической культуре и спорту, Администрации г. Смоленска и плана научно-исследовательской работы Смоленского государственного университета спорта.

Степень достоверности результатов работы обусловлена адекватной математико-статистической обработкой полученных данных, достаточным числом атлетов, принимавших участие на разных этапах исследования, их репрезентативности, сравнительным анализом полученных результатов с имеющимися источниками специальной литературы. Достоверность полученных результатов подтверждена применением современных методов оценки физической подготовленности, специальной работоспособности, педагогического и велоэргометрического тестирований различной мощности, оценки текущего функционального состояния организма спортсменов на сертифицированном оборудовании, в том числе имеющем регистрацию в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор).

Список публикаций. Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 66 работах, из которых – 23 статьи в рецензируемых журналах ВАК РФ, из них – 4 статьи с индексацией в базах данных Web of Science, Scopus, из них – 9 международных публикаций, из них – 7 методических рекомендаций, 2 монографии; 1 учебном пособии; 1 патенте на изобретение РФ (RU № 2710364); 13 актах о внедрении результатов исследования. Практические результаты докладывались на 22 научно-практических конференциях всероссийского (г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Краснодар, г. Ижевск, г. Волгоград) и международного уровней (г. Минск РБ, г. Прага Чехия, г. Торонто Канада, г. Бирмингем Англия).

Апробация диссертации состоялась 09 декабря 2021 года (протокол № 2) на расширенном заседании кафедры биологических дисциплин (актовый зал, главный корпус № 1) ФГБОУ ВО «СГУС».

Личное участие автора в получении результатов. Весь цикл исследования, составляющего диссертационную работу, по подбору контингента, методологии исследования, интерпретации, анализу теоретического и экспериментального материалов, обобщению фактических результатов, оформлению и написанию рукописи, автореферата, был осуществлен автором самостоятельно. Личный вклад соискателя заключается в проведении педагогических и физиологических экспериментов, математической обработке эмпирических данных, написании патента на изобретение, тезисов и статей, участии в научно-практических конференциях, семинарах и конгрессах российского и международного уровня. Соавторы опубликованных работ осуществляли техническую и консультативную помощь, за что автор выражает им благодарность.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует специальности 1.5.5. – физиология человека и животных, биологические науки по направлению исследований в пунктах 1, 2, 3, 6, 8.

Легитимность исследования. Протоколы проведенного лонгитудинального исследования одобрены комиссией по проверке достоверности первичной научной документации и экспертных данных, утвержденной приказом ректора ФГБОУ ВО «СГУС» № 351/1 от 27 октября 2021 года.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 415 листах в общепринятом формате, состоящем из введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов исследования и их обсуждения с обоснованием заключения, выводов, списком использованных сокращений,

литературы из 580 источников (404/176 отечественных и зарубежных авторов), наглядно иллюстрирована (101 рисунок, 31 таблица и 16 приложений), включает практические рекомендации.

Благодарности. Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет спорта» (ФГБОУ ВО «СГУС»). Автор искренне выражает благодарность коллегам указанной организации за квалифицированные консультации. Соискатель особо признателен ректору ФГБОУ ВО «СГУС» д-ру пед. наук, профессору Г.Н. Грецу за организационную и техническую поддержку на всех этапах проведения диссертационного исследования. Автор выражает глубокую признательность заведующей кафедрой биологических дисциплин д-ру биол. наук, профессору Т.М. Брук, д-ру биол. наук, профессору Ф.Б. Литвину за руководство, многолетнее творческое сотрудничество и всестороннюю помощь.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физическая работоспособность, функциональное состояние и физиологические резервы организма спортсменов

1.1. Общая характеристика основ жизнедеятельности организма человека при мышечной деятельности

На данный момент оценка физической работоспособности (ФР) заслуженно занимает ведущее место в теории и методике спортивной тренировки, а также физиологии спорта. В её формулировку многие авторы включают очень разное по своему объему содержание (В.Л. Карпман, 2012; К.В. Судаков, 2015; Н.А. Агаджанян, 2017; Ф.Г. Бурякин, 2019; В.Д. Сонькин, 2019). Теоретически обоснованного и практически закрепленного определения ФР пока не дано (А.С. Солодков, 2013, 2014, 2017; М. McGuigan, 2017; A.L. Woods, 2017; M. Kellmann, 2018). В.Д. Сонькин (2010) определяет физическую работоспособность в комплексе с психофизической характеристикой организма, контролирующей деятельность скелетной мускулатуры, энергетическое и вегетативное обеспечение, нейрогуморальную регуляцию висцеральных функций, мотивацию и психические свойства личности, внешне измеряемой по уровню объема и (или) мощности совершенной механической работы.

ФР также оценивается с позиций кардиореспираторной выносливости (Л.Б. Постникова, 2015; I. Mujika, 2017; И.Н. Солопов, 2019) по уровню достижения максимальной мощности в процессе тестирования. Данные предпосылки подтверждаются практическим опытом, поскольку в повседневной деятельности вовсе не обязательно достижение пика объёма и интенсивности физической нагрузки, а резервы организма лимитируются его аэробными возможностями и, следовательно, напрямую зависят от КТС.

Суммированно физическая работоспособность обусловлена структурной зависимостью между функциональными ресурсами и эффективностью их управления, как нейро-гуморальных, так и автономных звеньев регуляции от клеточного уровня до системного (С.Э. Мурик, 2013; Ф.Г. Ситдилов, 2019). ФР оценивается также по своей физиологической (энергетической) стоимости, т.е. степени выраженности ответных реакций организма на воздействие физической нагрузки. Чем меньше выраженность ответных проявлений (повышение артериального давления, частота сердечных сокращений и дыхания, образования метаболитов), тем лучше адаптирован атлет к данной конкретной физической нагрузке.

В спортивной литературе различают понятия «общая» и «специальная» (специфическая) работоспособность. Под тотальной ФР понимают уровень подготовленности, подбор упражнений для которой не свойственен конкретному виду спорта, но опосредованно воздействующий на успехи в повседневной деятельности (А.Х. Талибов, 2014; А.С. Большев, 2017; Е.М. Бердическая, 2020). Специфическая ФР – это степень мобилизации функциональных резервов, напрямую обуславливающих достижение наилучшего спортивного результата по специализации (Е.К. Аганянц, 2005; Simon A. Rogers, 2017).

Таким образом, физическая работоспособность – это многокомпонентная система, формирующаяся в организме атлета на протяжении многолетнего периода профессиональной деятельности, что определяет необходимость правильно учитывать факторы, её определяющие (В.И. Ильинич, 2008; Е.Ю. Андриянова, 2020; С.В. Оковитый, 2021). ФР во многом зависит от метаболической активности нейро-эндокринной регуляции, влияния комплекса нейропептидов и гормонов на обменные процессы. Исходя из этого, значительная роль отводится статусу гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной «оси», поскольку секреты щитовидной железы

поддерживают необходимый уровень энергообмена в мышечной ткани и на уровне целого организма. Их избыток или недостаток способствует формированию состояния гипер- и гипометаболизма, напрямую лимитирующего физическую активность человека (Т.М. Брук, 1999; А.В. Речкалов, 2007; М.В. Лифке, 2009; G.A. Brent, 2012; А.С. Корягин, 2016). Установлено, что степень возбудимости ЦНС также оказывает непосредственное влияние на уровень ФР (Д.Н. Давиденко, 2006; Y. Ozveren, 2014; С.М. Mattson, 2016; D.M. Smith, 2016; N. Vlahovich, 2017), вызывая целый комплекс вегето-соматических изменений, связанных с мобилизацией большей концентрации адреналина, эндорфинов, норадреналина энкефалинов и смежных БАВ (Н.Н. Плешкова, 2006; Д.В. Медведев, 2007; В.Н. Платонов, 2017; С.Е. Павлов, 2017; И.С. Селезнева, 2019; Р.В. Тамбовцева, 2019; А.М. Трофимов, 2019).

Опосредованное воздействие на ФР оказывает текущее состояние здоровья, адаптированность организма к изменяющимся факторам среды обитания (В.В. Роженцов, 2006; Л.С. Балева, 2017; Ф.Г. Ситдинов, 2019). По мнению Г.А. Макаровой (2014), З.М. Кузнецовой (2018), немаловажным информативным критерием является субъективная оценка работоспособности человека по ощущению усталости при временном снижении эффективности выполнения работы (D. Micklewright, 2017; R.T. Thorpe, 2017). В качестве косвенного критерия физической работоспособности в спортивной практике также используются показатели функционального состояния (ФС) организма человека в целом и отдельных его компонентов (О.М. Масленникова, 2011; А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб, 2017).

В широком смысле под ФС понимают динамический интегральный комплекс характеристик функций и качеств человека, которые прямо или опосредованно определяют выполнение любой деятельности (В.Б. Ярышева,

2017; T. Durmi, 2017; Ю.А. Матвеев, 2020; D.A. Hackett, 2020). По данным П.К. Анохина (1980), М.М. Лапкина (2018), функциональное состояние является важнейшим индикатором протекания адаптационных процессов в организме, представляет собой системное явление, зависит от индивидуально-психологических свойств человека и в определенной степени генетически детерминировано.

К.В. Судаков (2015) выделил комплексный механизм в содержании понятия ФС с позиции теории функциональных систем. Многие авторы (G.A. Charlton, 2007; Н.А. Фудин, 2019) оценивали учебно-тренировочный процесс на основе сравнения её выявленной динамики по наиболее важным для спорта системам организма с зачетными нормативами на каждом этапе подготовки.

Ряд специалистов полагают (А.А. Антонов, 2013; К.В. Судаков, 2015; Н.А. Агаджанян, 2017), что текущее ФС необходимо оценивать по ведущим компонентам/исполнительным механизмам (сердечно-сосудистому, дыхательному, нейроэндокринной регуляции), определяющим доминирующую роль в процессе конкретной сферы деятельности. В целом, на наш взгляд, ФС – это интегративная составляющая многокомпонентного понятия здоровья, отражающая степень мобилизационных возможностей организма, необходимых для регуляции специфических механизмов его адаптации к той или иной деятельности.

Особый интерес представляет характеристика понятия физической работоспособности с учетом критерия функциональных резервов (Фур), поскольку уровень спортивных рекордов атлетов настолько высок, что приближается к физиологическому пределу их возможностей и диктует необходимость расширения приспособительных механизмов к выполнению предельных нагрузок. М.П. Бресткин (1968) определил потенциал организма в качестве эволюционной способности выполнять повышенные объёмы и

интенсивные физические нагрузки без снижения их эффективности. Таким образом, подобное истолкование ФуР напрямую сочетается с положениями теории адаптации (В. Knechtle, 2002; О.Н. Опарина, 2014; А.П. Исаев, 2016; Н.А. Агаджанян, 2017). Как известно, скорость включения физиологических резервов (С.Г. Кривошеков, 2012; А.С. Солодков, 2014) зависит от выраженности стрессора и экстремальности для организма возникшей обстановки. В словаре терминов (О.Г. Газенко, 1987) ФуР рассматриваются с позиций потенциальной динамики возможной амплитуды активации необходимых физиологических систем, которые регулируются компенсаторными адаптивными механизмами.

ФуР также оценивают по степени компенсаторно-мобилизационных возможностей органов и систем регулировать интенсивность своей деятельности для достижения оптимального в каждой конкретной ситуации порога функционирования (В.Н. Артамонов, 2004; А.Н. Курзанов, 2016). Д.Н. Давиденко (2006) напрямую установил корреляционную зависимость между физической работоспособностью и адаптационными резервами организма. Р.М. Баевский (2006) актуализирует ФуР организма с помощью энергетических, информационных, метаболических ресурсов, для которых необходима тоническая степень напряжения систем регуляции, обязательная для поддержания внутренней среды и лимитирующая текущее состояние жизнедеятельности.

Функциональные резервы поддерживаются морфофункциональными возможностями строения и управления деятельностью организма, существованием парных органов, замещающих утраченные функции (эндокринный аппарат, почки, анализаторы), потенцированием работы других систем, увеличением порога резистентности клеточной организации к внешним раздражителям и внутренним гомеостатическим изменениям (А.С. Солодков, 2017; С.М. Ахметов, 2018). С другой стороны, о степени

адаптационных возможностей также судят по разнице между ведущими маркерами двигательной функциональной системы в покое и после физической нагрузки на достижение МПК по расчетной формуле: $F_{рез} = F_{max} - F_{покоя}$ (Т.М. Брук, О.В. Молотков, 2009). Таким образом, оценка различных сторон физической работоспособности организма считается важнейшей задачей современной науки в области медико-биологических и психологических исследований, поскольку способствует раскрытию механизмов моторно-висцеральной регуляции при интенсивной мышечной работе.

ФР в определенном виде спорта всегда носит специфический характер, который зависит от взаимосвязи уровня скоростных, силовых способностей и выносливости спортсмена, устанавливающегося под влиянием тренировки. В этой связи различают следующие её виды в зависимости от продолжительности нагрузки (К.В. Судаков, 2015; И.Н. Солопов, 2019; Н.Н. Сентябрев, 2020):

– аэробная – это способность выполнять напряженную работу с участием большого числа мышц, обеспечивая свои энергетические расходы преимущественно за счет окислительных процессов;

– анаэробная – это способность к выполнению нагрузки максимальной мощности при ограниченном снабжении тканей организма кислородом с помощью анаэробных источников энергии.

Высокий уровень физической работоспособности – одна из главных предпосылок достижения успехов в спорте. При этом биоэнергетические возможности человеческого организма являются ведущим звеном общей цепи событий, основы которых должны учитываться при построении учебно-тренировочных программ подготовки атлетов.

1.2. Биоэнергетическое обеспечение физической работоспособности

1.2.1. Анаэробные возможности и способы их оценки

Известно, что ведущую роль в обеспечении работы скоростно-силового характера играют анаэробные процессы, из которых наибольшее значение имеют алактатный и гликолитический механизмы (Л.В. Капилевич, 2019; О.С. Кулиненко, 2020). Они обладают очень высокой мобильностью, связанной не только с пространственной близостью энергетических субстратов и соответствующих ферментативных систем, ресинтезирующих АТФ к сократительному аппарату мышечной клетки, но и с особенностями их регуляции (С.С. Михайлов, 2009; А.С. Солодков, 2013; В.Н. Каркищенко, 2017). К системообразующим компонентам, мобилизующим потенциал анаэробных возможностей организма, относятся: содержание белков (тропомиозина, тропонина, миозина, актина), резервы гемоглобинной, бикарбонатной, белковой и фосфатной буферных систем, величина кислородной задолженности, генетические детерминанты, возрастные и половые особенности (R. Dotan, 2006; O. Ozkaya, 2018; Ф.Р. Зотова, 2019; Ф.А. Мавлиев, 2019).

В спортивной практике накоплен большой опыт способов их оценки. В то же время главным недостатком при определении различных сторон анаэробной работоспособности является то, что количественно определить скорость ресинтеза АТФ в процессе энергетического обмена практически невозможно (А. Krishnan, 2017; С.Ф. Сокунова, 2021). Первые попытки оценить алактатную мощность проводились с помощью вертикального прыжка и измерительной ленты (доски) (W. Bell, 2007; В. Matos, 2018). E.L. Fox (2006) разработал формулу: $MAM=2,21 \times MT$, кг (атлета)*Н (до 0,5 м) подъёма ОЦМТ. К тому же, реализуемая мощность при максимальном

алактатном тестировании, по мнению ряда авторов (G. Ferreti, 1990; J.J. Kaczor, 2005; Z. Gillen, 2016; A. Krishnan, 2017), является косвенной оценкой, напрямую зависящей от скорости внутримышечного распада АТФ.

Особое место среди средств оценки анаэробных возможностей занимает кинетика молочной кислоты в крови во время выполнения специфической физической нагрузки (Е.Р. Бойко, 2019; Л.В. Капилевич, 2021; Г.Е. Осипова, 2021). Традиционно в практике спорта для определения МАМ применяют тесты с временным отрезком до 10 секунд, ёмкости – от 30 до 120 секунд (E. Zacharogiannis, 2004; A.M. Zagatto, 2009). К кратковременным нагрузкам, оценивающим специальную работоспособность, относятся такие испытания как: бег Маргария под уклоном 30-40° или «сила-скорость»; велоэргометрическая проба с предельной частотой педалирования; прыжковый 15-секундный вертикальный тест; бег с 5-7-секундным ускорением на оценку максимальной алактатной мощности (МАМ); изокинетические пробы (A. Tessitore, 2007; A.C. Hackney, 2013; T.A. Astorino, 2010; Я.Р. Бравый, 2013; K. Martin, 2015; A. Krishnan, 2017). Спортивная практика показала, что к промежуточным анаэробным нагрузкам во временном диапазоне от 20 до 50 секунд относятся: Вингейт-тест с максимальным 30-секундным ускорением нижней и верхней частей тела; 20-секундная изокинетическая проба на велоэргометре; упражнения на тредбане продолжительностью 30 секунд; комплексный норматив (MART), состоящий из последовательных вертикальных прыжков и последующего бега на дорожке (G. Cometti, 2001; R. Beneke, 2002; W. Bell, 2007; E. Santos, 2010; В.С. Солонщикова, 2019). Общеизвестно, что к продолжительным испытаниям анаэробной направленности относятся: 60-секундный вертикальный прыжковый тест; бег на тредбане по рабочему протоколу D. Cunningham и J. Faulkner; 60- и 120-секундный американский тест предельной работы на велоэргометре; трёхкратное повторение одноминутных максимальных

упражнений через 1 минуту отдыха (А. Delextrat, 2008; К. Prusik, 2010; Z. Gillen, 2016; Ю.И. Брель, 2016). Также для оценки анаэробной работоспособности атлетов применяются полевые тесты с учётом специфики вида спорта: использование различных вариантов челночного бега, беговой многоступенчатый 20-метровый Beep Test, спринт-тест Bangsbo (J. Bangsbo, 2008; В.В. Лавриченко, 2017). К тому же оценить специальную работоспособность атлетов можно также и с помощью так называемых Yo-Yo фитнес-тестов в стандартном и модернизированном вариантах. Суть их заключается в преодолении 40-метрового отрезка между фишками за фиксированное время (P. Krustup, 2006; D. Carlomagno, 2010). Проведённый анализ литературных данных позволил заключить, что учёт различных сторон анаэробных возможностей следует проводить на строго количественной основе с выявлением наиболее важных в прогностическом плане параметров во всем временном диапазоне тестирующих нагрузок, где данные механизмы занимают доминирующие позиции в энергообеспечении организма. Однако при всем разнообразии выбора научно-методических приемов нет единой технологии определения их уровня на одном устройстве (велозергометр, тредбан и т.д.) с учётом кратковременных, промежуточных и продолжительных тестов, направленных на оценку различных проявлений скоростно-силовых качеств и выносливости, что подчеркивает актуальность и практическую значимость проведения исследований в этом направлении.

1.2.2. Аэробные нагрузки и методы определения аэробной работоспособности

Известно (Л.К. Караулова, 2009; Ю.И. Брель, 2016; С.Ф. Сокунова, 2021), что при выполнении объемной мышечной работы аэробной направленности к энергетическому обеспечению в качестве субстратов

окисления привлекаются гликоген мышц и печени, а также липиды, находящиеся как в самих мышечных волокнах, так и в депо (подкожная жировая ткань, сальники и т.п.). Отличительной особенностью этого компонента выносливости является то, что он обладает меньшей специфичностью, чем анаэробные возможности (Т.Г. Петрова, 2013; А.С. Солодков, 2017; Ю.Я. Лобанов, 2018). Это обусловлено тем, что наряду с внутримышечными факторами (количеством и активностью ферментов, внутримышечными резервами структурных белков) он определяется целым рядом обстоятельств, требующих работы множества систем организма: сердечной производительностью, кислородной емкостью крови, общими запасами легкодоступных для использования энергетических субстратов. Этим же подтверждается и возможность использования в повышении специальной работоспособности неспецифических упражнений (К.Р. Мехдиева, 2017; В.Д. Сонькин, 2019; И.Н. Солопов, 2019). Многофакторность аэробного компонента выносливости требует применения более разнообразных средств, поскольку каждое из них, оказывая достаточно всестороннее воздействие, преимущественно совершенствует только одну какую-либо сторону функциональных возможностей. Выполняемая нагрузка должна обеспечивать увеличение сердечной производительности, способствовать повышению устойчивости в деятельности органов и систем, ответственных за поддержание высокого уровня потребления кислорода во время упражнения, а также непосредственному обеспечению мышц необходимыми энергетическими субстратами. Для этой цели в практике спорта используются различные варианты повторной и интервальной тренировки, а также длительная непрерывная работа равномерной или переменной интенсивности (Р.С. Орлов, 2010; Н.А. Фудин, 2019; В.В. Корнякова, 2020).

Оценку функциональных возможностей кардиореспираторной системы атлетов с учётом современного диагностического инструментария проводили многие специалисты (А. Klusiewicz, 2011; T.J. Reinking, 2013; Н.С. Загурский, 2017; Н.С. Скворчевская, 2017; Т.П. Диденко, 2018; А.В. Шумаков, 2018). Значительное количество исследователей использовали эргоспирометрическое нагрузочное тестирование на велоэргометре или тредмиле с помощью аппаратно-программных газоаналитических комплексов: «EOS-SPRINT» (Erich Jaeger, Германия), MasterScreenBody (Erich Jaeger, Германия), «Cortex», модель «Metalyzer II-R2», «Metalyzer 3B» (Германия); Spirobank G, MIR, Италия, «Schiller AG» (Швейцария). Данные системы позволяют с высокой точностью оценивать вентиляционные, газообменные, циркуляторные критерии работы вегетативных систем организма при мышечной деятельности. К числу наиболее информативных испытаний относят: беговой тест возрастающей мощности по дорожке до изнеможения с форсированным дыханием, кардиопульмональная нагрузочная проба, велоэргометрическое тестирование в диапазоне мощности от 100 до 400 Вт на ножном и ручном эргометре «Monark» (Швеция), PWC₁₇₀ в режиме нагрузок 170 и 350 Вт. Центральное место среди объективных показателей аэробных возможностей занимает определение максимального кислородного потребления – МПК (А.С. Солодков, 2017; Ф.А. Мавлиев, 2018). В рекомендациях ВОЗ (2010) для его определения рекомендованы следующие тесты: разовой предельной нагрузки до явных признаков утомления на протяжении 5–6-минутного отрезка времени повторной мощности с определением пороговых величин аэробной производительности организма, ступенчатого непрерывного повышения внешнего сопротивления до достижения устойчивого состояния по кислороду.

Другим первостепенным критерием аэробной работоспособности является ПАНО или порог анаэробного обмена, при котором происходит

резкое повышение амплитуды анаэробного метаболизма в общем энергетическом балансе вследствие малой производительности транспортной поставки кислорода рабочим органам при мышечной деятельности (В.Л. Ростовцев, 2008; Е.Ю. Бурлак, 2013; Л.Б. Постникова, 2015). Оценку ССС осуществляют с помощью анализа электрокардиограммы, параметров АД, ЧСС, минутного объема кровообращения, вариабельности сердечного ритма (ВСР), периферического сопротивления сосудов (Н.А. Волкова, 2015; О.Л. Бокерия, 2018; М.А. Зверева, 2018). В настоящее время существуют следующие виды протоколов тестирования: Balke, MacMaster, James, Bruce, Harbor, USAFSAM, а также нормативы Американского колледжа спортивной медицины (J.Ehrman, 2009). M.L. Foss (1998) и E.L. Fox (2006), предложили различные варианты нагрузочного теста до уровня МПК по стандартам: Mitchell, Chapman, Sproule. Также для определения аэробных возможностей атлетов применяются полевые упражнения с учётом специфики вида спорта: 12-минутный 1,5-мильный (2414 м) тест Купера, пробы J. Bangsbo и др. (Ю.Я. Лобанов, 2018; М.М. Соловьев, 2019).

Однако, несмотря на разнообразие современных инструментальных приборов и способов оценки аэробной работоспособности, крайне редко встречаются исследования, учитывающие в комплексе большинство компонентов кардиореспираторной системы, что и стало отправной точкой для дальнейшей разработки плана собственного проведения исследования.

2. Восстановительные процессы как фактор повышения резервных возможностей организма спортсменов

2.1. Физиологические закономерности восстановления в спорте

Уровень современной подготовки спортсменов предусматривает интенсификацию тренировочных, соревновательных и эмоциональных нагрузок,

которые закономерно будут усиливать процессы утомления. Способность форсировать временное снижение работоспособности, происходящее в условиях физического воздействия, в большей степени детерминирует достижение оптимального результата (Г.А. Макарова, 2014; С. Кун, 2018; Р.С. Рахманов, 2018; В.В. Корнякова, 2019). Фактор восстановления – важное звено адаптации, существенным образом характеризующее степень тренируемости организма, продолжительный рост которой возможен только в случае своевременного и полноценного восполнения энергетических запасов в процессе спортивной подготовки. Иначе может наступить скрытое или явное утомление с хроническими признаками острой её формы – перетренированности (R. Meeusen, 2013; N. Cardoos, 2015; В.А. Бадтиева, 2018; И.Т. Выходец, 2018; А.В. Михайлова, 2019). Значительные нагрузки, которые переносят атлеты, требуют интенсивного поиска новых средств восстановления работоспособности в условиях оптимизации тренировочного и соревновательного процессов. Исходя из этого, учёт их физиологических закономерностей имеет важную теоретическую и практическую ценность (С.В. Погодина, 2017; Ф.А. Иорданская, 2018; А.С. Кузнецов, 2019). Повышение результатов в спорте обусловлено внедрением в подготовку атлетов научно обоснованных средств управления тренировочным процессом и восстановления организма. Прежде всего, речь идет о применении нагрузок со значительными объемами и интенсивностью, увеличении участия в подготовительных и основных соревнованиях в течение года. Более того, широко внедряются в систему подготовки комплексы как релаксационных средств, так и потенцирующих физическую работоспособность (Е.Б. Кириллова, 2017; Г.Н. Тер-Акопов, 2017; О.Н. Кудря, 2019), так как систематическое применение нагрузок, особенно до отказа от работы, зачастую приводит к развитию утомления, перетренированности, нарушению восстановления. Причем, временное снижение работоспособности рассматривается как важный фактор, подготавливающий биохимические и физиологические механизмы

компенсации. Причины утомления разнообразны. В зависимости от избирательности влияния различных мышечных нагрузок, рассматривают ряд его возможных источников:

– центрально-нервные и гормонально-гуморальные механизмы. Имеются представления, что изменения на уровне коры больших полушарий нарушают координацию нервных центров и изменяют характер влияний на мышцы. Утомление, особенно при упражнениях на выносливость, связывают с недостаточной функцией желез внутренней секреции, обеспечивающих гормональный уровень регуляции (А.В. Савельев, 2019; И.В. Левшин, 2021);

– кислородно-транспортные механизмы утомления. Сторонники этих представлений связывают утомление с недостаточным энергообеспечением, с увеличением продуктов распада и нарушением постоянства внутренней среды (В.В. Корнякова, 2019; А.В. Михайлова, 2019);

– локальные механизмы нервно-мышечной системы. Установлено, что процессы утомления могут обнаруживаться в мионевральных синапсах, сократительном аппарате мышечных волокон, ферментативных системах, определяющих распад и восстановление источников энергии (J.Y. Но, 2010; А.О. Зайкина, 2018);

– истощение углеводных запасов организма. Известно, что при продолжительных упражнениях умеренной мощности, в марафонских дистанциях, наблюдается значительное снижение сахара в крови. Подобные нарушения углеводного обмена рассматривают как одну из возможных причин развития утомления (W.J. Kraemer, 2008; М.М. Полевщиков, 2014).

Повышенные объёмы нагрузочной работы, чрезмерная интенсивность тренировочных воздействий, сокращений интервалов отдыха между упражнениями, увеличение числа ответственных стартов могут приводить к избыточному напряжению спортсмена, хроническим заболеваниям, патологическому состоянию перетренированности и даже внезапной смерти

во время соревнований (G. Finocchiaro, 2016; В.А. Бадтиева, 2018; M.S. Emery, 2018; Е.А. Гаврилова, 2021).

Процессы восстановления происходят в организме постоянно и характеризуются рядом специфических закономерностей: неравномерностью (Ф.Г. Бурякин, 2019; А.Н. Кутасин, 2019); гетерохронностью (Л.К. Караулова, 2009; О.М. Мирзоев, 2013; К.В. Судаков, 2015; А.Н. Блохина, 2018), избирательностью (С.Я. Классина, 2015; В.В. Корнякова, 2019; С.В. Оковитый, 2021), фазностью (R.M. Matthews, 2007; Н.И. Волков, 2011; И.С. Бреслав, 2013; R.C. Noland, 2015; В.Н. Ильин, 2015; Т.С. Шептикина, 2016; T. Purdom, 2018; Р.В. Тамбовцева, 2019), усилением гормонально-гуморальных механизмов регуляции функций (Ю.Ф. Сарычев, 2009; А.С. Солодков, 2017; Е.Е. Ачкасов, 2018; И.В. Левшин, 2021).

Более высокие аэробные возможности спортсмена, которые определяются величиной максимальной скорости потребления кислорода и способностью удерживать ее в течение длительного времени, обеспечивают более эффективное восстановление источников энергии и усиление пластического обмена (В.М. Волков, 2006; В.Н. Каркищенко, В.В. Уйба, 2014; Т.Н. Мостовая, 2017). Процесс восстановления обусловлен не только возвращением физиологических систем к фоновым значениям, но обеспечивает подъем адаптационных возможностей на более высокую ступень энергетического жизнеобеспечения (А. Tessitore, 2007; В.Н. Костюченков, 2011; С.А. Неборский, 2013; В.И. Галица, 2015; А.П. Кизько, 2016; А.С. Рыжов, 2017; В.Ф. Пешков, 2019).

Таким образом, на основании проведенного анализа литературы, можно заключить, что физиологические механизмы утомления и восстановления неразрывно связаны между собой; временное снижение работоспособности создает предпосылки для мобилизации процессов последствия и является важным звеном адаптации организма, определяющим усиление его

функциональных возможностей после мышечной деятельности. Однако в связи со значительной интенсификацией тренировочного процесса, зачастую сопровождающегося использованием предельно допустимых нагрузок, организму спортсмена все же требуется помощь в регуляции гомеостаза посредством физиологических и биохимических реакций, и проблема восстановления и рационального отдыха приобретает исключительное значение.

2.2. Методы повышения физической работоспособности и ускорения процессов восстановления

На данном этапе развития спортивных достижений применяются различные способы, средства, методы, позволяющие не только интенсифицировать восстановление организма, но и способствовать потенцированию ФР атлетов. Традиционно выделяются следующие группы стимуляторов: педагогические, психологические, медико-биологические. К первым относится рациональный режим физических нагрузок и отдыха (И.В. Склерова, 2015; А.А. Умурзакова, 2018). Следует учесть, что дополнительные средства восстановления не дадут положительного эффекта при несоблюдении основных принципов спортивной подготовки, нарушении распорядка работы и покоя. Этот режим достигается благодаря учёту многих факторов: периода активного и пассивного отдыха, степени тренированности, индивидуализации нагрузок, текущего функционального состояния спортсменов (С.Г. Боровик, 2014; М.В. Парфёнов, 2016; О.М. Гаджиев, 2017). К педагогическим средствам восстановления также выделяют мероприятия, предусматривающие дифференцирование тренировочных воздействий. К ним относятся вариативность занятий, периодическое обновление программ подготовки, правильная дозировка, оптимальная последовательность

упражнений, рациональная разминка (Ю.А. Корепанова, 2016; Р.З. Гизатуллин, 2019; В.Ф. Пешков, 2019). В.Н. Костюченков (2011) к этой группе относит также тщательную «заминку», включающую массаж ведущих групп мышц, и рекомендует учитывать при построении тренировочных занятий суточные биоритмы (G. Ali, 2010; P. Mahoney, 2018) и часы подъема работоспособности.

Таким образом, педагогические средства в современной системе спортивной подготовки организма атлета являются основными, поскольку тренировка, восстановление и отдых представляют собой единый функциональный комплекс, а величина избранной физической нагрузки определяет течение процессов последствия.

Установлено, что психологическая подготовка спортсмена не менее важна, чем физическая (S.M. Marcora, 2009; И.В. Нюняев, 2015; А.П. Коломиец, 2016). Традиционно средства интроспективного воздействия на атлета подразделяются на три категории: терапия (Е.А. Ногэ, 2013; Б.П. Яковлев, 2014; А.К. Курманалина, 2017; N. Mathieu, 2018), профилактика (М.А. Коняева, 2016; Г.Ю. Исрафилова, 2017; А.А. Найн, 2017) и гигиена (В.Р. Малкин, 2013; L. Gupta, 2017; И.Н. Подрезов, 2018).

В практике спорта применяются также методы самоубеждения и самовнушения. Эти способы не менее эффективны, но при условии достаточного интеллектуального развития спортсмена и способности его к самостоятельному анализу (L.R. Schwab, 2012; A. Baltzell, 2014; С.К. Багадирова, 2015; R. Cowden, 2017; А.Е. Ловягина, 2019; З.П. Расулов, 2019).

Таким образом, психотерапия предусматривает использование убеждения, мотивированного внушенного отдыха, мышечной терапии, релаксации. Эти и другие средства (культуро- и искусствовотерапия) позволяют повысить эффективность отдыха, обеспечить оптимальное психическое состояние спортсмена (В.В. Находкин, 2010; О.В. Лабещенков, 2018).

Психогигиена включает в себя применение различных вариантов отдыха в зависимости от периода тренировки, фаз восстановительного процесса, индивидуального психического уровня (N. Garnefski, 2007; А.А. Володина, 2017). Немаловажное значение для полноценного восстановления имеют условия быта. Резкие изменения привычных жизненных стереотипов, конфликтная обстановка в семье, в команде затрудняют нормализацию восстановления (И.М. Дятлов, 2018; Е.И. Перикова, 2019).

Подводя итог данной группе способов восстановления, следует отметить, что психологические средства не дадут желаемого эффекта при нерациональном программировании тренировочного процесса, отдельного занятия, отставленный эффект их будет более выраженным при комплексном использовании с другими методами повышения физической работоспособности и ускорения процессов восстановления.

В современном спорте, при значительной его интенсификации, все шире внедряются программы медико-биологического обеспечения, разрабатывается наиболее оптимальная тактика их использования, которая включает в себя:

- правильное сбалансированное питание с применением продуктов повышенной биологической ценности (Н. Samuelsson, 2016; С. Thompson, 2016; Ю.М. Епишкина, 2017; И.Ф. Горлов, 2017; С.В. Лавриненко, 2017; Л.В. Антипова, 2017; В.Н. Каркищенко, 2017; R.R. Wolfe, 2017; С.F. Montenegro, 2017; Е.Г. Ермакова, 2018; Т.Е. Богачёва, 2019; В.А. Тутельян, 2020; Д.Б. Никитюк, 2020);

- витаминизацию, особенно после объемных и интенсивных циклов тренировки (S.J. Padayatty, 2016; F. Wardenaar, 2017; V. Elste, 2017; Е.С. Lee, 2017; Р.М. Раджабкадиев, 2018; С.L. Nunes, 2018; З.А. Гагиева, 2018; Н.Н. Потолицына, 2019);

- фармакологию на основе принципов российского и мирового

антидопингового законодательства (В.Ф. Новиков, 2013; В.Б. Назаров, 2017; I. Garthe, 2018; R.J. Maughan, 2018; E.S. Rawson, 2018; Л.М. Гунина, 2019);

– внедрение физических средств: локальное отрицательное давление, электростимуляция, баровоздействия, гипербарическая оксигенация и другие процедуры (В.У. Аванесов, 2013; Т.Г. Илькевич, 2015; Ю.В. Корягина, 2015; С.Ф. Панов, 2016; Чжан Сяоцюань, 2016; А.С. Зорина, 2017; В.Л. Лернер, 2019; В.О. Огуй, 2019; И.В. Кирсанова, 2019; В.М. Паршакова, 2019);

– применение физиотерапевтических методов (Н. Уц, 2016; К.Ю. Заходякина, 2019), гипертермические сауны, климатические камеры, гипоксические палатки, нормобарические гипоксикаторы, гипербарическая кислородная терапия, интервальное гипоксическое кондиционирование (О.С. Глазачев, 2021; С.Ю. Крыжановская, 2022);

– также в лечебной профилактической работе используются следующие физические факторы: местная дарсонвализация, электросонозная, микроволновая, индукционная, световая, крайневысокочастотная, ультразвуковая, аэроиловая, кислородная, вакуум-градиентная, магнитная, неселективная и селективная терапии, ультрафиолетовое облучение, адартационная электростимуляция (G.W. Bultma, 2005; Д.К. Зубовский, 2009; Г.Н. Пономаренко, 2014; А.Р. Токарев, 2018; В.С. Улащик, 2018; Т.В. Кончугова, 2019).

Обозначенные медикаментозные средства имеют широкий спектр применения, но упираются в ряд ограничений по сложности эксплуатации, покупке дорогостоящей техники, качестве её обслуживания в длительной перспективе и подготовки квалифицированного персонала (О.С. Глазачев, 2021; С.Ю. Крыжановская, 2022).

Однако в настоящее время в спортивной практике появились прецеденты с систематическим нарушением использования запрещенных препаратов и последующей дисквалификацией атлетов ведущих мировых

спортивных держав, возникла потребность открытия новых «недопинговых» способов потенцирования специальной работоспособности, расширения адаптационных возможностей их физиологических резервов. В этой связи в последние годы особенно часто стали применяться эргогенные средства животного происхождения (В.В. Чемов, 2011; В.Н. Ким, 2013; В.Ф. Новиков, 2013; Б.А. Дышко, 2015; И.П. Хисматуллина, 2016; Е.А. Слепенкова, 2019; И.А. Прохода, 2020). В ассортименте спортивного питания ведущие позиции занимают ферментированные кисломолочные продукты, которые получают путем использования лакто- и бифидобактерий (Н.Б. Гаврилова, 2017; Л.М. Захарова, 2019; Л.А. Забодалова, 2019). Актуальной является разработка молочных продуктов с направленным регулированием химического состава, предназначенных для индивидуализации питания спортсменов по видам спорта и в различные периоды тренировочных макроциклов (Е.В. Ожиганова, 2012; Д.Б. Никитюк, 2017; Е.И. Мельникова, 2018; А.Л. Новокшанова, 2019). С целью повышения функциональных возможностей организма атлета, импортозамещения терапевтической продукции, актуальным, на наш взгляд, видится также применение лазерного излучения низкой интенсивности с помощью приборов, созданных отечественными производителями (Т.М. Брук, 1999; О.К. Скобелкин, 2002; Г.Е. Брилли, 2005; Т.И. Кагу, 2008; А.В. Гейниц, 2010; И.М. Белоусова, 2014; В.И. Козлов, 2016-2018).

Многие вопросы, связанные с физиологическим обоснованием воздействия НИЛИ, остаются открытыми, поскольку результат биологического ответа во многом зависит от источника излучения, мощностных характеристик, временных диапазонов, кратности применения, физико-химических свойств ткани. Многообразные модификации этих факторов стимулируют различные функциональные эффекты в микроциркуляции крови, энергетическом метаболизме, клеточной активности и т.д.

Также следует учесть и более чем 20-летний накопленный в этом направлении опыт кафедры биологических дисциплин ФГБОУ «СГУС» под руководством д-ра биол. наук, профессора Т.М. Брук и её учеников. В исследованиях, проведенных Т.В. Богословой (2004) на квалифицированных футболистах, установлено, что даже разовое применение низкоинтенсивного лазерного излучения на БАТ зоны лучезапястного сустава достоверно повышало их ФР. Н.В. Осипова (2008) изучала влияние НИЛИ на функциональную активность ГГТ и ГГН систем у студентов академии физической культуры различных спортивных специализаций. М.В. Лифке (2009) изучала влияние лазерного воздействия на показатели нейроэндокринного статуса атлетов разной квалификации. Работами З.Н. Прокопюк (2010) показан антигипоксический эффект НИЛИ, опосредованно стимулирующий ФР спортсменов. В работах А.А. Волковой (2011) отмечено, что разовое внутривенное облучение крови лыжников в тесте МПК приводило к существенному повышению уровня их аэробных возможностей.

П.А. Терехов (2012) определил биостимулирующий эффект НИЛИ на скоростные, силовые возможности, максимальную алактатную мощность, анаэробную выносливость спортсменов различных специализаций в велоэргометрическом тестировании. В.А. Титов (2012) доказал эффективность НИЛИ в условиях длительных тренировочных нагрузок до изнеможения на функционирование сердечно-сосудистой системы, дыхательной функции, процессов микроциркуляции с выделением главных информативных маркеров аэробной производительности организма. К.Ю. Косорыгина (2015), изучая отставленный эффект НИЛИ, обнаружила, что после однократного воздействия положительное влияние лазера сохраняется в течение 24 часов. При 7-дневном курсе низкоинтенсивного лазерного излучения эффект длился в течение 3 суток, о чем свидетельствовало повышенное содержание концентрации β -эндорфина, АКТГ, кортизола, ТТГ,

ТЗ общий и показателей анаэробной работоспособности по сравнению с фоновыми показателями. К.А. Стрелычева (2019) выявила особенности функционального состояния организма шорт-трековиков на фоне применения низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической нагрузки. Автором доказано стимулирующее влияние НИЛИ на нейроны головного мозга и показатели нейроэндокринного статуса. В целом, суммируя уже доказанные эффекты НИЛИ, можно сделать заключение о его многоуровневом влиянии на организм. Так, субклеточный молекулярный уровень связан с проникновением энергии в макромолекулы, которая трансформирует их в состояние возбуждения, происходит стереохимическая мобилизация, связанная с изменением метаболических процессов внутри клетки. Активируются ферменты дыхательной цепи цитохром, что сопровождается повышением скорости окислительного фосфорилирования (О.К. Скобелкин, 2002; Г.Е. Бриль, 2005; Н. Tuby, 2007; В. Mvula, 2008; J.F. Ноу, 2008; Н. Abrahamse, 2012; Н.В. Булякова, 2017). Клеточный уровень свидетельствует об изменении мембранного потенциала и ионной проницаемости клеточных мембран, усилении белково-синтетической функции, повышении митотической активности клеток (С. Ferraresi, 2011; D.H. Sliney, 2013; В.И. Козлов, 2016; А.В. Дерюгина, 2019). Важнейшее значение в механизме НИЛИ имеет тканевый и органный уровни. Так, доказано, что под воздействием лазерного излучения ускоряются реакции обмена веществ, нормализуется рН, увеличивается напряжение кислорода в крови, возникают признаки артериальной гиперемии с повышением линейной и объемной скорости микроциркуляции, раскрытием новых коллатералей в артериальном русле (Н.С. Трибрат, 2010; D. Montero, 2015; А.И. Абдрахманова, 2015; В.И. Козлов, 2016; Э.У. Хусанов, 2019; Ф.Б. Литвин, 2021). Подчеркнем, что многочисленные работы по изучению механизма НИЛИ на системном и организменном уровнях свидетельствовали

о том, что независимо от места и способа действия НИЛИ (чрескожное, внутривещное, внутрисосудистое) вместе с локальным ответом ткани обнаруживалась комплексная функциональная динамика вегетативного обеспечения эндокринной, нервной и иммунной структур. Большинство исследователей пришли к заключению, что направленность происходящих изменений со стороны названных систем носила приспособительный, адаптивный характер, способствуя, в конечном итоге, оптимизации функций органов и тканей (Н.Н. Плешкова, 2006; Е.С. Leal Junior, 2010; Т.В. Кончугова, 2019; Е.Ф. Странадко, 2019; Н.А. Фудин, 2019; С.В. Москвин, 2019). Достаточно исследований посвящено изучению вовлечения гипоталамо-гипофизарно-надпочечной системы в ответ организма на действие НИЛИ. Причем большинство результатов свидетельствует об усилении ее функции, о повышении секреции глюкокортикоидных гормонов при применении различных доз и способов воздействия (Т.М. Брук, 1999-2014; Н.В. Осипова, 2008; О.В. Молотков, 2008; М.В. Лифке, 2009; N.N. Souza, 2012). Среди системных эффектов НИЛИ выделяется и его влияние на функцию гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы, а также состояние специфических и неспецифических иммунных механизмов. Многие исследователи отмечают активацию тиреоидной функции, свидетельством чего является нарастание в крови концентрации тироксина и трийодтиронина (Т.М. Брук, 1999-2014; А.А. Волкова, 2010; G.M. Albuquerque-Pontes, 2015). Показано, что при применении НИЛИ идет ускоренный процесс созревания и дифференцировки клеток иммунной системы, повышается их функциональная активность, оптимизируется хелперная и супрессорная активности Т-лимфоцитов, более активно протекают реакции неспецифического фагоцитоза. Все это позволило целому ряду авторов рекомендовать использование НИЛИ в качестве метода иммунокоррекции (Н.В. Акулич, 2014; Г.Н. Пономаренко, 2014; Е.Г. Асирян, 2015; С.В.

Москвин, 2019).

В противоположность использованию допингов, которые искусственно потенцируют ФР благодаря снятию запредельного (охранительного) торможения, эргогенные средства и НИЛИ ориентированы на качественное восполнение энергозатрат, расширение адаптационных возможностей без подобного непроизвольно возбуждающего или внезапно тормозящего стрессорного воздействия на организм. Практика показывает, что сведения, по данным открытых источников, контрастны, зачастую не принимают во внимание индивидуальные особенности вегетативной регуляции гемодинамики атлетов, изменения их текущего ФС. Более того, работ, посвященных изучению раскрытия физиологических механизмов комплексного применения физико-терапевтических и эргогенных средств, практически нет, что подчеркивает актуальность проведенных исследований в этом направлении.

2.3. Медико-биологическое сопровождение процесса спортивной тренировки в легкой атлетике

В легкоатлетической практике для повышения резервных возможностей атлетов применяются неспецифические методы спортивной подготовки (Н.А. Карлова, 2016; В.Н. Щеглов, 2016): бег с сопротивлением, по песку, в гору, по снегу, с автомобильными покрышками, вверх по лестнице, плавание и т.д. По мнению ряда авторов, из многочисленных физических средств (различные виды растираний, температурные воздействия, водные процедуры), ускоряющих процессы восстановления нервно-мышечной системы атлетов в кратковременных видах легкой атлетики, наибольшее влияние оказывает баромассаж (О.М. Мирзоев, 2013; В.У. Аванесов, 2013). Также значимое место среди способов повышения эффективности спортивной подготовки

спортсменов занимает интервальная гипоксическая тренировка в различных её режимах (И.Ш. Мутаева, 2012; Е.В. Пищалов, 2015; Ю.Е. Вагин, 2018). В.В. Чёмов (2013) применил в учебно-тренировочном процессе бегунов дыхание с интенсивным инспираторно-экспираторным сопротивлением 8-10 мм водяного столба в течение четырех недель. Установлено, что в непрерывном режиме избранной нагрузки выявлен наибольший прирост параметров физической работоспособности: по результату теста PWC_{170} , ЧСС в момент достижения предельной интенсивности, пороговой мощности (W_{max}), максимальной вентиляции легких (МВЛ), жизненной емкости легких (ЖЕЛ). В то время как использование интервального метода привело к значимому увеличению аэробных возможностей атлетов и эффекту экономии деятельности вегетативных функций в процессе систематической тренировки: времени преодоления одной мили, в маркерах кислородного и ватт-пульса ($W/ЧСС$). Н.Г. Шубина (2015) оценила возможности срочного восстановления бегунов-спринтеров под влиянием специфических режимов дыхания: на основе повышенного аэродинамического сопротивления (после выполнения повторного, кроссового бега, подвижных игр) и через резервное «мертвое» пространство (при тестировании силовых, прыжковых упражнений, спринтерских ускорений). Установлено, что применение данных способов в умеренной экспозиции способствовало повышению эффективности работы сердечно-сосудистой системы. Процесс газообмена через дополнительное «мертвое» пространство, в первую очередь, активизировал аэробные пути энергообеспечения, повысил устойчивость к факторам гипоксии. В то время как аэродинамическое сопротивление способствовало потенцированию общей работоспособности, резистентности работы регуляторных механизмов в процессе мышечной деятельности.

Медико-биологическое сопровождение атлетов дополняют современные инструментальные средства функциональной диагностики

(пробы с физической нагрузкой, велоэргометрия анаэробной и аэробной мощности, кардиореспираторное тестирование, спирометрия, полимиография), которые дифференцируют меру воздействия тренировочно-соревновательных нагрузок, способствуя коррекции их планирования и повышению адаптационных возможностей организма (И.Ш. Мутаева, 2012; Г.З. Халиков, 2013; И.Г. Мосягин, 2016). Н.В. Балюк (2019) определила диапазон возможностей мобильной эргоспирометрической установки для экспресс-оценки функционального состояния физической подготовленности легкоатлетов-средневикиков в исходном уровне и после теста до отказа от выполнения максимальной аэробной нагрузки с учётом характера процессов восстановления на 1-й, 2-й, 3-й минутах. Анализ данных кардиореспираторной системы спортсменов осуществлялся с помощью выявления частоты сердечных сокращений, сердечного выброса, ударного и основного объёмов, частоты дыхательных циклов, минутной вентиляции лёгких, максимального потребления кислорода и выделения углекислоты, коэффициента респираторного обмена, анаэробного порога. Использование подобных систем для определения дыхательной функции с помощью современных средств компьютерного обеспечения позволяет, по мнению автора, выявить адекватные параметры процессов энергообеспечения, специальной работоспособности, необходимые для выборочной коррекции индивидуальных программ подготовки атлетов. К часто используемым в легкой атлетике методам исследования относятся антропометрические: морфометрия, оценка компонентного состава тела, расчетные индексы, эхокардиография, измерение весо-ростовых параметров, тотальных, парциальных размеров, акромиального и тазогребневого диаметров человека (Е.Б. Комар, 2012; С.Г. Боровик, 2014; Д.Д. Сафарова, 2015; В.В. Корнякова, 2020). С.В. Бабак (2015) исследовала антропометрические показатели бегунов различного амплуа с целью выявления мышечного, костного и

жирового компонентов состава тела с помощью расчетных формул Иссаксона, Кетле, Матейки в современной интерпретации и модификации. Установлено, что у спринтеров на дистанциях 100–200 и 800 метров весо-ростовые параметры находились в широком диапазоне значений. В то время как группа бегунов на длинные дистанции 3000-10000 метров была однородной в тотальных пропорциях тела и имела наименьшие величины массы, роста и расчетных индексов в сравнении со спортсменами других групп. Выявлено, что независимо от специализации, на которой тренируется атлет, преобладал мышечный компонент, и самыми низкими оказались значения жировой составляющей конституции человека. К физиологическим средствам медико-биологического обеспечения спортсменов принадлежат: вариационный анализ ритма сердца, мониторинг сердечного ритма, степ-эргометрия, электрокардиография, электромиография, электроэнцефалография (А. Aubry, 2015; А.С. Шарыкин, 2017; Т.Г. Артёменко, 2019).

ВСП – это метод, оценивающий нейрогуморальную регуляцию сердца, а также баланс между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы (А.В. Мартыненко, 2005; Н.И. Яблучанский, 2010). В соответствии с преобладанием того или иного тонуса выделяют три типа вегетативной нервной системы: нормотоники, ваготоники и симпатотоники.

Еще в 1910 году Г. Эппингер и Л. Гесс создали учение о симпатикотонии и ваготонии и разделяли всех людей на нормотоников, симпатотоников и ваготоников. Р.М. Баевский (2006) предложил 2-х контурную модель регуляции ритма сердца: центральную и автономную. В соответствии с общепринятой классификацией Р.М. Баевского, исследователи усовершенствовали критерии вегетативной регуляции сердечного ритма.

В частности, взяв за основу критерии вегетативной регуляции сердечного ритма, О.Н. Московченко (2022) испытуемых делит на три группы: эйтоники (нормотоники), симпатотоники и ваготоники.

Н.И. Шлык (2009-2021) на основе результатов огромной выборки спортсменов, начиная с 9–10-летнего возраста и заканчивая взрослыми спортсменами разных видов спорта, уровня мастерства и гендерной принадлежности, применительно к спорту углубила и расширила двухконтурную модель Р.М. Баевского и выделила 4 типа регуляции сердечного ритма. В основу распределения по типам автор положила показатели временных (MxDMn и SI) и спектральных (TP и VLF) характеристик. У спортсменов с доминированием центрального механизма регуляции Н.И. Шлык выделяет I тип с умеренным доминированием и II тип с выраженным доминированием центрального механизма регуляции. Для I типа характерны следующие значения маркёров: MxDMn – 150-250 мс; SI – >100 усл. ед.; VLF – >240 мс; для II типа: MxDMn – <150 мс; SI – >100 усл. ед.; VLF – <240 мс. У спортсменов с доминированием автономного механизма регуляции выделяются III тип с умеренным доминированием и IV тип с выраженным преобладанием автономного механизма регуляции. Для III типа отмечены следующие диапазоны значений: MxDMn – 251-550 мс; SI – <100 – >30 усл. ед.; VLF – >240 мс; для IV типа: MxDMn – 551-750 мс; SI – >10 – <30 усл. ед.; TP >10000 мс; VLF – <240 мс.

С этих позиций нами применена методика, позволяющая избежать структурной ошибки, неминуемо возникающей, если не принимать в расчет преобладание центрального или автономного контуров его управления. Поэтому в последнее время большая часть исследователей при анализе ритмокардиограмм используют классификацию типов вегетативной регуляции CP, предложенную профессором Н.И. Шлык. Успешность в соревновательной деятельности, физическая работоспособность, скорость

процессов восстановления определяются способностями регуляторных систем в полном объеме реагировать на физические и психоэмоциональные нагрузки, которые испытывает спортсмен.

Исходя из вышесказанного, в задачи исследования входило выявление особенностей сердечного ритма легкоатлетов-спринтеров на основе их типологических свойств. Без сомнения, тренировочная деятельность протекает на фоне повышения мобилизации симпатического отдела ВНС (Р.М. Баевский, 2006; Н.И. Шлык, 2009; Е.А. Гаврилова, 2015; Н.П. Мишин, 2018). Резкое увеличение его работы происходит в условиях соревнований, когда выделяется большое количество адреналина, кортизола и других стресс-гормонов (А. Urhausen, 1995; R.G. de Souza Vale, 2012; Ю.Д. Винничук, 2014; П.Н. Самикулин, 2018), необходимых для мобилизации внутренних резервов организма, так называемых «аварийных» источников энергии.

К актуальным в практике легкой атлетики биохимическим методам исследования относятся: анализ углеводного (глюкозы, молочной кислоты), липидного (свободных жирных кислот, кетоновых тел), белкового (протеинурии) обменов (Л.А. Ганеева, 2013; А.Л. Оганджанов, 2018; Е.Ю. Федорова, 2019). О.Н. Опарина (2014) выявила физиологическую реактивность организма легкоатлетов в условиях тренировочной нагрузки с учётом гуморальных факторов местного и общего иммунитета к токсическим веществам, высвобождающимся при распаде бактериальной клетки по динамике выработки антител к липополисахариду и Ре-гликолипиду. Учёт данных показателей поможет тренеру своевременно и правильно оценить адекватность физического воздействия адаптационным возможностям организма спортсмена.

Р.В. Тамбовцева (2019) оценила разнонаправленную динамику энергетического и гуморального обменов веществ

высококвалифицированных бегунов-средневикиков и лиц, завершивших выступления на значимых соревнованиях, при тестировании максимальной аэробной мощности. В состоянии покоя у действующих спортсменов обнаружена пониженная концентрация инсулина и глицерина и повышенная концентрация глюкагона. В момент окончания механической работы в обеих группах выявлено увеличение уровня неэстерифицированных жирных кислот, глюкозы, глицерина, соматотропина при снижении гормональной активности поджелудочной железы. При этом у атлетов-любителей отмечено большее количество индивидуальных различий в этих показателях. Установлено, что на 3-й и 10-й минутах процесса восстановления концентрация соматотропина, инсулина, глюкагона была наибольшей, что свидетельствовало о потенцировании указанными субстратами механизмов энергетической мобилизации из депо печени и жировой ткани для обеспечения потребностей нервно-мышечного аппарата. В то же время к концу периода последствия концентрация неэстерифицированных жирных кислот у спортсменов снижалась, а в контрольной группе увеличивалась. Результаты исследования свидетельствовали о значимой соподчиненности метаболических реакций, таких как активация гликогенолиза, липолиза, с повышением активации соматотропин и глюкагон-продуцирующих клеток при выполнении теста до МПК.

В практике спорта особое место занимают средства фармакологической поддержки у представителей «королевы спорта». В настоящий момент актуальным направлением, обеспечивающим поддержание гомеостаза в условиях учебно-тренировочной и соревновательной деятельности, является использование пробиотических добавок (А.И. Сох, 2010; В.В. Корнякова, 2020). А.Ф. Щербина (2000) применила двухдневный курс пищевых биологических иммуномодуляторов «Намивит» и «Стимулор» (Россия) в качестве дополнительного стимулирующего средства мобилизации

адаптационных механизмов к физической нагрузке юных легкоатлетов. По результатам исследования выявлены значимые сдвиги функциональной направленности в состоянии покоя и после стандартной тренировки, свидетельствующие о выраженном потенцировании изученного комплекса пищевых корректоров на общую физическую работоспособность и спортивные результаты. Так, Л.М. Гунина (2014, 2019) выявила существенный прирост в критериях специальной подготовленности легкоатлетов-средневикиков, в прыжке вверх с места, высоте рывковой тяги штанги и времени выполнения упражнений после курсового приёма в течение 30 дней комплекса «Ламинолакт Спортивный». Автором установлено, что в основе его биостимулирующего эффекта лежала благоприятная динамика иммунограммы (по содержанию лимфоцитов, лейкоцитов, количеству в сыворотке крови иммуноглобулинов (IgM, IgA, IgG), повышение сократительной способности сердечной мышцы, уменьшение степени эндогенной интоксикации организма в условиях тренировочного процесса. В доступных источниках современной спортивной литературы широко представлено применение БАД с использованием органических соединений и терапевтической концентрации селена. Приоритетное направление занимает прием в качестве дополнительного средства рационального питания витамина Е. Так, А. Zembron-Lacny (2006) было доказано, что после преодоления дистанции 2000 метров у бегунов, принимавших такую биологическую добавку в дозировке 1000 мг, соотношение продуктов перекисного окисления липидов к общей активности ферментов с антиоксидантными свойствами (каталазы, глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы) оказалось существенно ниже в сопоставлении с плацебо (рыбий жир).

В другом исследовании Л.М. Гунина (2014, 2019) оценила эффективность курсового двухнедельного приёма диетической добавки

«ЯнтарИн-Спорт», состоящей из янтарной кислоты, витаминов В1, В6, аргинина и глютаминовой кислоты, с целью повышения специальной работоспособности высококвалифицированных бегунов в предсоревновательном периоде. В исходном уровне отмечалась значимая динамика параметров гематологического постоянства внутренней среды организма, потенцирование эритропоэза с одновременным синтезом гемоглобина, наличие адаптивных изменений в содержании лейкоцитов, уменьшение активности перекисного окисления липидов, что свидетельствовало о доминировании механизмов антиоксидантной защиты. После физической нагрузки выявлено снижение максимальной частоты сердечных сокращений при существенном росте абсолютных и относительных величин работоспособности в тесте PWC_{170} , при снижении метаболического ацидоза и отсутствии побочных эффектов, что отражало, по мнению автора, эргогенное и безопасное воздействие избранного биологического средства. Более того, использование БАД целесообразно для повышения адаптационных возможностей организма: при дегидратации, сгонке массы тела, нарушении обменных процессов, десинхронозе, снижении иммунитета (А.С. Hackney, 2013; G. Elsayy, 2014; A.J. Hector, 2018). О.Б. Немцев (2019) оценил потенциальные возможности регуляции предстартового состояния легкоатлетов-спринтеров различного пола с помощью кофеина. Анализ результатов не выявил стереотипной реакции на внешнее стимулирование, значимых отличий в технической подготовке при стартовом ускорении, разгоне, финишном спурте, как до, так и после разового приёма данного средства в таблетизированной форме, что, по мнению автора, позволяет использовать кофеин с целью регуляции функционального состояния бегунов на короткие дистанции с учётом индивидуальной переносимости данного препарата.

Для анализа и коррекции функционального состояния спортсменов применяются различные технические устройства в условиях моделирования искусственной регулирующей среды (Д.Л. Миронов, 2013; В.В. Чёмов, 2013; Е.Ю. Барабанкина, 2017; Е.А. Симонова, 2019). Так, Ф.М. Соколова (2012) оценила влияние электромагнитного поля на динамику энергетических процессов в организме легкоатлетов. Установлено, что наибольшее его воздействие было отмечено со стороны резервных возможностей центральной нервной системы: повысилась резистентность к факторам гипоксии, косвенного критерия анаэробной работоспособности, снизился скрытый период сложной сенсомоторной реакции на движущийся объект, уменьшилось количество ошибочных действий, увеличилась точность выбора в виде средней арифметической и алгебраической величин интегрального показателя здоровья.

Использовалось также НИЛИ, как средство повышения физической работоспособности и ускорения процессов восстановления (Т.М. Брук, 2017-2020; Ф.Б. Литвин, 2018). Т.Г. Петрова (2013) изучила специфические особенности нейродинамического статуса квалифицированных бегунов на средние дистанции с помощью компьютерного комплекса «НС-ПсихоТест». Установлено, что в большинстве случаев у легкоатлетов наблюдался максимальный темп частоты движений, который свидетельствовал о сильном типе нервной системы.

В качестве средств повышения физической работоспособности и соматического здоровья спортсменов имеет место прием натуральных продуктов пчеловодства и сывороточных препаратов. Н.В. Серединцева (2012) изучила влияние апитерапии на дыхательную функцию, функциональное состояние нервно-мышечного аппарата юных легкоатлетов. Курсовое использование в течение месяца пчелиной перги в восстановительном периоде способствовало повышению гипоксической

устойчивости их организма, жизненной емкости легких, мощностных характеристик работоспособности по результатам общепризнанного теста PWC_{170} , что косвенно свидетельствовало о мобилизации резервных возможностей кислородтранспортной системы крови. Ф.Б. Литвин (2018) оценил воздействие БАД из гомогената трутневых личинок пчел «Билар» на процессы метаболизма и систему обменных сосудов периферического звена микроциркуляции квалифицированных лыжников-гонщиков. Оценка ФС спортсменов осуществлялась в фоновом состоянии после однократного приёма на 10-й и 21-й день проведения эксперимента, а также спустя 30 дней после его завершения. Автором установлено достоверное повышение параметра микроциркуляции (перфузии), обусловленное усилением вазодилататорного эффекта прекапиллярных сфинктеров, экономизацией потребления кислорода на тканевом уровне и увеличением его сатурации. Обнаруженный адаптогенный эффект проявился с 10-го дня и достиг максимальной амплитуды на 3-й неделе приёма гомогената с сохранением его положительного влияния на процессы микроциркуляции на 30-е сутки после эксперимента. Полученные результаты позволили автору рекомендовать включение биодобавки на основе продуктов пчеловодства в систему питания атлетов. Ранее Ф.Б. Литвином (2016) изучено влияние биопродукта «Симбиол» на основе гидролизованного белка молочной сыворотки с разветвленным содержанием аминокислот (изолейцин, лейцин, валин) на ФС легкоатлетов-средневикиков в подготовительном периоде подготовки. Автором обнаружено увеличение вклада автономного звена вегетативной регуляции в регуляцию сердечного ритма при параллельном уменьшении процессов централизации в его управлении. В целом, в течение всего исследуемого макроцикла поддерживался повышенный уровень функционирования организма спортсменов, связанный с трофотропным влиянием БАД на

регуляцию сердечной деятельности, способствовавший мобилизации его адаптивных возможностей.

Таким образом, достижение атлетами оптимальной функциональной готовности с учётом современных тенденций глобального спорта представляет собой системную задачу, решение которой невозможно без комплексного медико-биологического сопровождения учебно-тренировочного и соревновательного процессов на основе научно обоснованного выбора спортивного питания и средств потенцирования специальной работоспособности. В то же время эмпирических исследований, свидетельствующих об эффективности комплексного приёма БАД и физико-терапевтических средств при утомлении, вызванном физическим напряжением, недостаточно. Более того, в большинстве случаев нет четких рекомендаций в плане дозирования и алгоритма их применения, что актуализирует данное научное направление.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация исследования

Практическая часть диссертации была выполнена в лаборатории на кафедре биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС». В процессе проведения лонгитудинального исследования применялась серия эмпирических методов и средств:

1. Анализ специальной литературы.
2. Антропометрия.
3. Велозргометрическое тестирование максимальной анаэробной мощности.
4. Телеметрическая пульсометрия.
5. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование.
6. Методы анализа variability сердечного ритма.
7. Нейроэнергокартирование.
8. Лазерная доплеровская флоуметрия (лазерная флуоресцентная спектроскопия).
9. Специальная физическая подготовленность.
10. Эргогенные средства в системе спортивной подготовки.
11. Низкоинтенсивное лазерное излучение.
12. Методы математической статистики.

2.2. Структура исследования

На рисунке 1 представлена структура проведенного эксперимента, включающая в себя: выбор вида спорта, формирование контрольной и экспериментальной групп, подбор методов лонгитудинального исследования.

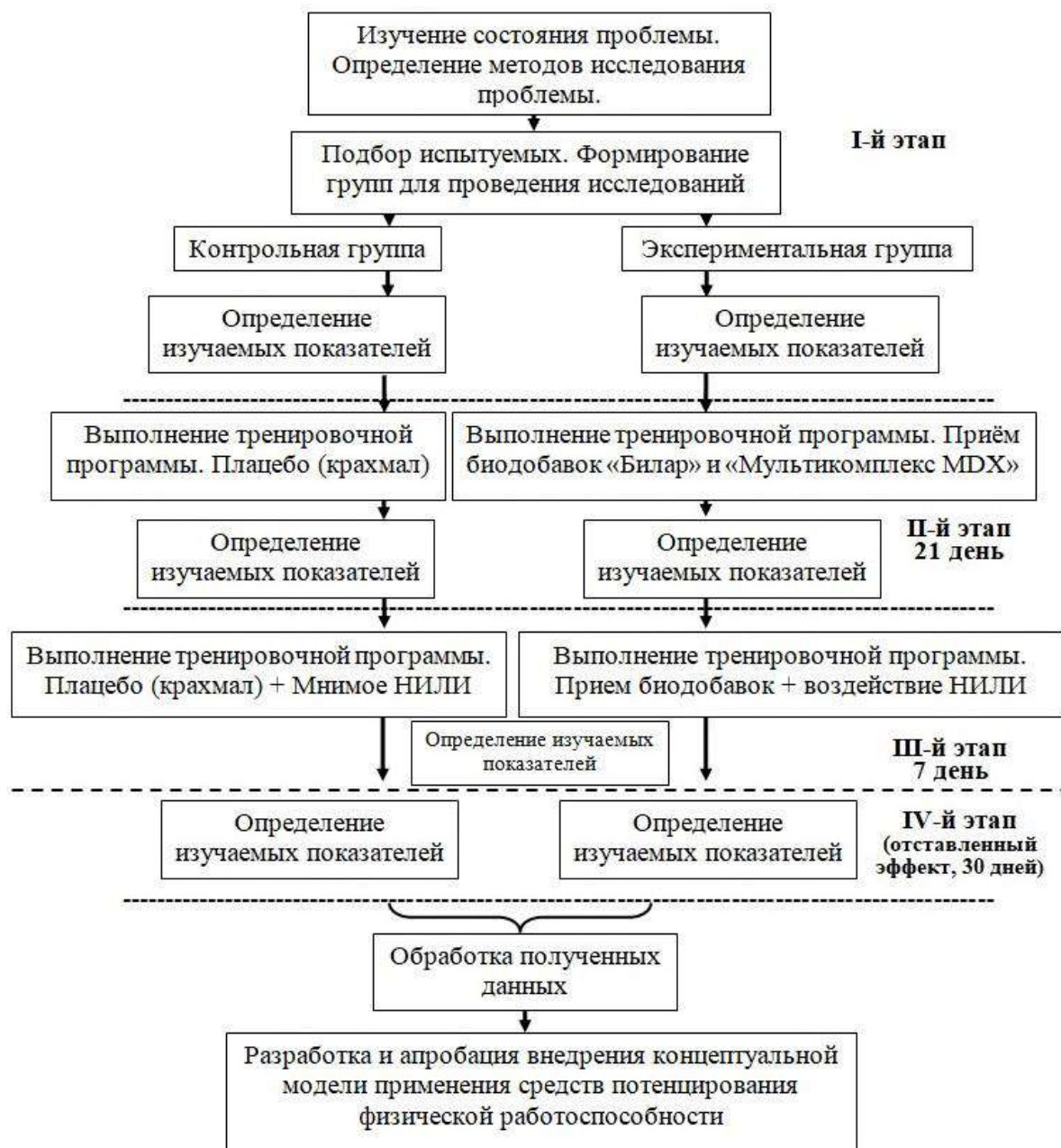


Рис. 1. Хронологическая последовательность внедрения структурно-логической модели физиологического обоснования комплексного применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности атлетов

Перед началом проведения комплексного исследования легкоатлеты-спринтеры, давшие письменное согласие на участие в исследовании, методом случайной выборки были разделены на контрольную (n=18) и экспериментальную (n=76) группы. Завершался I этап определением показателей базовых характеристик. В сумме было обработано 70

параметров, отражающих физическую подготовленность, анаэробную работоспособность, аэробные возможности, ВСР, микроциркуляцию крови, энергетический обмен клеток головного мозга спринтеров.

На II этапе атлеты ЭГ были распределены на типы ВСР (Н.И. Шлык, 2009-2021), и в дальнейшем анализ результатов по каждой из методик осуществлялся на основе их учёта. Спортсменам в пищевой рацион добавлялись природные биокорректоры «Билар» и «Мультикомплекс MDX» по стандартной схеме, изложенной во второй главе. Атлеты КГ принимали плацебо (пищевой крахмал) в эквивалентных дозах. Продолжительность II этапа составила 21 день. Исследование проводилось в специальном подготовительном этапе годичного цикла. В этот период спринтеры ежедневно выполняли тренировочные занятия продолжительностью по 2 часа. Соотношение упражнений общей и специальной физической подготовки – 25/75%. Применялись повторный и интервальный методы. Тренировки проходили в зале крытого легкоатлетического манежа и стадиона ФГБОУ ВО «СГУС». Окончание II этапа завершалось повторным определением изучаемых параметров. Проводился сравнительный анализ полученных результатов с фоновым уровнем, как в экспериментальной, так и контрольной группах. Все исследования выполнялись в лабораториях кафедр биологических дисциплин, теории и методики легкой атлетики ФГБОУ ВО «СГУС».

На III этапе на фоне приема пищевого крахмала/биодобавок в течение 7 дней в условиях продолжающихся тренировок спринтерам КГ проводили «мнимую» процедуру воздействия НИЛИ без включения излучающих головок аппарата «Узор-А-2К», а атлеты ЭГ проходили сеансы низкоинтенсивного лазерного излучения ежедневно также в течение недели. Завершался III этап очередным определением показателей, которые сравнивали с ранее полученными данными после приёма биодобавок.

На IV этапе изучен отставленный эффект (через 30 дней) воздействия внутренировочных средств потенцирования ФР на функциональные системы организма спортсменов. По его завершению определялись величины изученных маркеров ВСР, МЦ, НЭК и проводился сравнительный анализ с фоновыми величинами до применения эргогенных средств, курсового приёма биодобавок и комплексного их применения с НИЛИ.

2.3. Критерии включения и характеристика обследованных спортсменов

В эксперименте участвовали 94 легкоатлета-спринтера (I разряд – КМС) ФГБОУ ВО «СГУС», факультета дополнительного образования ФГБОУ ВО «СГУС», МБУ СШОР «Легкая атлетика» г. Тулы, МБУ СШОР «Легкая атлетика» г. Брянска, СОГБУ СШОР им. Ф.Т. Михеенко, г. Смоленска.

В исследование были включены спортсмены, соответствующие следующим критериям:

- спортсмены в возрасте от 17 до 22 лет, активно занимающиеся спортом и находящиеся в специально-подготовительном периоде тренировочного цикла;

- вхождение в число кандидатов на участие в крупных спортивных соревнованиях на уровне субъекта, федеральных округов, первенства РФ;

- на момент обследования все атлеты по данным диспансерного обследования оказались практически здоровыми, отсутствовало наличие функциональных нарушений, тяжелых хронических, острых неврологических, соматических, ранее перенесенных инфекционных заболеваний, а также врожденных пороков развития;

- способность выполнять процедуры, предусмотренные протоколом исследования;

– родители спортсменов были осведомлены обо всех этапах эксперимента (велоэргометрическом, эргоспирометрическом, полевом тестировании), медико-биологическом сопровождении, была проведена виртуальная экскурсия по предприятиям-разработчикам спортивных биодобавок, лазерному оборудованию, терапевтической дозе воздействия, знакомству с квалифицированным персоналом, имевшим право пользования диагностической аппаратурой, после чего родители дали свое письменное согласие на участие в исследовании атлетов;

– в течение всего проведения исследования спринтеры, принимавшие участие в нем, были осведомлены о конечной цели, методах, этапах проведения эксперимента и дали согласие в добровольном порядке в соответствии с принципам Хельсинской декларации.

2.4. Последовательность комплексного проведения исследований

Физиологическое обоснование дифференцированного подхода на основе индивидуально-типологических особенностей ВСР осуществлялось в триедином аспекте по каждой из изученных функциональных систем в состоянии физиологического покоя по данным ВСР, МЦ, НЭК головного мозга, также оценивалась анаэробная, аэробная работоспособность, специальная подготовленность спринтеров. Далее проанализировано курсовое влияние изученных внутренировочных средств с учётом типов ВСР. Проведен корреляционный анализ с выявлением наиболее информативных маркеров для практики спорта и оценено их значение в подготовке атлетов в беге на короткие дистанции. Обнаружено вегетативное обеспечение спортивной деятельности важнейших систем жизнеобеспечения организма легкоатлетов-спринтеров при различных физических нагрузках в условиях применения биодобавок и НИЛИ. Выявлен отставленный эффект воздействия

современных внутренировочных средств потенцирования ФР на функциональные системы организма спортсменов. Временная хронология после разного вида нагрузок: вначале было проведено анаэробное тестирование (две пробы 6, 15 и 45 секунд), затем после 3-минутного отдыха оценивались показатели ВСП, МЦ и НЭК. На следующий день выполнялась аэробная проба в аналогичной временной и методологической последовательности.

2.5. Методы исследования

2.5.1. Анализ специальной литературы

В ходе работы были отобраны 580 источников, из них 404/176 отечественных и зарубежных авторов, занимавшихся проблематикой темы исследования по изучению аспектов физической работоспособности и восстановительных процессов, как фактора резервных возможностей организма, медико-биологического сопровождения процесса спортивной тренировки в легкой атлетике. Отсутствие фундаментальных исследований, обосновывающих физиологические механизмы нового подхода в применении внутренировочных средств потенцирования ФР с помощью биодобавок и НИЛИ, стало основанием для эмпирического проведения данного эксперимента.

2.5.2. Антропометрия

Измерение антропометрических показателей для стандартизации условий велоэргометрического тестирования различной направленности было проведено с помощью ростомера РМ-1 (РФ) и напольных весов «Tanita» ВС-555 (Япония).

2.5.3. Велоэргометрическое тестирование максимальной анаэробной мощности

Оценка МАМ проводилась с помощью велоэргометра «Ergomedic 894E Peak Bike» фирмы «Monark Exercise AB» (Швеция) в модификации В.Н. Артамонова (2000), П.А. Терехова (2012, 2021).

Для повышения точности определения изучаемых показателей в колесе велоэргометра были проделаны четыре дополнительных отверстия. Напротив них установлен оптический датчик, сигнал с которого подавался на АЦП (частота обработки сигнала 22050 Гц) и далее в персональный компьютер. Частота срабатывания датчика составляла 14,85 раза за один оборот педалей велоэргометра. Конструкция этого велоэргометра позволяет точно поддерживать величину механической нагрузки на протяжении всей работы и во всем диапазоне скоростей. Таким образом с высокой точностью определялась частота педалирования и ее колебания, а также мощность выполняемой работы (ошибка измерения не превышала 0,1%). Для обработки полученных данных были разработаны оригинальные компьютерные программы.

Кратковременное, промежуточное и продолжительное анаэробное тестирование на оценку скоростных, скоростно-силовых способностей, мощности и выносливости атлетов было проведено в интервале от 6 до 45 секунд по 4 пробам (с 2%-ным, 7%-ным, 5%-ным и 3%-ным отягощением в зависимости от МТ атлета) с учётом:

– F_{max1} , об/мин – максимальная частота движений (первая 6-секундная проба);

– $t_{70\% 1}$, с – время достижения максимальной частоты движений, равное 70 % от максимально возможной (первая 6-секундная проба);

- N_{max1} , Вт – максимальная мощность работы (первая 6-секундная проба);
- F_{max2} , об/мин – максимальная частота движений (вторая 6-секундная проба);
- $t_{70\% 2}$, с – время достижения максимальной частоты движений, равное 70% от максимально возможной (вторая 6-секундная проба);
- N_{max2} , Вт – максимальная мощность работы (вторая 6-секундная проба);
- $Not2$, Вт/кг – относительная мощность работы (вторая 6-секундная проба);
- J_2 , Вт/с – градиент прироста мощности во время выполнения первого движения (вторая 6-секундная проба);
- A_3 , Дж – объём выполненной работы (15-секундный тест);
- N_{max3} , Вт – максимальная мощность работы (15-секундный тест);
- $Not3$, Вт/кг – относительная мощность работы (15-секундный тест);
- KB_3 , усл. ед. – коэффициент выносливости (15-секундный тест с нагрузкой 5% от массы тела);
- $Обороты_3$ – количество оборотов колеса велоэргометра (15-секундный тест);
- A_4 , Дж – объём выполненной работы (45-секундный тест);
- N_{max4} , Вт – максимальная мощность работы (45-секундный тест);
- $Not4$, Вт/кг – относительная мощность работы (45-секундный тест);
- KB_4 – коэффициент выносливости (45-секундный тест с нагрузкой 3% от массы тела);
- $Обороты_4$ – количество оборотов колеса велоэргометра (45-секундный тест).

2.5.4. Телеметрическая пульсометрия

Оценку переносимости анаэробной нагрузки (бега на 100-метровую дистанцию) осуществляли методом мониторинга частоты сердечных сокращений с помощью пульсометра «Polar S810™» (Финляндия). Процент восстановления ЧСС рассчитывали по формуле:

$$\% \text{ восстановления ЧСС} = \frac{(\text{ЧСС}_3 - \text{ЧСС}_2) \times 100\%}{\text{ЧСС}_3 - \text{ЧСС}_1},$$

где ЧСС₁ – ЧСС до выполнения физической нагрузки, ЧСС₂ – ЧСС на 3-й минуте восстановления, ЧСС₃ – максимальная ЧСС.

2.5.5. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование

Для регистрации параметров аэробной работоспособности применялась система для проведения нагрузочного теста с велоэргометром производства Schiller AG (Швейцария) с газоанализатором Ganshorn Power Cube, использовался протокол измерений «Sport». Мощность первоначальной механической работы – 30 Вт, её объем автоматически равномерно повышался на 20 Вт в течение каждой последующей минуты выполнения пробы. Обязательным критерием тестирования было удержание постоянной скорости частоты вращения педалей в диапазоне 60-70 об/мин. Учитывались следующие маркеры КРС:

- W, Вт – мощность нагрузки при достижении уровня МПК;
- ЛВ, л/мин – легочная вентиляция;
- ВЭК, л – вентиляционный эквивалент кислорода;
- КИО₂, мл/л – коэффициент использования кислорода;
- МПК, л/мин – максимальное кислородное потребление в абсолютных величинах;

- МПК, мл/мин/кг – максимальное кислородное потребление на кг массы тела;
- RQ, усл. ед. – дыхательный коэффициент (ДК);
- ЧСС max, уд/мин – максимальная частота сердечных сокращений;
- АП, %МПК – анаэробный порог по отношению к МПК (%);
- АП, %ЧСС – анаэробный порог по отношению к ЧСС в момент достижения МПК (%);
- O₂-пульс, мл/удар – кислородный пульс;
- СОК, мл – систолический объём крови;
- МОК, л/мин – минутный объём кровообращения.

2.5.6. Методы анализа variability сердечного ритма

Вариабельность сердечного ритма обладает значительным потенциалом для определения роли колебаний вегетативной нервной системы в регуляции функций организма, позволяющим обосновать физиологические механизмы воздействия биодобавок и НИЛИ в целях повышения работоспособности и полного восстановления спортсменов. Проведенные исследования (С.Я. Классина, 2015; Т.М. Брук, 2018; И.И. Шумихина, 2021) выявили особенности variability CP атлетов с признаками повышенной как симпатической, так и вагусной активности, и тем самым определили поиск информативных маркеров его оценки.

На всех этапах эксперимента запись кардиоинтервалограмм (КИГ) осуществлялась в исходном положении (ИП) лежа на спине во II стандартном отведении с помощью прибора «Варикард 2.6» и компьютерной программы «Иским-6» (г. Рязань, РФ). Использовались пульсограммы продолжительностью 5 минут. В обработке КИГ применяли методы амплитудно-частотного и спектрального анализов ВСР.

- Учитывались следующие параметры амплитудно-частотного анализа:
- ЧСС, уд/мин – частота сердечных сокращений;
 - $MxDMn$, мс – вариационный размах;
 - $RMSSD$, $мс^2$ – среднеквадратичное различие между длительностью соседних R-R интервалов;
 - $pNN50$, % – доля соседних синусовых интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс;
 - AMo , % – значение амплитуды моды;
 - SI , усл. ед. – величина стресс-индекса;
- и значения спектрального анализа ВСП:
- TP , $мс^2$ – суммарная (тотальная) мощность спектра колебаний ритма сердца;
 - HF , $мс^2$ – мощность высокочастотной области спектра;
 - LF , $мс^2$ – мощность низкочастотной части спектра;
 - VLF , $мс^2$ – мощность очень низкочастотной части спектра;
 - LF/HF , усл. ед. – индекс вагосимпатического взаимодействия.

В дальнейшем для выявления прогностической роли индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции атлетов в зависимости от задач и этапов проведения эксперимента провели разделение участников исследования на 4 типа ВСП (алгоритм, предложенный Н.И. Шлык, 2015, 2019). Критерии типирования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка функционального состояния регуляторных систем организма у здоровых людей по данным ВСП (по Н.И. Шлык, 2009)

Тип регуляции сердечного ритма	Группа	Критерии отбора в группы	Отличительные особенности показателей ВСП в зависимости от преобладающего типа регуляции	Интерпретация полученных данных ВСП
-----------------------------------	--------	--------------------------------	--	--

ЩР (преобладание центральной регуляции)	I тип ВСП	SI >100	VLF >240	Малые значения R-R, MxDMn, MxRMn кардиоритма, RMSSD, SDNN, pNN50. Большие значения AMO50, AMO7.8, SI. Умеренно низкие величины D и TP, преобладание LF-волн над HF, VLF, ULF-волнами в спектре. Относительное содержание VLF% и ULF% по сравнению с другими группами высокое. Характерный тип спектра	Умеренное преобладание симпатической и центральной регуляции сердечного ритма, снижение активности автономного контура регуляции. Умеренное напряжение регуляторных систем организма.
	II тип ВСП	SI >100	VLF <240	Еще более малые значения R-R, MxDMn, MxRMn, RMSSD, PNN50%, SDNN, CV, D. Малая суммарная площадь спектра (TP). Большие значения AMO50, AMO7.8, SI. Низкие абсолютные значения волновой структуры спектра и особенно VLF по сравнению с I группой. При этом типе регуляции необходимо применение ортостатического тестирования.	Выраженное преобладание симпатической регуляции сердечного ритма. Резкое увеличение активности центральной регуляции над автономной. Сниженное функциональное состояние регуляторных систем. Состояние вегетативной дисфункции. У спортсменов может отражать состояние выраженного утомления, перетренированности. А у спортсменов высокого класса в короткий предсоревновательный период может отражать пик спортивной формы.
ЩАР (преобладание автономной регуляции)	III тип ВСП	SI >25 и <100	VLF >240	Умеренно увеличенные показатели R-R, MxDMn, RMSSD, PNN50%, SDNN, CV, D. Малые значения SI, AMO50, AMO7.8. Умеренно высокие абсолютные значения TP, HF, LF. Умеренное преобладание HF% над LF% волнами. У спортсменов могут преобладать LF, VLF, ULF, что требует особой трактовки состояния и регуляции. Характерные типы спектров (HF>LF>VLF>ULF) (HF>LF>ULF>VLF).	Умеренное преобладание парасимпатической активности. Оптимальное состояние регуляторных систем организма. У спортсменов отражает нормальный уровень тренированности. Для спортсменов высокого класса (III группа) может быть показателем недостаточной тренированности.

ПАР (преобладание автономной регуляции)	IV тип BCP	SI <25	VLF >500; TP> 8000- 10000	<p>Выраженное увеличение R-R, MxDMn, MxRMn - кардиоинтервалов.</p> <p>Многофokusный ритм на фоне миграции водителя ритма, особенно часто встречается у спортсменов. Очень большие значения RMSSD, PNN50, SDNN, CV, D.</p> <p>Очень малые значения LF/HF, IC, AMO50, CC0, SI.</p> <p>Большие значения TP (больше 8000-10000 мс²), HF, LF, VLF, ULF волн. Резкое преобладание HF% над LF% – волнами.</p> <p>Самые низкие относительные показатели VLF% и ULF% по сравнению с другими группами.</p> <p>У спортсменов встречается выраженное увеличение абсолютных значений мощности LF, VLF, ULF волн и их преобладание над HF волнами. Характерные типы спектров: HF>LF>VLF>ULF; VLF>HF>LF>ULF; LF>HF>VLF>ULF и др. требуют соответствующей трактовки.</p>	<p>Выраженное преобладание парасимпатического отдела ВНС над симпатическим. Этот тип регуляции может иметь как патологический, так и физиологический характер.</p> <p>У спортсменов этот тип регуляции может иметь «физиологический» характер при условии динамических наблюдений за BCP с использованием ортостатической пробы. А так же может отражать состояние переутомления, перенапряжения, перетренированности или различные дисфункции синусового узла и нарушение ритма и проводимости. Или, наоборот, отражать высокий уровень тренированности у спортсменов высокого класса.</p> <p>У спортсменов-новичков наличие IV группы свидетельствует о необоснованном форсировании физических нагрузок и выраженном утомлении.</p>
---	------------------	-----------	---------------------------------------	--	---

Данная методика (Е.А. Гаврилова, 2015; Н.И. Шлык, 2016, Ю.Н. Семенов, 2017) применяемая в космических экспериментах и наблюдениях, на данный момент является одним из наиболее объективных и общепринятых способов оценки функционального состояния. В литературе имеются данные (Г.А. Макарова, 2014; Е.А. Гаврилова, 2016) о том, что тип кровообращения является генетически обусловленным и детерминированным, считается стабильной характеристикой, которая требует учёта при отборе и прогнозировании спортивных достижений (Н.И. Шлык, 2019).

2.5.7. Нейроэнергокартирование

Оценка энергетического обмена КБП ГМ осуществлялась на основе топографии его электрической активности с помощью прибора «Нейро-КМ», производимым фирмой «Статокин» (г. Москва, Россия) с учётом регистрации УПП в лобном (Fz, mV), центральном (Cz, mV), затылочном (Oz, mV), правом и левом височных (Tdz, mV, Tsz, mV) отведениях. Сравнительная характеристика полученных изменений осуществлялась в соответствии с рекомендованными диапазонами омега-потенциала по В.Ф. Фокину (2014) и рекомендациями В.И. Шмырева (2010). За показатель среднего УПП каждого отведения брался результат усреднения шести последовательных измерений, проводимых с интервалом в 50 секунд (В.Ф. Фокин, 2014; И.В. Стрельникова, 2017; А.А. Максимова, 2021). На протяжении эксперимента не было выявлено ни одного атлета с функциональными поражениями центральной нервной системы.

2.5.8. Лазерная доплеровская флоуметрия (лазерная флуоресцентная спектроскопия)

Для оценки процессов, происходящих в системе микроциркуляции крови, использовался серийный анализатор перфузии ЛАКК-М (НПО «Лазма» г. Москва, РФ) по общепринятой методике в соответствии с регламентирующими документами прибора. На данный момент в публичной информации сведений о наличии абсолютных и относительных противопоказаний к проведению данной процедуры диагностики функционального состояния не имеется (В.В. Сидоров, 2018; А.И. Крупаткин, 2018, 2019; В.И. Козлов, 2012, 2018, 2020). Запись ЛДФ-граммы осуществлялась в течение 5 минут и проводилась на ладонной поверхности

четвертого пальца правой кисти. Датчик прибора устанавливался, касаясь исследуемого участка, перпендикулярно ладонной поверхности. На основе амплитудно-частотного анализа оценивали следующие параметры микроциркуляторного русла:

- ПМ, п.е. – параметр микроциркуляции в перфузионных единицах;
- СКО, п.е. – среднее квадратическое отклонение в перфузионных единицах. Отражает колебания эритроцитов – флукс;
- SO_2 , % – процентное отношение количества O_2 , реально связанного с гемоглобином, к кислородной емкости крови;
- U, усл. ед. – маркер удельного кислородного потребления;
- Vr, % – содержание эритроцитов в зондированном объеме.

С использованием вейвлет-анализа (О.С. Глазачев, 2012) изучался вклад отдельных механизмов в регуляцию микрокровотока с учётом усредненных максимальных амплитуд по отдельным диапазонам полос частот от 0,009 до 2 Гц:

- Аэ, пф. ед., (0,009-0,02 Гц) – эндотелиального NO-зависимого ритма;
- Ан, пф. ед., (0,02-0,06 Гц) – нейрогенного ритма;
- Ам, пф. ед., (0,06-0,15 Гц) – миогенного ритма;
- Ад, пф. ед., (0,15-0,4 Гц) – дыхательного (венулярного) ритма;
- Ас, пф. ед., (0,4-1,6 Гц) – (артериолярного) сердечного ритма;
- НАДН/ФАД, усл. ед. – интенсивность излучения спектров флуоресценции восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотида и окисленной формы флавинадениндинуклеотида (В.В. Сидоров, 2018; А.И. Крупаткин, 2019).

2.5.9. Специальная физическая подготовленность

Для оценки СФП, контроля её кинематических характеристик

(перемещение – 0,01 м; скорость – 0,01 м/с; длительность – 0,001 с; ускорение – 0,01 м/с²; темп – 0,01 л/с) спортсменов с высокой эффективностью проводилось педагогическое тестирование с помощью ОЭС «OptoJumpNext» (Microgate, Borsano, Italy). Анализировались следующие задания с учётом ведущих маркеров скоростно-силовых способностей:

1. Тест № 1: высота вертикального прыжка с места по В.М. Абалакову, см (Abalakov, cm), выпрыгивание вверх, руки свободны, с максимальным их взмахом от поверхности пола и толчком двух ног, приземление на полусогнутые нижние конечности (Counter Movement Jumpfriarms (CMJ)).

2. Тест № 2: семь подскоков (stiffness test) с выявлением: времени их полета, с (Tflight, s); времени нахождения на опоре, с (Tcontact, s); высоты подъема (перемещения) ОЦМТ, см (Height, cm); мощности в относительных единицах, Вт/кг (отн. W., W/kg) в тесте «семь подскоков».

3. Тест № 3: Результаты легкоатлетического бега с низкого стартового положения на 100-метровую дистанцию определялись ЭХС СТ-2153. Общие требования педагогических испытаний: запрещалось отталкиваться нижними конечностями и приземляться на них за пределы квадрата 50x50 см. Максимальное количество попыток – 2, которые последовательно выполнялись через 1-2 минуты с занесением в протокол наилучшего результата. Точкой отсчета было ИП стоя на всей ступне. Как известно, механические компоненты двигательного действия подразделяются на динамические, раскрывающие его механизмы, кинематические, определяющие геометрические элементы времени-пространства, и энергетические, лимитирующие динамику реализуемой мощности. Для правильного истолкования функциональных особенностей проявления скоростно-силовых качеств атлетов изученных специализаций на различных этапах эксперимента необходимо было вначале определить специфические

особенности каждого маркера с точки зрения биомеханики двигательных действий.

1. Высота вверх по Абалакову (см), Abalakov test (cm), отражала пространственную характеристику, позволяющую определить исходное и конечное положение механического движения в виде линейного перемещения его траектории, измеряемого в единицах длины (см) с элементами динамической энергетической работы по косвенному проявлению взрывной силы.

2. Высота подъема (см), Height (cm) stiffnesstest, оценивала прыжковую выносливость. Пространственные характеристики отвечали на вопрос: «Что и где происходит во время движения?».

3. Время полета (с), Tflight (s) stiffnesstest, лимитировало временные характеристики по длительности времени нахождения в полете, определяемой разностью начала и завершения двигательного акта;

4. Время нахождения на опоре (с), Tcontact (s) stiffnesstest, определялось в виде момента времени, минимального его промежутка, стремящегося к нулевому диапазону и равнозначного стартовому периоду. Временные характеристики отвечали на вопрос: «Когда происходит движение?».

5. Относительная мощность (Вт/кг), Power (W/kg) stiffness test, рассматривалась, с одной стороны, как пространственно-временная характеристика в составе кинематики по критерию скорости и ускорения совершенной работы и её производной составляющей мощности, так и динамической энергетической составляющей в виде изменения специальной физической работоспособности. Данный компонент отвечал на вопрос: «Как быстро происходит движение?».

2.5.10. Эргогенные средства в системе спортивной подготовки

Для ускорения обменных процессов и хода восстановления после тренировочных нагрузок в течение 21 дня атлетами экспериментальной группы применялись БАДы «Билар» и «Мультикомплекс MDX».

Порошок «Билар» (ООО МИП «Апипродукт», г. Брянск) получают методом вакуумного высушивания биомассы из трутневых личинок пчел. Характеризуется как желтое, порошкообразное вещество со сладковатым, хлебным вкусом и специфическим запахом, не содержит механических примесей и полностью растворяется в воде. Он не токсичен и не патогенен (П.В. Родичкин, 2004; H.G. Vogel, 2008). Содержание белка в «Биларе» 51,2%, в состав которого входят 26 аминокислот. Кроме того, препарат содержит большое число мононасыщенных, насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, а также макро- и микроэлементов. Схема приёма пищевой добавки «Билар»: с 1-го по 10-й дни из расчета 10 мг/кг массы тела, и с учётом индивидуальной переносимости с 11-го по 28-й дни – из расчета 15-20 мг/кг.

Биологически активный продукт «Мультикомплекс MDX» (НПО «Пробио», г. Брянск) получен способом микробиологической переработки молочных сывороток (подсырной, творожной, казеиновой) с использованием промышленных культур молочнокислых микроорганизмов и последующим низкотемпературным сгущением. Содержит гидролизованный белок молочной сыворотки, олигопептиды и свободные аминокислоты, глюкозу, галактозу, лактаты, нуклеиновые кислоты, витамины С, Е, В₁, В₂, В₆, РР, бета-каротин, эргостерин, фолиевую кислоту, эндосомальные ферменты молочнокислых бактерий, микро- и макроэлементы, полисахариды. В 100 г продукта содержится белка – 6,8 г, глюкозы – 3,5 г, энергетическая ценность – 123,5 ккал/100 г. Схема приёма пищевой добавки «Мультикомплекс MDX»:

с 1-го по 5-й дни из расчета 0,5 г/кг массы тела; учитывая индивидуальную восприимчивость, с 6-го по 10-й дни – из расчета 0,8-1,0 г/кг массы тела; и в последующие дни (с 11-го по 28-й дни) – из расчета 1,5 г/кг массы тела. Дневная доза делилась на 2 равные части. Первая половина принималась за 30 минут до тренировки, вторая – через 30 минут после завершения тренировки. Примененные в ходе проведения исследования биологические активные добавки находятся в полном соответствии со стратегическими направлениями реализаций основных положений системообразующего и нормативно-правового документа «Консенсус МОК по пищевым добавкам» 2018 г., что подтверждается в России патентом на изобретение (RU № 2710364 «Способ повышения работоспособности организма при физической нагрузке, 26.12.2019 г.).

Вся продукция прошла санитарно-гигиеническую экспертизу и не имеет высокого риска контаминации запрещенными субстанциями, технология производства осуществляется на основании международного стандарта GMP (L.M. Burke, 2017; Л.М. Гунина, 2018; R.J. Maughan, 2018).

2.5.11. Низкоинтенсивное лазерное излучение

В работе был использован терапевтический аппарат «Узор-А-2К» (АО КРЛЗ «Восход», РФ), зарегистрированный в Росздравнадзоре. Данный тип лазера является медицинским и может быть использован для исследовательских целей. Место воздействия: шейный отдел позвоночника симметрично с обеих сторон в области сонного треугольника. Режим излучения импульсный, длина волны – $0,89 \pm 0,02$ мкм; время экспозиции – 8 минут частотой 1500 Гц и мощностью на выходе 3,7 Вт.

2.5.12. Методы математической статистики

Для анализа полученных в ходе эксперимента данных была осуществлена статистическая обработка с помощью сертифицированного пакета программы «IBM SPSS Statistics 19», для Windows (StatSoft, Inc., USA). На начальном этапе были рассчитаны основные характеристики описательной статистики: количественные данные представлены как среднее значение (M), среднее выборочное значение (\bar{X}), среднеквадратичное отклонение (δ), качественные данные – в виде долей (%). В дальнейшем для выявления динамики изменения изученных характеристик также рассчитывался абсолютный ($\Delta X = x_2 - x_1$, где x_1 – начальная величина, x_2 – конечная величина) и относительный прирост ($\Delta \varepsilon = x_2 - x_1 / x_1 * 100\%$). Проверка на нормальность и гомогенность распределения данных проводилась с применением критерия Шапиро-Уилка (ShapiroWilk's, W test). Для анализа полученных в ходе эксперимента данных были также использованы для проверки статистических гипотез такие критерии, как Mann-Whitney (U) и Wilcoxon (W). Выбор непараметрических критериев проверки был обусловлен тем, что количество наблюдений в выборках экспериментальной и контрольной групп было меньше 30, а распределение в большинстве выборок отличалось от нормального. Критерий Манна-Уитни применялся для независимых выборок, а критерий Вилкоксона – для связанных (парных) выборок. Для установления взаимосвязи между значениями изучаемых характеристик и их сдвигами в динамике применялся коэффициент корреляции Пирсона (r -Pearson correlation). В результате проведенного статистического анализа была создана база данных с помощью табличного редактора MS Microsoft Excel, 2016.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Оценка функционального состояния спринтеров экспериментальной и контрольной групп в динамике тренировочного цикла

Как показали результаты оценки функционального состояния организма (динамики значений показателей ВСП, микроциркуляции крови, НЭК), велоэргометрического тестирования максимальной анаэробной и аэробной мощности, специальной физической подготовленности, спортсмены ЭГ и КГ в исходном уровне значимо не отличались ($p > 0,05$), что свидетельствовало о репрезентативности выборки испытуемых и правомерности дальнейшего проведения исследования.

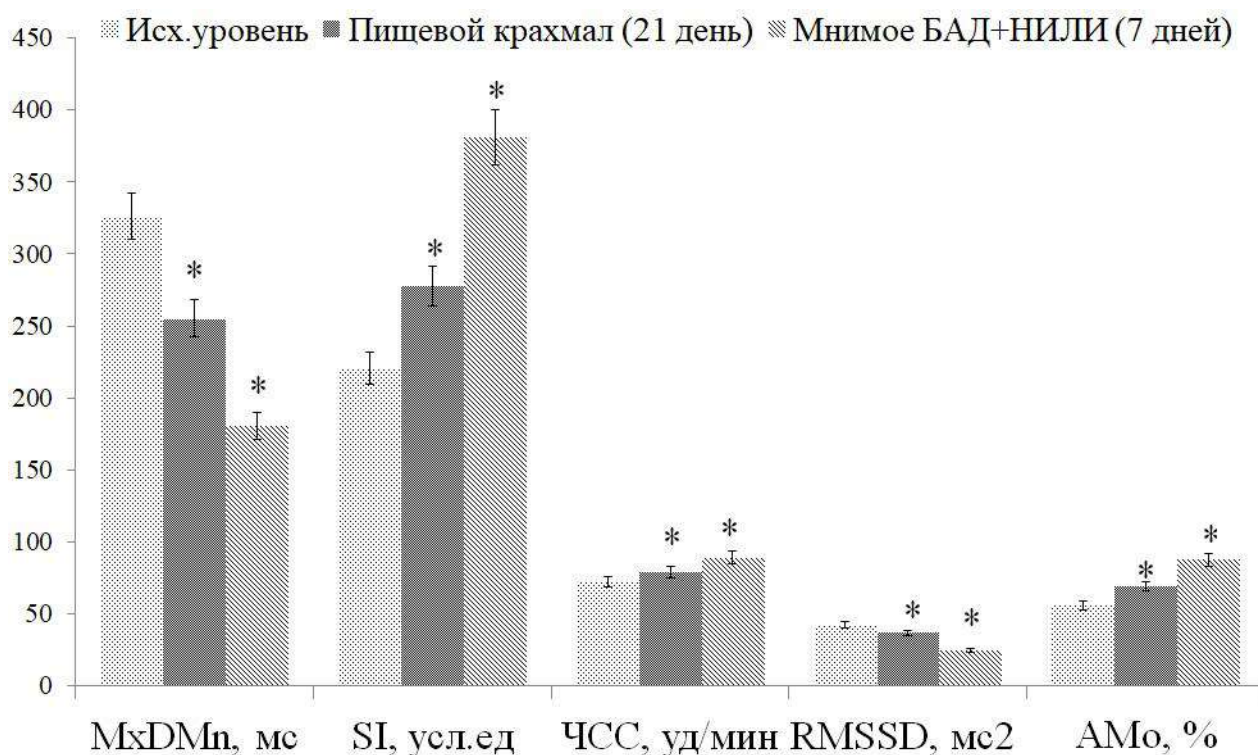


Рис. 2. Изменения временных показателей ВСП спринтеров КГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$ и выше) в сравнении с исходными данными и после 21 дня приема пищевого крахмала.

У спринтеров контрольной группы (n=18) в состоянии покоя регистрацию комплекса функциональных параметров и индикаторов работоспособности проводили после завершения тренировочного цикла. Полученные результаты сравнивали со значениями до его начала (фон).

У спринтеров КГ (рис. 2) после завершения 28-дневного тренировочного цикла под влиянием физических нагрузок усилилась активность симпатического отдела ВНС, что отразилось в росте на 72,6% ($p < 0,05$) – SI; на 57,5% – АМо ($p < 0,05$); на 23,4% – ЧСС ($p < 0,05$) и снижении на 44,6% ($p < 0,05$) – МхDMn.

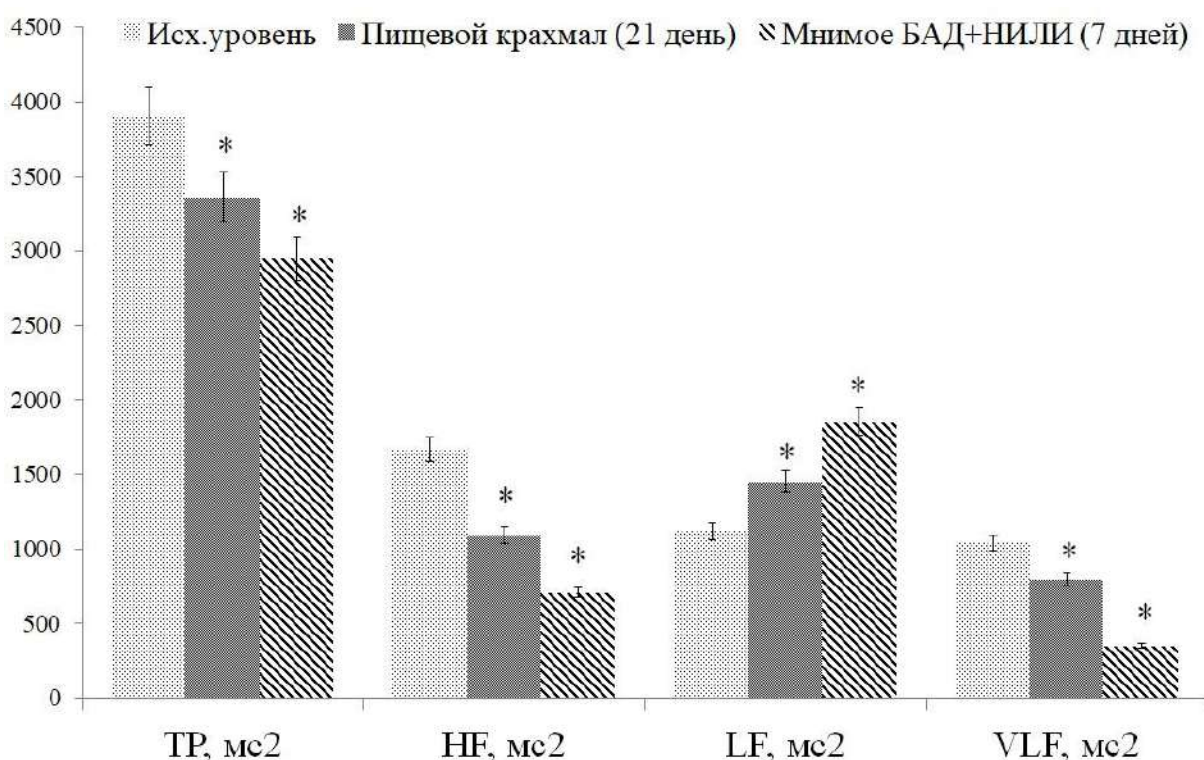


Рис. 3. Изменения спектральных показателей ВСП спринтеров КГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

Среди спектральных характеристик ВСП (рис. 3) отмечено уменьшение: totalной мощности TP на 24,4% ($p < 0,05$), вклада высокочастотных колебаний HF на 57,4% ($p < 0,05$), корково-гуморальной регуляции VLF на 66,4% ($p < 0,05$), а также повышение активности сосудистого центра LF на

65,3% ($p < 0,05$). В результате значение индекса вагосимпатического равновесия LF/HF увеличилось на 36,8% ($p < 0,05$).

В то же время в экспериментальной группе отмечалась противоположная динамика изученных маркеров ВСР после поэтапного применения внутренировочных средств.

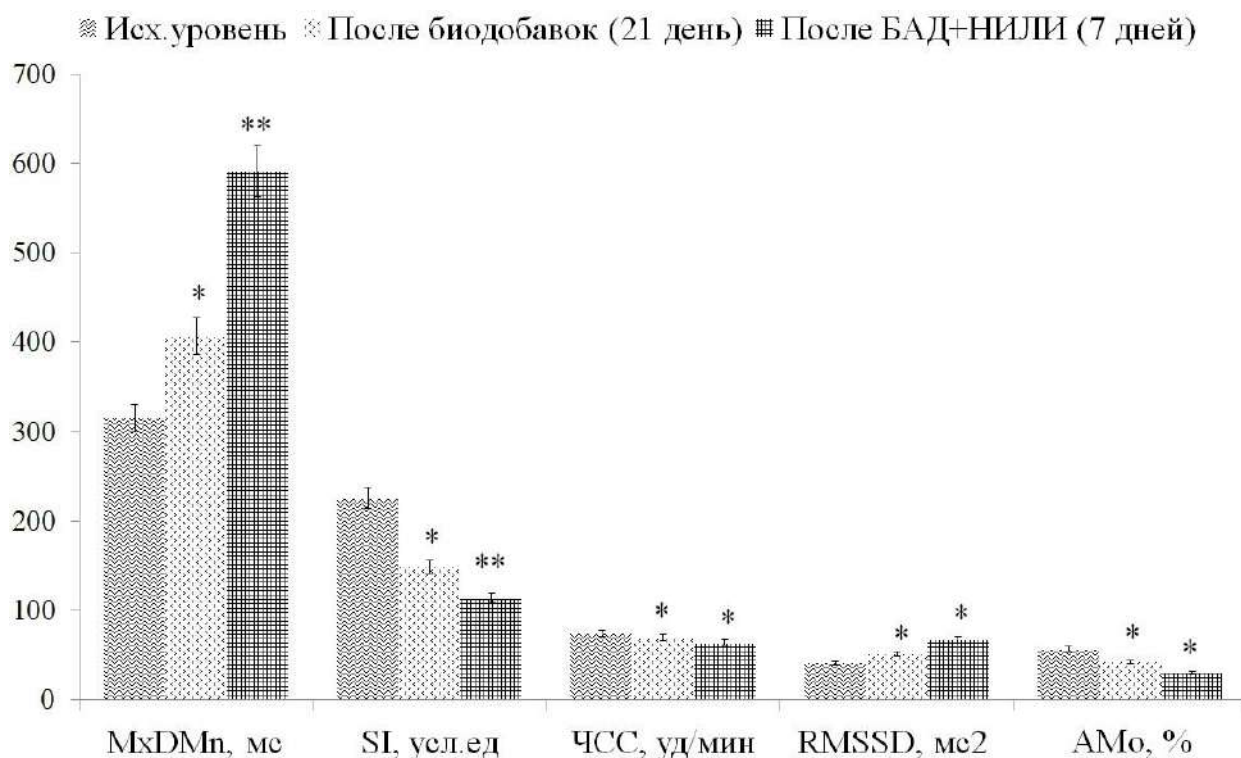


Рис. 4. Изменения временных показателей ВСР спринтеров ЭГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

В частности, было обнаружено (рис. 4) повышение активности парасимпатического отдела ВНС, что отразилось в росте на 87,9% ($p < 0,01$) – MxDMn, и снижение активности на 47,1% ($p < 0,05$) – AMo; на 18,8% ($p < 0,05$) – ЧСС; на 49,6% ($p < 0,05$) – SI. Среди спектральных характеристик ВСР (рис. 5) отмечено повышение общей мощности TP на 56,7% ($p < 0,01$), вклада высокочастотных колебаний HF на 83,1% ($p < 0,01$), корково-гуморальной регуляции VLF на 131,4% ($p < 0,05$); снижение активности сосудистого центра

LF на 52,5% ($p < 0,05$) и уменьшение индекса вагосимпатического равновесия LF/HF на 45,1% ($p < 0,05$).

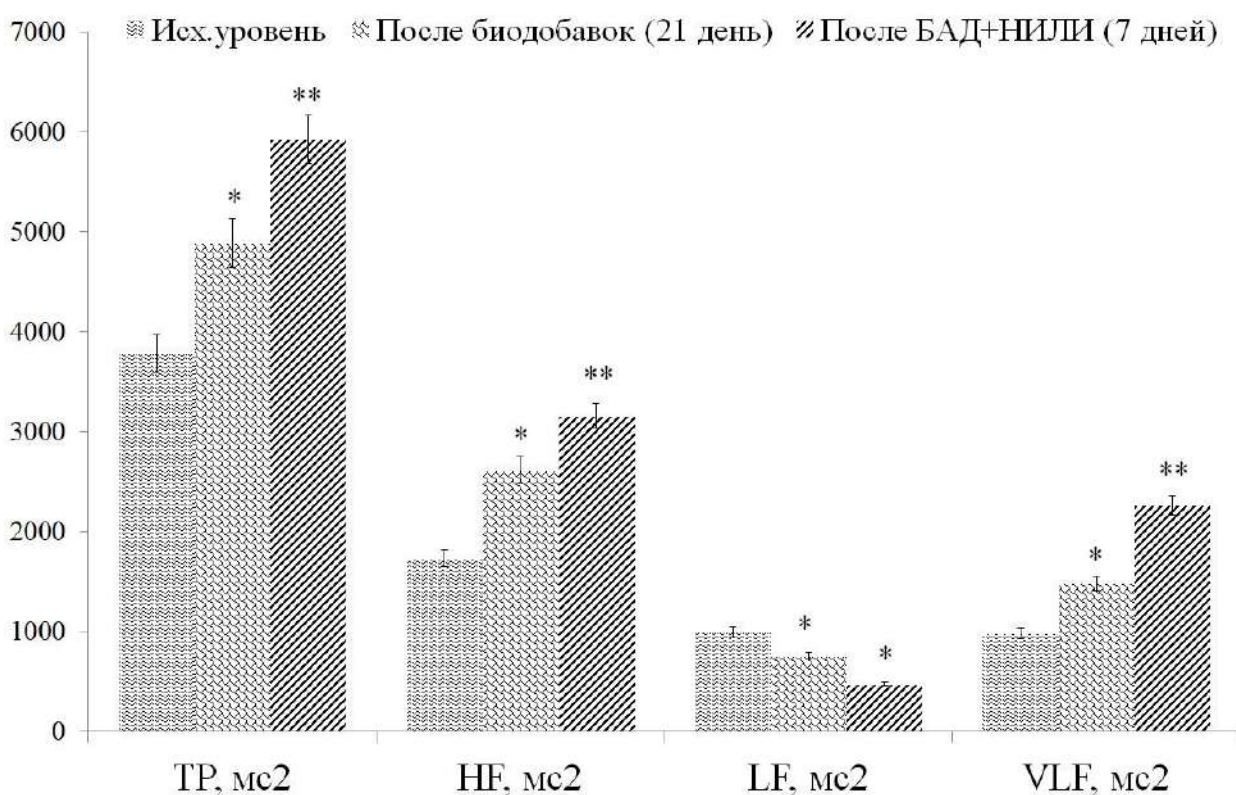


Рис. 5. Изменения спектральных показателей ВСР спринтеров ЭГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

В дальнейшем было изучено функциональное состояние системы микроциркуляции крови на фоне воздействия систематических физических нагрузок, характерных для специально-подготовительного этапа спортивной подготовки.

Установлено (рис. 6), что у спринтеров КГ после окончания тренировочного цикла снизилась на 20,9% ($p < 0,05$) интенсивность микроциркуляции (ПМ) и уровень флакса (СКО) – на 26,7% ($p < 0,05$) с включением компенсаторного механизма выброса эритроцитов из депо ($V_{г}$) на 18,8% ($p < 0,05$) и ростом удельного кислородного потребления (U) на 81,6% ($p < 0,01$).

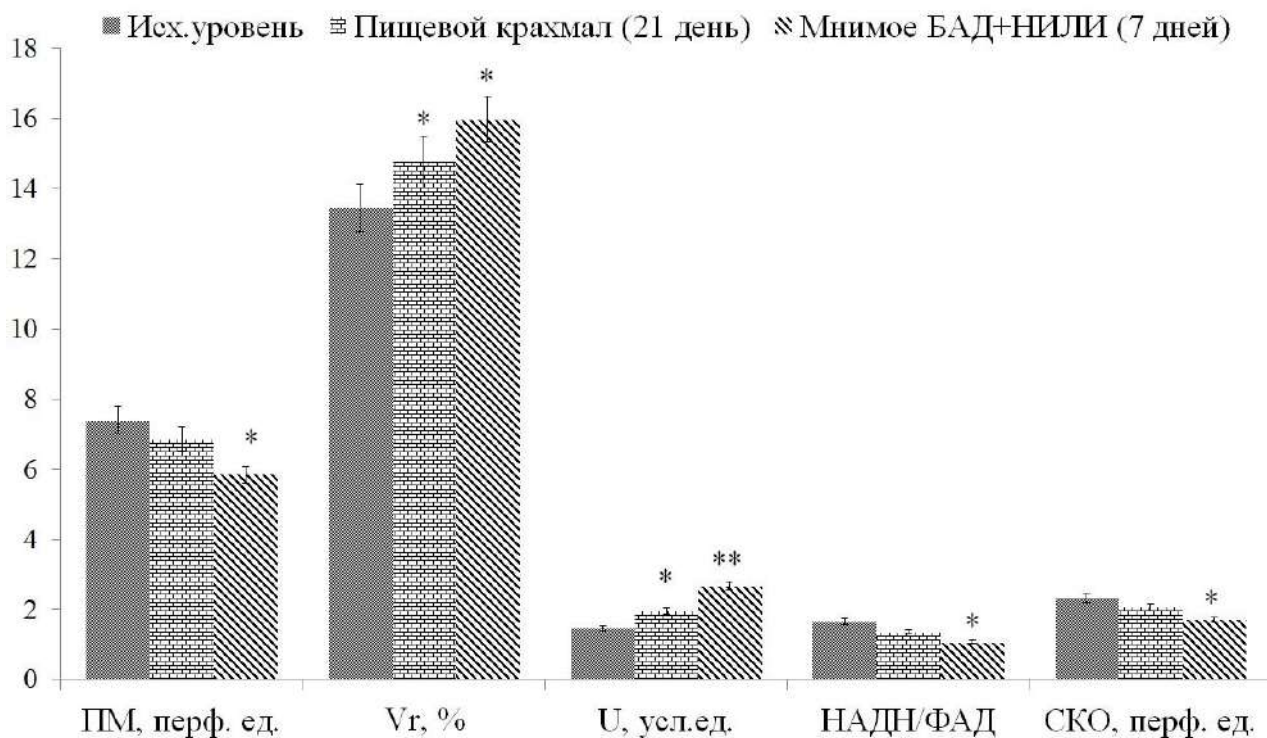


Рис. 6. Изменения временных и метаболических показателей системы микроциркуляции крови спринтеров КГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

Амплитуда эндотелийзависимых колебаний снизилась на 23,6%, нейрогенных – на 28,1% и миогенных – на 26,5%, во всех случаях $p < 0,05$, что было обусловлено дефицитом регионарного кровотока (рис. 7), который возник в результате усиления вазоконстрикции приносящих микрососудов, о чем свидетельствовало повышение тонуса эндотелиоцитов капилляров (Аэ), гладкомышечных клеток среднего слоя артериол (Ан) и миоцитов прекапиллярных артериол (Ам).

Вазоконстрикция ограничивала проникновение пульсовых волн в микроциркуляторное русло с понижением A_c на 23,2% и дыхательных флуктуаций A_d на 25,4%, во всех случаях $p < 0,05$. В митохондриях усиливались процессы окислительного фосфорилирования с уменьшением на 35,7% ($p < 0,05$) соотношения НАДН/ФАД.

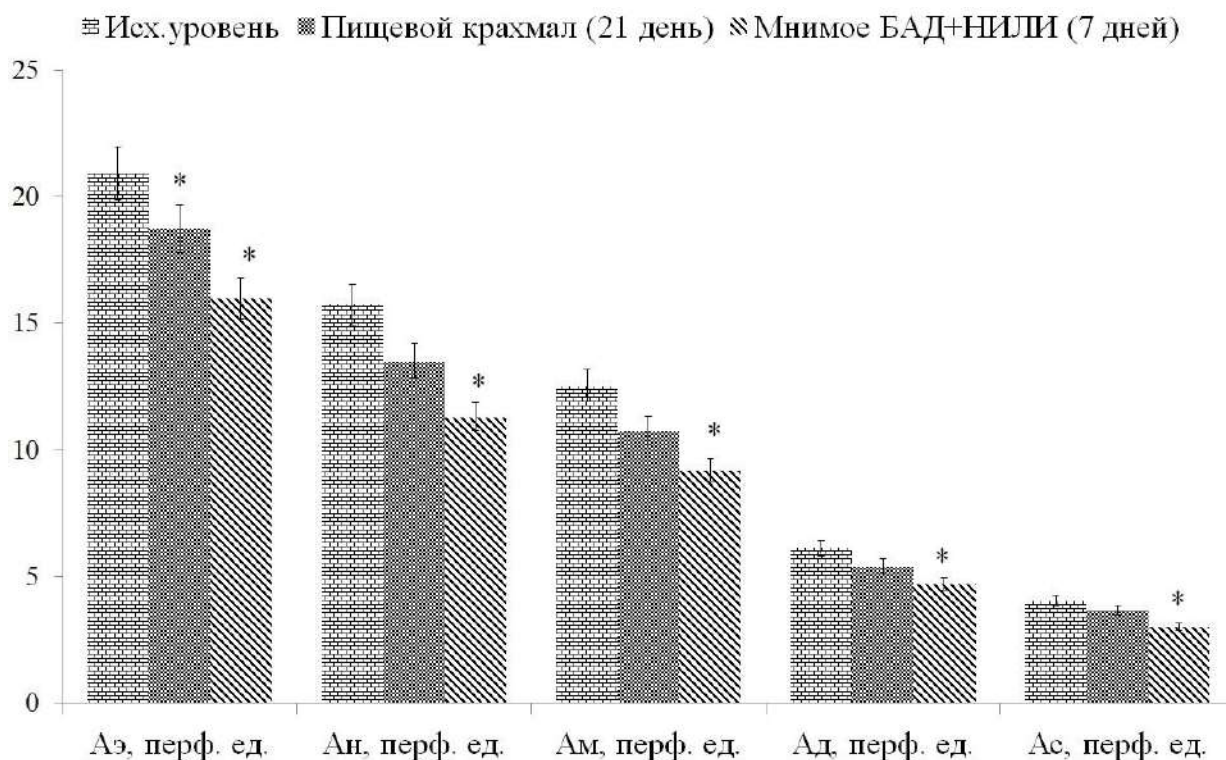


Рис. 7. Изменения спектральных показателей системы микроциркуляции крови спринтеров КГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

Напротив, в экспериментальной группе отмечалась противоположная динамика изученных маркеров МЦ после комплексного применения изученных внутренировочных средств. Анализ данных выявил (рис. 8) значимое повышение перфузии крови на 94,9%, концентрации эритроцитов – на 75,8%, флакса – на 77,6%, во всех случаях $p < 0,05$. Улучшились реакции окислительного фосфорилирования, о чем свидетельствовало увеличение на 80,1% ($p < 0,05$) величины соотношения восстановленной формы кофермента НАДН и окисленной ФАД, а также снижение удельного потребления кислорода на 48,1% ($p < 0,05$).

По данным исследования (рис. 9), в условиях воздействия физической нагрузки и комплексного применения БАД+НИПИ усиливалась вазодилататорная реакция с повышением амплитуды эндотелийзависимых колебаний на 83,1%, миогенных – на 90,8%, а также нейрогенных колебаний на 87,4%, во всех случаях $p < 0,01$.

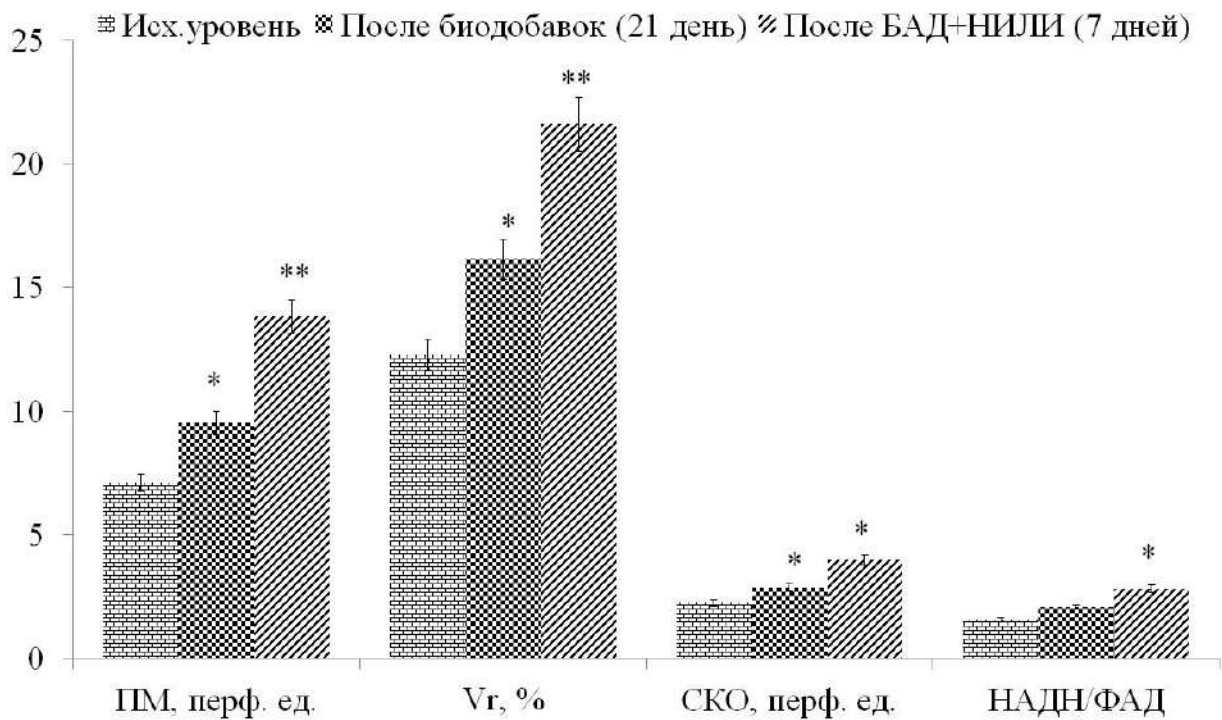


Рис. 8. Изменения временных и метаболических показателей системы микроциркуляции крови спринтеров ЭГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

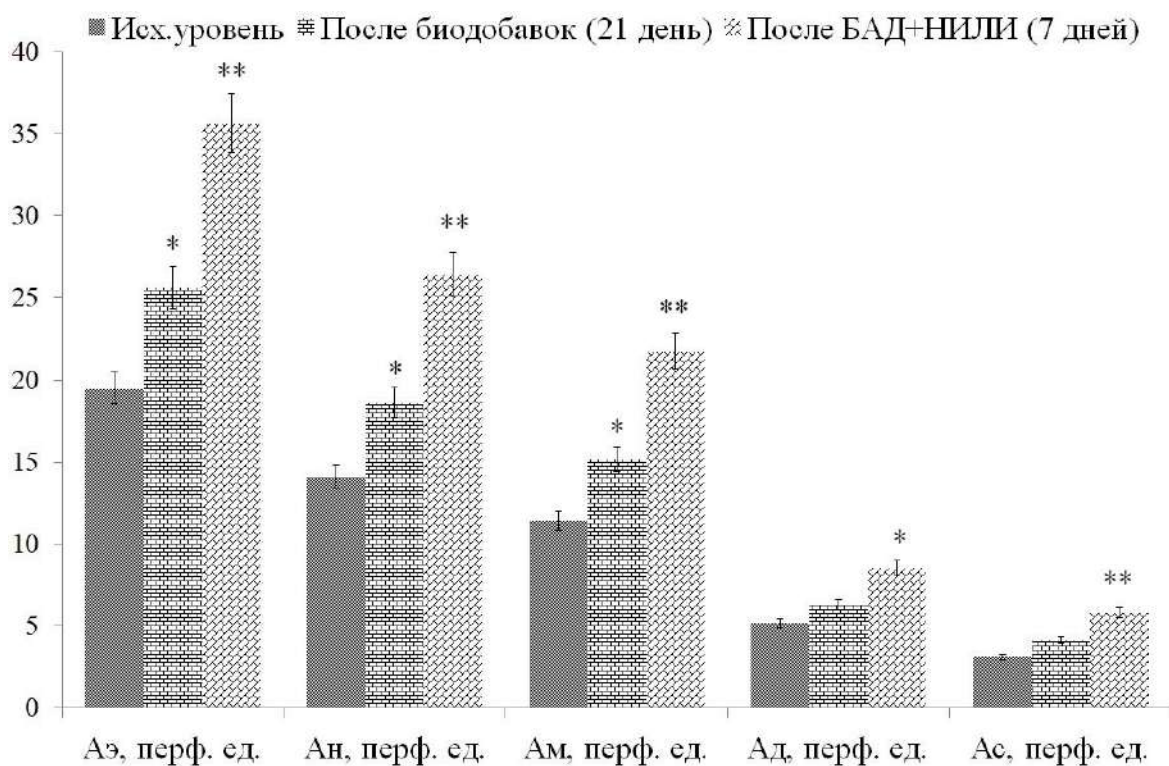


Рис. 9. Изменения спектральных показателей системы микроциркуляции крови спринтеров ЭГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

Достоверно значимо вырос вклад дыхательных флуктуаций, обеспечивающих отток крови из венулярного звена микроциркуляторного русла, с повышением их амплитуды на 66,4% ($p < 0,05$). Улучшение проходимости артериолярного звена обеспечивал рост величины пульсовых колебаний на 86,2% ($p < 0,05$).

Тренировочные физические нагрузки изменяли уровень постоянного потенциала нейронов коры больших полушарий ГМ.

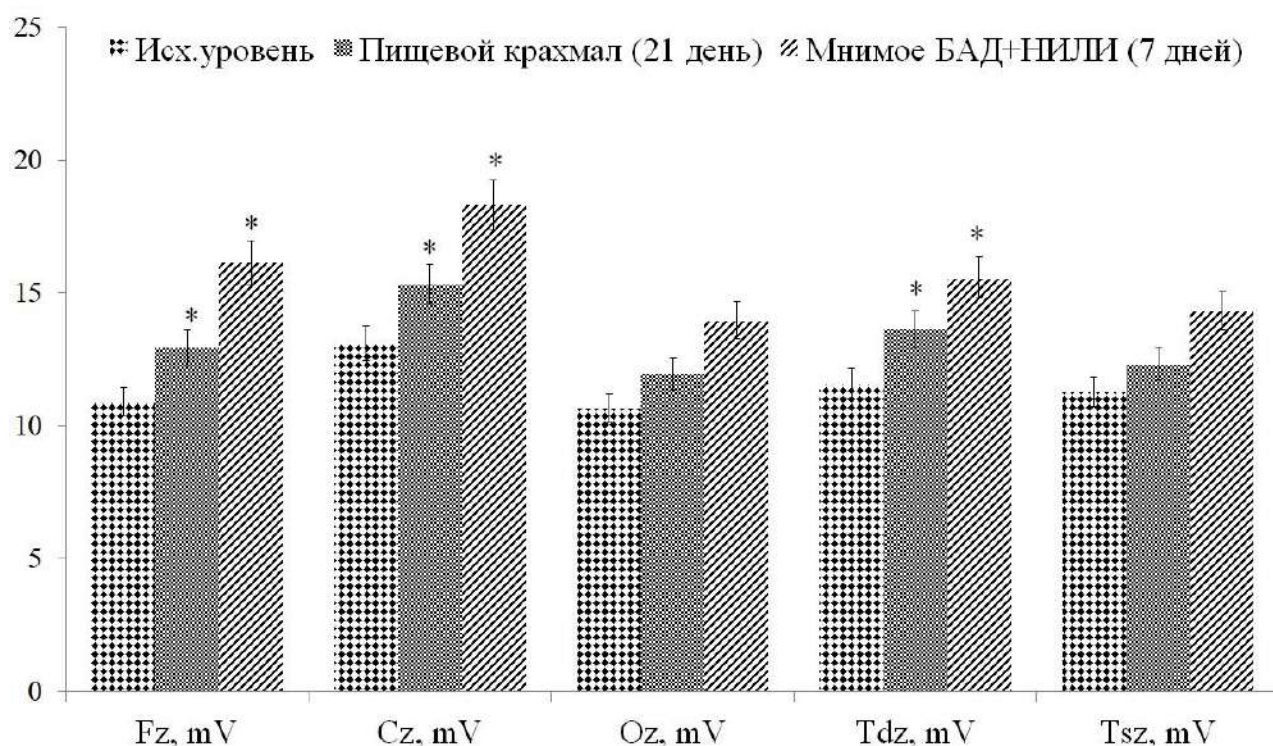


Рис. 10. Изменения уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров КГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

У спринтеров контрольной группы (рис. 10) после 28-дневного тренировочного процесса уровень УПП максимально вырос на 48,1% ($p < 0,05$) в лобной, на 39,6% ($p < 0,05$) – в центральной и на 34,5% ($p < 0,05$) – в правой височной областях.

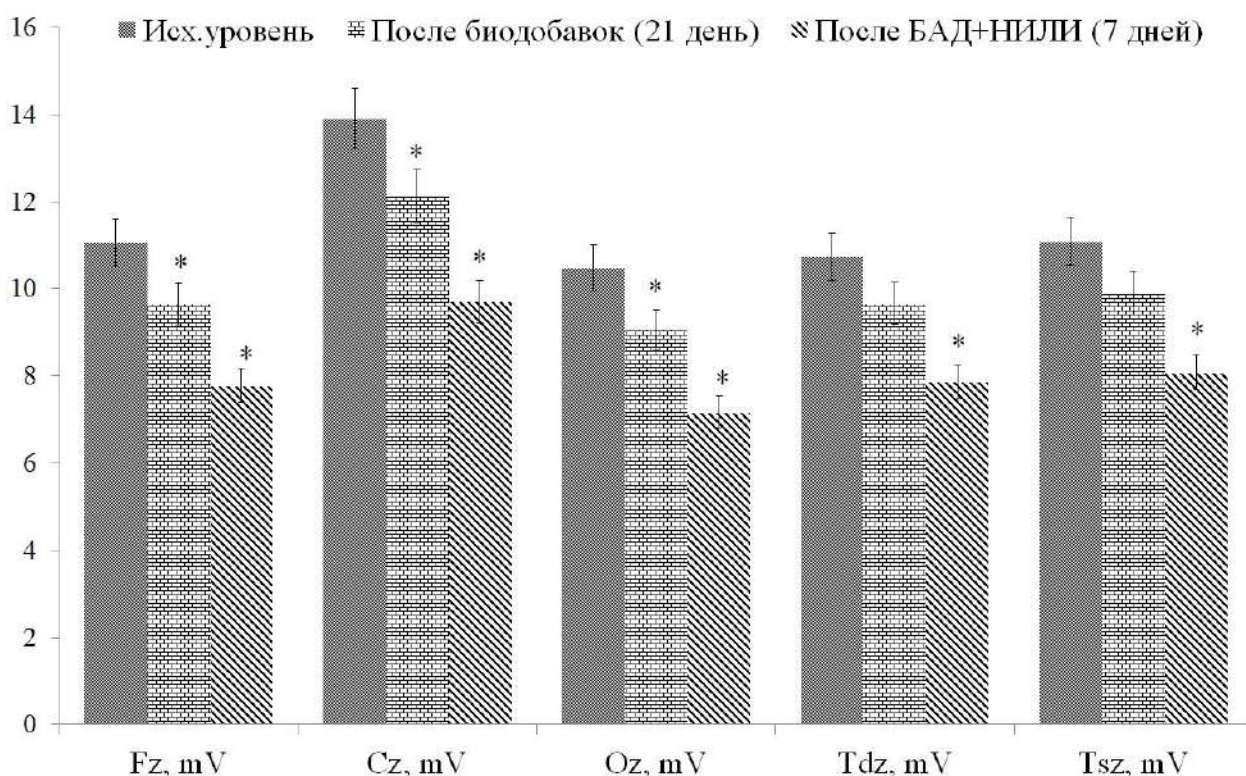


Рис. 11. Изменения уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

По-иному протекали энергетические процессы у атлетов экспериментальной группы. Как следует из рисунка 11, происходило значимое снижение закисления церебральной жидкости, что обеспечивало усиление процессов окислительного метаболизма во фронтальной – на 29,5%, центральной – на 30,1%, затылочной – на 31,5%, правой и левой височной областях – на 26,7-27,1%, во всех случаях $p < 0,01$.

В задачи исследования входила оценка анаэробной работоспособности спринтеров. Установлено (рис. 12), что у спринтеров КГ по завершению тренировочного процесса выявлено достоверное повышение лишь в максимальной частоте движений и мощности работы в первой пробе 6-секундного теста на 4,1-5,3% ($p < 0,05$), абсолютной работоспособности и её градиенте во время выполнения первого движения – на 3,3-6,4% ($p < 0,05$) при втором тестировании.

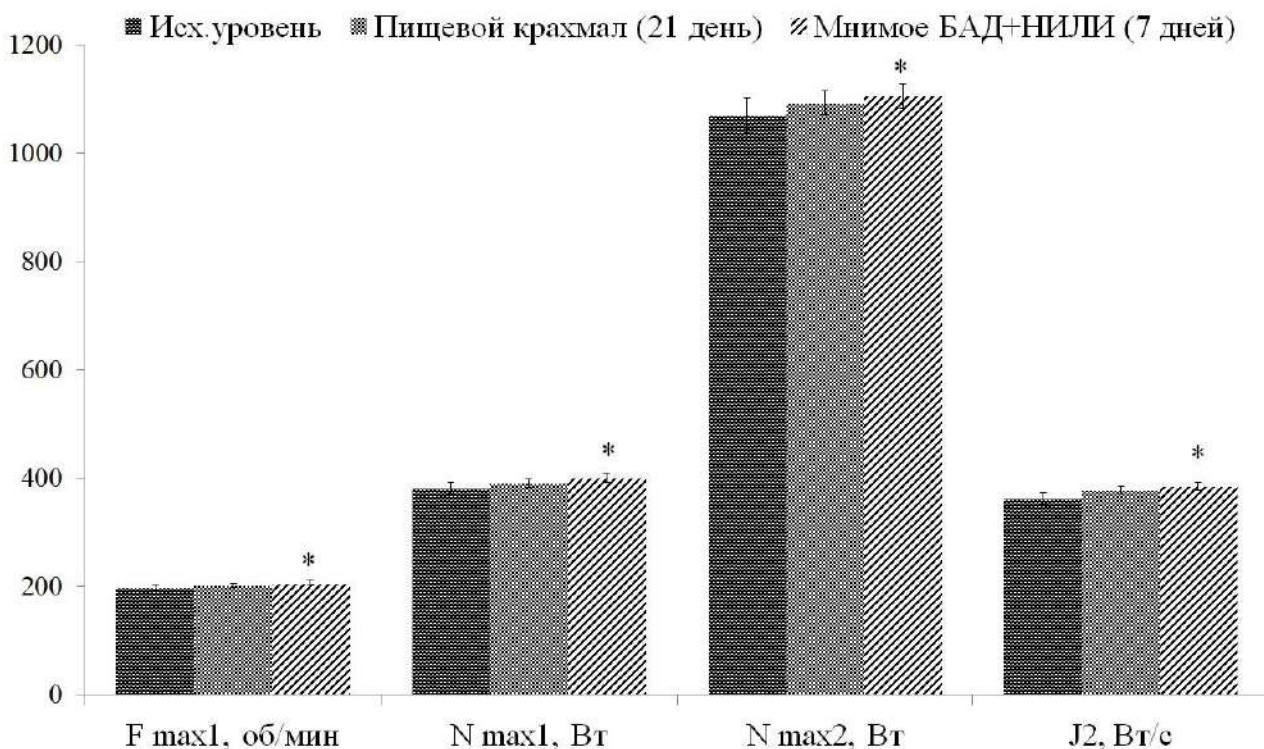


Рис. 12. Изменения анаэробной работоспособности спринтеров КГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

В то же время в 15- и 45-секундных временных отрезках значимых изменений во всех изученных маркерах МАМ и гликолитической выносливости обнаружено не было, $p > 0,05$.

В уровне анаэробных возможностей организма спринтеров ЭГ достоверные различия обнаружались во всех велоэргометрических тестах (рис. 13).

Так, максимальная частота движений в первой 6-секундной пробе выросла на 5,2%, градиент мощности во второй пробе – на 10,4%, диапазон максимальной алактатной работоспособности в 15-секундном тесте увеличился на 7,8%, границы анаэробной выносливости в 45-секундном тесте в объеме проделанной работы расширились на 4,4%, во всех случаях $p < 0,05$.

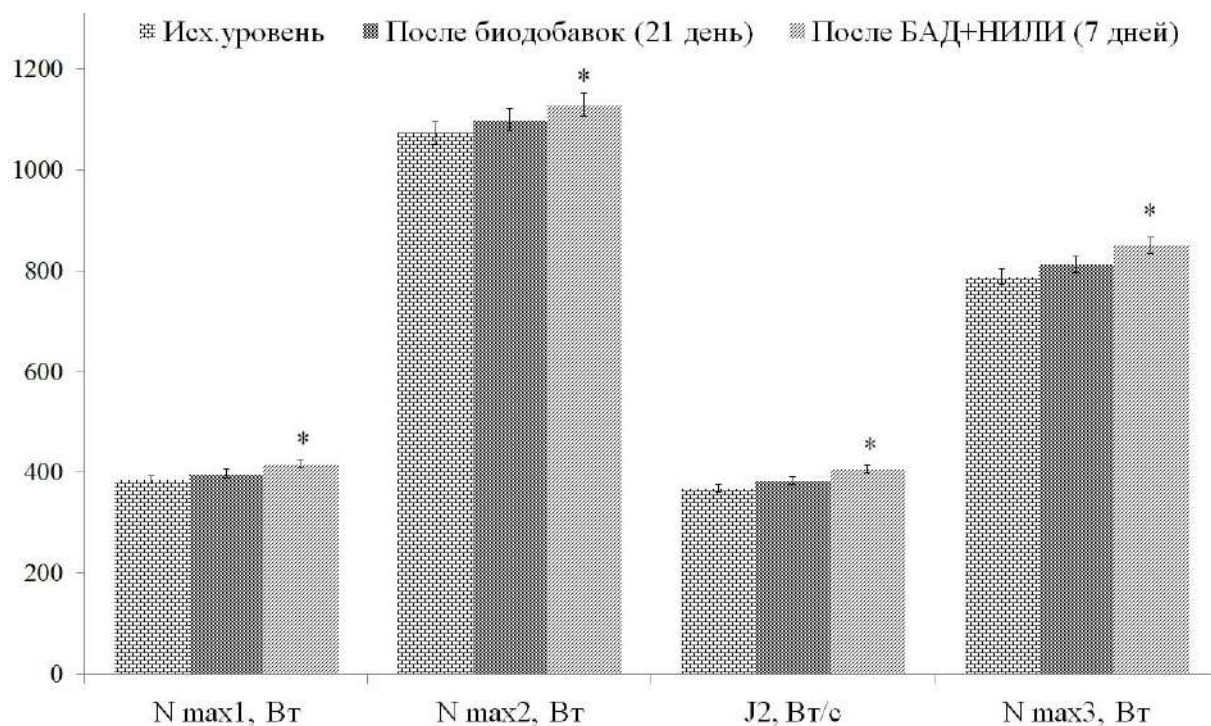


Рис. 13. Изменения анаэробной работоспособности спринтеров ЭГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

Наряду с анаэробной работоспособностью изучали влияние тренировочной нагрузки на аэробную работоспособность спортсменов. Как показано на рисунке 14, у спринтеров КГ по завершению тренировочного процесса выявлено повышение мощности последней ступени нагрузки на 3,7% прежде всего за счет предельной работы системы внешнего дыхания и ССС, связанной с увеличением легочной вентиляции на 6,5%, максимальной ЧСС – на 7,1%, порога её анаэробного обмена – на 3,8%, во всех случаях $p < 0,05$.

Спринтеры ЭГ (рис. 15) реагировали на тренировочные нагрузки сбалансированным увеличением мощностных характеристик работоспособности, связанных с увеличением W на 9,6% при существенном повышении эффективности в деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, связанной с ростом КИО₂ на 15,1%, О₂-пульса – на 16,6%, СОК – на 13,3% и снижением ВЭК на 12,6% и ЧСС max – на 4,8%, во всех случаях $p < 0,05$.

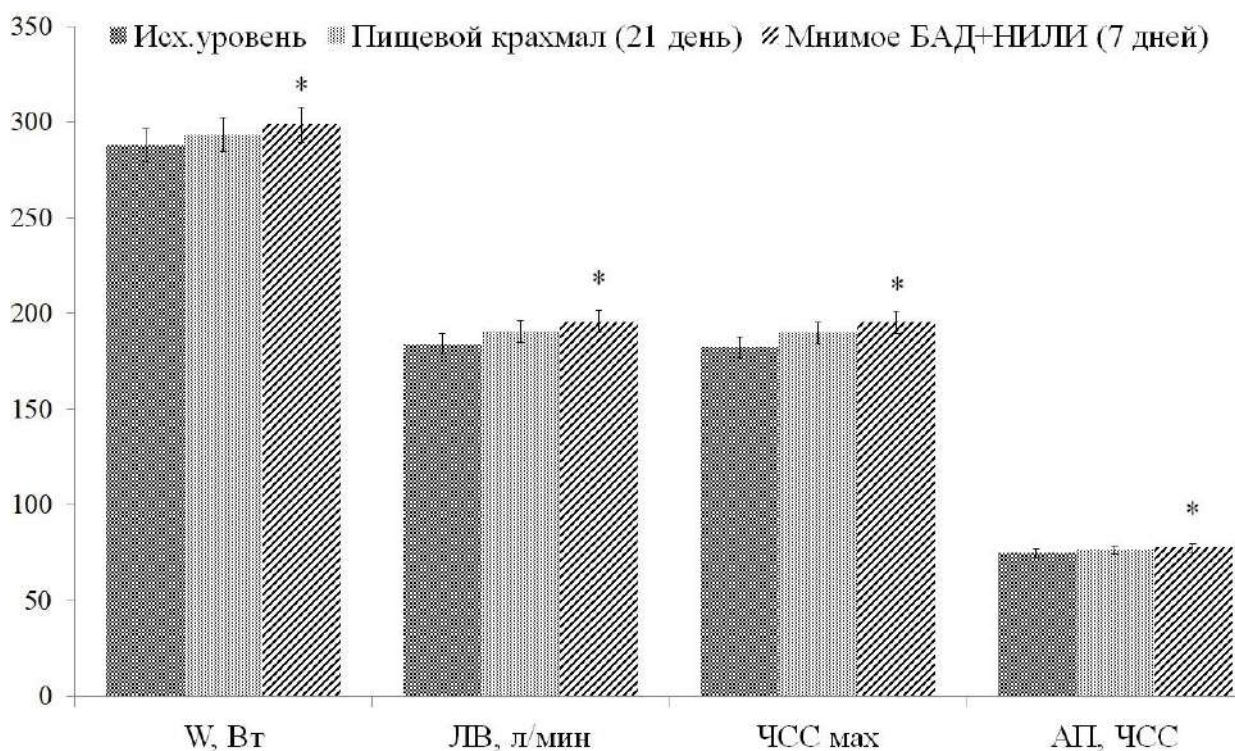


Рис. 14. Изменения аэробной работоспособности спринтеров КГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

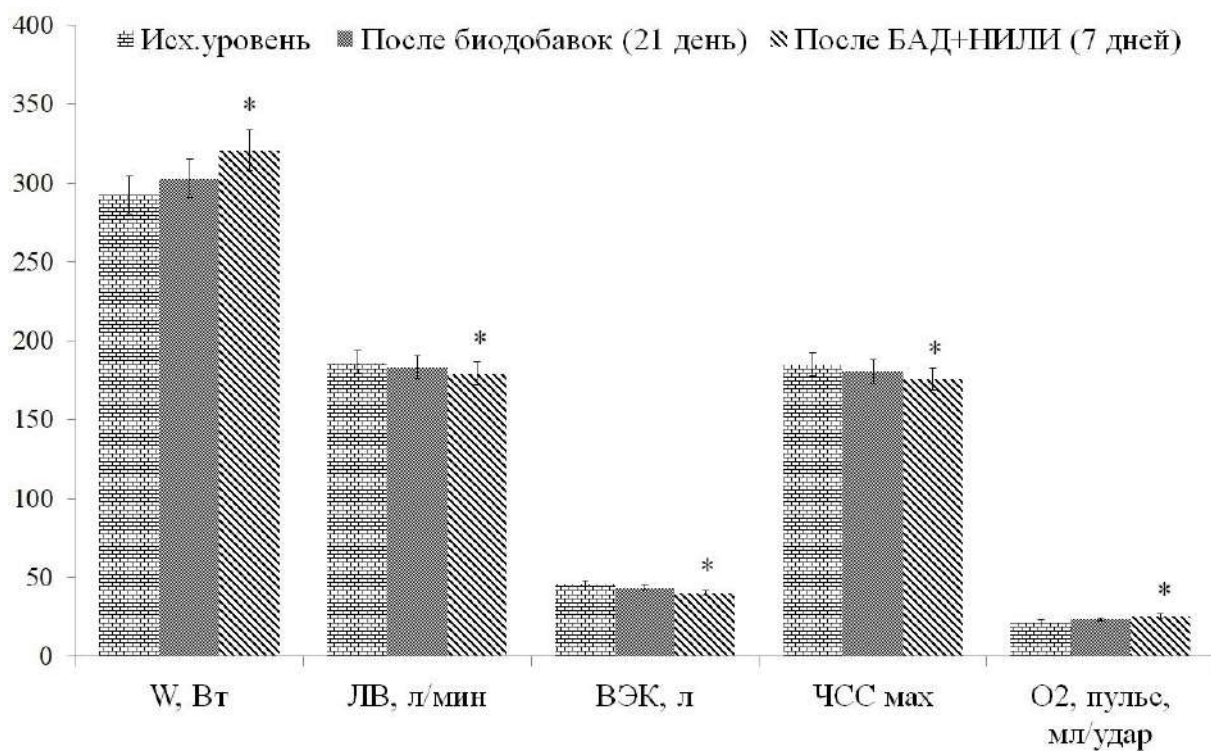


Рис. 15. Изменения аэробной работоспособности спринтеров ЭГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

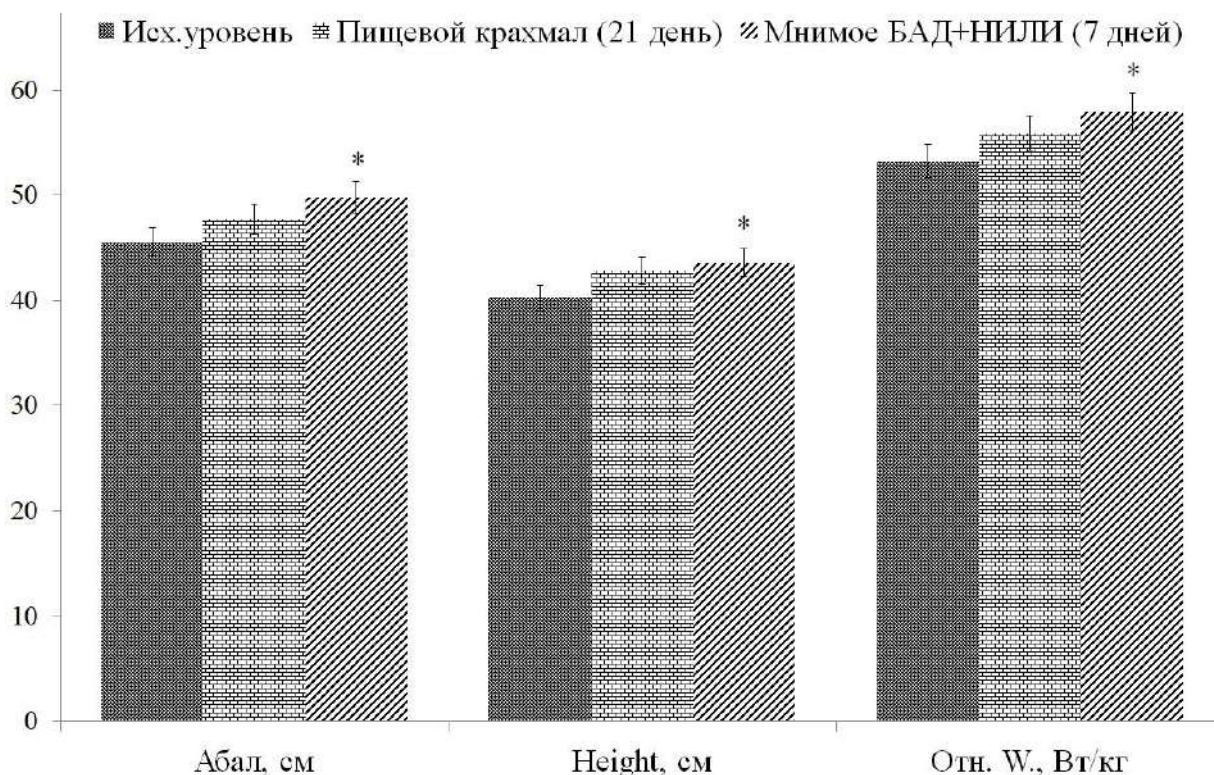


Рис. 16. Изменения специальной физической подготовленности спринтеров КГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

Дополнительно изучалась специальная физическая подготовленность атлетов. У атлетов КГ (рис. 16) по завершению тренировочного процесса выявлено достоверное увеличение прыжка вверх по Абалакову на 9,2%, подъем ОЦМТ в тесте «семь подскоков» – на 8,1% и относительных величин реализуемой относительной мощности – на 8,7%, во всех случаях $p < 0,05$. В то же время в спортивном результате на 100 метров существенных изменений в конце эксперимента не было, $p > 0,05$.

У спортсменов ЭГ приросты специальной физической подготовленности (рис. 17) обнаружены в увеличении прыгучести на 14,9%, в тесте из семи подскоков (T_{contact}) – уменьшилось на 16,2%, относительная мощность повысилась на 16,4%, время полета выросло (T_{flight}) на 12,3%, прирост на дистанции 100 м составил 7,2%, во всех случаях $p < 0,05$.

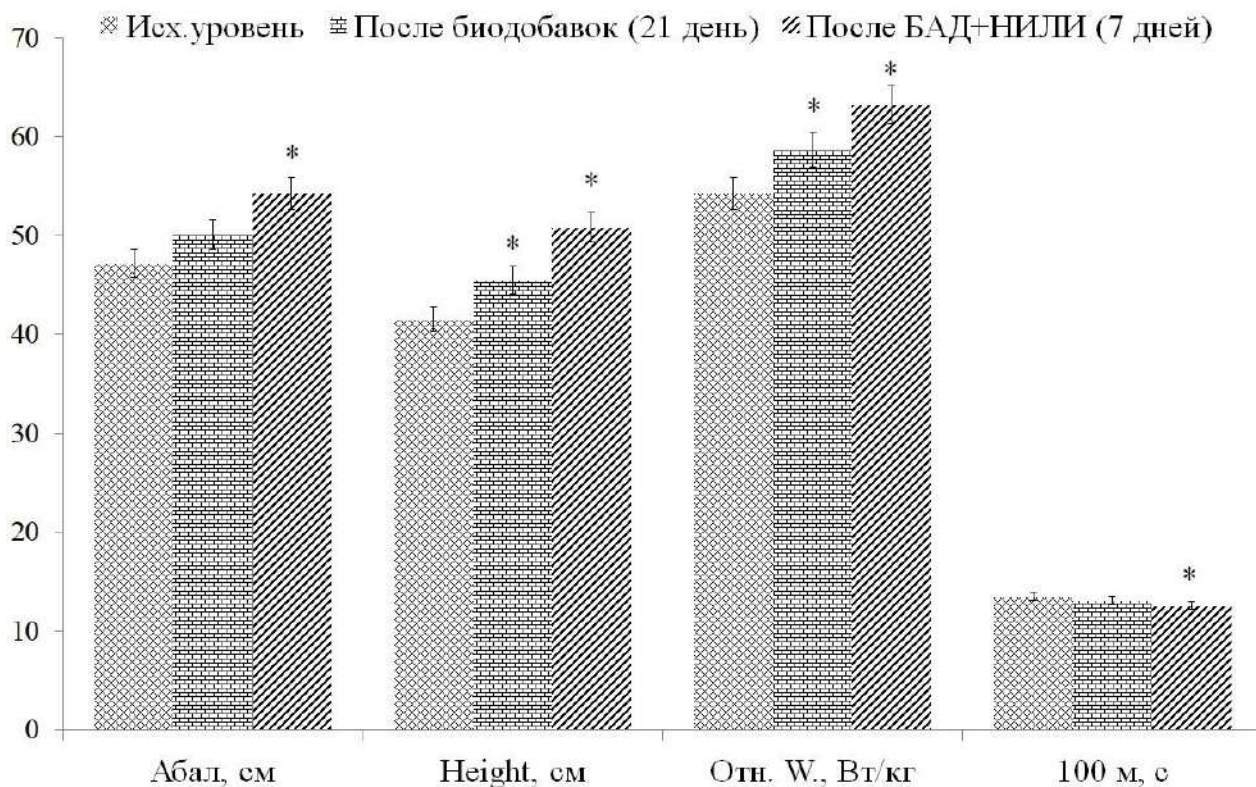


Рис. 17. Изменения специальной физической подготовленности спринтеров ЭГ в динамике тренировочного цикла ($M \pm \delta$)

Заключение. Таким образом, в сравнительном исследовании установлено, что динамика регистрируемых параметров функционального состояния, общей и специальной работоспособности у легкоатлетов КГ и ЭГ в тренировочном цикле с одинаковым уровнем (интенсивностью, кратностью) физических тренировок существенно различалась.

В КГ в конце тренировочного цикла отмечался достоверный прирост значений SI, LF, Амо, ЧСС, LF/HF и т.д., при значимом снижении уровня TR, HF, MxDMn, что отражало физиологически закономерную реакцию на нагрузку, обусловленную усилением центрального механизма регуляции CP на фоне снижения автономного его звена. Параллельно отмечены существенные сдвиги в системе микроциркуляции, связанные с уменьшением ПМ, СКО, НАДН/ФАД и повышением U, Vr, что вызывало дефицит кровотока за счет вазоконстрикторного эффекта в капиллярах, прекапиллярных артериолах, артериолах и венах. Ограничение доставки

кислорода в кору больших полушарий также усиливал гликолиз в нейронах с достоверным повышением показателя УПП в Fz, Cz, Tdz. Тотальное повышение возбудимости симпатического отдела ВНС улучшало анаэробную и специальную физическую подготовленность.

В то же время в ЭГ в конце тренировочного цикла отмечалось повышение сдвигов MxDMn, TP, HF, VLF, при уменьшении SI, LF, LF/HF, Амо, ЧСС, что свидетельствует об отсутствии роста напряженности со стороны центрального механизма регуляции СР и сосудодвигательного центра. В системе микроциркуляции параллельно повысились временные и метаболические значения ПМ, СКО, НАДН/ФАД, при снижении U, с увеличением также спектральных маркеров Аэ, Ан, Ам, Ад, Ас, что отражало рост перфузии крови, амплитуды эндотелийзависимого, миогенного и нейрогенного механизмов в модуляции кровотока, притока крови в артериолярное звено с улучшением оттока по венам, тем самым уменьшалось потребление кислорода тканями в состоянии покоя. На уровне мозговой активности отмечалось выраженное снижение УПП во всех исследованных областях (Fz, Cz, Oz, Tdz, Tsz), что способствовало замещению доминирования процесса анаэробного гликолиза на окислительное фосфорилирование синтеза АТФ. Вышеперечисленные изменения способствовали росту спортивной результативности не только в лабораторном, но и в полевом тестировании.

Однако следует отметить, что повышение специальной работоспособности при использовании эргогенных и физико-терапевтических средств происходило у всех атлетов ЭГ по-разному, имело свои специфические особенности: у одних спортсменов прирост результата в показателях был наибольшим, у других – наименьшим или сопоставим с данными контрольной группы. Внутригрупповые различия были отмечены также и в вегетативных реакциях, в системе микроциркуляции крови и

энергетическом обмене головного мозга, что свидетельствовало об их большой вариабельности. Данное обстоятельство в дальнейшем способствовало выделению дифференцированного подхода к оценке функционирования организма на основе индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма в совокупности с предложенными внутренировочными средствами.

3.2. Физиологическое обоснование дифференцированного подхода к оценке функционирования организма на основе индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции спринтеров

Принимая во внимание, что социально значимой проблемой нашей работы является улучшение в короткие сроки спортивного результата с применением внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности, разработан дифференцированный подход, включающий анализ динамики показателей нейровегетативной регуляции, кардиососудистого и микроциркуляторного статуса в покое, а также кардиореспираторного и локомоторного обеспечения физической работоспособности спортсменов с учётом исходных типов вегетативной регуляции (рис. 18). В дальнейший анализ включены только атлеты ЭГ.

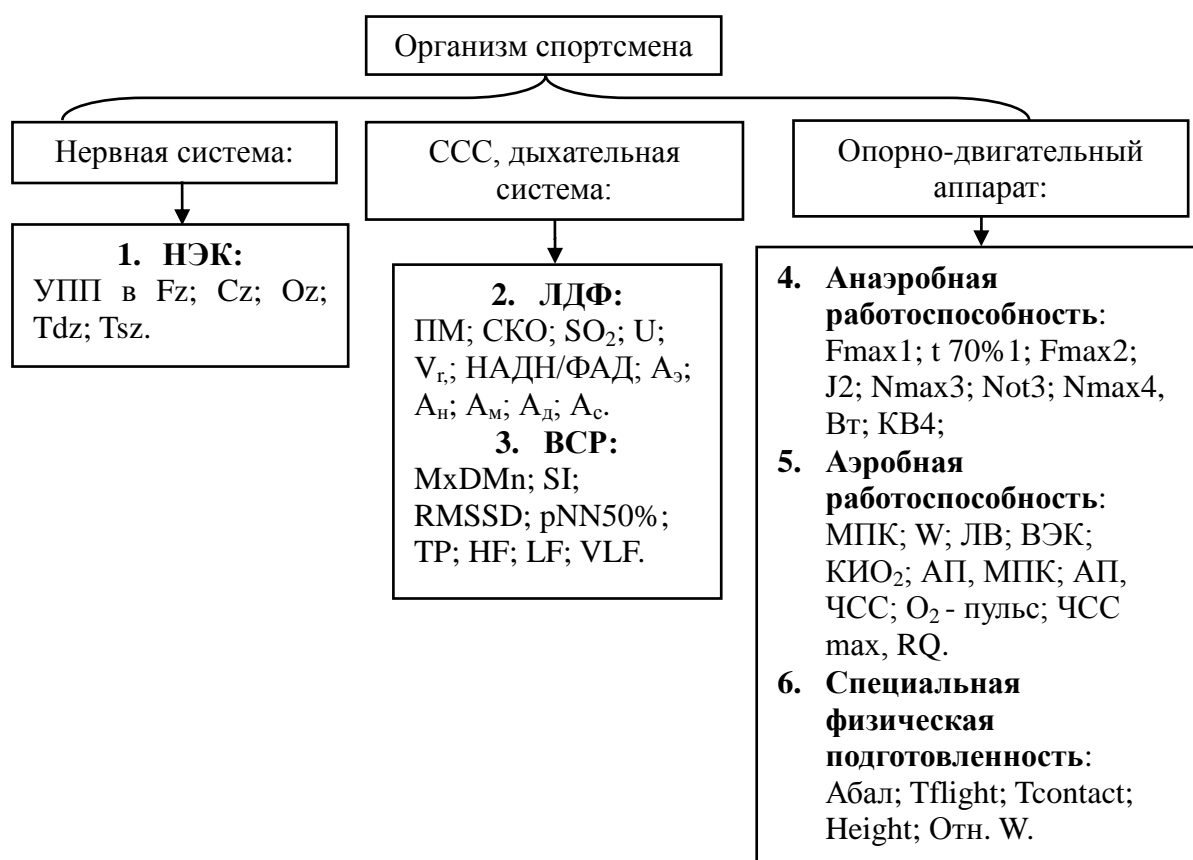


Рис. 18. Ведущие информативные маркеры оценки ФС спортсменов

В спорте высших достижений большое значение уделяется индивидуальной подготовке с учётом генетических, анатомо-морфологических, биохимических характеристик. В последнее время персонафицированный подход наиболее глубоко рассматривается с позиций типологических характеристик ВСР. На основе комплексного анализа автокорреляционных, статистических и спектральных его параметров среди легкоатлетов-спринтеров выделены 4 группы, которые различались по величине вклада центрального и автономного звеньев в регуляторные процессы, а также разным уровнем модуляции со стороны высших корково-подкорковых и гуморально-гормональных центров обеспечения. Количественное соотношение по типам оказалось следующим: I – 18 спортсменов (23,68% – умеренное преобладание симпатических влияний), II – 20 (26,31% – выраженное преобладание симпатических влияний на ритм сердца), III – 22 (28,94% – умеренное преобладание ваготонии), IV – 16 (21,07%, от общей выборки – выраженное преобладание ваготонии).

У спринтеров (табл. 2) с выраженным доминированием симпатического влияния на регуляцию СР (II тип, 26,31% от общей выборки) максимально высокие значения имели характеристики его центрального контура: AMo – $100,81 \pm 4,22\%$, LF – $1153,63 \pm 61,91 \text{ мс}^2$, LF/HF – $4,43 \pm 0,37$ усл. ед., а также минимальный уровень и VLF-колебаний ($154,76 \pm 10,55 \text{ мс}^2$), что по мнению ряда специалистов (Н.Б. Хаспекова, 2013; А.Н. Флейшман, 2014; Е.А. Гаврилова, 2015; Н.И. Шлык, 2015), свидетельствовало о снижении энергетических возможностей организма. На этом фоне уменьшились значения активности автономного звена его управления. Так, величина $MxDMn$ не превышала $171,62 \pm 22,32 \text{ мс}$, $RMSSD$ – $18,82 \pm 1,29 \text{ мс}^2$, $pNN50$ – $1,91 \pm 0,23\%$ и HF – $362,19 \pm 35,60 \text{ мс}^2$. Регистрировалась минимальная мощность TP – $1720,58 \pm 69,94 \text{ мс}^2$. По совокупности вклада симпатического и парасимпатического отделов ВНС амплитуда интегрального показателя SI

достигала максимального значения – $590,81 \pm 17,37$ усл. ед., что было в 5 раз больше нормативного показателя для взрослых мужчин. В условиях высокого напряжения центрального контура управления СР довольно быстро истощаются энергетические запасы, снижается уровень адаптационного потенциала. Без учёта указанных особенностей в тренировочном процессе появляется вероятность хронического переутомления с элементами патологических нарушений, на что указывает и максимально высокое значение ЧСС ($86,25 \pm 2,55$ уд/мин), как маркера гомеостатической устойчивости организма. На основе полученных результатов тренеру и спортсмену со II типом ВСР необходимо строго дозировать физическую нагрузку с последующим удлиненным периодом восстановления.

Таблица 2

Показатели variability сердечного ритма спринтеров ЭГ в состоянии относительного физиологического покоя ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
ЧСС, уд/мин	80,67 $\pm 1,95$	86,25 $\pm 2,55$	66,21 $\pm 1,29$	63,15 $\pm 1,15$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
MxDMn, мс	238,07 $\pm 29,11$	171,62 $\pm 22,32$	346,77 $\pm 26,72$	502,75 $\pm 32,32$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
RMSSD, мс ²	29,56 $\pm 1,33$	18,82 $\pm 1,29$	51,26 $\pm 2,85$	64,51 $\pm 2,98$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
pNN50%	8,28 $\pm 1,24$	1,91 $\pm 0,23$	24,61 $\pm 2,41$	34,75 $\pm 2,18$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
AMo, %	58,76 $\pm 3,41$	100,81 $\pm 4,22$	46,11 $\pm 3,59$	20,86 $\pm 1,89$	*1-2; *1-3; *1-4; *2-3; *2-4; *3-4.
SI, усл. ед.	212,22 $\pm 15,48$	590,81 $\pm 17,37$	71,25 $\pm 5,81$	28,46 $\pm 2,67$	*1-2; *1-3; *1-4; *2-3; *2-4; *3-4.
TP, мс ²	2250,21 $\pm 80,55$	1720,58 $\pm 69,94$	4495,62 $\pm 81,26$	6656,84 $\pm 87,4$	1-3; *1-4; *2-3; *2-4; *3-4.
HF, мс ²	905,21 $\pm 51,04$	362,19 $\pm 35,60$	2346,4 $\pm 43,06$	3285,12 $\pm 48,49$	*1-2; *1-3; *1-4; *2-3; *2-4; *3-4.
LF, мс ²	1012,1 $\pm 44,02$	1153,63 $\pm 61,91$	944,12 $\pm 65,39$	848,15 $\pm 45,3$	*1-4; *2-3; *2-4.
VLF, мс ²	282,9 $\pm 21,52$	154,76 $\pm 10,55$	1091,04 $\pm 45,62$	2377,86 $\pm 44,05$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4; *3-4.
LF/HF, усл. ед.	4,29 $\pm 0,35$	4,43 $\pm 0,37$	3,75 $\pm 0,26$	3,65 $\pm 0,24$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

Центральный механизм доминировал также у представителей с I типом (23,68% от общей выборки) регуляции СР. Однако уровень его активности заметно снизился, о чем свидетельствовали средние значения изученных характеристик. Так, параметры АМо уменьшились до $58,76 \pm 3,41\%$, а значения LF/HF – до $4,29 \pm 0,35$ усл. ед. Одновременно снизился вклад сосудистого компонента LF до $1012,1 \pm 44,02$ мс^2 . Уменьшение симпатического влияния компенсировалось усилением со стороны парасимпатического отдела ВНС с увеличением: MxDMn до $238,07 \pm 29,11$ мс, RMSSD – $29,56 \pm 1,33$ мс^2 , pNN50 – $8,28 \pm 1,24\%$ и HF – $905,21 \pm 51,04$ мс^2 . Повышалась энергетическая устойчивость функциональной системы с ростом амплитуды VLF до $282,9 \pm 21,52$ мс^2 . На расширение адаптационных возможностей указывало увеличение маркера TP до $2250,21 \pm 80,55$ мс^2 . Таким образом, напряженность в регулирующих системах организма снижалась: уровень SI не превышал $212,22 \pm 15,48$ усл. ед., а ЧСС уменьшилась до $80,67 \pm 1,95$ уд/мин.

Проведенный анализ работ по данной теме исследования показал, что ряд специалистов рассматривали автономный механизм регуляции СР в качестве мобилизационной платформы для оптимальной реализации резервных возможностей атлетов (Т.В. Красноперова, 2019, 2021; Н.И. Шлык, 2020, 2021). «Предпочтение» отдавали III типу с умеренным доминированием его контура, поскольку эти спортсмены отличаются повышенными возможностями системы адаптации, обусловленным преобладанием парасимпатического отдела ВНС, связанным с более экономным расходом энергетических и пластических ресурсов их организма. В свою очередь, при реализации физической нагрузки функциональная прибавка должна быть больше.

Как и следовало ожидать, у спринтеров с III типом ВСР (28,94%, от общей выборки) достоверно, по сравнению с I и II типами, увеличивались

средние значения маркеров парасимпатического отдела ВНС. В частности, величина $MxDMn$ повысилась до $346,77 \pm 26,72$ мс, $RMSSD$ – $51,26 \pm 2,85$ мс, $pNN50\%$ – $24,61 \pm 2,41\%$ и HF – $2346,4 \pm 43,06$ мс². Вклад симпатического её звена стремительно снижался в показателях амплитуды AMo до $46,11 \pm 3,59\%$ и соотношения LF/HF до $3,75 \pm 0,26$ усл. ед. Трофотропная направленность регуляции организма при доминировании парасимпатического влияния отличалась также ростом VLF -колебаний до $1091,04 \pm 45,62$ мс. В конечном итоге, интегральная величина стресс-индекса уменьшилась до $71,25 \pm 5,81$ усл. ед., суммарная мощность повысилась до $4495,62 \pm 81,26$ мс². Улучшение гомеостатической устойчивости организма также проявилось в снижении ЧСС – $66,21 \pm 1,29$ ударов в минуту. Спортсмены с IV типом регуляции (21,07%, от общей выборки) имели выраженное доминирование автономного механизма вегетивного управления СР. Установлено усиление активности автономного его контура в параметрах: $MxDMn$ – $502,75 \pm 32,32$ мс, $RMSSD$ – $64,51 \pm 2,98$ мс², $pNN50$ – $34,75 \pm 2,18\%$ и HF – $3285,12 \pm 48,49$ мс². Отмечалось снижение AMo до $20,86 \pm 1,89\%$ и соотношения LF/HF – $3,65 \pm 0,24$ усл. ед. В результате формировалось гипердаптивное состояние, для которого были характерны максимальная амплитуда VLF – $2377,86 \pm 44,05$ мс², TP – $6656,84 \pm 87,4$ мс² и минимальные величины SI – $28,46 \pm 2,67$ усл. ед. и гомеостатической устойчивости ЧСС – $63,15 \pm 1,15$ уд/мин. В то же время, как известно (Н.И. Шлык, 2017), наличие IV типа ВСР, с одной стороны, свидетельствует о гипердаптивном состоянии атлета и его высокой готовности к работе с максимальными проявлениями функциональных возможностей, а с другой стороны, может отражать срыв адаптационных механизмов и формирование донозологического процесса. Таким образом, проведенный анализ ритмокардиограмм спринтеров ЭГ в состоянии относительного физиологического покоя выявил отличительные характеристики ВСР, обусловленные их типологическими вариациями.

Одним из важнейших исполнительных механизмов, определяющих ФС и уровень работоспособности спортсмена, является система микрогемодиализации (МЦ). Функциональное состояние обменных сосудов крови оценивалось в состоянии относительного физиологического покоя с учётом преобладания выделенных типов ВСР. Главной задачей было определение типологических различий локальной перфузии и динамики местных механизмов микрокровотока.

Таблица 3

Показатели микроциркуляции крови спринтеров ЭГ в состоянии относительного физиологического покоя ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
ПМ, п.е.	6,28 $\pm 0,35$	4,61 $\pm 0,26$	8,28 $\pm 0,43$	9,21 $\pm 0,35$	*1-2; *1-3;*1-4; *2-3; *2-4.
СКО, п.е.	2,06 $\pm 0,14$	1,82 $\pm 0,12$	2,51 $\pm 0,16$	2,58 $\pm 0,20$	*1-2;*1-3;*1-4; *2-3; *2-4.
SO ₂ , %	66,35 $\pm 0,36$	65,72 $\pm 0,31$	72,49 $\pm 0,42$	71,12 $\pm 0,44$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
U, усл. ед.	1,59 $\pm 0,17$	1,94 $\pm 0,11$	1,44 $\pm 0,12$	1,37 $\pm 0,14$	*1-2;*2-3; *2-4.
V _r , %	11,95 $\pm 1,11$	10,62 $\pm 0,41$	12,02 $\pm 0,73$	14,55 $\pm 0,44$	*2-3; *2-4.
НАДН/ФАД, усл. ед.	1,22 $\pm 0,14$	0,95 $\pm 0,08$	1,92 $\pm 0,11$	2,16 $\pm 0,11$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
A _э , п.е.	20,30 $\pm 0,93$	14,31 $\pm 0,75$	21,25 $\pm 1,25$	22,08 $\pm 0,93$	*1-2; *2-3; *2-4.
A _н , п.е.	13,26 $\pm 0,49$	9,23 $\pm 0,63$	16,11 $\pm 0,45$	17,83 $\pm 0,55$	*1-2; *1-3;*1-4; *2-3; *2-4.
A _м , п.е.	9,21 $\pm 0,38$	6,26 $\pm 0,15$	14,81 $\pm 0,49$	15,30 $\pm 0,36$	*1-2;*1-3;*1-4; *2-3; *2-4.
A _д , п.е.	3,70 $\pm 0,26$	2,95 $\pm 0,27$	7,04 $\pm 0,55$	6,93 $\pm 0,33$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
A _с , п.е.	1,76 $\pm 0,14$	1,59 $\pm 0,15$	4,25 $\pm 0,21$	4,88 $\pm 0,29$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

При сравнительной оценке полученных данных (табл. 3) установлено, что у спринтеров ЭГ со II типом регуляции СР отмечена минимальная величина ПМ ($4,61 \pm 0,26$ п.е.), уровень колеблемости эритроцитов не

превышал $1,82 \pm 0,12$ п.е. Низкий кровоток отчасти был обусловлен минимальной плотностью эритроцитов ($10,62 \pm 0,41\%$) в зондируемом объеме крови.

Анализ местных механизмов регуляции сосудов обменного звена показал, что для бегунов на короткие дистанции со II типом регуляции СР был характерен высокий нейрогенный тонус мелких артериол (Ан: $9,23 \pm 0,63$ п.е.). Если учесть, что данные компоненты иннервируются нервными волокнами симпатического отдела ВНС, становится понятным выраженный вазоконстрикторный эффект артериолярного звена микроциркуляторного русла. Высоким оставался также тонус гладкомышечных клеток прекапиллярных сфинктеров с величиной A_m равной $6,26 \pm 0,15$ п.е. Из местных активных механизмов наибольший вклад оказывали эндотелиоциты с величиной A_{ε} $14,31 \pm 0,75$ п.е. Поскольку капилляры не имеют окончаний симпатических волокон, основным регулятором их просвета является оксид азота (Н.Н. Петрищев, 2015; Т.Д. Власов, 2020).

В условиях ограниченного притока крови в артериолярное звено микроциркуляторного русла незначительный вклад в модуляцию кровотока отмечен также со стороны пассивных механизмов, в основе которых была кинетическая энергия движущегося потока крови, задаваемая систолой сердца и ритмическими колебаниями стенок артерий, а также присасывающим действием грудной клетки (В.И. Козлов, 2006; А.И. Крупаткин, 2018, 2019). По данным исследования, маркер A_c флуктуаций не превышал $1,59 \pm 0,15$ п.е. Ограничение притока, соответственно, было причиной дефицита оттекаемого объема крови из веноулярного звена. Отсюда и величина A_d колебаний, второго пассивного механизма местного кровотока, была снижена до $2,95 \pm 0,27$ п.е.

При ограниченном объеме крови в обменном звене организм вынужден искать оптимальные пути обеспечения клеток энергетическим и

пластическим материалом. Устранение его дефицита осуществлялось через активную диффузию кислорода из крови в клетки рабочих органов, что отражала низкая амплитуда маркера сатурации $SO_2 - 65,72 \pm 0,31\%$ и относительно высокие значения утилизации кислорода тканями $U - 1,94 \pm 0,11$ усл. ед.

О высокой интенсивности участия кислорода в синтезе АТФ свидетельствовало соотношение НАДН/ФАД, характеризующее уровень активности митохондрий. Согласно утверждению В.Н. Карнаухова (2002), мобилизация этих энергетических элементов клетки из фонового значения к активному их порогу работоспособности обеспечивается повышением содержания окисленных компонентов НАД, цитохромов (а+а₃, с₁, с, в), флавопротеинов, и пропорциональном снижении их восстановительных звеньев. Следовательно, чем меньше содержание восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотида (НАДН) и выше концентрация окисленной формы флавинадениндинуклеотида (ФАД), тем больше мобилизация мышечных волокон. Это сопровождается высоким содержанием АДФ, большой концентрацией субстрата и интенсивным дыханием. По результатам проведенного исследования, значения НАДН/ФАД были минимальные и составили $0,95 \pm 0,08$ усл. ед.

Таким образом, у спринтеров ЭГ с выраженным доминированием центрального контура регуляции СР (II тип) в состоянии относительного покоя в системе микроциркуляции создавался дефицит микрокровотока. В этих условиях отмечалась низкая эффективность местных её механизмов при усилении путей утилизации и использования кислорода для покрытия энергетических запросов тканей рабочих органов.

При переходе к спринтерам с I типом ВСР в периферическом звене кровообращения изменялись отдельные характеристики микроциркуляции крови. По сравнению со спринтерами II типа, достоверно на 36,2% ($p < 0,05$)

повысилась её интенсивность, на 13,2% ($p < 0,05$) – колеблемость эритроцитов. Усиливался вклад местных активных механизмов модуляции кровотока. В частности, показатель Аэ увеличился на 41,9%, Аи – на 43,7%, Ам – на 47,1% в сравнении с относительным приростом аналогичных маркеров во II типе регуляции СР, во всех случаях $p < 0,05$. Повышение амплитуды миогенных и нейрогенных колебаний в значительной степени было обусловлено ослаблением вазоконстрикторного влияния симпатического отдела ВНС на мелкие артериолы и венулы. Уменьшилась также межгрупповая величина потребления кислорода тканями (U) на 18% ($p < 0,05$) и повысилось соотношение НАДН/ФАД на 28,4% ($p < 0,05$). Таким образом, у спринтеров по мере снижения активности централизации управления СР, увеличивалась активность местных механизмов регуляции в циркуляторном русле при одновременном усилении экономичности работы системы обменных сосудов.

Переход к атлетам ЭГ с III типом имел свои особенности функционирования системы, связанные с существенным повышением на 79,6% ($p < 0,05$) и 31,8% ($p < 0,05$) уровня перфузии в микроциркуляторном русле, по сравнению со значениями аналогичного маркера во II и I типах ВСР. Увеличение интенсивности кровотока, рост флакса и концентрации эритроцитов были обусловлены работой местных механизмов регуляции. По данным вейвлет-анализа, в спектральной мощности зафиксировано снижение нейрогенного тонуса, на что указывал рост его амплитуды на 74,5% ($p < 0,05$), что выше, чем во II типе. Также уменьшение напряжения отмечено со стороны гладкомышечных клеток прекапиллярных сфинктеров с повышением Ам колебаний на 136,6% и 60,8% по сравнению с атлетами центрального контура регуляции СР, во всех случаях $p < 0,05$. В условиях повышенной перфузии и нарастания скорости кровотока усиливалась смена функционального эффекта на стенки микрососудов, что вызывало

дополнительный выброс оксида азота, который способствовал увеличению величины Аэ флуктуаций на 48,5% ($p < 0,05$), а это больше, чем во II типе. Суммарное расширение просвета приносящих артериол сопровождалось ростом на 167,3% ($p < 0,05$) и 141,5% ($p < 0,05$) Ас колебаний по сравнению с атлетами центрального контура управления СР.

Наличие большего объема крови в веноулярном звене микроциркуляторного русла активизировало рост на 138,6% и 90,3% респираторных колебаний, что выше аналогичного показателя II и I типов, во всех случаях $p < 0,05$. Суммарный параметр сатурации кислорода повысился на 10,3% ($p < 0,05$), тем самым рабочие мышечные волокна не испытывали недостатка в энергетических субстратах, что подтвердилось снижением его утилизации в ткани на 25,7% ($p < 0,05$) по сравнению с атлетами II типа ВСР. Соответственно уменьшилась активность коферментов НАДН/ФАД митохондриального аппарата поперечнополосатых мышечных волокон на 102,1% и 57,4% по сравнению с преобладанием центрального контура управления, во всех случаях $p < 0,05$. В целом переход к умеренному доминированию автономного звена ВНС улучшал обменные процессы в системе микроциркуляции.

При усилении его воздействия (IV тип) увеличивалась интенсивность кровотока с ростом показателя ПМ на 99,8% ($p < 0,05$) и 46,7% ($p < 0,05$) по сравнению со II и I типами регуляции СР. Параметр флакса также повысился на 41,8% ($p < 0,05$) и 25,2% ($p < 0,05$) соответственно. Выросла концентрация эритроцитов на 37% ($p < 0,05$) и 21,8%, что больше, чем у атлетов с преобладанием центрального контура управления (II и I типы). По данным спектрального анализа, усилилась вазодилататорная реакция мелких артериол на 93,2% ($p < 0,05$) и 34,5% ($p < 0,05$). Амплитуда миогенных колебаний увеличилась на 144,4% и 66,1%, что больше, чем у спортсменов с доминированием центрального звена ВНС, во всех случаях $p < 0,05$. Величина

эндотелийзависимых флуктуаций стала выше на 54,3% ($p<0,05$) по сравнению с атлетами II типа ВСР. Наблюдался энергосберегающий эффект с повышением величины сатурации на 8,2% ($p<0,05$) и утилизации кислорода в ткани на 29,3% ($p<0,05$), что выше, чем во II типе. Соотношение НАДН/ФАД повысилось на 127,4% и 77%, что больше, чем у атлетов с преобладанием центрального контура управления, во всех случаях $p<0,05$. В целом, функциональное состояние системы обменных сосудов спринтеров IV типа регуляции СР свидетельствовало об экономности энергетического обмена на клеточном уровне. Таким образом, под воздействием чрезвычайных раздражителей в целостном организме активизировались адаптационные противострессовые механизмы, главным образом, способствовавшие мобилизации его энергетического ресурсного потенциала.

Важнейшей лимитирующей и подвергаемой быстрому утомлению системой является ЦНС, позволяющая изучать интегративные процессы управления на различных уровнях организации организма, включая КБП ГМ. Уровень её постоянного сигнала отражает процессы биоэлектрической активности нейронов, их метаболизма, и поэтому применяется для оценки функциональных резервов атлетов в тренировочном процессе. По данным ряда исследователей (В.Ф. Фокин, Н.В. Пономарева, 2003; S. Fan, 2016; Л.П. Соколова, 2018), УПП косвенно свидетельствует об энергетическом потенциале клеток головного мозга, рассматривается как маркер их мобилизационного резерва, служит прогностическим критерием спортивного результата. Однако по данным имеющейся литературы, исследования в этой области крайне редкие, если не единичные (В.Ф. Фокин, 2003; Т.А. Муллер, 2017; А.В. Грибанов, 2019; И.Л. Фатеева, 2019; Э.Р. Румянцева 2020).

У атлетов со II типом вегетативной регуляции СР (табл. 4) значения уровня постоянного потенциала изменялись от минимальной величины $10,39\pm 0,11$ усл. ед. в правой височной до $15,44\pm 0,35$ усл. ед. в центральной

области, достигая статистически значимых различий ($p < 0,05$). В лобной зоне амплитуда УПП была ниже на 18,6% ($p < 0,05$), а в затылочной области – на 23,8% ($p < 0,05$) по сравнению с центральной областью, что объясняется специфической физической нагрузкой спринтеров, которая выполняется исключительно в анаэробном режиме работы.

Таблица 4

Показатели уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) спринтеров ЭГ в различных областях коры головного мозга в состоянии относительного физиологического покоя ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
Fz, mV	11,10 $\pm 0,16$	13,02 $\pm 0,22$	9,89 $\pm 0,15$	10,21 $\pm 0,20$	*1-2; *1-3; *2-3; *2-4.
Cz, mV	13,25 $\pm 0,21$	15,44 $\pm 0,35$	14,02 $\pm 0,31$	12,94 $\pm 0,26$	*1-2; *2-4; *3-4.
Oz, mV	12,14 $\pm 0,19$	12,47 $\pm 0,21$	8,29 $\pm 0,16$	9,03 $\pm 0,18$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
Tdz, mV	15,16 $\pm 0,25$	10,39 $\pm 0,11$	9,24 $\pm 0,12$	8,17 $\pm 0,10$	*1-3; *1-4; *2-4.
Tsz, mV	12,44 $\pm 0,15$	12,03 $\pm 0,17$	10,90 $\pm 0,15$	9,00 $\pm 0,10$	*1-3; *1-4; *2-4.

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

У спринтеров с I типом ВСР максимальная величина УПП регистрировалась в правой височной области. Её значения были статистически выше на 36,6% по сравнению с лобной, на 24,9% – затылочной, на 21,9% – левой височной и на 14,4% – центральной областями. Во всех случаях различия достигали значимого уровня $p < 0,05$. Таким образом, при доминировании центрального механизма (II тип), наибольшая энергетическая активность отмечена в Cz и Fz, а в I типе – в Cz и Tdz зоне КБП ГМ.

Переход в группу спринтеров ЭГ с III типом сопровождался значительным снижением величины УПП во всех изученных областях. При этом максимальная его величина приходилась на центральную зону. Её

значения были статистически выше на 41,8%, чем в лобной, на 69,1% – затылочной, на 51,7% – правой височной и на 28,6% – левой височной областях. Во всех случаях различия обладали достоверной значимостью $p < 0,05$. Это означало, что наибольшая функциональная нагрузка представителей III типа регуляции СР приходилась на Cz область коры больших полушарий ГМ.

В IV типе ВСР происходило снижение энергетической активности нейронов. Обращает внимание сохранность максимального уровня УПП в центральной области. В остальных маркерах отмечалось их достоверное снижение. Так, в Fz величина УПП была ниже на 26,7%, в Oz – на 43,3%, Tdz – на 58,4%, в Tsz – на 43,8%, чем в Cz, во всех случаях $p < 0,05$. Тем самым, у спринтеров IV типа регуляции СР параметры уровня постоянного потенциала были максимально высокими в центральной области КБП ГМ.

Таким образом, у спортсменов с доминированием автономного контура управления СР в изученных областях регистрировались относительно низкие величины интегрального маркера (УПП), что указывало на большую экономичность церебрального обмена в состоянии относительного физиологического покоя по сравнению с атлетами с преобладанием активности центрального звена ВНС. В нашем случае оценка функционального состояния нейронов коры больших полушарий представлена исключительно параметрами уровня их постоянного потенциала, однако при этом его надежность не снижалась. Как показали исследования, их адаптивные возможности тем выше, чем ниже значения УПП.

Как известно, эффективность учебно-тренировочной и соревновательной деятельности требует планового мониторинга оценки специальной работоспособности спортсменов с помощью современного оборудования и эргометрического тестирования. Исходя из этого, в

дальнейшем оценены анаэробные возможности спринтеров с целью выявления уровня их максимальной алактатной мощности и выносливости.

Вначале определена специальная работоспособность бегунов на короткие дистанции с учётом индивидуально-типологических особенностей регуляции их СР без применения дополнительных средств потенцирования физической работоспособности. Результаты представлены в таблицах 5-8.

Таблица 5

Оценка скоростных способностей спринтеров ЭГ с различными типами ВСР (первая 6-секундная проба), $\bar{X} \pm \sigma$

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
Масса тела, кг	80,10 ±1,20	79,30 ±1,10	80,80 ±1,30	81,05 ±1,40	-
Нагрузка, кг	1,50 ±0,05	1,40 ±0,03	1,60 ±0,08	1,70 ±0,10	-
F max1, об/мин	206,35 ±1,35	204,77 ±1,12	198,45 ±0,80	194,77 ±0,92	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
t 70%1, с	1,512 ±0,017	1,530 ±0,025	1,570 ±0,035	1,580 ±0,047	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
N max1, Вт	403,55 ±3,75	396,46 ±3,52	378,78 ±2,87	360,43 ±2,72	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

Анализ результатов (табл. 5) показал, что масса тела и параметры нагрузочного тестирования у спринтеров по всем тестам анаэробной направленности существенных различий не претерпели ($p > 0,05$). В первой 6-секундной пробе наибольшие величины по всем маркерам были у атлетов I типа. Так, Fmax1 была на 4% ($p < 0,05$) выше, чем у спортсменов с III типом и на 5,9% ($p < 0,05$) – с IV типом. Значения t 70%1 оказались на 3,7% меньше, чем в III, и на 4,3% – в IV типах, во всех случаях $p < 0,01$. Максимальная механическая мощность (Nmax1) была на 6,5% и 12% выше, чем у атлетов с доминированием автономного механизма (III и IV типы соответственно), во всех случаях $p < 0,05$.

Во 2 пробе 6-секундного теста оценивали скоростно-силовую компоненту мышечных сокращений спринтеров (табл. 6). По результатам велоэргометрического тестирования, наивысшие результаты по всем маркерам также обнаружены у спортсменов I типа. Максимальная частота движений (F_{max2}) у них на 4,2% ($p<0,05$) была выше, чем в III, и на 7,8% ($p<0,01$) – в IV типах. Время её достижения ($t_{70\%2}$) оказалось на 5,2% ($p<0,05$) короче, чем в III, и на 6,1% ($p<0,01$) – чем в IV типах регуляции СР.

Таблица 6

Оценка силовых способностей спринтеров ЭГ с различными типами ВСР (вторая 6-секундная проба), $\bar{X} \pm \sigma$

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
Нагрузка, кг	5,00 $\pm 0,10$	4,90 $\pm 0,15$	5,20 $\pm 0,20$	5,40 $\pm 0,25$	-
F_{max2} , об/мин	178,56 $\pm 1,45$	175,31 $\pm 1,38$	171,44 $\pm 1,04$	165,58 $\pm 0,87$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
$t_{70\%2}$, с	1,737 $\pm 0,065$	1,780 $\pm 0,051$	1,832 $\pm 0,040$	1,850 $\pm 0,032$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
N_{max2} , Вт	1100,69 $\pm 3,10$	1086,81 $\pm 2,88$	1059,98 $\pm 3,54$	1045,12 $\pm 3,31$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
$Not2$, Вт/кг	13,74 $\pm 0,12$	13,70 $\pm 0,10$	13,11 $\pm 0,08$	12,89 $\pm 0,06$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
$J2$, Вт/с	382,80 $\pm 5,70$	370,95 $\pm 5,50$	362,54 $\pm 4,90$	354,25 $\pm 4,10$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p<0,05$.

Абсолютная механическая мощность работы (N_{max2}) была на 3,8% и 5,3% выше, чем у лиц с преобладанием автономного контура регуляции, во всех случаях $p<0,05$. Максимальная относительная мощность ($Not2$) выполненной работы оказалась на 4,8% ($p<0,05$) больше, чем в III и на 6,6% ($p<0,01$) – чем в IV типах ВСР. В маркере взрывной силы ($J2$) наибольшие его величины также отмечены у атлетов со сбалансированным доминированием центрального контура регуляции и составили $382,80 \pm 5,70$ Вт/с, что на 5,6 и 8,1%

было выше, чем у представителей с доминированием автономного механизма управления вегетативными функциями, во всех случаях $p < 0,05$.

В дальнейшем изучены параметры МАМ атлетов за время промежуточного 15-секундного тестирования. Анализ выявил (табл. 7), что по всем изученным параметрам абсолютной мощности наилучшие её результаты были отмечены уже у бегунов на короткие дистанции с III типом ВСР. Так, объем работы (АЗ) у них был на 3,3 и 3,6% больше, чем в I и во II типах его регуляции соответственно, во всех случаях $p < 0,05$. Абсолютная механическая мощность (N_{max3}) на 2,9% ($p < 0,05$) оказалась выше, чем в I и на 4,4% ($p < 0,01$) – чем во II группе. Относительная мощность ($Not3$) атлетов с умеренным преобладанием парасимпатической регуляции СР существенных изменений в сравнении с остальными типами не выявила ($p > 0,05$).

Таблица 7

Оценка анаэробной мощности спринтеров ЭГ с различными типами ВСР (15-секундный тест), $\bar{X} \pm \sigma$

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
Нагрузка, кг	3,50 $\pm 0,20$	3,40 $\pm 0,15$	3,70 $\pm 0,25$	3,90 $\pm 0,30$	-
АЗ, Дж	10820,14 $\pm 91,70$	10793,20 $\pm 87,54$	11180,80 $\pm 104,50$	11010,70 $\pm 99,10$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
N_{max3} , Вт	781,66 $\pm 4,30$	770,78 $\pm 4,10$	804,33 $\pm 5,75$	794,23 $\pm 4,90$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
$Not3$, Вт/кг	9,75 $\pm 0,05$	9,71 $\pm 0,03$	10,04 $\pm 0,04$	9,79 $\pm 0,07$	-
КВЗ	0,958 $\pm 0,007$	0,955 $\pm 0,005$	0,971 $\pm 0,012$	0,965 $\pm 0,010$	-
Обороты ₃	37,70 $\pm 0,25$	37,31 $\pm 0,20$	39,15 $\pm 0,33$	38,80 $\pm 0,30$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

Что касается значений коэффициента выносливости, позволяющего судить о емкости фосфагенной энергетической системы, то у спортсменов III типа его параметры отмечены в пределах $0,971 \pm 0,012$ усл. ед., и значимых различий между другими типами вегетативного обеспечения сердечной

деятельности не наблюдалось ($p > 0,05$). Выявленная закономерность свидетельствовала о высокой равномерной степени поддержания относительной работоспособности и достигнутой алактатной мощности у спринтеров на протяжении всего тестируемого отрезка времени (15-секундный тест) в независимости от индивидуально-типологических особенностей систем регуляции СР.

В количестве оборотов педалей за время промежуточного теста атлеты с III типом ВСР превышали на 3,8% и 4,9% спортсменов с I и II типами его регуляции соответственно, во всех случаях $p < 0,05$. В дальнейшем оценивалась анаэробная выносливость атлетов с помощью 45-секундного теста (табл. 8).

Таблица 8

Оценка анаэробной выносливости спринтеров ЭГ с различными типами ВСР (45-секундный тест), $\bar{X} \pm \sigma$

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
Нагрузка, кг	2,10 $\pm 0,12$	2,00 $\pm 0,10$	2,20 $\pm 0,15$	2,40 $\pm 0,20$	-
A4, Дж	18205,71 $\pm 70,38$	18130,42 $\pm 65,80$	18837,73 $\pm 90,14$	18603,18 $\pm 86,30$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
N max4, Вт	410,11 $\pm 1,23$	396,46 $\pm 1,15$	443,99 $\pm 1,80$	438,57 $\pm 1,71$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
Not4, Вт/кг	5,12 $\pm 0,05$	4,99 $\pm 0,04$	5,49 $\pm 0,06$	5,41 $\pm 0,08$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
KB4	0,932 $\pm 0,004$	0,930 $\pm 0,002$	0,955 $\pm 0,010$	0,940 $\pm 0,008$	*1-3; *2-3.
Обороты4	113,63 $\pm 0,12$	111,55 $\pm 0,10$	116,77 $\pm 0,17$	115,45 $\pm 0,24$	*1-3; *2-3; *2-4.

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

Установлено, что наибольшие её величины были обнаружены, также как и в 15-секундной пробе, у спортсменов с III типом регуляции СР. Объем выполненной в процессе работы (A4) был на 3,5% и 3,9% выше, чем у представителей I и II типов управления деятельностью вегетативных функций организма соответственно (во всех случаях $p < 0,05$). Абсолютная мощность

(Nmax4) оказалась на 8,3% и 10,9% больше, чем в I и во II типах ВСР соответственно, во всех случаях $p < 0,01$.

В этом маркере впервые прослеживались межтиповые различия уровней регуляции вегетативных функций работы сердечной мышцы в рамках одной специализации (бег на короткие дистанции) в параметрах анаэробной выносливости при продолжительном 45-секундном тестировании. Относительная мощность работы (Not4) была наибольшей у представителей III типа и значимо на 7,2% и 10% отличалась от представителей I и II типов регуляции СР соответственно, во всех случаях $p < 0,05$.

Наибольшие резервы КВ, объективно оценивающего фосфагенную и гликолитическую ёмкость в данном тестировании (45-секундный тест), достоверно отличались от I и II типов на уровне 2,5% ($p < 0,05$) и 2,7% ($p < 0,05$) соответственно. Данное обстоятельство наглядно свидетельствует об ограниченности резервов мобилизации вегетативного обеспечения сердечно-сосудистой системы для поддержания необходимой равномерной мощности в выделенных группах. Максимальная частота движений на 2,8% ($p < 0,05$) была выше, чем у атлетов с I и на 4,7% ($p < 0,05$) – со II типом ВСР. По данным межгруппового анализа выявлено, что у спринтеров по всем изученным показателям наибольшие проявления скоростно-силовых качеств были у лиц с I типом регуляции СР. В параметрах относительной мощности значимых межтиповых различий в рамках одной специализации не обнаружено ($p > 0,05$), что свидетельствовало о высоких резервных возможностях фосфагенной системы, доминирующей в данных режимах энергообеспечения в спринте. Результаты 15-секундного теста показали превосходство в достигаемой МАМ у атлетов с доминированием умеренного автономного контура (III тип). Следует также учесть, что величины реализуемой относительной мощности и коэффициента выносливости существенно отличались между собой в рамках III, IV и I, II типов, что свидетельствовало об ограниченных резервах ёмкости

алактатной энергетической системы атлетов с доминированием центрального механизма регуляции СР (I и II типы). По результатам 45-секундного теста выявлены надпороговые величины максимальной анаэробной выносливости по всем ведущим маркерам у лиц с доминированием III типа регуляции. Параметры относительной мощности работы и коэффициента выносливости существенно отличались между собой в рамках III, IV и I, II типов варибельности СР. Выявленная закономерность свидетельствует о сниженных резервных возможностях мощности и ёмкости, а также гликолитической энергетической системы представителей с доминированием центрального звена ВНС (I и II типы), в результате чего спринтеры указанных типов во второй части теста показали меньший объем выполненной работы.

Была изучена также и аэробная работоспособность бегунов на короткие дистанции с учётом выделенных типов регуляции СР. Результаты представлены в таблицах 9-10.

Таблица 9

Влияние нагрузки до отказа от работы на показатели внешнего дыхания и газового состава выдыхаемого воздуха спринтеров ЭГ с различными типами ВСР, ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
W, Вт	280,17 ±0,39	270,25 ±0,35	313,26 ±0,49	305,88 ±0,44	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
ЛВ, л/мин	187,66 ±0,74	190,78 ±0,79	182,64 ±0,56	184,12 ±0,67	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
ВЭК, л	48,36 ±0,26	51,28 ±0,37	41,04 ±0,29	43,01 ±0,31	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
КИО ₂ , мл/л	20,67 ±0,18	19,49 ±0,13	24,36 ±0,18	23,24 ±0,26	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
МПК, л/мин	3,88 ±0,05	3,72 ±0,03	4,45 ±0,09	4,28 ±0,06	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
МПК, мл/мин/кг	48,43 ±0,15	46,91 ±0,17	55,07 ±0,11	52,80 ±0,09	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

Анализ полученных данных (табл. 9) выявил наличие среднего уровня аэробных возможностей спринтеров независимо от их типологической

принадлежности регуляции СР. Видимо, данная закономерность обосновывалась тем, что тестирование до отказа от работы для них не является специфическим тренировочным воздействием, и нагрузки максимальной аэробной мощности занимали второстепенные позиции в системе подготовки.

В то же время полученный материал по-прежнему отражал по всем критериям лидерство аэробной работоспособности спринтеров с III типом регуляции СР. Так, МПК в абсолютных и относительных величинах было на 14,7-13,7% и 19,6-17,4% больше, чем у атлетов I и II групп соответственно. Выявленные значения, по данным ряда авторов (А.С. Шарыкин, 2017; Ю.Я. Лобанов, 2018; А.В. Шевцов, 2021), соответствовали уровню молодых спортсменов в циклических видах спорта (50-60 мл/мин/кг).

Легочная вентиляция атлетов этого типа ВСР была на 2,7-4,3% меньше, чем в I и во II группе, и также отражала пиковую нагрузку на систему внешнего дыхания на уровне МПК. Более того, эти данные свидетельствовали о повышении ранжирования между спринтерами с доминированием автономного и центрального механизма регуляции СР.

Что касается ВЭК, то его значения были самыми низкими среди групп по сравнению с I – на 15,1% ($p < 0,05$) и II – на 20% ($p < 0,05$) контурами управления. Параметры коэффициента использования кислорода оказались наивысшими – на 17,9% и 25% больше, чем в I и II типах ВСР. Мощность последней ступени работы также оказалась наибольшей, что на 11,8% и 15,9% выше, чем у атлетов I и II групп соответственно, во всех случаях $p < 0,05$.

В дальнейшем приведена сравнительная характеристика межтипового анализа в рамках одной специализации (бег на короткие дистанции) по важнейшим параметрам функционирования их сердечно-сосудистой системы.

Анализ данных (табл. 10) выявил, что максимальные значения ЧСС были минимальны у испытуемых IV типа и составили $182,30 \pm 0,69$ уд/мин, что на 2,2% и 2,9% ниже, чем в I и II типе ВСР соответственно. В значениях МОК существенных различий между группами обнаружено не было ($p > 0,05$).

Таблица 10

Влияние нагрузки до отказа от работы на показатели сердечно-сосудистой системы спринтеров ЭГ с различными типами ВСР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
O ₂ - пульс, мл / удар	20,80 $\pm 0,17$	19,81 $\pm 0,14$	24,29 $\pm 0,22$	23,47 $\pm 0,23$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
ЧСС max, уд/мин	186,45 $\pm 0,75$	187,70 $\pm 0,80$	183,17 $\pm 0,64$	182,30 $\pm 0,69$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
АП, %МПК	68,72 $\pm 0,24$	66,17 $\pm 0,22$	73,78 $\pm 0,30$	70,89 $\pm 0,27$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
АП, %ЧСС	75,18 $\pm 0,29$	73,92 $\pm 0,25$	80,96 $\pm 0,35$	78,88 $\pm 0,33$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
ДК, усл. ед.	1,62 $\pm 0,05$	1,71 $\pm 0,07$	1,43 $\pm 0,03$	1,51 $\pm 0,02$	*1-3; *2-3
СОК, мл	137,14 $\pm 0,18$	137,05 $\pm 0,08$	140,25 $\pm 0,27$	139,56 $\pm 0,23$	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
МОК л/мин	25,56 $\pm 0,19$	25,72 $\pm 0,15$	25,68 $\pm 0,20$	25,44 $\pm 0,14$	-

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

Систолический объем крови атлетов III типа был на 2,3-2,4% выше, чем у спортсменов с I и II контурами вегетативной регуляции СР. Показатели анаэробного порога у всех спринтеров в независимости от доминирующего её типа оказались на среднем уровне, но наибольших параметров достигали также у атлетов с III типом в аналогичной последовательности с остальными группами. Так, объем кислородного потребления в момент достижения анаэробного порога у них находился на уровне $3,80 \pm 0,14$ л/мин, или $73,78 \pm 0,30\%$ от МПК. ЧСС при этом составляла $148,30 \pm 0,70$ уд/мин ($80,96 \pm 0,35\%$ от ЧСС max). Параметры кислородного пульса также занимали лидирующие позиции по сравнению с I – на 16,8% ($p < 0,05$) и II – на 22,6%

($p < 0,05$) – изученными группами. Значения ДК были минимальные, что на 11,7% ($p < 0,05$) и 16,4% ($p < 0,05$) было меньше, чем в I и во II типах ВСР соответственно.

Таким образом, межгрупповой анализ аэробных возможностей в рамках одной специализации выявил наличие относительно средних величин специальной работоспособности у спринтеров в независимости от доминирующего контура вегетативной регуляции СР. Наилучшие значения по большинству маркеров мощностных характеристик работы, эффективности внешнего дыхания и ССС обнаружались у атлетов III типа по данным МПК в абсолютном и относительном измерениях, кислородном пульсе. Появились новые существенные групповые различия, например, в дыхательном коэффициенте (ДК). Обнаруженные закономерности вегетативного обеспечения сердечной деятельности спринтеров при определении аэробных возможностей в исходном уровне прямо указывали на их существенную дифференциацию в зависимости от доминирующего типа регуляции СР.

Для оценки специальной подготовленности, контроля её кинематических характеристик спортсменов, проводилось педагогическое тестирование на аппаратуре «OptoJumpNext» (Microgate, Bolsano, Italy). Результаты исследования легкоатлетов-спринтеров с использованием системы «OptoJump Next» представлены в таблице 11. Анализ данных их специальной физической подготовленности показал, что наиболее качественные её характеристики во всех тестах были представлены у атлетов с умеренным доминированием центрального механизма взаимодействия вегетативных функций.

Так, у спортсменов I типа показатели взрывной способности нервно-мышечного аппарата в тесте «Высота вверх по Абалакову» были на 9,8% и 13,6% выше, чем у лиц с преобладанием автономного звена регуляции (III и IV типы), во всех случаях $p < 0,05$. Отмеченная закономерность

свидетельствовала о наличии у них высоких функциональных резервов алактатного компонента выносливости и скорости креатинфосфатной реакции, доминирующей в данном упражнении.

Таблица 11

Показатели специальной физической подготовленности спринтеров ЭГ с различными типами ВСР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	I тип, n=18	II тип, n=20	III тип, n=22	IV тип, n=16	P
Абал, см	50,25 ±0,34	48,45 ±0,30	45,78 ±0,26	44,25 ±0,21	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
T flight, с	0,525 ±0,007	0,502 ±0,005	0,485 ±0,010	0,470 ±0,007	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
T contact, с	0,315 ±0,005	0,322 ±0,007	0,350 ±0,009	0,365 ±0,010	*2-4.
Height, см	44,35 ±0,18	43,25 ±0,13	40,15 ±0,15	38,56 ±0,13	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
Отн. W., Вт/кг	58,35 ±0,35	56,15 ±0,30	52,57 ±0,24	50,11 ±0,23	*1-3; *1-4; *2-3; *2-4.
Бег на 100 м, с	13,35 ±0,07	13,42 ±0,08	13,62 ±0,09	13,65 ±0,10	*1-3; *1-4;

Обозначения: * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

Время полета (Tflight) и высота подъема (Height) в тесте с семью подскоками в I типе также оказались наивысшими, а именно, на 8,2% и 10,5% больше, чем в III и 11,7% и 15,1% – чем в IV группах, во всех случаях $p < 0,05$. В силу обратно пропорциональной зависимости время нахождения на опоре (Tcontact) у атлетов с умеренным доминированием центрального контура оказалось минимальным и было на 10,1% и 13,7% меньше, чем в III и IV типах ВСР, во всех случаях $p < 0,05$.

В I типе напрямую выявленные закономерности отразились в максимально достигнутых ими величинах относительной мощности (Отн. W.) – $58,35 \pm 0,35$ Вт/с, что оказалось на 10,9% и 16,4% выше, чем у атлетов с преобладанием автономного механизма активности регуляторных систем, во всех случаях $p < 0,05$. Результат бега на 100-метровой дистанции у спортсменов с умеренным доминированием центрального механизма был

максимальным – $13,35 \pm 0,07$ с, что на 1,9% и 2,2% выше, чем в III и IV типах ВСР, во всех случаях $p < 0,05$. Групповой анализ в рамках одной специализации выявил, что у спринтеров по результатам всех тестов во всех изученных маркерах наибольшие значения специальной физической подготовленности были у атлетов с умеренным доминированием центрального контура, то есть в I типе, что свидетельствует о высоких резервных возможностях мощности фосфагенной системы, доминирующей в указанных упражнениях. Далее следовали атлеты со II, III и IV типами вегетативного обеспечения СР.

Одним из важных методов системно-структурного подхода является метод корреляционного анализа, позволяющий количественно оценивать степень взаимосвязи элементов единой структуры в построении двигательного акта. Понимание роли каждого показателя в целостном поведении организма при использовании изученных средств восстановления, а также реакции на физическую нагрузку, позволяет прогнозировать его развитие в целях совершенствования спортивного мастерства.

Как уже отмечалось выше, исходя из представлений о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, было выделено четыре типа его вегетативной регуляции с преобладанием центрального и автономного механизмов доминирования. Перед проведением корреляционного анализа предполагалось, что у спортсменов с разным уровнем вегетативного обеспечения работы сердечной мышцы удастся выделить наиболее информативные его маркеры, которые, с одной стороны, позволят с большей степенью достоверности судить о текущем функциональном состоянии, а с другой, – оценивать их потенциальные возможности при выполнении физических нагрузок.

Для анализа взаимосвязей был выбран широкий спектр показателей, отражающих как функциональное состояние ряда гомеостатических исполнительных механизмов, так и биоэнергетический потенциал, а также

уровень общей и специальной работоспособности. 76 спринтеров ЭГ были разделены на четыре группы в соответствии с типами вегетативной регуляции СР, выявленными у них на предварительном этапе. Для каждой из них была рассчитана структурная матрица 58 порядка, содержащая 3364 коэффициента корреляции. В первую группу были включены квалифицированные легкоатлеты-спринтеры (n=18), у которых был выявлен I тип ВСР (умеренное преобладание механизмов центральной регуляции).

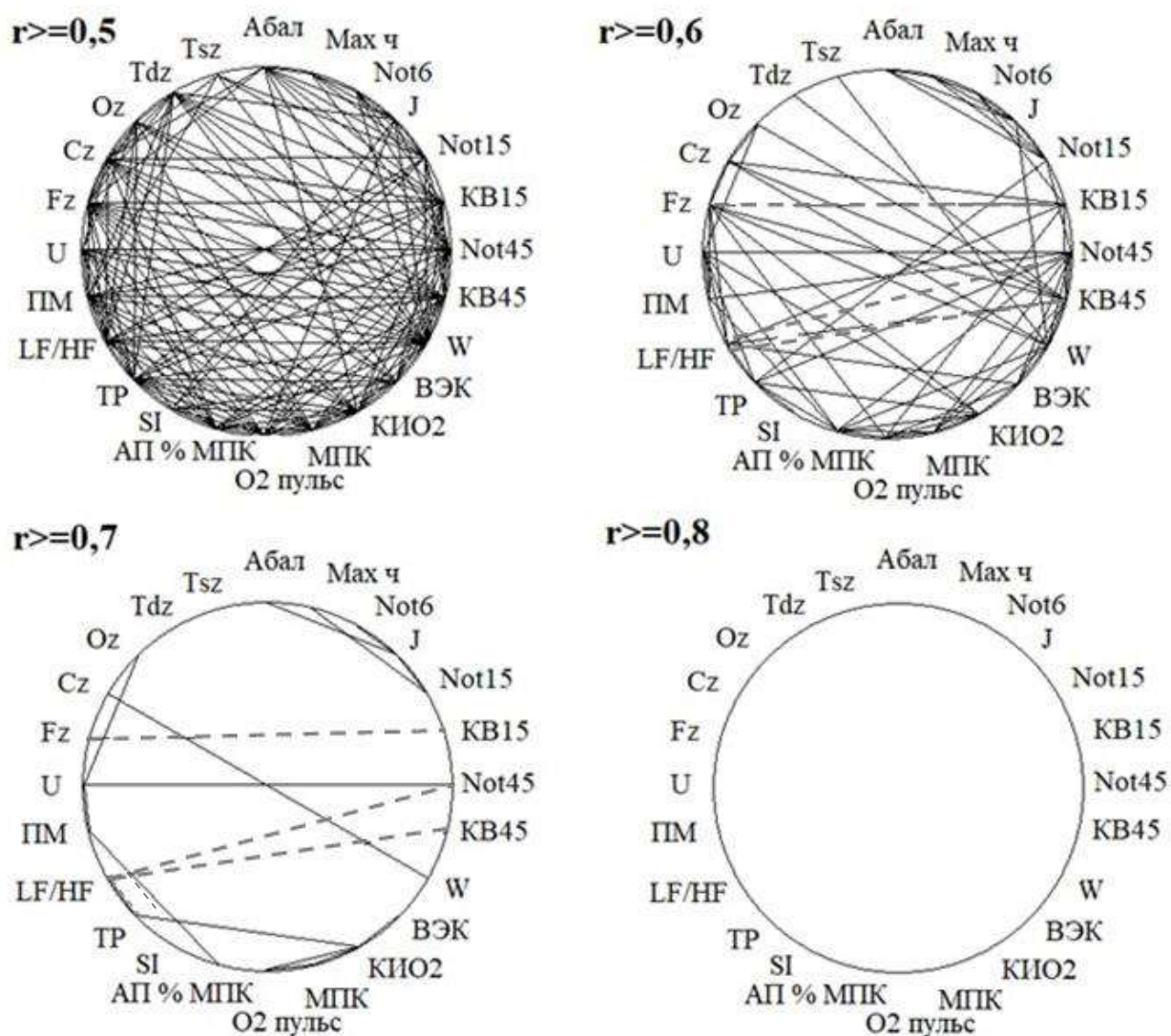


Рис. 19. Корреляционные плеяды изучаемых показателей спринтеров ЭГ с I типом ВСР

Обозначения: — — — прямые взаимосвязи; - - - - обратные взаимосвязи.

Для анализа полученных коэффициентов корреляции применялись методы построения корреляционных плеяд и моделей функционального состояния на основе выявленных значений. На рисунке 19 показаны структурные плеяды на уровне «срезов» $r \geq 0,8$, $r \geq 0,7$, $r \geq 0,6$ и $r \geq 0,5$ для величины изученных маркеров спортсменов первой группы. В первую очередь следует отметить большое число корреляционных взаимосвязей между их значениями в диапазоне $r=0,5-0,6$. Данный факт у атлетов с I типом регуляции СР свидетельствует о среднем уровне их соподчиненности между большинством изученных показателей. Количество коэффициентов корреляции в диапазоне $r=0,6-0,7$ было существенно меньше.

Обнаружились группы маркеров, связанных с факторами, отражающими отдельные стороны физической подготовленности и деятельности физиологических систем организма. В границах $r=0,7-0,8$ выявлено незначительное число коэффициентов корреляции, более $r > 0,8$ их не было. Наличие таких групп, объединивших ряд параметров, позволило составить представление об их информационной значимости при оценке функционального состояния легкоатлетов-спринтеров с I типом регуляции СР. Для этого была построена корреляционная модель выявленных показателей (рис. 20). Анализируя представленный иллюстративный материал, можно выделить три основных фактора, которые позволяют с достаточной достоверностью оценивать текущее функциональное состояние легкоатлетов-спринтеров с первым типом регуляции сердечного ритма. К их числу относились следующие группы маркеров:

1. Скоростная и скоростно-силовая подготовленность, параметрами которой могут служить: высота прыжка вверх по Абалакову, максимальная частота педалирования на велоэргометре в 6-секундном тесте с нагрузкой 2% от веса тела, относительная мощность в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от массы тела, скорость нарастания мощности педалирования при выполнении

первого движения в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от веса тела, относительная мощность в 15-секундном тесте с нагрузкой 5% от массы тела.

2. Аэробные возможности легкоатлетов-спринтеров, маркерами которых были относительные величины максимального потребления кислорода, коэффициент его использования при достижении уровня МПК, а также кислородный пульс.

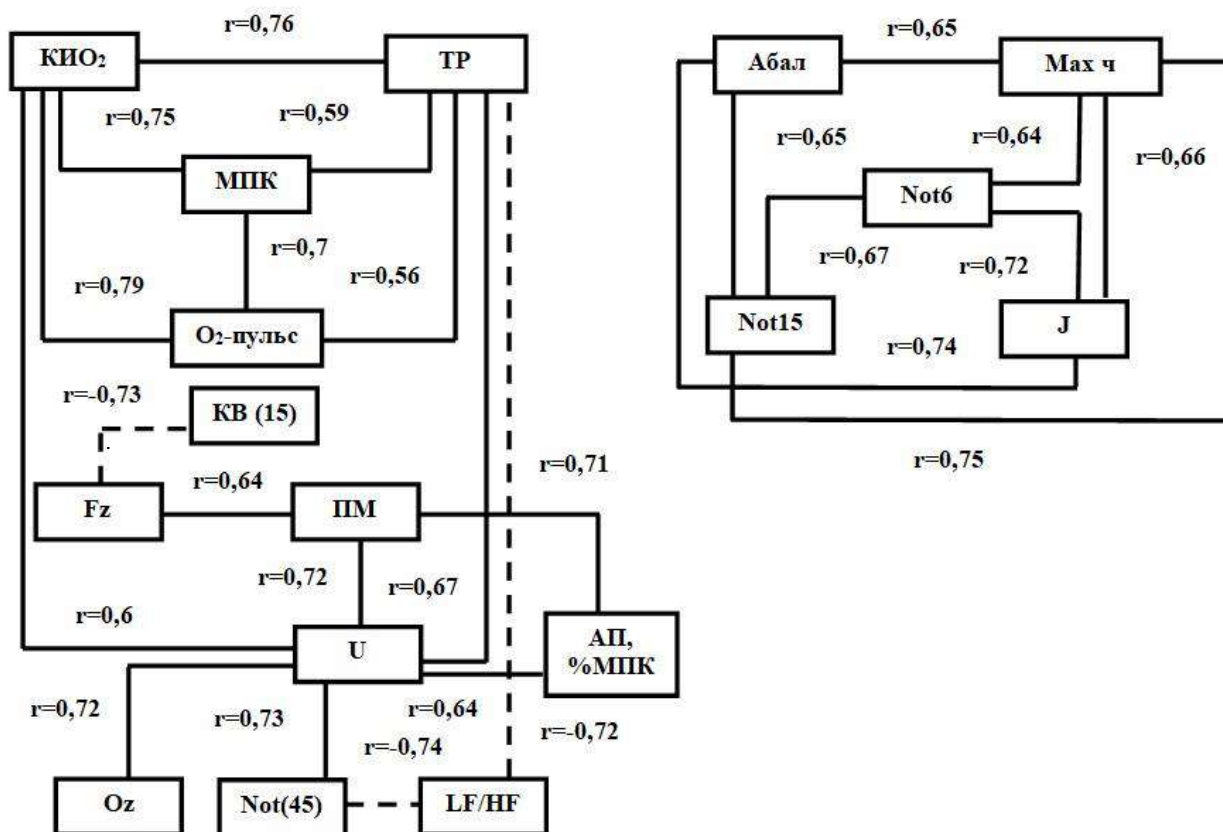


Рис. 20. Корреляционная модель физической подготовленности и функционального состояния спринтеров ЭГ с I типом ВСР

Обозначения: — — — прямые взаимосвязи; - - - - обратные взаимосвязи.

3. Фактор, связанный с параметром микроциркуляции, характеризующим подвижность эритроцитов, уровнем потребления тканями кислорода и энергетического обмена в отдельных областях больших полушарий головного мозга, величиной анаэробного порога и относительной мощностью работы в 45-секундном тесте с нагрузкой 3% от массы тела. Характер связей выделенного фактора с большим числом различных систем

организма позволяет охарактеризовать его как адапционно-восстановительный потенциал организма.

Контролируя изменения указанных показателей, можно с достаточной степенью точности оценивать текущее состояние легкоатлетов-спринтеров с I типом регуляции СР, учёт которых строго необходим для повышения эффективности их учебно-тренировочного процесса. Особо необходимо выделить корреляционные связи значений общей площади спектра колебаний продолжительности сердечного цикла (ТР) с маркерами, входящими в состав разных факторов. В частности, с коэффициентом использования кислорода при достижении уровня МПК ($r=0,76$), потребления тканями кислорода ($r=0,67$), относительными величинами его максимального потребления ($r=0,59$), O_2 -пульса ($r=0,56$), LF/HF ($r=-0,72$). Выявленный характер взаимосвязей, с одной стороны, отражал существенный вклад кислородтранспортной системы в состояние адапционно-восстановительного потенциала организма, а с другой – свидетельствовал об универсальности данного маркера (ТР) в оценке функционального состояния спортсменов с I типом регуляции СР.

Во вторую группу были включены легкоатлеты-спринтеры ($n=20$), у которых выявлен II тип вегетативной регуляции сердечного ритма (выраженное преобладание механизмов центральной регуляции). На рисунке 21 представлены корреляционные плеяды на уровне «срезов» $r \geq 0,8$, $r \geq 0,7$, $r \geq 0,6$ и $r \geq 0,5$ для определения степени соподчиненности между их ведущими показателями. Для этой группы атлетов было характерно так же, как и для спортсменов с I типом регуляции СР, преобладание взаимосвязей между значениями изученных маркеров в диапазоне $r=0,5-0,6$. Дальнейшее их увеличение на уровне «среза» приводило к уменьшению выявленных коэффициентов, которые, по абсолютной величине, соответствовали его данным.

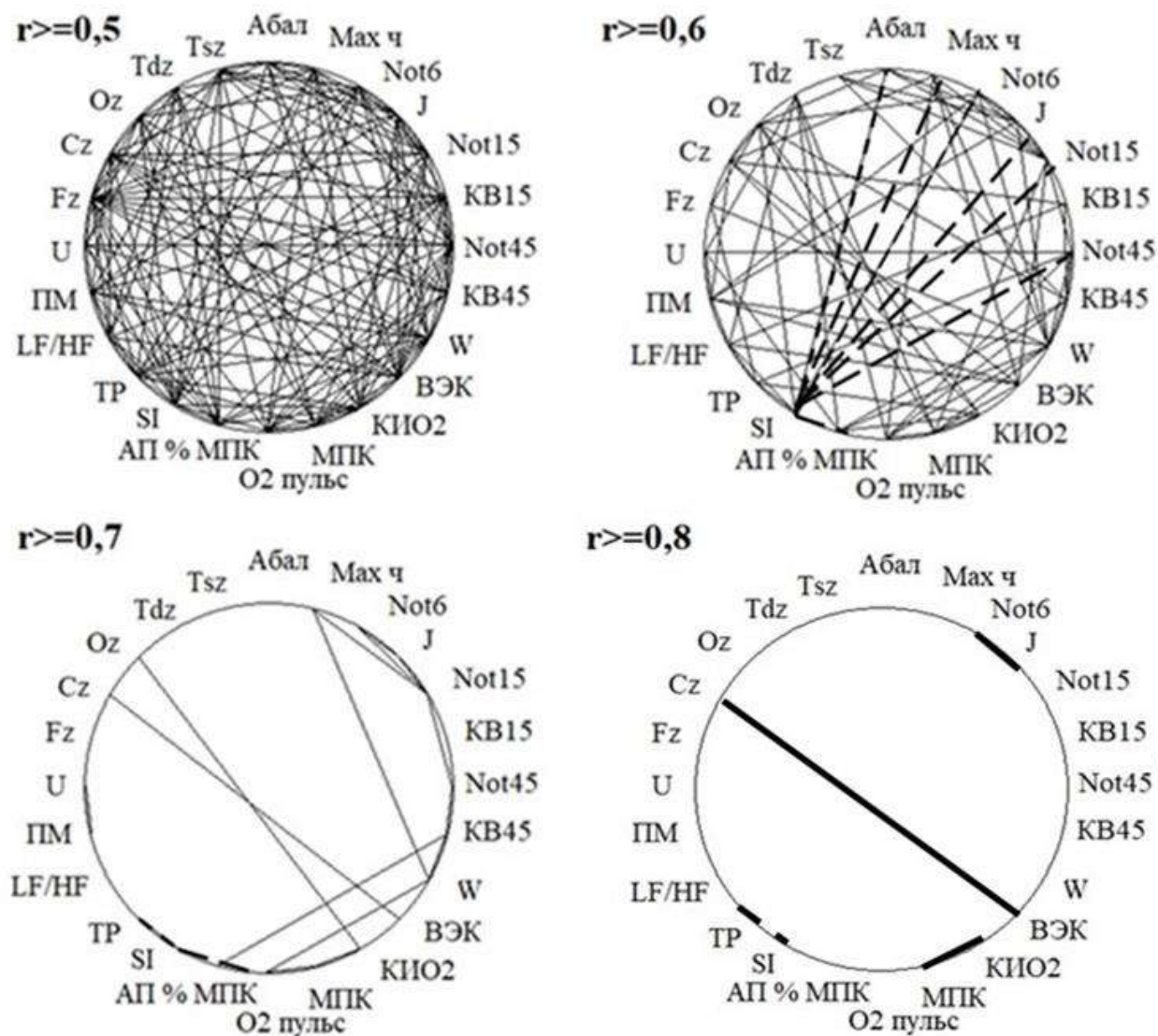


Рис. 21. Корреляционные плеяды изучаемых показателей спринтеров ЭГ со II типом ВСР

Обозначения: — — — прямые взаимосвязи; - - - - обратные взаимосвязи.

Кроме того, обнаруженные величины взаимосвязи между ведущими маркерами не позволяли четко обозначить факторы, связанные с физической подготовленностью и функциональным состоянием атлетов. Коэффициентов корреляции, превышающих по абсолютной величине $r > 0,8$, выявлено всего 4. Это взаимосвязи между значениями относительных величин МПК и коэффициента использования при этом кислорода ($r = 0,82$), стресс-индексом и общей площадью спектра колебаний продолжительности сердечного цикла ($r = -0,87$), вентиляционным эквивалентом кислорода и уровнем

энергетического обмена в центральной области головного мозга ($r=0,8$), а также относительной мощностью в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от массы тела и скоростью нарастания мощности педалирования при выполнении первого движения в 6-секундном тесте на велоэргометре с нагрузкой 7% от веса тела ($r=0,81$). Отсутствие четко выделенных корреляционных пляд затрудняло определение информативных показателей (маркеров), позволяющих с высокой степенью достоверности судить о функциональном состоянии легкоатлетов-спринтеров этой группы. Тем не менее, исходя из проведенного корреляционного анализа, можно представить следующие структурные зависимости:

1. Главный фактор, связанный с результатами тестирования скоростно-силовых способностей (рис. 22). Данный параметр сгруппировал такие показатели, как высота прыжка вверх по Абалакову (Абал), максимальная частота педалирования в 6-секундном тесте с нагрузкой 2% от веса тела (Мах ч), относительная мощность в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от массы тела (Not6), скорость нарастания мощности педалирования при выполнении первого движения в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от веса тела (J), а также относительная мощность в 15-секундном тесте с нагрузкой 5% от массы тела (Not15). В качестве маркеров для оценки скоростной и скоростно-силовой подготовленности квалифицированных легкоатлетов-спринтеров со II типом регуляции СР можно использовать значения относительной мощности в тестах на велоэргометре продолжительностью 6 и 15 секунд (Not6) и (Not15), а также градиент нарастания мощности педалирования при выполнении первого движения в 6-секундном тесте (J).

2. Анализ результатов корреляционного анализа позволяет выделить еще один фактор, который можно интерпретировать, как аэробные возможности легкоатлетов-спринтеров. Данный параметр объединил такие показатели, как относительные величины МПК, коэффициент использования

кислорода (КИО₂), кислородный пульс, мощность нагрузки при достижении уровня МПК (W), анаэробный порог, выраженный в процентах к уровню МПК (АП, %МПК).

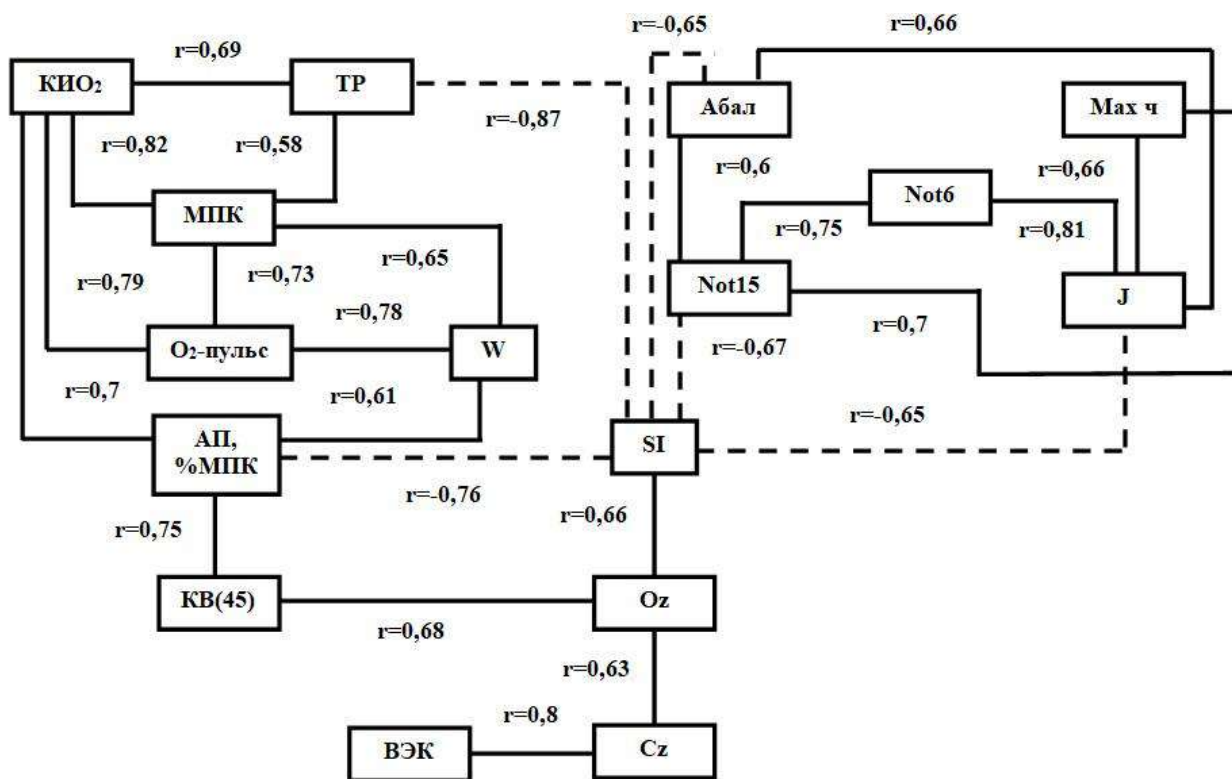


Рис. 22. Корреляционная модель физической подготовленности и функционального состояния спринтеров ЭГ со II типом ВСР

Обозначения: — — прямые взаимосвязи; - - - - обратные взаимосвязи.

3. Для испытуемых второй группы в качестве системных следует отметить корреляционные взаимосвязи таких показателей вариационного и спектрального анализов сердечного ритма, как стресс-индекс и общая площадь спектра колебаний продолжительности сердечного цикла. Значения SI имели достоверные отрицательные корреляционные взаимосвязи с большинством показателей, характеризующих скоростно-силовые способности, анаэробную и аэробную работоспособность. Иными словами, у спортсменов с меньшими его значениями отмечались более высокие результаты при тестировании. Противоположная зависимость, т.е. положительная, обнаружилась для параметра TP, следовательно, атлеты, у

которых при анализе спектра колебаний продолжительности сердечного цикла была большая общая площадь огибающей его интервалограммы, имели потенциальные возможности для достижения высокой анаэробной и аэробной работоспособности. Известно (Е.А. Гаврилова, 2015; А.В. Михайлова, 2019; Н.И. Шлык, 2021), что повышенные значения стресс-индекса и уменьшение суммарной мощности спектра свидетельствовали о выраженном преобладании центральных механизмов регуляции вегетативных систем, что, в свою очередь, может отражать состояние выраженного утомления и перетренированности.

Исходя из этого, стало возможным рекомендовать значения SI и TP, определяемых посредством вариационного и спектрального анализов сердечной деятельности, в качестве маркеров оценки функционального состояния квалифицированных легкоатлетов-спринтеров со II типом ВСР. При этом снижение величин стресс-индекса и увеличение общей площади спектра будут указывать на повышение адаптивных возможностей спортсменов, что позволит им реализовывать свои физические качества при выполнении различных упражнений.

Третью группу составили квалифицированные легкоатлеты-спринтеры ($n=22$) с III типом вегетативной регуляции СР, для которых было характерно умеренное преобладание автономного его механизма, что свидетельствовало об оптимальном состоянии регуляторных систем организма. На рисунке 23 показаны корреляционные плеяды на уровне «срезов» $r \geq 0,8$, $r \geq 0,7$, $r \geq 0,6$ и $r \geq 0,5$ для определения степени соподчиненности между изученными показателями. Как и для двух предыдущих групп, для легкоатлетов-спринтеров с умеренным преобладанием автономной регуляции СР наибольшее количество корреляционных связей находилось в диапазоне $r=0,5-0,6$. Однако количество коэффициентов корреляции в границах $r=0,6-0,7$ оказалось наглядно большим по сравнению с атлетами I и II типов ВСР. На

срезах обнаруженных плеяд « $r \geq 0,7$ » и « $r \geq 0,8$ » выделились несколько групп (факторов), связанных с отдельными сторонами физической подготовленности и деятельностью физиологических систем организма спортсменов.

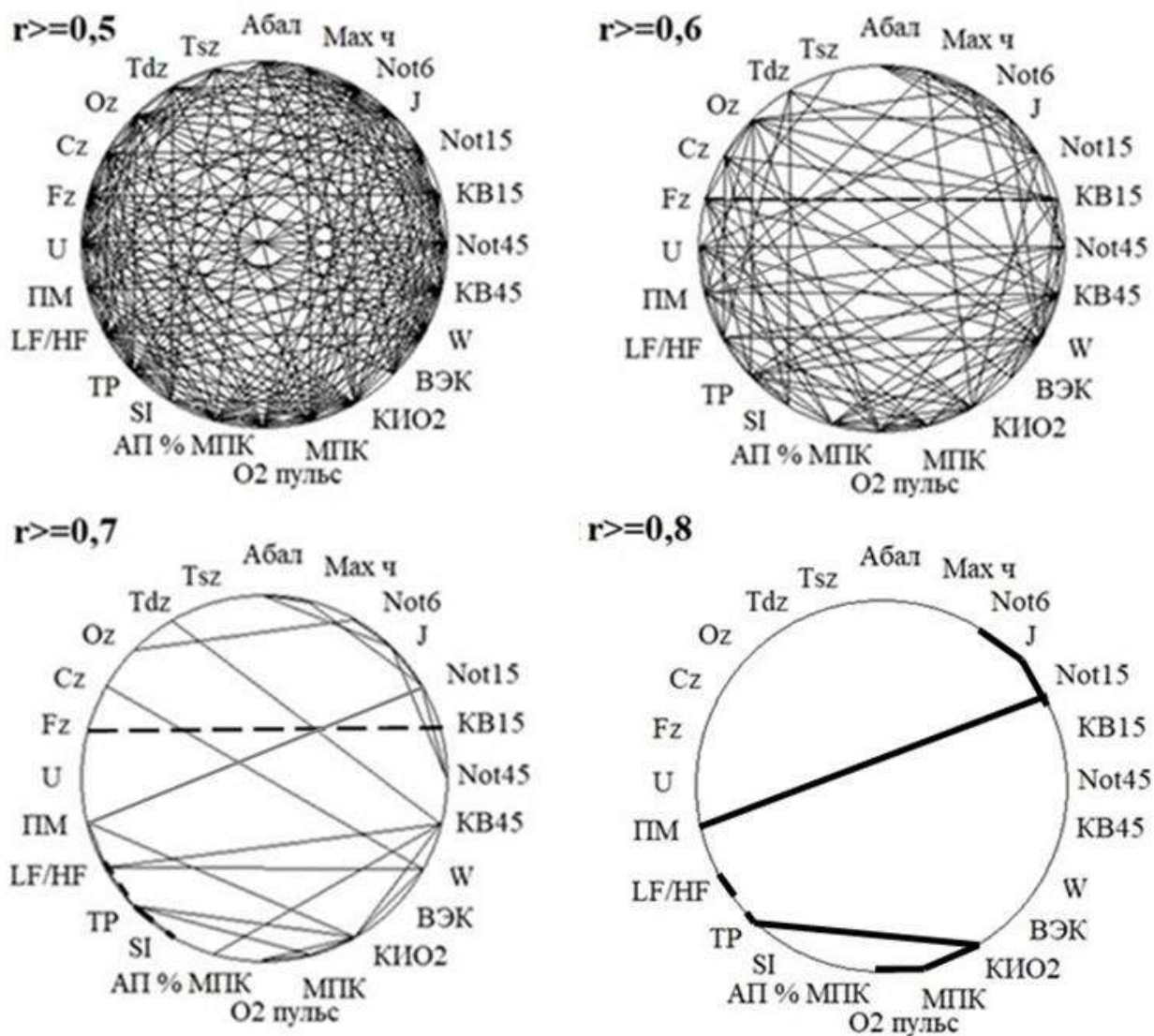


Рис. 23. Корреляционные плеяды изучаемых показателей спринтеров ЭГ с III типом ВСР

Обозначения: — — — прямые взаимосвязи; - - - - обратные взаимосвязи.

Данные маркеры, сгруппировавшие отдельные показатели, позволили составить целостное представление об их информационной значимости в оценке функционального состояния легкоатлетов-спринтеров с III типом

регуляции СР. В результате была построена их корреляционная модель (рис. 24).

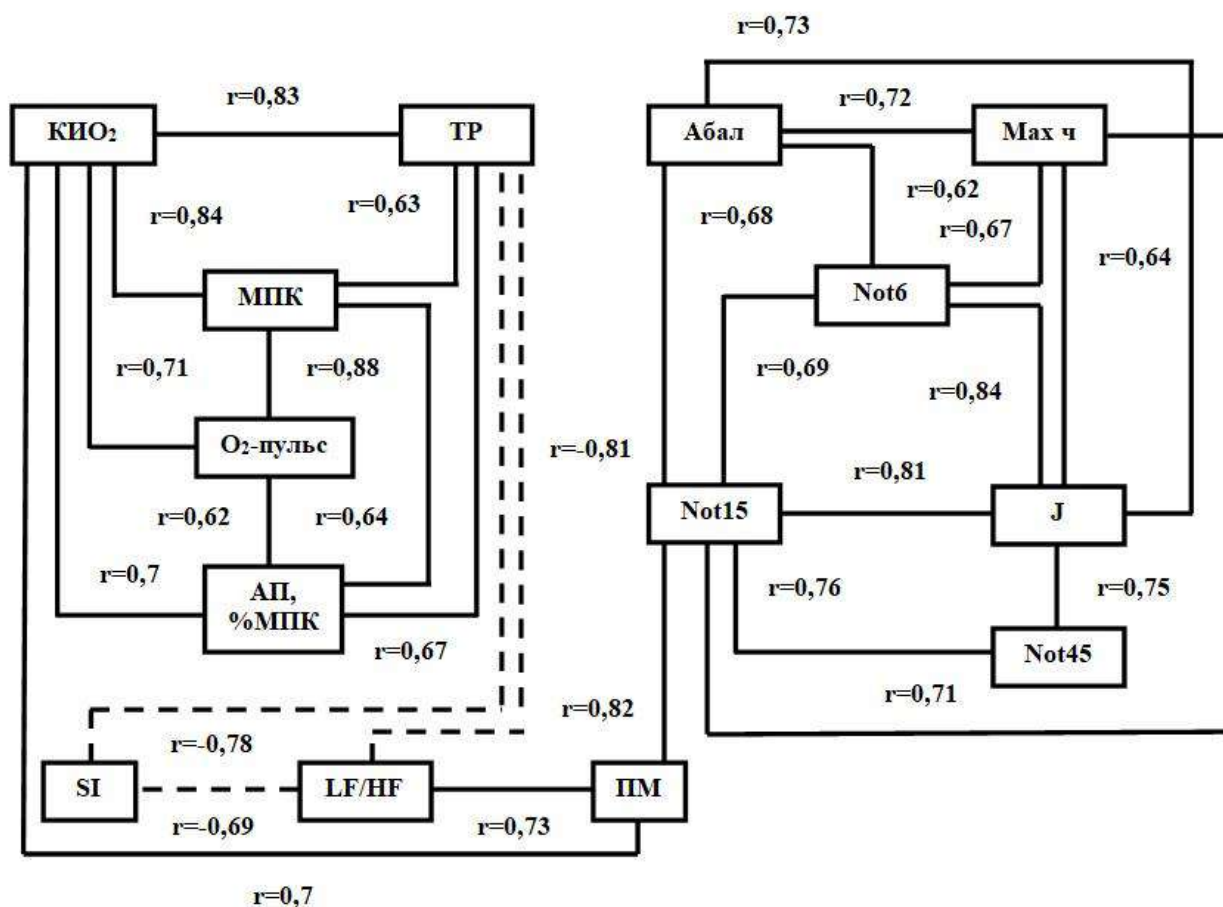


Рис. 24. Корреляционная модель физической подготовленности и функционального состояния спринтеров ЭГ с III типом ВСР

Обозначения: — — — прямые взаимосвязи; - - - - обратные взаимосвязи.

Анализируя представленные значения коэффициентов корреляции, можно также выделить ряд маркеров, которые позволили достоверно оценивать текущее функциональное состояние легкоатлетов-спринтеров с третьим типом регуляции СР.

1. В первую очередь следует отметить фактор, связанный со скоростной и скоростно-силовой подготовленностью спортсменов, параметрами которого выступали: высота прыжка вверх по Абалакову, максимальная частота педалирования на велоэргометре в 6-секундном тесте с нагрузкой 2% от веса тела, относительная мощность в 6-, 15-, 45-секундных

тестах с нагрузкой 7%, 5%, 3% от массы тела, скорость нарастания мощности педалирования при выполнении первого движения в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от веса тела. Данный фактор характеризовал специальную физическую подготовленность атлетов и объективно оценивал их функциональную готовность выполнять специфическую спринтерскую работу.

2. Второй компонент имел сильную корреляционную взаимосвязь с показателями аэробной производительности и ведущими маркерами, характеризующими степень централизации управления сердечным ритмом. Данный фактор можно интерпретировать как адаптационно-восстановительный потенциал организма. Основанием для этого считался факт высокой значимости физиологической системы удовлетворения кислородного запроса для эффективного протекания вышеназванных процессов. Маркерами данного фактора могут служить как показатели аэробной производительности – коэффициент использования кислорода при напряженной мышечной работе, относительные значения максимального потребления кислорода, O_2 -пульс, величина анаэробного порога, – так и параметры централизации управления вегетативными системами организма – стресс-индекс, общая выходная мощность, отношение низкочастотной к высокочастотной части спектра колебаний к продолжительности сердечного цикла. Важно также отметить, что еще одним индикатором, относящимся к этому фактору, был интегральный параметр микроциркуляции крови (ПМ), определяющий подвижность эритроцитов в капиллярной сети. Таким образом, контролируя изменения указанных показателей можно с достаточной степенью точности оценивать текущее состояние легкоатлетов-спринтеров с III типом регуляции СР. Также необходимо обратить внимание на корреляционные связи значений общей площади спектра колебаний продолжительности сердечного цикла с параметрами аэробной

производительности кислородтранспортной системы (КТС). В частности, с коэффициентом использования кислорода при достижении МПК ($r=0,83$) и относительными величинами его максимального потребления ($r=0,63$). Такой характер связей, с одной стороны, указывал на существенный вклад КТС в адапционно-восстановительный потенциал организма, с другой – допускал использование суммарной мощности спектра в качестве универсального маркера оценки ФС спортсменов с III типом регуляции СР.

В четвертую группу включены легкоатлеты-спринтеры ($n=16$), у которых был выявлен четвертый тип ВСР (выраженное преобладание механизмов его автономной регуляции).

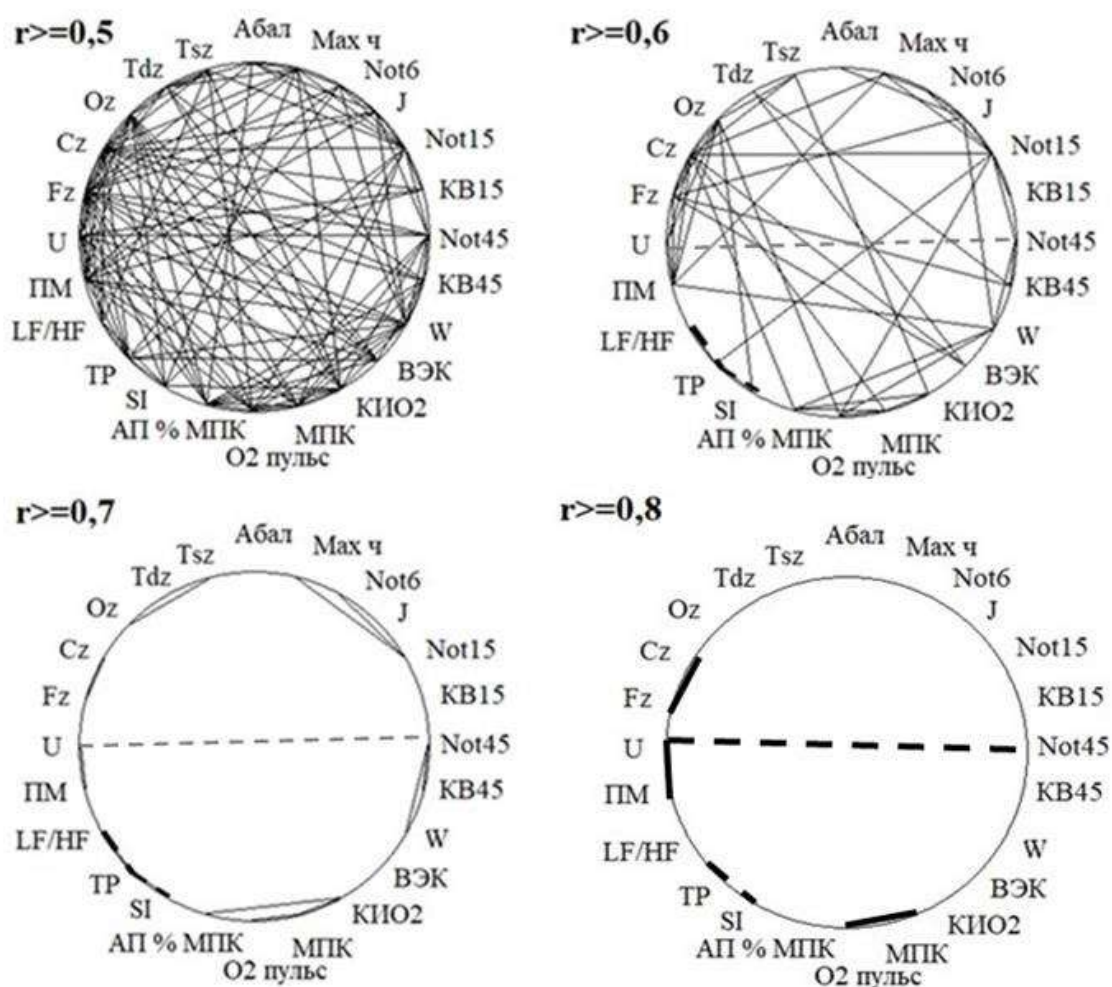


Рис. 25. Корреляционные плеяды изучаемых показателей спринтеров ЭГ с IV типом ВСР

Обозначения: — — — прямые взаимосвязи; - - - - обратные взаимосвязи.

На рисунке 25 представлены корреляционные плеяды на уровне «срезов» $r \geq 0,8$, $r \geq 0,7$, $r \geq 0,6$ и $r \geq 0,5$ для величины изученных показателей. В этой группе атлетов выявлено наименьшее количество значимых взаимосвязей по сравнению с другими типами ВСП. Причем большинство из них находились в диапазоне $r=0,5-0,6$.

Дальнейшее увеличение значений «среза» приводило к уменьшению выявленных коэффициентов корреляции, не позволяющих четко обозначить факторы, связанные с физической подготовленностью и функциональным состоянием спортсменов. В результате обработки полученных результатов было обозначено 5 их значений, превышающих по абсолютной величине $r=0,8$. Это взаимосвязь между величинами относительных величин МПК и кислородного пульса – $r=0,84$, амплитудой стресс-индекса (SI) и общей площадью спектра колебаний продолжительности сердечного цикла (TP) – $r=-0,82$, параметром микроциркуляции, характеризующим подвижность эритроцитов в капиллярном русле и показателем потребления тканями кислорода – $r=0,83$, уровнями энергетического обмена в лобной (Fz) и центральной (Cz) областях головного мозга – $r=0,85$, а также отрицательная соподчиненность U и Not45 – $r=-0,81$.

Исходя из проведенного корреляционного анализа для данной группы атлетов (рис. 26), необходимо выделить системные факторы, связанные с проявлением скоростных и скоростно-силовых способностей:

1. К числу таких показателей следует отнести: высоту прыжка вверх по Абалакову, максимальную частоту педалирования в 6-секундном тесте с нагрузкой 2% от веса тела на велоэргометре (Max ч), относительную мощность в 6-, 15-, 45-секундных тестах с нагрузкой 7%, 5%, 3% от массы тела (Not6, Not15, Not45), градиент увеличения мощности при выполнении первого движения в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от веса тела на велоэргометре (J). Данный параметр – силовой и скоростно-силовой

потенциал – формировал у квалифицированных легкоатлетов-спринтеров с IV типом регуляции СР относительно изолированную группу маркеров.

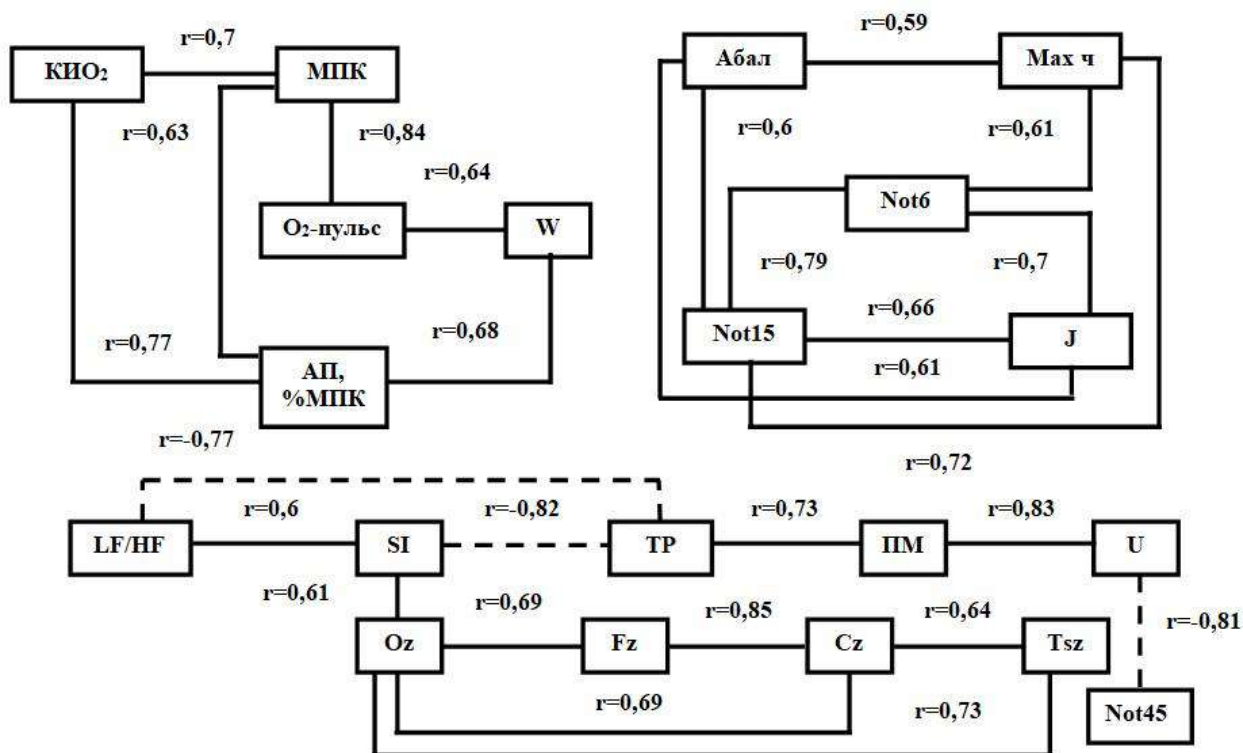


Рис. 26. Корреляционная модель физической подготовленности и функционального состояния спринтеров ЭГ с IV типом ВСР

Обозначения: — — — прямые взаимосвязи; - - - - обратные взаимосвязи.

2. Вторым, относительно изолированным индикатором, были величины, связанные с аэробными возможностями спортсменов. Данный фактор объединял относительные значения МПК, коэффициент использования кислорода (КИО_2), кислородный пульс, мощность нагрузки (W), анаэробный порог, выраженный в процентах к уровню МПК (АП, %МПК).

3. Третьим фактором стала группа показателей, связанных с параметрами баланса механизмов регуляции вегетативных систем организма (центральные/автономные), который, в свою очередь, отражал функциональное состояние спортсменов. Характерно, что выявлена сильная отрицательная корреляционная взаимосвязь между значениями стресс-

индекса и общей площади спектра колебаний продолжительности сердечного цикла ($r=-0,82$), а также отрицательная зависимость TP и LF/HF ($r=-0,77$).

4. Еще одну группу образовали показатели, характеризующие уровень энергетического обмена в различных областях головного мозга спортсменов.

Таким образом, определение ведущих маркеров, отражающих отдельные стороны физической подготовленности легкоатлетов-спринтеров, их аэробные возможности, а также баланс основных механизмов регуляции вегетативных функций, позволили сделать ряд заключений.

Во-первых, одними из главных для определения текущего состояния атлетов с разными типами вегетативной регуляции СР были показатели, характеризующие их скоростные и скоростно-силовые способности. Основные позиции данного фактора в комплексной оценке были естественными, т.к. отражали их специальную физическую подготовленность, на повышение которой, главным образом, направлен учебно-тренировочный процесс. В качестве ведущих маркеров для спринтеров с любым типом вегетативной регуляции СР могут выступать: высота прыжка вверх по Абалакову, а также ряд параметров, определяемых при тестировании на велоэргометре, в том числе, максимальная частота педалирования в 6-секундном тесте с нагрузкой 2%, относительная мощность в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% и 15-секундном тесте с нагрузкой 5%, а также градиент увеличения мощности при выполнении первого движения в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от массы тела.

Во-вторых, большое значение для текущего и этапного контроля функционального состояния атлетов имел учёт их аэробных возможностей. На первый взгляд, такой подход представлялся парадоксальным. Однако значимость системы снабжения тканей кислородом была высокой, так как именно быстрое и адекватное удовлетворение его запроса считалось залогом

быстрого восстановления физической работоспособности как в течение учебно-тренировочного занятия, так и в перерывах между ними. Следовательно, эффективная работа кислородтранспортной системы способствовала повышению физической подготовленности легкоатлетов-спринтеров и препятствовала перетренировке при выполнении напряженной тренировочной программы. Маркерами для данного фактора служили: коэффициент использования кислорода, относительные величины максимального потребления кислорода, его пульса, величина анаэробного порога. Для комплексного проведения этапного и текущего контроля целесообразно определять такие показатели вариационного и спектрального анализов сердечного ритма, как стресс-индекс, общую площадь спектра колебаний продолжительности сердечного цикла и отношение его низкочастотной части к высокочастотной (LF/HF). Однако для повышения точности интерпретации полученных значений у конкретного спортсмена необходимо учитывать тип ВСР.

Для квалифицированных легкоатлетов-спринтеров с I типом его регуляции значения TP считались универсальным маркером для оценки их функционального состояния. При этом увеличение значений данного маркера указывало на повышение адаптивных возможностей атлетов. Для спринтеров со II типом регуляции CP снижение SI и увеличение TP свидетельствовало о росте функциональной готовности к реализации физических качеств при выполнении различных упражнений. Для спортсменов с III типом информативными считались такие показатели централизации управления вегетативными системами организма, как стресс-индекс, общая площадь спектра колебаний продолжительности сердечного цикла, отношение площади низкочастотной к высокочастотной части спектра колебания продолжительности сердечного цикла. На повышение функциональных возможностей таких спортсменов указывало увеличение параметров TP и

LF/HF, а также снижение величины SI. Надежность оценки текущего функционального состояния легкоатлетов-спринтеров с III типом ВСР с помощью вышеназванных показателей была очень высокой.

Для спринтеров с IV типом вегетативной регуляции было проблемным выделить наиболее информативные показатели его вариационного и спектрального анализ. Большой их разброс затруднял определение их прогностической значимости. Тем не менее установлено, что увеличение величин стресс-индекса (SI) и уменьшение значений общей площади спектра колебаний продолжительности сердечного цикла (TP) и отношения площади низкочастотной к высокочастотной части спектра колебаний продолжительности сердечного цикла (LF/HF) указывало на повышение функциональных возможностей в проявлении спринтерских качеств.

Заключение. Полученные результаты подтвердили обоснованность выделения типов ВСР для более точной прогностической оценки функционального статуса и спортивных результатов легкоатлетов. В работе доказано, что в зависимости от доминирующего исходного типа регуляции СР спортсмены имели исходно разный функциональный потенциал, влияющий на адаптационные возможности в условиях физических нагрузок.

Преобладание симпатических влияний на ритм сердца у спринтеров с I и II типами ограничивало функциональные возможности системы микроциркуляции по адекватному обеспечению тканей пластическим и энергетическим материалом. В частности, на уровне нейронов коры больших полушарий выросла величина уровня их постоянного потенциала. Повышение УПП свидетельствовало о доминирующем гликолитическом пути поставки энергии при дефиците кислорода. Преобладание анаэробного пути образования энергии при I и II типах регуляции СР обеспечивало преимущества организма при проявлении скоростных и силовых способностей. Подтверждение данному факту получено при оценке

специальной физической подготовленности в полевых условиях и велоргометрическом тестированиях максимальной мощности. Однако по мере увеличения продолжительности работы, в анаэробном режиме происходило «истощение» анаэробных путей образования энергии, что сопровождалось снижением значений соответствующих показателей. Ограниченные возможности по доставке кислорода у спринтеров I и II типов ВСР проявилось в низких функциональных резервах кардиореспираторной системы, полученных при аэробной работе до отказа.

У спринтеров с III и IV типами доминирование ваготонии улучшало работу не только сердечной мышцы, но и повышало экономичность в деятельности системы микроциркуляции. Установленное повышение перфузии крови, снижение утилизации кислорода, преобладание концентрации восстановленных коферментов над окислительными, стало залогом расширения адаптационного потенциала обменного звена при физической нагрузке. На адекватную запросам поставку кислорода реагировали нейроны коры больших полушарий. У спринтеров с III и IV типами ВСР снижался УПП, что указывало на усиление энергообеспечения клеток головного мозга за счет окислительного фосфорилирования. В условиях анаэробного тестирования заметное улучшение изученных параметров нарастало по мере увеличения времени работы. При аэробной нагрузке у спринтеров с III и IV типами регистрировалось выраженное преимущество по изученным характеристикам кардиореспираторной системы. В показателях специальной физической подготовленности они уступали спортсменам с I и II типами регуляции СР.

Выявленные корреляционные связи позволили оценить роль каждого из многочисленных маркеров в подготовке квалифицированных спринтеров в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма. В работе обнаружено количественное преобладание взаимоотношений средней силы у

спринтеров с I и II типами регуляции. Обоснована целесообразность оценки текущего функционального состояния атлетов по корреляционным связям анаэробной и аэробной работоспособности в единстве с показателями нервных, вегетативных и двигательных реакций. У спринтеров с III и IV типами их количество по степени соподчиненности увеличилось, тем самым демонстрируя повышение устойчивости системы.

Типы ВСР также отличались по данным проведенного корреляционного анализа в оценке функционального состояния организма в покое и при физической нагрузке. Так, в I типе большинство связей отмечено в диапазоне более $r=0,5-0,6$, что свидетельствовало о среднем уровне их соподчиненности между большинством изученных показателей. В то время как в диапазоне более $r=0,8$ значимых коэффициентов корреляции вообще не было. Во II типе регуляции СР сильные положительные связи отмечены между УПП в центральной области и ВЭК; коэффициентом использования кислорода и МПК; относительной мощностью и её градиентом во второй пробе 6-секундного теста; обратной соподчиненности TP и SI. В III типе к числу наиболее важных структурных закономерностей добавились прямые связи между суммарной мощностью спектра (TP), коэффициентом использования кислорода (КИО₂) и индексом вагосимпатического равновесия (LF/HF). Анаэробную работоспособность в первую очередь лимитировали значения ПМ, относительной мощности (Not) в 6- и 15-секундных тестах, а также параметры взрывной силы (J). В IV типе главными признаны прямые зависимости между удельным потреблением кислорода (U), параметрами микроциркуляции (ПМ) и относительной мощностью в 45-секундном тесте, МПК и кислородным пульсом, УПП в Fz и Cz, обратная соподчиненность между суммарной мощностью спектра (TP) и стресс-индексом (SI).

3.3. Влияние эргогенных и физических средств потенцирования физической работоспособности на функциональное состояние организма спринтеров с различными типами вегетативной регуляции сердечного ритма

Резервные возможности сердечной мышцы в значительной мере обеспечивают успешность работы организма атлета и отражают уровень функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Вместе с этим по мере роста спортивного мастерства, увеличения объёма и интенсивности тренировочных нагрузок возникает повышенный риск развития внезапной сердечной смерти (ВСС) вследствие внезапной желудочковой тахикардии, гипертрофической кардиомиопатии, стеноза аортального клапана, аритмогенной дисплазии правого желудочка (Л.А. Бокерия, 2009; Е.А. Гаврилова, 2016; S.E. Perkins, 2017; J.A. Drezner, 2019; В. Redondo, 2019).

К другим факторам риска ВСС относятся: врожденные аномалии коронарных артерий, каналопатии, желудочковые нарушения ритма сердца, гиперсимпатикотония, снижение вариабельности сердца (M.S. Emery, 2018; Е. А. Гаврилова, 2021). Одной из мер профилактики, на наш взгляд, может служить включение в спортивное питание биодобавок (S.L. Halson, 2014; В.Н. Каркищенко, 2014; В.Д. Выборнов, 2017; Р.С. Рахманов, 2017; Н.Б. Гаврилова, 2018), а также применение низкоэнергетического лазерного излучения (Т.И. Кагу, 2008; Т.М. Брук, 2012-2019; С.Е. Павлов, 2017; С.В. Москвин, 2019).

В этой связи в дальнейшем было проанализировано влияние эргогенных и физических средств для потенцирования физической работоспособности на ФС организма спринтеров с учётом доминирующего типа ВСР.

3.3.1. Динамика показателей variability сердечного ритма

Согласно полученным данным, курсовой прием пищевых добавок при всех четырех типах регуляции усиливал активность парасимпатического звена ВНС, что отражалось в достоверном приросте значений показателей, отражающих работу автономного контура управления СР.

У спринтеров ЭГ со II типом регуляции (рис. 27), несмотря на явное доминирование симпатического отдела ВНС, тем не менее в покое отмечалась тенденция роста показателей, по которым оценивалась активность автономного контура регуляции СР. В меньшей степени происходило увеличение временных характеристик без достижения статистически значимого уровня различий.

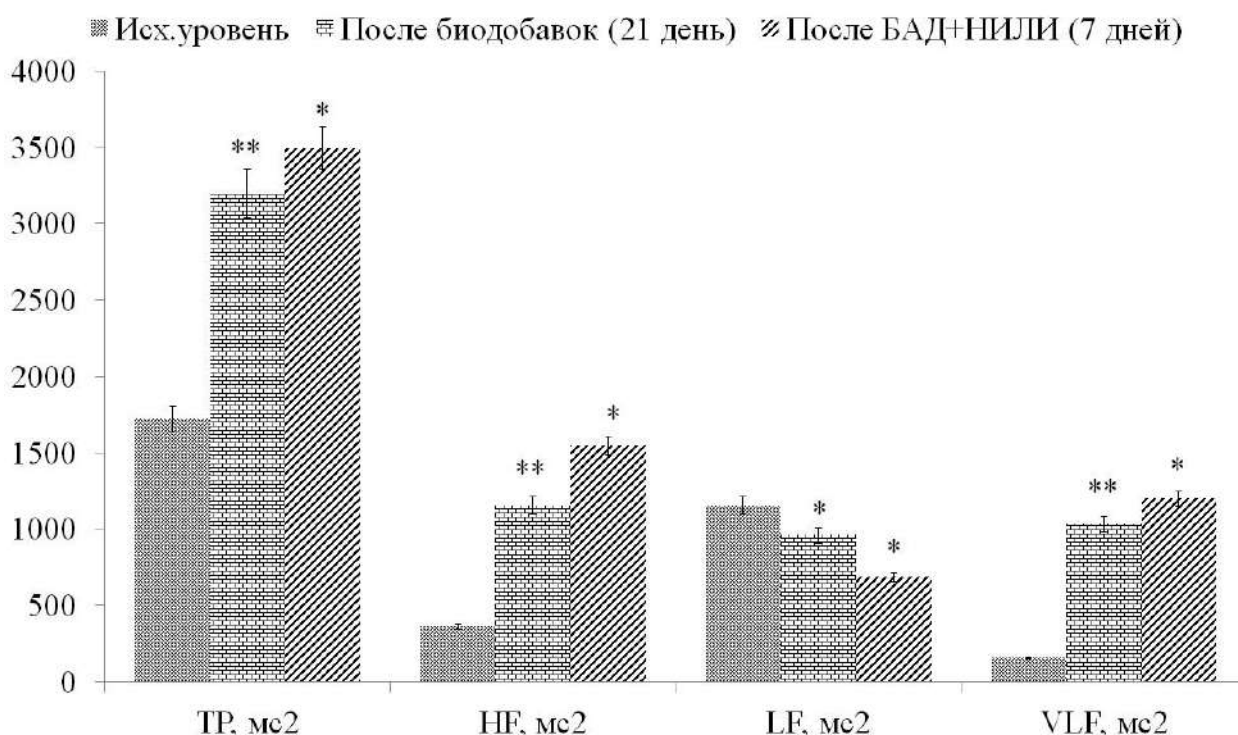


Рис. 27. Изменения спектральных показателей ВСП спринтеров ЭГ со II типом регуляции в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)
Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$).

В группе спектральных показателей статистически значимо повысился на 219,2% ($p < 0,01$) вклад HF-колебаний и на 16,7% ($p > 0,05$) – значения LF, что сопровождалось повышением средней величины VLF на 567,1% ($p < 0,01$). В конечном итоге устойчивость организма после приёма пищевых добавок повысилась с ростом величины TP на 85,6% ($p < 0,01$) и снижением на 31,2% ($p < 0,05$) стресс-индекса. Интегральный показатель гомеостатической устойчивости (ЧСС) достоверно уменьшился на 6,8% ($p > 0,05$).

Комплексное применение пищевых добавок в сочетании с НИЛИ (рис. 28) привело к мобилизации парасимпатического звена ВНС, на что указывало существенное повышение таких маркеров как: MxDMn на 95,7% ($p < 0,05$), pNN50% на 77,9%, RMSSD на 29,3%, HF на 33,8%, а также снижение соотношения LF/HF на 28,5%, во всех случаях $p < 0,05$.

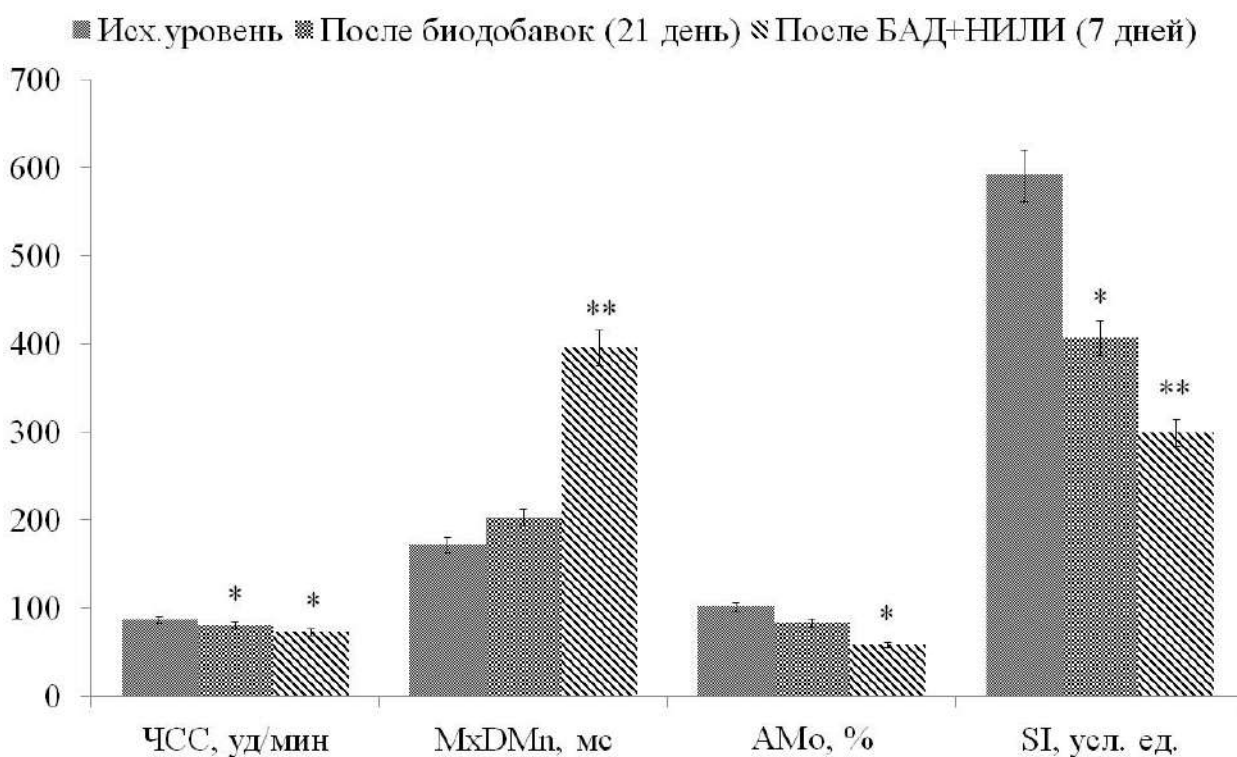


Рис. 28. Изменения временных показателей ВСР спринтеров ЭГ со II типом регуляции в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	\sqrt{Lg}^*	Значение	Оценка
Статистический и автокорреляционный анализ			
1. HR, уд./мин.		95	1,56
2. Mean, мс		629,5	-1,56
3. XMax, мс		735,0	-1,29
4. XMin, мс		559,0	-1,35
5. MxDmн, мс		176,0	-0,69
6. MxRmн,		1,31	-0,31
7. RMSSD, мс		13	-1,56
8. pNN50, %		0,6	
9. SDNN, мс		40	-0,41
10. CV, %		6,4	0,08
11. D, мс ²	40,1902	1615	-0,41
12. Mo, мс		612	-1,6
13. AMoSDNN, %/SDNN		39,7	0,32
14. AMo50, %/50 мс	1,7507*	56,3	0,58
15. AMo7.8, %/7.8 мс	0,9833*	9,6	0,46
16. CC1,		0,792	0,69
17. CC0,	0,6628*	4,6	0,22
18. NArr, %		0,0	
19. SI,	2,4174*	261	0,85
Спектральный анализ			
20. TP, мс ²	30,7155	943,44	-0,92
21. HF, мс ²	9,8768	97,55	-1,32
22. LF, мс ²	19,6235	385,08	-0,87
23. VLF, мс ²	9,6311	92,76	-1,4
24. ULF, мс ²	19,1847	368,05	0,42
25. HFmх, мс ² /Гц	0,593*	3,92	-1,09
26. LFmх, мс ² /Гц	1,3559*	22,69	-0,64
27. VLFmх, мс ² /Гц	0,9756*	9,45	-1,66
28. ULFmх, мс ² /Гц	1,8048*	63,79	0,25
29. THF, с		5,69	
30. TLF, с		12,96	
31. TVLF, с		29,26	
32. TULF, с		102,40	
33. PHF, %		17,0	-0,79
34. PLF, %		66,9	1,08
35. PVLF, %		16,1	-0,23
36. LF/HF,	0,5963*	3,95	0,91
37. VLF/HF,	-0,0219*	0,95	0,36
38. IC,	0,69*	4,90	0,78

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельности СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
		муж.		95	00:05:00



Рис. 29. Протокол результатов анализа ВСР спринтера Ф-Ва со II типом вегетативной регуляции до комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	\sqrt{Lg}^*	Значение	Оценка
Статистический и автокорреляционный анализ			
1. HR, уд./мин.		71	-0,58
2. Mean, мс		845,8	0,58
3. XMax, мс		947,0	0,23
4. XMin, мс		753,0	1,22
5. MxDMn, мс		194,0	-0,72
6. MxRMn,		1,26	-1,11
7. RMSSD, мс		26	-0,65
8. pNN50, %		5,1	
9. SDNN, мс		36	-0,93
10. CV, %		4,3	-1,45
11. D, мс ²	36,0576	1300	-0,93
12. Mo, мс		846	0,62
13. AMoSDNN, %/SDNN		42	0,8
14. AMo50, %/50 мс	1,7866*	61,2	0,95
15. AMo7.8, %/7.8 мс	1,018*	10,4	0,8
16. CC1,		0,7	0,03
17. CC0,	0,3771*	2,38	-0,87
18. NAgg, %		0,0	0,0
19. SI,	2,2704*	186	0,57
Спектральный анализ			
20. TP, мс ²	33,6663	1133,42	-0,95
21. HF, мс ²	19,8735	394,95	-0,42
22. LF, мс ²	25,0193	625,97	-0,62
23. VLF, мс ²	8,1911	67,09	-1,95
24. ULF, мс ²	6,7385	45,41	-1,78
25. HFmx, мс ² /Гц	1,1079*	12,82	-0,49
26. LFmx, мс ² /Гц	1,4318*	27,03	-0,61
27. VLFmx, мс ² /Гц	1,0142*	10,33	-1,68
28. ULFmx, мс ² /Гц	0,7893*	6,16	-2,43
29. THF, с		5,63	
30. TLF, с		13,65	
31. TVLF, с		32,00	
32. TULF, с		85,33	
33. PHF, %		36,3	0,29
34. PLF, %		57,5	0,55
35. PVLF, %		6,2	-1,55
36. LF/HF,	0,2*	1,58	-0,04
37. VLF/HF,	-0,7699*	0,17	-1,22
38. IC,	0,2442*	1,75	-0,34

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельности СЕРдечного РИТМА

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
		муж.		71	00:05:00

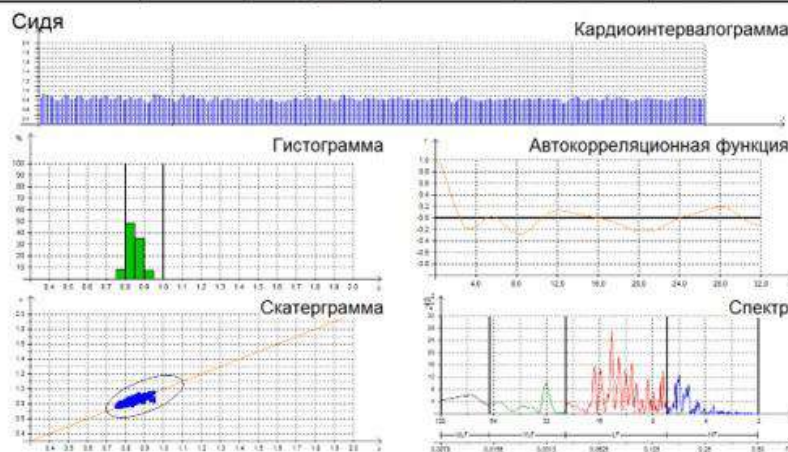


Рис. 30. Протокол результатов анализа ВСР спринтера Ф-Ва со II типом вегетативной регуляции после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Продолжила уменьшаться амплитуда АМо на 30% ($p < 0,05$). В процессы регуляции все менее активно включались отделы продолговатого мозга со снижением среднего значения LF на 33,5% ($p < 0,05$). Тем самым уменьшилась напряженность в регуляторных механизмах, о чем свидетельствовало снижение SI на 26,4% ($p < 0,05$) и маркера гомеостатической устойчивости организма ЧСС на 9,7% ($p < 0,05$).

В дальнейшем (рис. 29-30) отразим результаты анализа variability сердечного ритма спринтера Ф-Ва со II типом ВСР до и после комплексного применения изученных внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности.

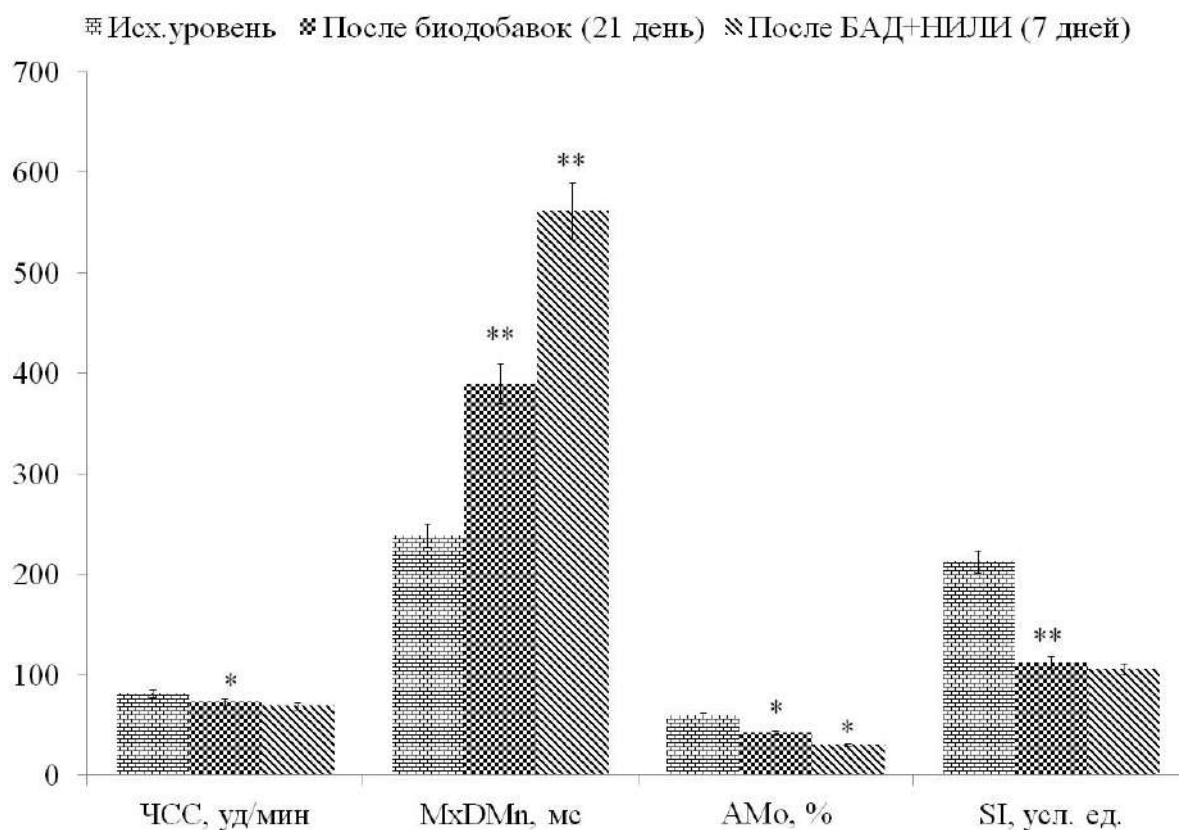


Рис. 31. Изменения временных показателей ВСР спринтеров ЭГ с I типом регуляции в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

При снижении активности центрального механизма (I тип) под влиянием пищевых добавок нарастал вклад автономного механизма

регуляции как по временным, так и по спектральным его характеристикам (рис. 31). Из расчетных показателей величина $MxDMn$ достоверно повысилась на 63,5% ($p<0,05$), $RMSSD$ на 21,9% ($p<0,05$), $pNN50\%$ существенно выросло на 91% ($p<0,01$), амплитуда HF также значимо увеличилась на 77,7% ($p<0,05$). Из характеристик центрального механизма отметим выраженное снижение на 28,3% ($p<0,05$) параметра AMo , усиление на 20,3% LF ($p<0,05$) колебаний, увеличение на 318,6% индикатора VLF ($p<0,01$). В целом, напряженность регуляторных процессов уменьшилась, на что указывает значительное повышение TP на 61,5% и снижение SI на 47,4% и ЧСС на 10,1%, во всех случаях $p<0,05$.

Применение в комплексе пищевых добавок и НИЛИ усиливало положительный эффект со стороны механизмов регуляции CP (рис. 32).

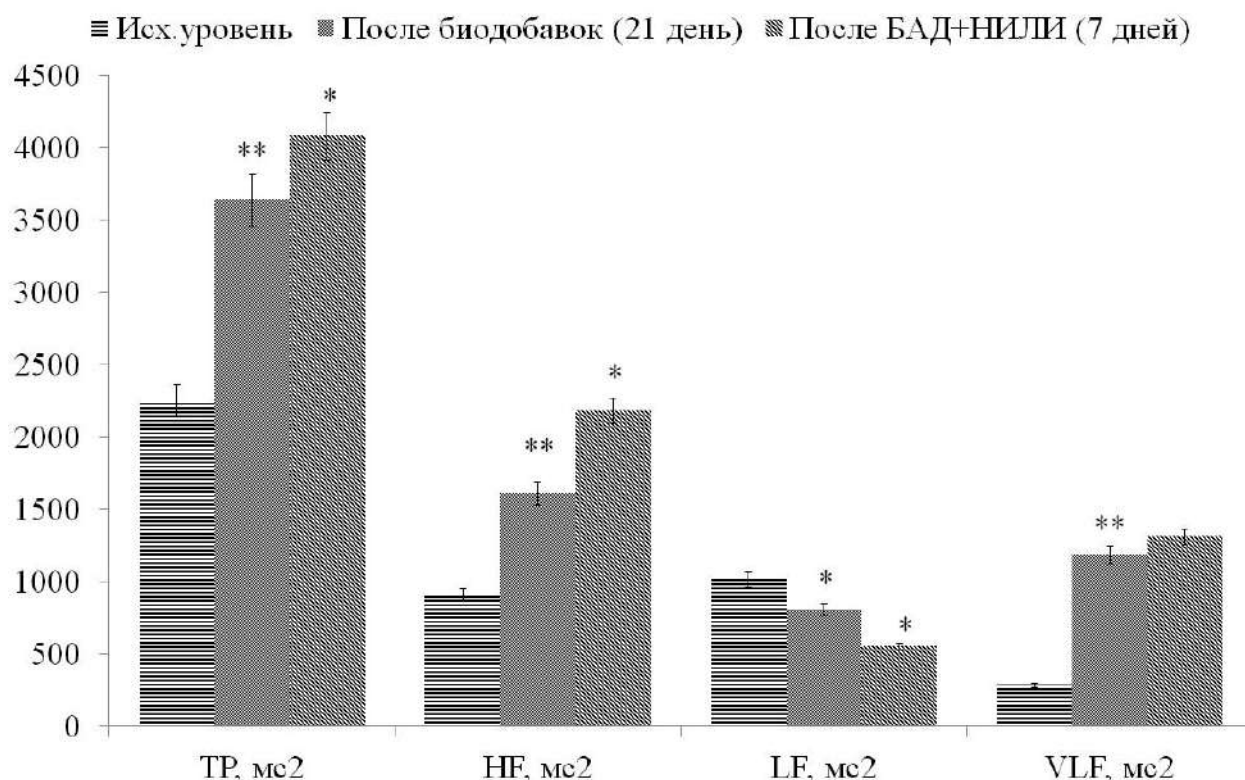


Рис. 32. Изменения спектральных показателей ВСР спринтеров ЭГ с I типом регуляции в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M\pm\delta$)

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	$\sqrt{fLg^*}$	Значение	Оценка
Статистический и автокорреляционный анализ			
1. HR, уд./мин.		78	-0,03
2. Mean, мс		774,2	0,03
3. XMax, мс		845,0	-0,45
4. XMin, мс		673,0	0,39
5. MxDMn, мс		172,0	-1,03
6. MxRMn, мс		1,26	-1,16
7. RMSSD, мс		28	-0,53
8. pNN50, %		5,2	
9. SDNN, мс		32	-1,28
10. CV, %		4,1	-1,59
11. D, мс ²	32,083	1029	-1,28
12. Mo, мс		762	0,05
13. AMoSDNN, %/SDNN		36,9	-0,3
14. AMo50, %/50 мс	1,8025*	63,5	1,08
15. AMo7.8, %/7.8 мс	1,0446*	11,1	1,03
16. CC1,		0,402	-1,95
17. CC0,	0,1736*	1,49	-1,82
18. NArr, %		0,0	
19. SI,	2,384*	242	0,91
Спектральный анализ			
20. TP, мс ²		29,2091	-1,36
21. HF, мс ²		21,9782	-0,29
22. LF, мс ²		13,9325	-2,1
23. VLF, мс ²		10,0679	-1,41
24. ULF, мс ²		8,6402	-1,17
25. HFmx, мс ² /Гц	1,3105*	20,44	-0,11
26. LFMx, мс ² /Гц	0,9188*	8,30	-2,14
27. VLFmx, мс ² /Гц	1,0127*	10,30	-1,7
28. ULFmx, мс ² /Гц	1,1431*	13,90	-1,33
29. THF, с		3,63	
30. TLF, с		24,98	
31. TVLF, с		25,60	
32. TULF, с		78,77	
33. PHF, %		62,0	1,63
34. PLF, %		24,9	-1,76
35. PVLF, %		13,0	-0,36
36. LF/HF,	-0,3959*	0,40	-1,82
37. VLF/HF,	-0,6781*	0,21	-1,01
38. IC,	-0,2135*	0,61	-1,56

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельности СЕРдечного РИТМА

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
		муж.		78	00:05:00

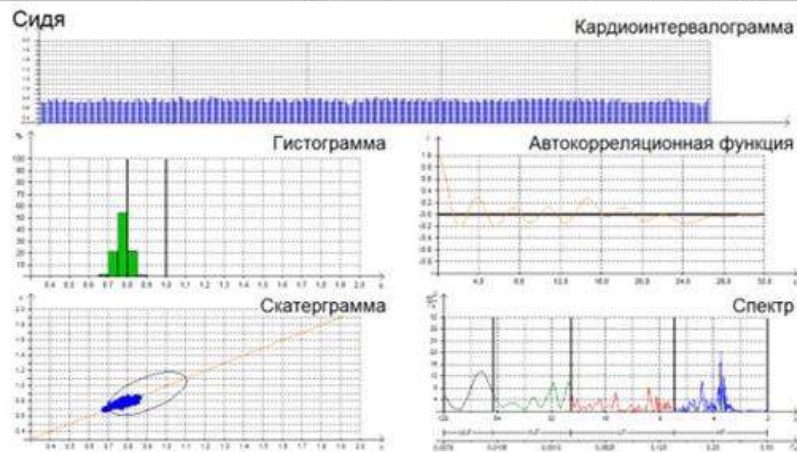


Рис. 33. Протокол результатов анализа ВСР спринтера Г-ва с I типом вегетативной регуляции до комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	\sqrt{Lg}^*	Значение	Оценка
Статистический и автокорреляционный анализ			
1. HR, уд./мин.		82	0,31
2. Mean, мс		732,6	-0,31
3. XMax, мс		853,0	-0,37
4. XMin, мс		621,0	-0,24
5. MxDMn, мс		232,0	-0,27
6. MxRMn, мс		1,37	-0,16
7. RMSSD, мс		22	-0,96
8. pNN50, %		2,7	
9. SDNN, мс		53	-0,04
10. CV, %		7,2	0,1
11. D, мс ²	52,6787	2775	-0,04
12. Mo, мс		730	-0,21
13. AMoSDNN, %/SDNN		33,4	-1,65
14. AMo50, %/50 мс	1,6171*	41,4	0,00
15. AMo7,8, %/7,8 мс	0,8344*	6,8	-0,44
16. CC1,		0,781	0,86
17. CC0,	0,8726*	7,46	0,93
18. NArr, %		0,0	
19. SI,	2,0873*	122	0,1
Спектральный анализ			
20. TP, мс ²	51,3236	2634,12	0,11
21. HF, мс ²	14,4164	207,83	-1,02
22. LF, мс ²	33,0119	1089,78	0,15
23. VLF, мс ²	22,8322	521,31	0,6
24. ULF, мс ²	28,5516	815,19	1,24
25. HFmx, мс ² /Гц	0,5984*	3,97	-1,44
26. LFmx, мс ² /Гц	1,8163*	65,51	0,4
27. VLFmx, мс ² /Гц	1,8716*	74,41	0,71
28. ULFmx, мс ² /Гц	2,2226*	166,94	1,25
29. THF, с		5,85	
30. TLF, с		11,77	
31. TVLF, с		37,93	
32. TULF, с		170,67	
33. PHF, %		11,4	-1,84
34. PLF, %		59,9	0,71
35. PVLF, %		28,7	1,16
36. LF/HF,	0,7196*	5,24	1,61
37. VLF/HF,	0,3994*	2,51	1,95
38. IC,	0,8894*	7,75	1,8

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельности СЕРдечного РИТМА

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
		муж.		82	00:05:00

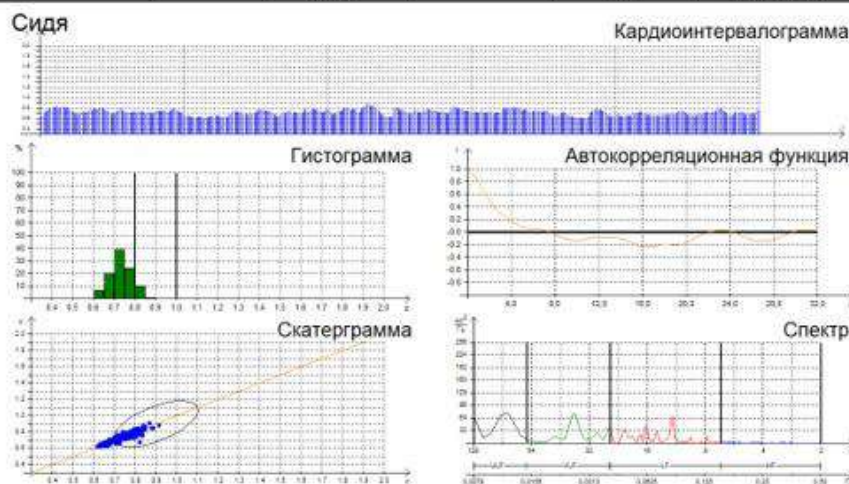


Рис. 34. Протокол результатов анализа ВСР спринтера Г-ва с I типом вегетативной регуляции после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Наблюдалось дальнейшее повышение активности парасимпатического отдела ВНС, что сопровождалось достоверным увеличением RMSSD на 27,3% ($p < 0,05$). Уменьшилась амплитуда АМо на 29% ($p < 0,05$). В конечном итоге еще более увеличился маркер TP на 12,1% ($p < 0,05$) по сравнению с отдельным курсовым приемом биодобавок.

Для наглядности на рисунках 33-34 отражены результаты анализа ВСР спринтера Г-ва с I типом вегетативной регуляции до и после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности.

У спринтеров с умеренным доминированием автономного механизма, III тип, после приёма пищевых добавок градиент по отдельным показателям парасимпатического звена ВНС снижался, но различия оставались статистически достоверными (рис. 35). Так, значения MxDMn повысились на 41,3% ($p < 0,01$), RMSSD – на 40,9% ($p < 0,05$), pNN50 – на 58,1% ($p < 0,05$).

Анализ спектральных характеристик показал, что применение изученных эргогенных средств значимо повышало суммарную величину спектра колебаний ритма TP на 32% ($p < 0,05$), вклад HF колебаний существенно вырос на 51,3% ($p < 0,05$), но величина LF волн снизилась на 30,2% ($p < 0,05$). При этом соотношение симпато-парасимпатического баланса LF/HF достоверно снизилось на 24,8% ($p < 0,05$). Отмечалось повышение активности корково-подкорковых центров с достоверным ростом на 54,8% активности VLF ($p < 0,05$).

Таким образом, напряженность регуляторных механизмов в состоянии относительного физиологического покоя снижалась, о чем свидетельствовало уменьшение на 27,7% ($p < 0,05$) интегрального маркера SI. Устойчивость вегетативных систем сопровождалась выраженной брадикардией (ЧСС) на 7,6% ($p < 0,05$).

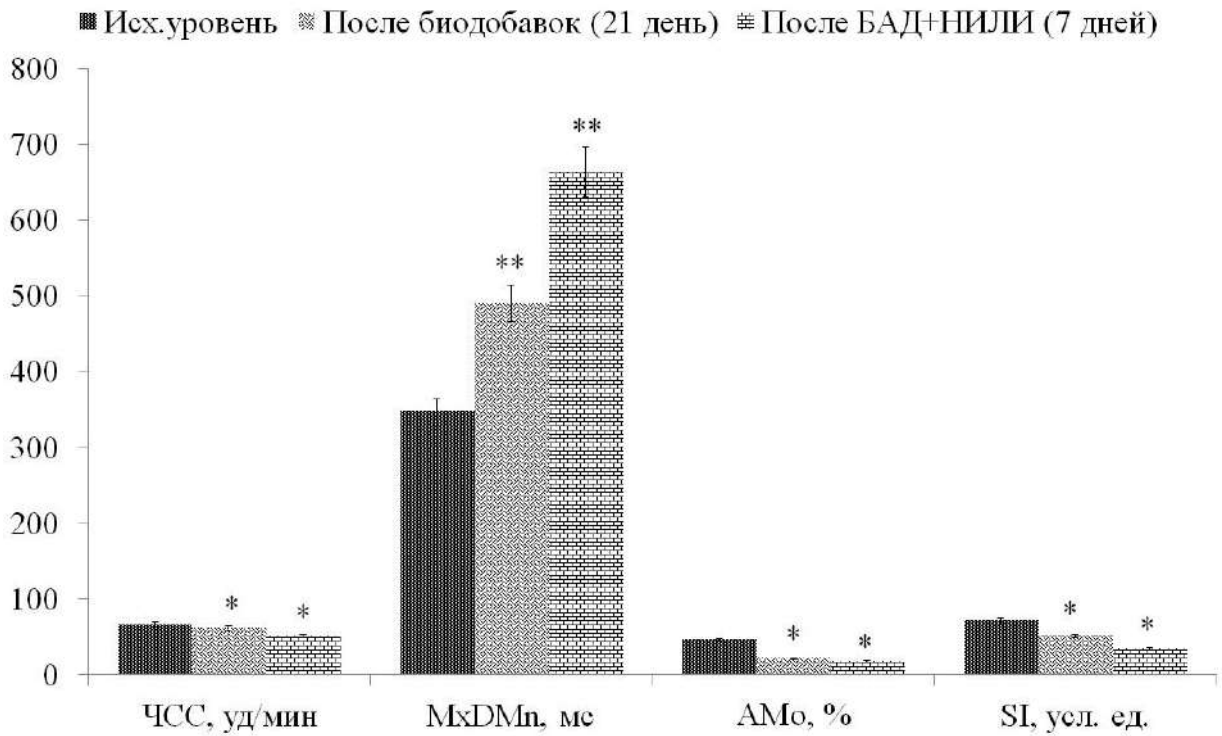


Рис. 35. Изменения временных показателей ВСР спринтеров ЭГ с III типом регуляции в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

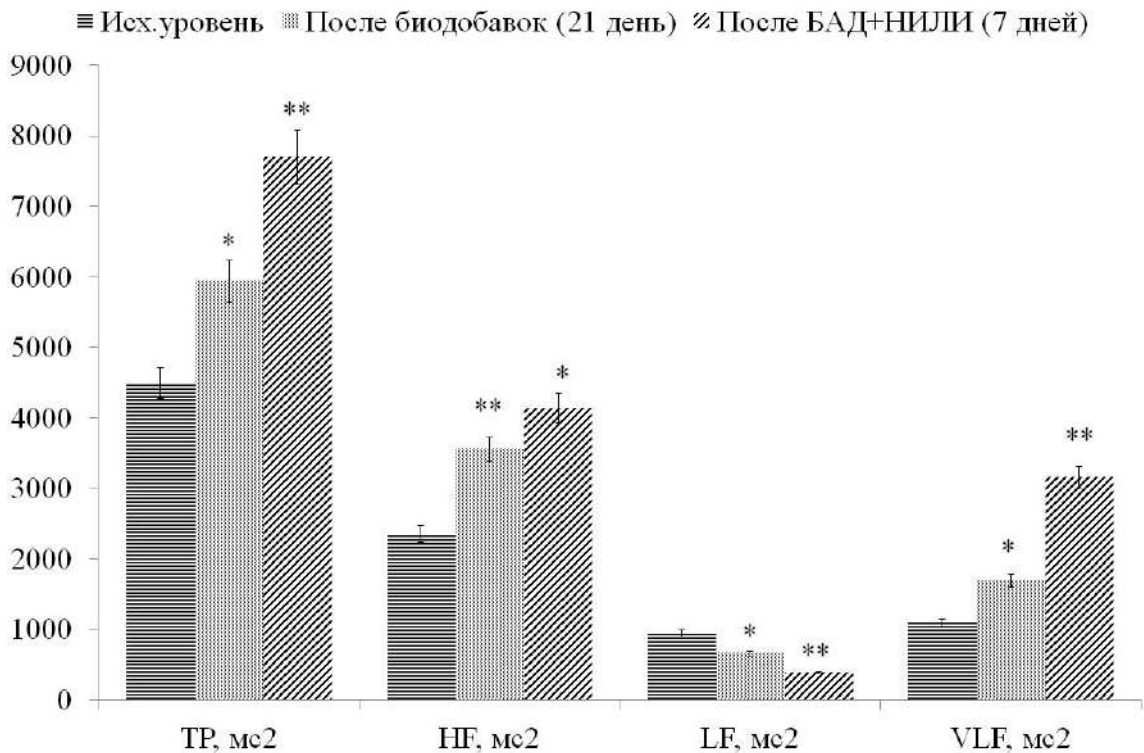


Рис. 36. Изменения спектральных показателей ВСР спринтеров ЭГ с III типом регуляции в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	$\sqrt{I}Lg^*$	Значение	Оценка
Статистический и автокорреляционный анализ			
1. HR, уд./мин.		70	-0,55
2. Mean, мс		860,5	0,57
3. XMax, мс		999,0	0,42
4. XMin, мс		714,0	0,59
5. MxDMn, мс		285,0	0,33
6. MxRMn,		1,40	0,18
7. RMSSD, мс		37	0,07
8. pNN50, %		18,1	
9. SDNN, мс		65	0,52
10. CV, %		7,5	0,44
11. D, мс ²	64,6203	4176	0,52
12. Mo, мс		889	0,76
13. AMoSDNN, %/SDNN		36	-0,66
14. AMo50, %/50 мс	1,5092*	32,3	-0,59
15. AMo7,8, %/7,8 мс	0,8709*	7,4	-0,23
16. CC1,		0,799	0,86
17. CC0,	0,6883*	4,88	0,38
18. NArg, %		0,0	
19. SI,	1,8044*	64	-0,53
Спектральный анализ			
20. TP, мс ²	53,541	2866,64	0,29
21. HF, мс ²	19,9237	396,95	-0,25
22. LF, мс ²	31,3594	983,41	0,11
23. VLF, мс ²	28,4042	806,80	1,13
24. ULF, мс ²	26,0667	679,47	1,12
25. HFmx, мс ² /Гц	0,8692*	7,40	-0,73
26. LFmx, мс ² /Гц	1,559*	36,22	-0,18
27. VLFmx, мс ² /Гц	1,9956*	99,00	1,0
28. ULFmx, мс ² /Гц	2,0277*	106,58	0,81
29. THF, с		6,28	
30. TLF, с		15,06	
31. TVLF, с		36,57	
32. TULF, с		113,78	
33. PHF, %		18,1	-0,75
34. PLF, %		45,0	-0,25
35. PVLF, %		36,9	1,59
36. LF/HF,	0,394*	2,48	0,41
37. VLF/HF,	0,308*	2,03	1,43
38. IC,	0,6542*	4,51	0,74

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельности СЕРдечного РИТМА

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
		муж.		70	00:05:01



Рис. 37. Протокол результатов анализа ВСР спринтера И-ка с III типом вегетативной регуляции до комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	$\sqrt{I\sigma}$ *	Значение	Оценка
Статистический и автокорреляционный анализ			
1. HR, уд./мин.		55	-2,69
2. Mean, мс		1086,8	2,68
3. XMax, мс		1302,5	2,58
4. XMin, мс		763,3	1,32
5. MxDMn, мс		539,2	2,31
6. MxRMn,		1,71	1,68
7. RMSSD, мс		98	1,95
8. pNN50, %		50,5	
9. SDNN, мс		103	1,73
10. CV, %		9,5	0,87
11. D, мс ²	103,0519	10620	1,73
12. Mo, мс		1123	2,69
13. AMoSDNN, %/SDNN		38,8	0,18
14. AMo50, %/50 мс	1,3947*	24,8	-1,11
15. AMo7.8, %/7.8 мс	0,7352*	5,4	-1,14
16. CC1,		0,855	2,22
17. CC0,	1,1187*	13,14	1,67
18. NArr, %		0,0	
19. SI,	1,3116*	20	-2,08
Спектральный анализ			
20. TP, мс ²		91,2296	1,66
21. HF, мс ²		52,1529	1,49
22. LF, мс ²		64,8945	1,97
23. VLF, мс ²		28,6465	1,17
24. ULF, мс ²		23,8956	0,81
25. HFmx, мс ² /Гц	1,777*	59,85	0,82
26. LFmx, мс ² /Гц	2,1942*	156,37	1,45
27. VLFmx, мс ² /Гц	1,8755*	75,07	0,66
28. ULFmx, мс ² /Гц	2,0216*	105,10	0,69
29. THF, с		4,03	
30. TLF, с		8,90	
31. TVLF, с		60,24	
32. TULF, с		93,09	
33. PHF, %		35,1	0,23
34. PLF, %		54,3	0,33
35. PVLF, %		10,6	-0,69
36. LF/HF,	0,1899*	1,55	-0,06
37. VLF/HF,	-0,5204*	0,30	-0,61
38. IC,	0,2672*	1,85	-0,26

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельности СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
		муж.		55	00:04:59

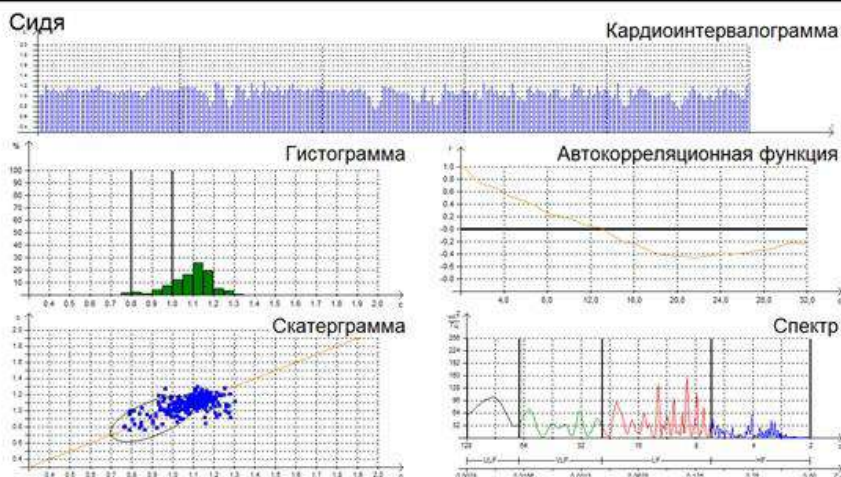


Рис. 38. Протокол результатов анализа ВСР спринтера И-ка с III типом вегетативной регуляции после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Применение в комплексе пищевых добавок и НИЛИ (рис. 36) еще более мобилизовало адаптационный потенциал организма спринтеров. В разной степени усиливалось возбуждение парасимпатического тонуса с достоверным ростом показателей: RMSSD – 26,7%, pNN50% – 25,1%, HF – 16,6%, во всех случаях $p < 0,05$. Активность симпатического отдела ВНС снижалась, что отразилось в уменьшении среднего значения амплитуды АМо на 17,9% ($p < 0,05$) и соотношения симпато-парасимпатического баланса LF/HF на 32,6% ($p < 0,05$).

Отмечалось снижение тонуса со стороны продолговатого мозга, о чем свидетельствовал рост волн LF на 41,5% ($p < 0,01$), а также высших центров управления VLF на 86,5% ($p < 0,01$). Столь высокий прирост последнего маркера указывал на формирование гиперадаптивного состояния организма спринтеров после комплексного применения биодобавок и НИЛИ. Кроме этого, повысилась гомеостатическая устойчивость организма атлетов с переходом к брадикардии при уменьшении ЧСС на 15,9% ($p < 0,05$).

Протоколы результатов анализа ВСР спринтера И-ка с III типом вегетативной регуляции до и после применения изученных внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности представлены на рисунках 37-38.

В группе спринтеров с явным доминированием автономного механизма регуляции (IV тип, рис. 39) курсовое применение биодобавок не вызывало существенных изменений в функциональном поведении систем управления. Практически по всем маркерам парасимпатического отдела ВНС происходило незначительное усиление его работы без достижения статистически значимого уровня различий, за исключением pNN50% – на 31,5% ($p < 0,05$) и ЧСС – на 11,6% ($p < 0,05$).

Применение спортивных пищевых добавок по-разному воздействовало на работу регуляторных систем, отвечающих за работу сердца, БАД в

большей мере оказывали влияние на состояние вегетативных систем в I и II типах variability CP, что наглядно отразилось в уменьшении тонуса симпатического влияния ВНС при одновременном усилении её парасимпатического звена.

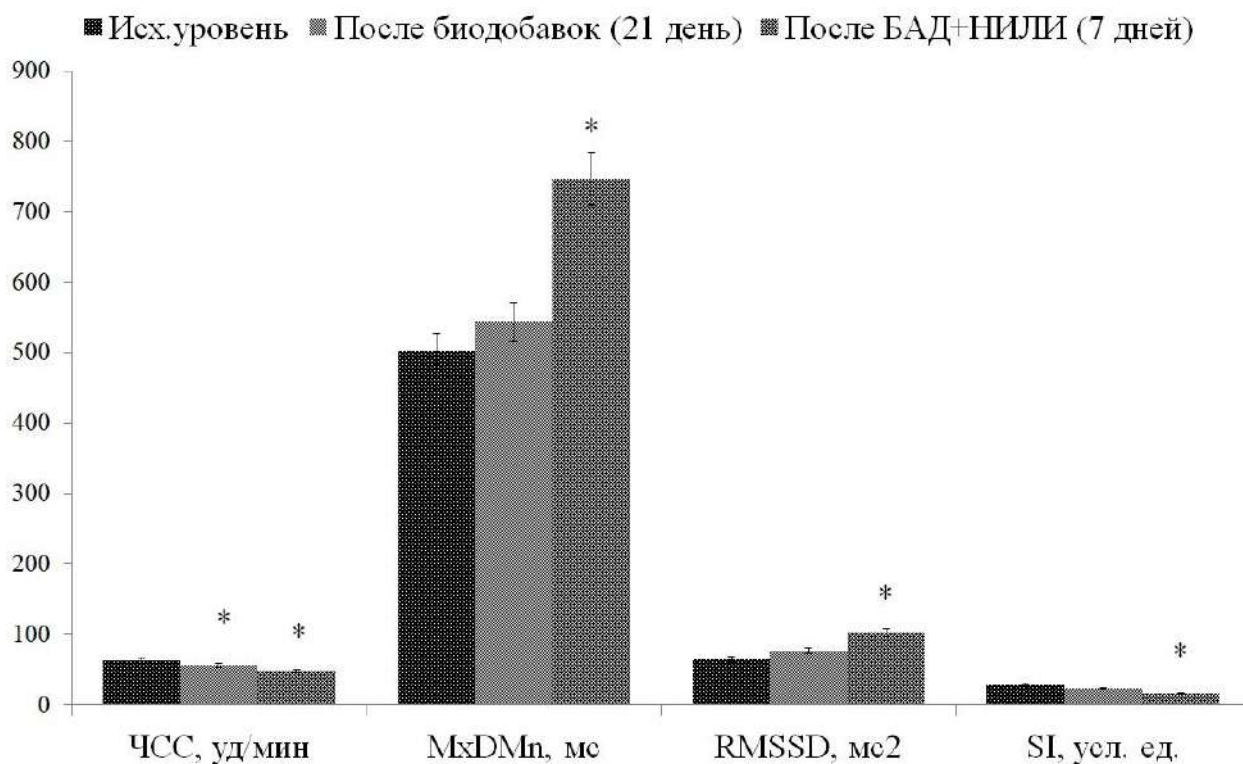


Рис. 39. Изменения временных показателей ВСР спринтеров ЭГ с IV типом регуляции в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Как и следовало ожидать, сочетанное применение биодобавок и НИЛИ (рис. 40) продолжало оказывать положительное влияние на состояние регуляторных механизмов. Конечным результатом такого воздействия было повышение адаптационного потенциала организма спринтеров, о чем свидетельствовали существенные изменения изученных маркеров ВСР. Повышение активности парасимпатического отдела ВНС просматривалось в росте следующих показателей: RMSSD – на 34,9% ($p < 0,05$), $pNN50\%$ – на 51% ($p < 0,05$). Отмечалось более выраженное торможение симпатической активности с уменьшением величины AMo на 35,8% ($p < 0,05$). Соотношение LF/HF снизилось на 29,6% ($p < 0,05$). Нарастала устойчивость регуляторных

систем с ростом маркера ТР на 24,5%, снижением стресс-индекса на 30,7% и ЧСС на 13,6% ($p < 0,05$).

Следует отметить, что в IV типе результативность от действия средств потенцирования, как при раздельном, так и сочетанном их применении, была минимальная. Предположительно, данное обстоятельство обусловлено тем, что функциональная система исходно находилась в устойчивом состоянии и не требовала вмешательства со стороны, как было отмечено по отношению к организму спринтеров с I и II типами вегетативного обеспечения СР.

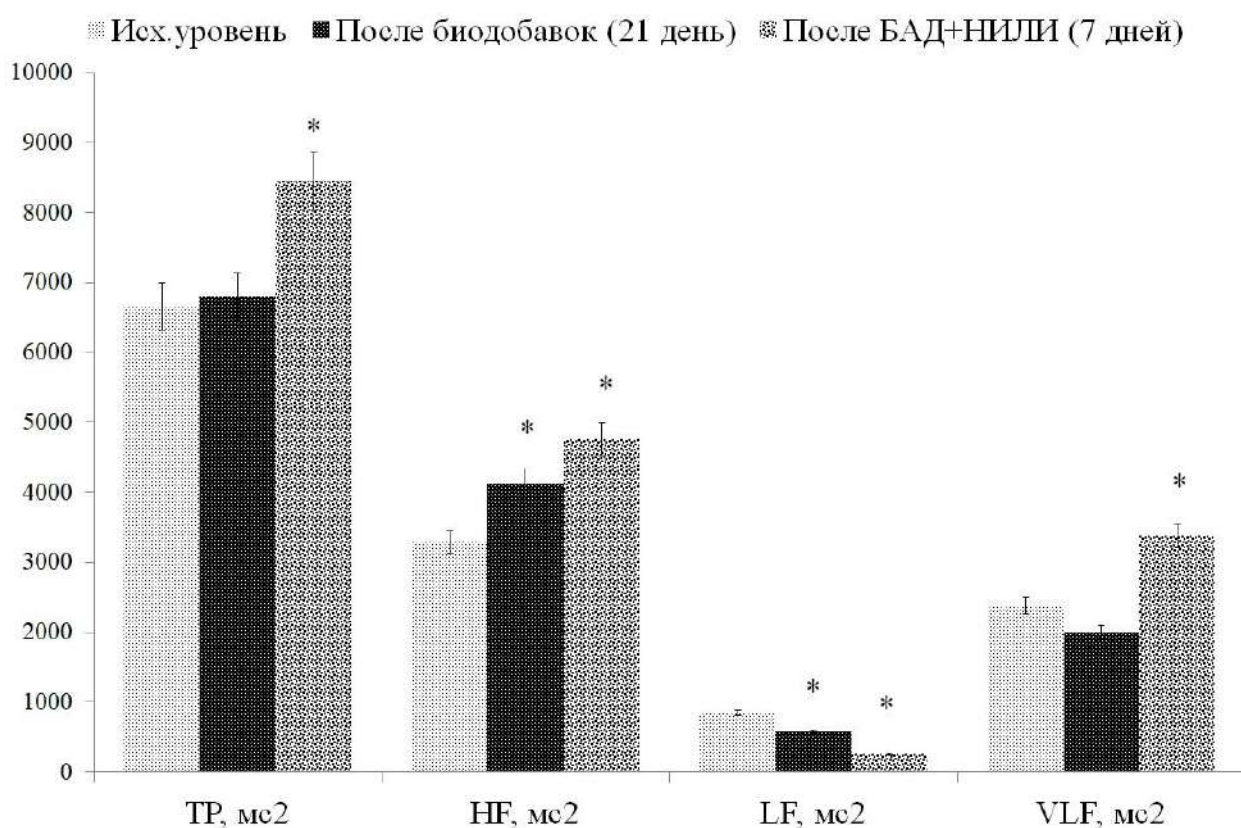


Рис. 40. Изменения спектральных показателей ВСП спринтеров ЭГ с IV типом в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Протоколы результатов анализа ВСП спринтера К-ва с IV типом вегетативной регуляции СР до и после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности представлены на рисунках 41-42.

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	\sqrt{Lg}^*	Значение	Оценка
Статистический и автокорреляционный анализ			
1. HR, уд./мин.		57	-2,26
2. Mean, мс		1055,1	2,26
3. XMax, мс		1311,0	2,5
4. XMin, мс		818,0	1,79
5. MxDMn, мс		493,0	1,99
6. MxRMn, мс		1,60	1,2
7. RMSSD, мс		86	1,73
8. pNN50, %		47,9	
9. SDNN, мс		117	2,27
10. CV, %		11,0	1,55
11. D, мс ²	116,5782	13590	2,27
12. Mo, мс		1081	2,32
13. AMoSDNN, %/SDNN		39,6	0,22
14. AMo50, %/50 мс	1,2501*	17,8	-2,28
15. AMo7.8, %/7.8 мс	0,6913*	4,9	-1,75
16. CC1,		0,782	0,77
17. CC0,	0,4446*	2,78	-0,65
18. NArr, %		0,0	
19. SI,	1,2224*	17	-2,28
Спектральный анализ			
20. TP, мс ²	106,8238	11411,33	2,24
21. HF, мс ²	47,0576	2214,42	1,28
22. LF, мс ²	93,4978	8741,84	3,06
23. VLF, мс ²	16,8766	284,82	-0,08
24. ULF, мс ²	13,0477	170,24	-0,31
25. HFmx, мс ² /Гц	2,0353*	108,46	1,34
26. LFmx, мс ² /Гц	2,6873*	486,74	2,75
27. VLFmx, мс ² /Гц	1,4709*	29,57	-0,32
28. ULFmx, мс ² /Гц	1,4882*	30,77	-0,35
29. THF, с		6,65	
30. TLF, с		12,05	
31. TVLF, с		36,57	
32. TULF, с		204,80	
33. PHF, %		19,7	-0,74
34. PLF, %		77,8	2,29
35. PVLF, %		2,5	-3,1
36. LF/HF,	0,5963*	3,95	1,11
37. VLF/HF,	-0,8907*	0,13	-1,53
38. IC,	0,6103*	4,08	0,72

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельности СЕРдечного РИТМА

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
		муж.		57	00:05:00

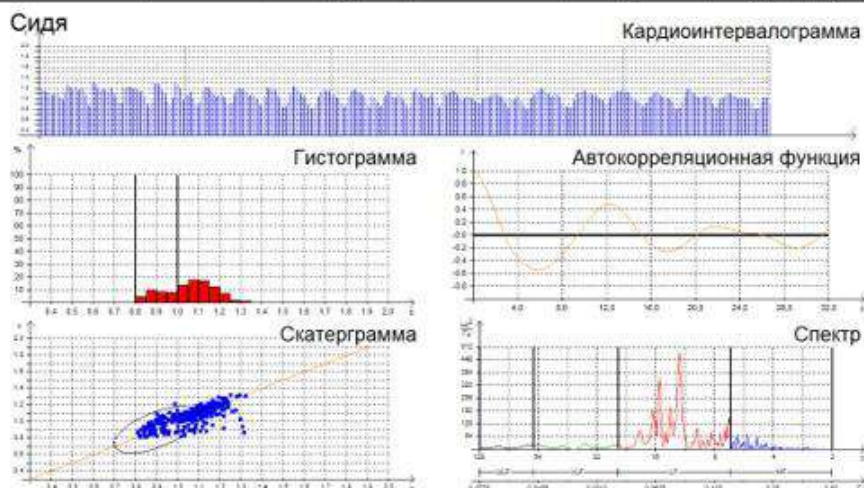


Рис. 41. Протокол результатов анализа ВСР спринтера К-ва с IV типом вегетативной регуляции до комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	$\sqrt{Lg^*}$	Значение	Оценка
Статистический и автокорреляционный анализ			
1. HR, уд./мин.		52	-2,83
2. Mean, мс		1158,9	2,84
3. XMax, мс		1399,2	3,14
4. XMin, мс		801,7	1,37
5. MxDmн, мс		597,5	3,18
6. MxRMн,		1,75	2,39
7. RMSSD, мс		66	1,12
8. pNN50, %		43,4	
9. SDNN, мс		125	2,91
10. CV, %		10,8	1,68
11. D, мс ²	125,4354	15734	2,91
12. Mo, мс		1223	2,99
13. AMoSDNN, %/SDNN		39	0,14
14. AMo50, %/50 мс	1,2439*	17,5	-2,08
15. AMo7.8, %/7.8 мс	0,7628*	5,8	-1,02
16. CC1,		0,725	-0,02
17. CC0,	0,4735*	2,98	-0,62
18. NArg, %		0,0	
19. SI,	1,0791*	12	-2,72
Спектральный анализ			
20. TP, мс ²	100,0103	10002,07	2,13
21. HF, мс ²	32,6329	1064,91	0,6
22. LF, мс ²	50,6221	2562,60	1,34
23. VLF, мс ²	32,5064	1056,66	1,6
24. ULF, мс ²	72,924	5317,90	6,2
25. HFmх, мс ² /Гц	1,5736*	37,46	0,55
26. LFmх, мс ² /Гц	2,1016*	126,37	1,27
27. VLFmх, мс ² /Гц	2,1449*	139,60	1,45
28. ULFmх, мс ² /Гц	3,038*	1091,44	6,18
29. THF, с		4,32	
30. TLF, с		9,06	
31. TVLF, с		46,55	
32. TULF, с		146,29	
33. PHF, %		22,7	-0,35
34. PLF, %		54,7	0,29
35. PVLF, %		22,6	0,38
36. LF/HF,	0,3814*	2,41	0,35
37. VLF/HF,	-0,0034*	0,99	0,43
38. IC,	0,5313*	3,40	0,32

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
		муж.		52	00:05:00

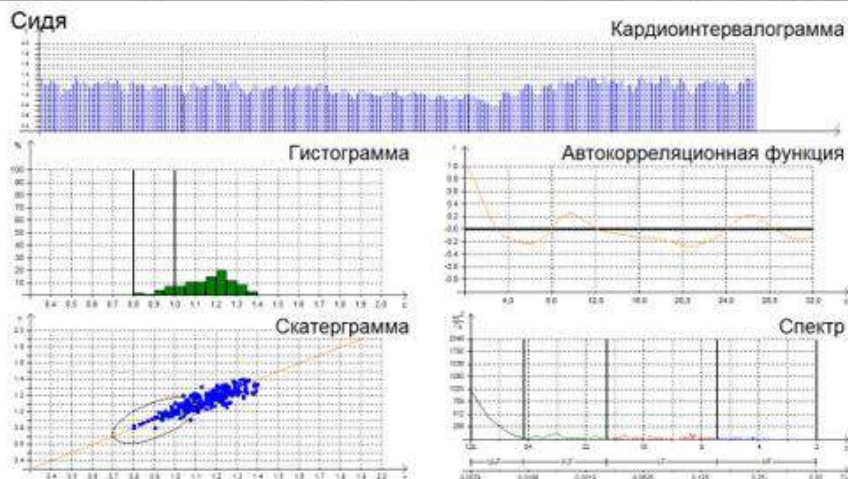


Рис. 42. Протокол результатов анализа ВСР спринтера К-ва с IV типом вегетативной регуляции после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Таким образом, на основе анализа применения пищевых добавок и НИЛИ следует отметить, что наибольший положительный эффект проявился в случае исходно высокой напряженности регуляторных механизмов (I и II типы). В этой ситуации указанные средства усиливали активность парасимпатического отдела ВНС и синхронно подавляли исходно высокий тонус её симпатического звена. Тем самым функциональная система повышала свою устойчивость, снижались траты энергии и пластических веществ и, напротив, разворачивались процессы, направленные на сохранение вещества (трофотропный эффект). В этом случае выше положительный эффект от их комплексного применения. При пониженной напряженности (III и IV типы ВСР) влияние изученных внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности сохранялось, наибольший эффект проявился только при совместном их использовании.

3.3.2. Динамика показателей микроциркуляции

Выявленные изменения в блоке управления функциями организма отразились на параметрах вегетативного обеспечения, что показали исследования ведущих маркеров МЦ. Изучение особенностей микроциркуляции крови спортсменов базировалось на гипотезе о том, что особенности регуляции сердечного ритма в рамках функционального единства взаимодействия работы ССС на центральном и периферическом уровнях будут оказывать воздействие на местные механизмы управления микрокровотока и степень метаболизма в системе обменных сосудов. В некоторых работах (В.И. Козлов, 2006; С.М. Рыжакин, 2016; Т.М. Брук, 2017, Ф.Б. Литвин, 2018) показано, что НИЛИ обеспечивало усиление процессов микроциркуляции и в целом улучшение общего состояния организма (В.И. Козлов, 2020). В задачи исследования входила дальнейшая разработка

обозначенной проблемы. Новым в работе было сравнительное изучение основных характеристик системы микроциркуляции, биодобавок и в комплексе с НИЛИ на основе дифференцированного подхода выявленной типологизации СР легкоатлетов-спринтеров. В ходе работы установлено, что у спринтеров со II типом управления (рис. 43) после применения эргогенных средств потенцирования, по сравнению с исходным фоном, достоверно на 44,2% ($p < 0,05$) повысился показатель интенсивности микрокровотока. Под влиянием биостимуляторов отмечалось достоверное увеличение на 39,3% ($p < 0,05$) количества эритроцитов в зондируемом объеме крови, со значимым улучшением на 37,3% ($p < 0,05$) их колеблемости.

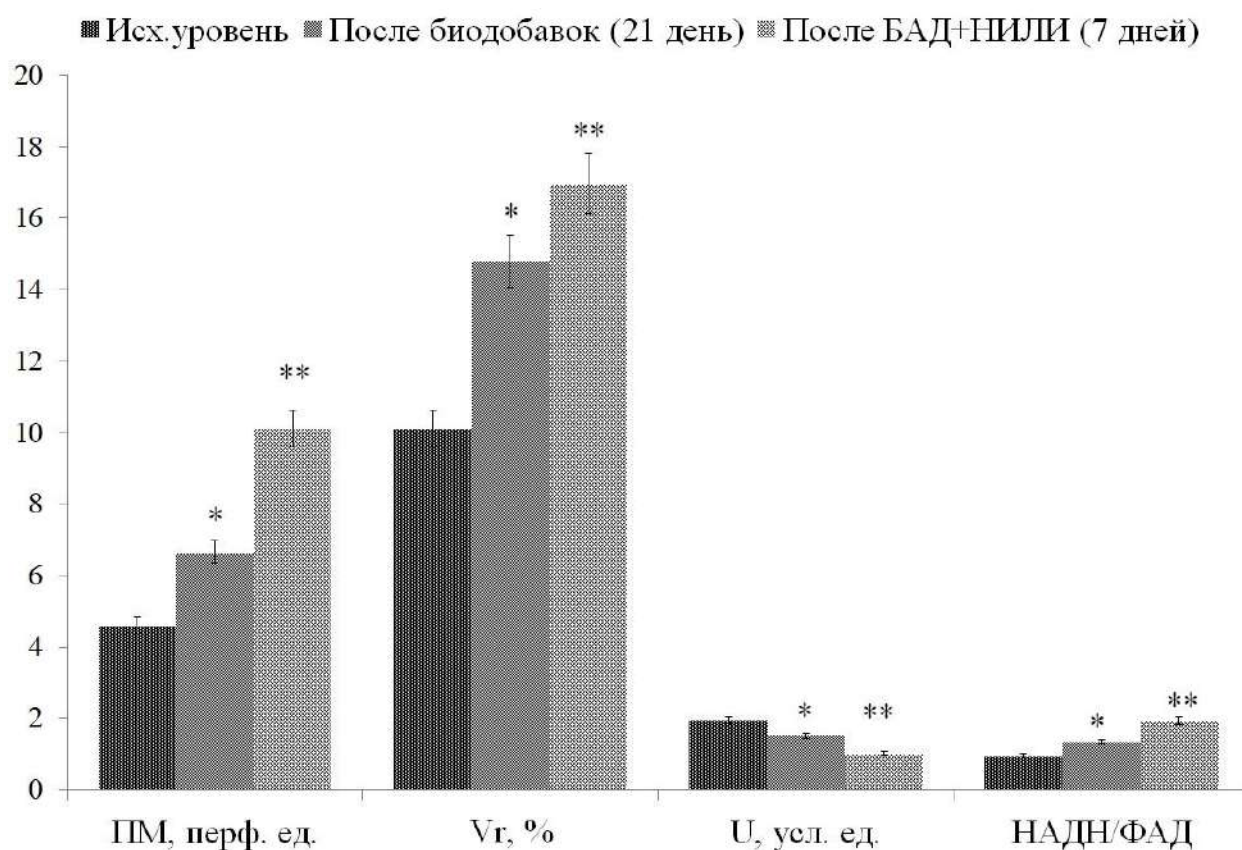


Рис. 43. Изменения временных и метаболических показателей микроциркуляции крови спринтеров ЭГ со II типом ВСУ в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$).

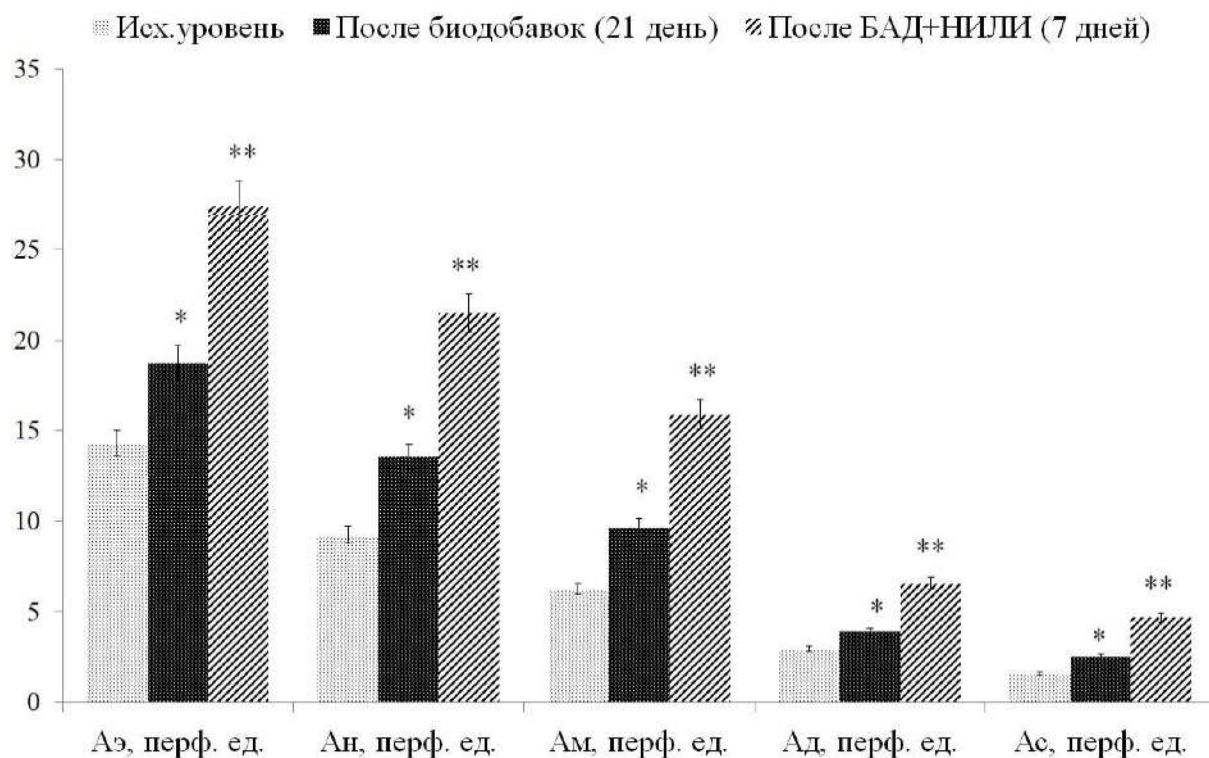


Рис. 44. Изменения спектральных показателей микроциркуляции крови спринтеров ЭГ со II типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Качественные и количественные изменения микрокровотока (рис. 44) в значительной степени были обусловлены ростом активности местных механизмов регуляции. Следует отметить максимально высокое, на 54,1% ($p < 0,05$), повышение амплитуды миогенных колебаний. Несмотря на выраженное доминирование симпатического отдела ВНС, после приёма эргогенных средств на 46,9% ($p < 0,05$) снизился параметр нейрогенного тонуса и на 31,1% ($p < 0,05$) повысился вклад эндотелийзависимого механизма модуляции кровотока. В условиях наметившейся вазодилатации артериол и венул увеличился приток крови в артериолярное звено, о чем свидетельствовал рост Ад колебаний на 32,5% ($p < 0,05$), и улучшился отток по венам с увеличением амплитуды Ас флуктуаций на 60,3% ($p < 0,05$).

Повышение интенсивности микрокровотока в состоянии покоя создало условия для снижения утилизации кислорода из крови в ткани на клеточном звене, что и проявилось в уменьшении маркера (U) на 21,6% ($p < 0,05$). На

уровне митохондрий тем самым повысилась активность окислительно-восстановительных реакций с увеличением на 41% ($p < 0,05$) соотношения НАДН/ФАД. Наиболее выраженный эффект обнаружился при комплексном применении эргогенных средств и НИЛИ. Более чем на 52,1% вырос показатель перфузии крови, на 50,8% улучшилась функциональная подвижность эритроцитов, во всех случаях $p < 0,01$. Нарастание объема микрокровотока и усиление флакса обеспечивалось за счет выраженной вазодилатации артериол и венул разного диаметра. В частности (рис. 45), достоверно на 64,8% снизился тонус прекапиллярных сфинктеров, на 58,7% – мелких и средних артериол и венул, на 46,1% – капилляров (рис. 46), во всех случаях $p < 0,01$. Из пассивных механизмов отметим повышение на 83,1% ($p < 0,01$) амплитуды сердечных и на 68% ($p < 0,01$) дыхательных колебаний. Расширились возможности экономности расходования кислорода из крови в ткани с уменьшением его утилизации на 32,8% ($p < 0,05$).

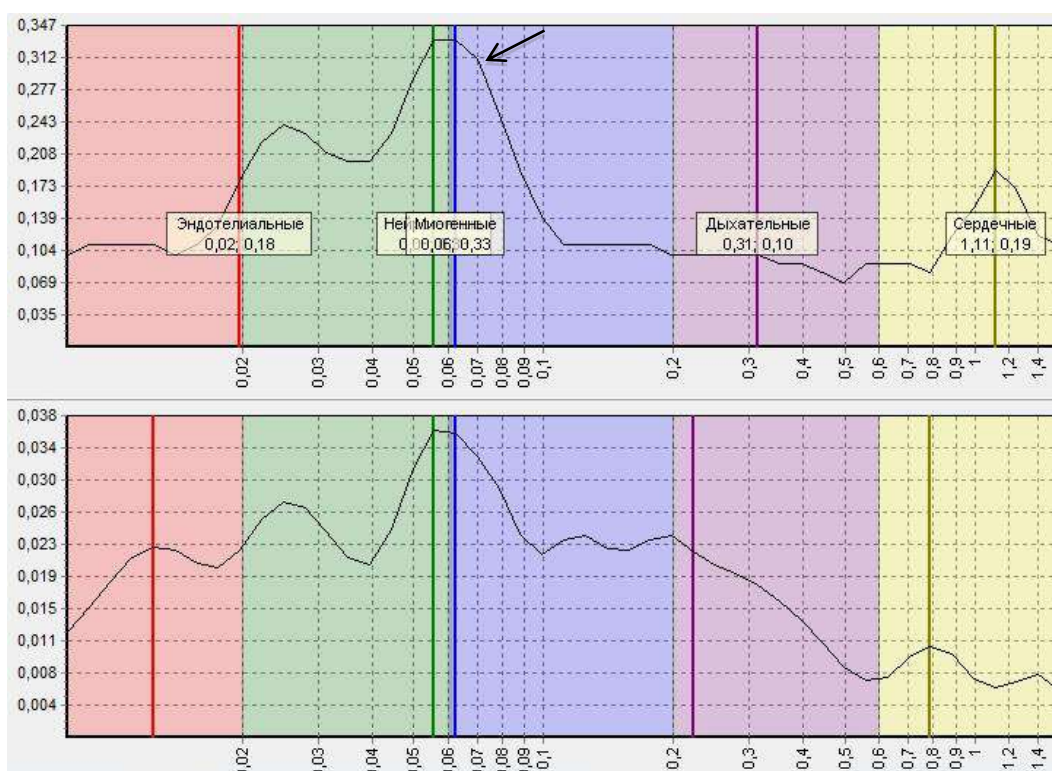


Рис. 45. Повышение (показано стрелкой) вклада миогенного механизма регуляции спринтера С-ва со II типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

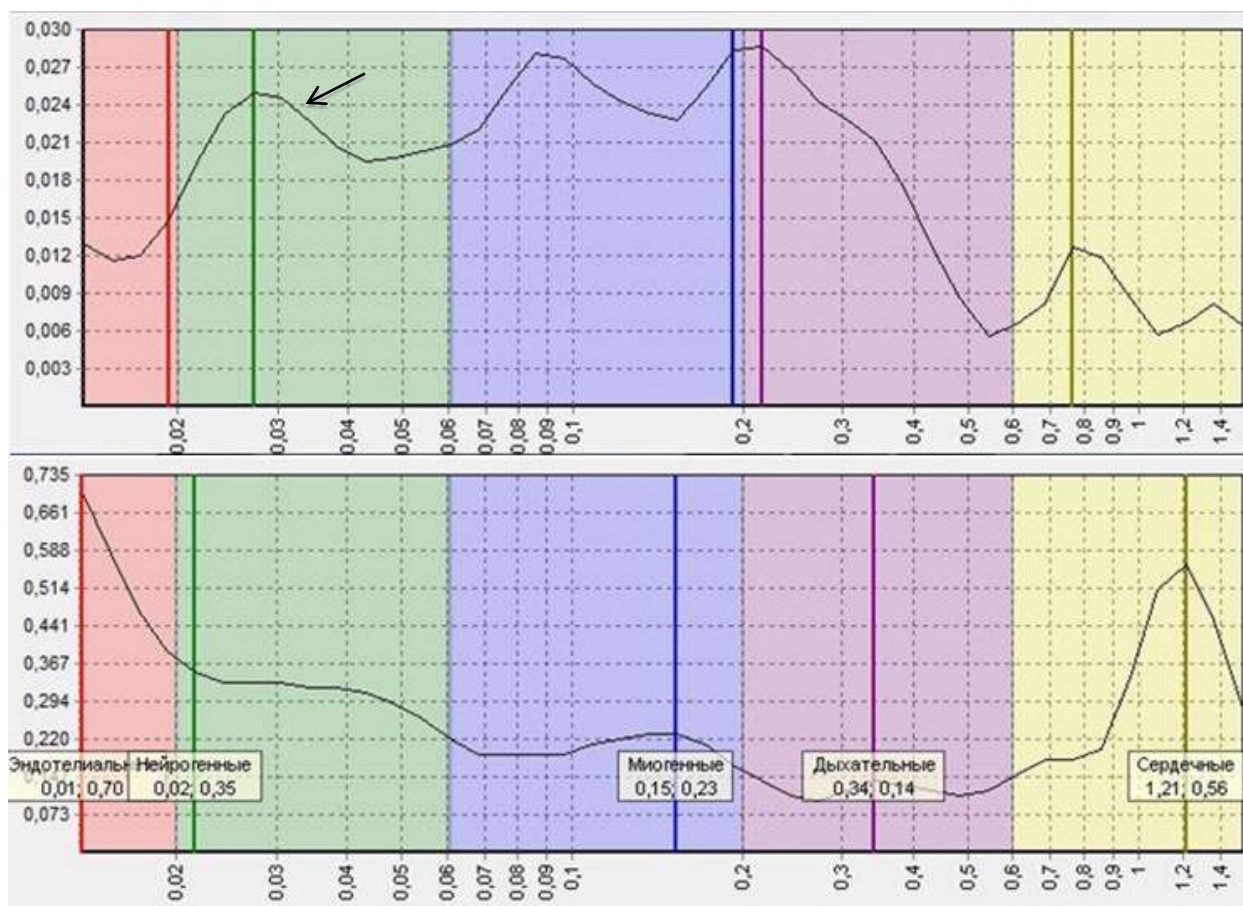


Рис. 46. Повышение (показано стрелкой) вклада эндотелийзависимого механизма регуляции спринтера И-ва со II типом ВСР на фоне снижения миогенного механизма после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Клеточный метаболизм сдвинулся в сторону окислительного фосфорилирования, усилилось митохондриальное дыхание с повышением на 44% ($p < 0,01$) маркера НАДН/ФАД.

Увеличение доставки кислорода к тканям влечет за собой ускорение окислительно-восстановительных процессов в результате активации микроциркуляции курсовым (7-8 раз) воздействием НИЛИ, отмечал В.И. Козлов (2020).

Для наглядности представим характеристики системы микроциркуляции до и после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования ФР спринтера И-ва со II типом регуляции СР (рис. 47-48).

ПРОТОКОЛ

Фамилия Имя Отчество:

Пол: Мужской

Возраст:

фрагмент 1

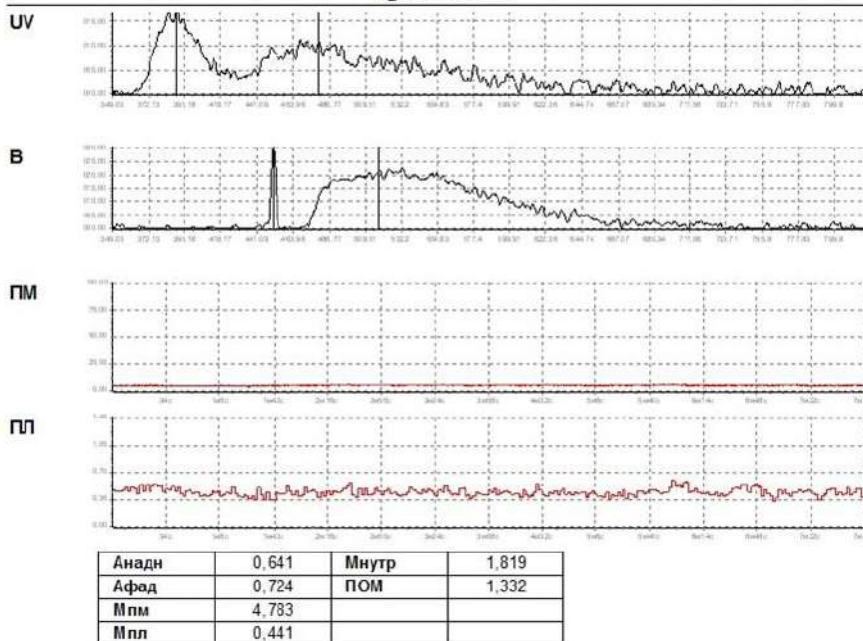


Рис. 47. Характеристики системы микроциркуляции спринтера И-ва со II типом ВСР до применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

ПРОТОКОЛ

Фамилия Имя Отчество:

Пол: Мужской

Возраст:

фрагмент 1

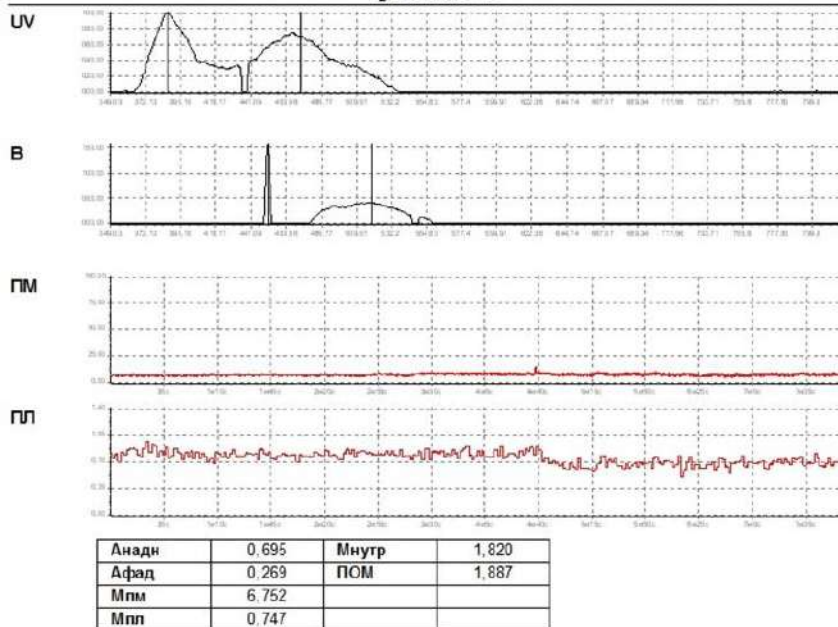


Рис. 48. Характеристики системы микроциркуляции спринтера И-ва со II типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

У спринтеров с I типом после курсового приёма биодобавок также изменился характер работы системы обменных сосудов (рис. 49).

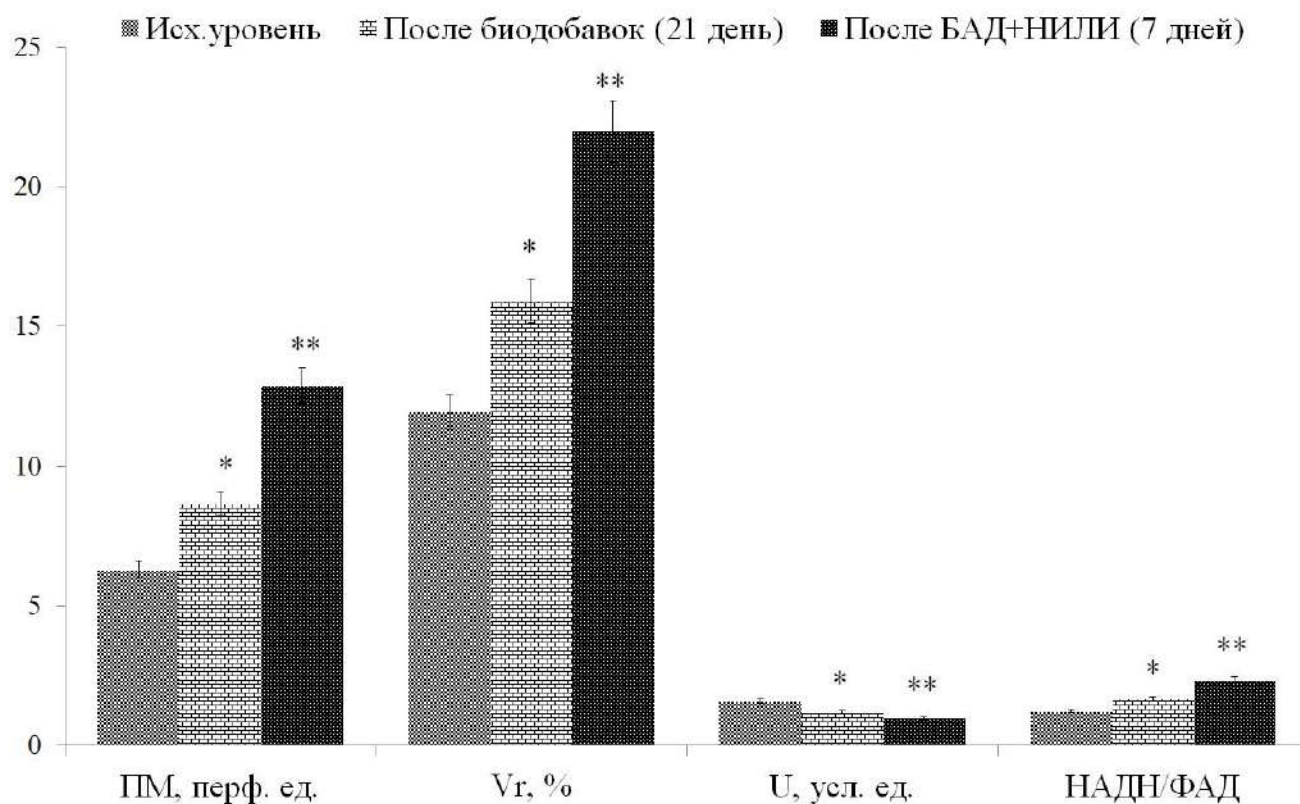


Рис. 49. Изменения временных и метаболических показателей микроциркуляции крови спринтеров ЭГ с I типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Прежде всего значительно повысилась на 37,5% ($p < 0,05$) интенсивность микрокровотока, на 31,5% ($p < 0,05$) – уровень флакса и на 33,1%, ($p < 0,05$) – концентрация эритроцитов.

Избирательно увеличилась (рис. 50) активность регуляторных механизмов с ростом на 41% ($p < 0,05$) амплитуды нейрогенных, на 46% ($p < 0,05$) – миогенных и 27,3% ($p < 0,05$) – эндотелийзависимых колебаний. Из пассивных механизмов значимо, на 60,2% ($p < 0,05$), увеличился вклад пульсовых и менее выражено, на 29,1% ($p < 0,05$), – дыхательных флуктуаций. Использование биопродуктов также существенным образом повлияло на обмен кислорода. Показатель его утилизации в состоянии покоя

достоверно снизился на 26,4% ($p < 0,05$). По всей видимости, биологически активные соединения, входящие в состав пищевых добавок, оказывали непосредственное влияние на протекание окислительно-восстановительных реакций в митохондриях, что отразилось в повышении на 36% ($p < 0,05$) соотношения НАДН/ФАД.

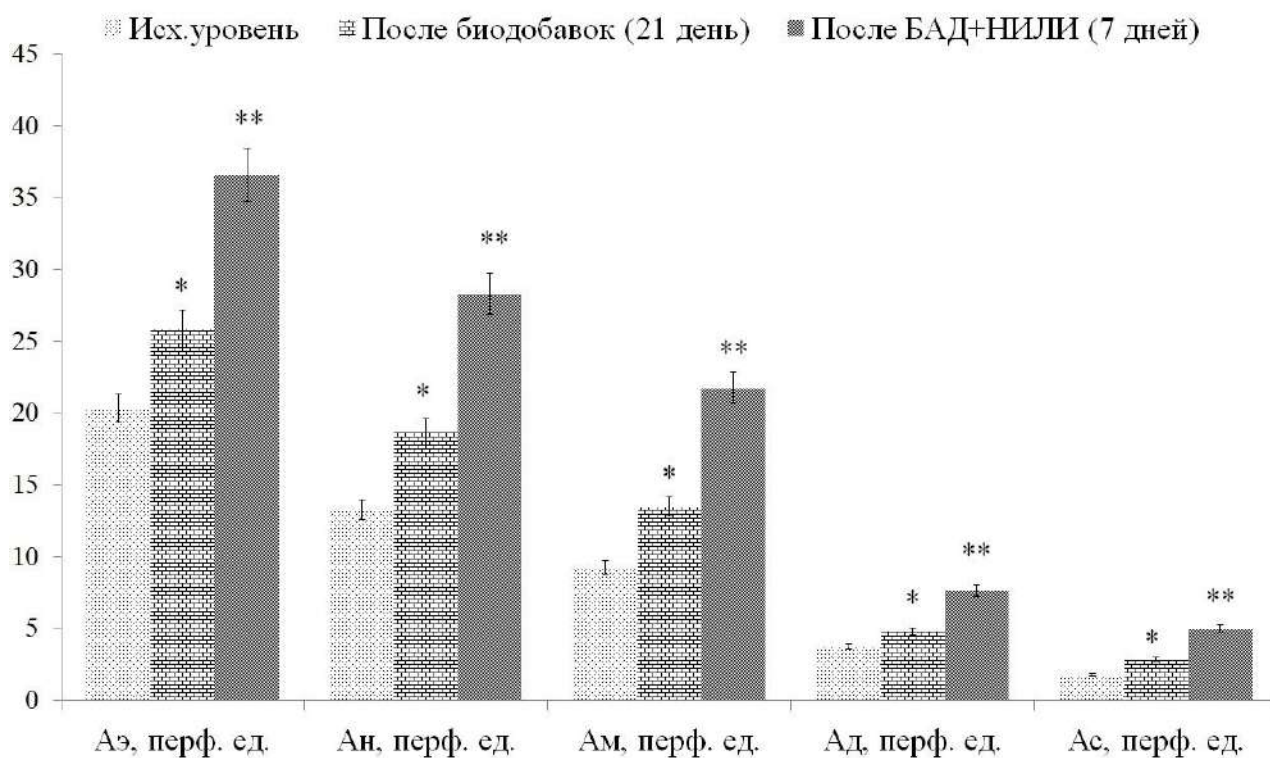


Рис. 50. Изменения спектральных показателей микроциркуляции крови спринтеров ЭГ с I типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Максимально высокие значения эффективности работы системы микроциркуляции отмечены при комплексном применении эргогенных веществ и НИЛИ. В этом случае скачкообразно на 49% повысился уровень перфузии крови, на 38,1% – содержание эритроцитов и на 45,3% – их функциональная подвижность, во всех случаях $p < 0,01$. До минимальных величин упал тонус микрососудов, о чем свидетельствовал рост на 61,6% амплитуды Ам (рис. 51), на 51,2% – Ан и на 41,5% – Аэ колебаний, во всех случаях $p < 0,01$.

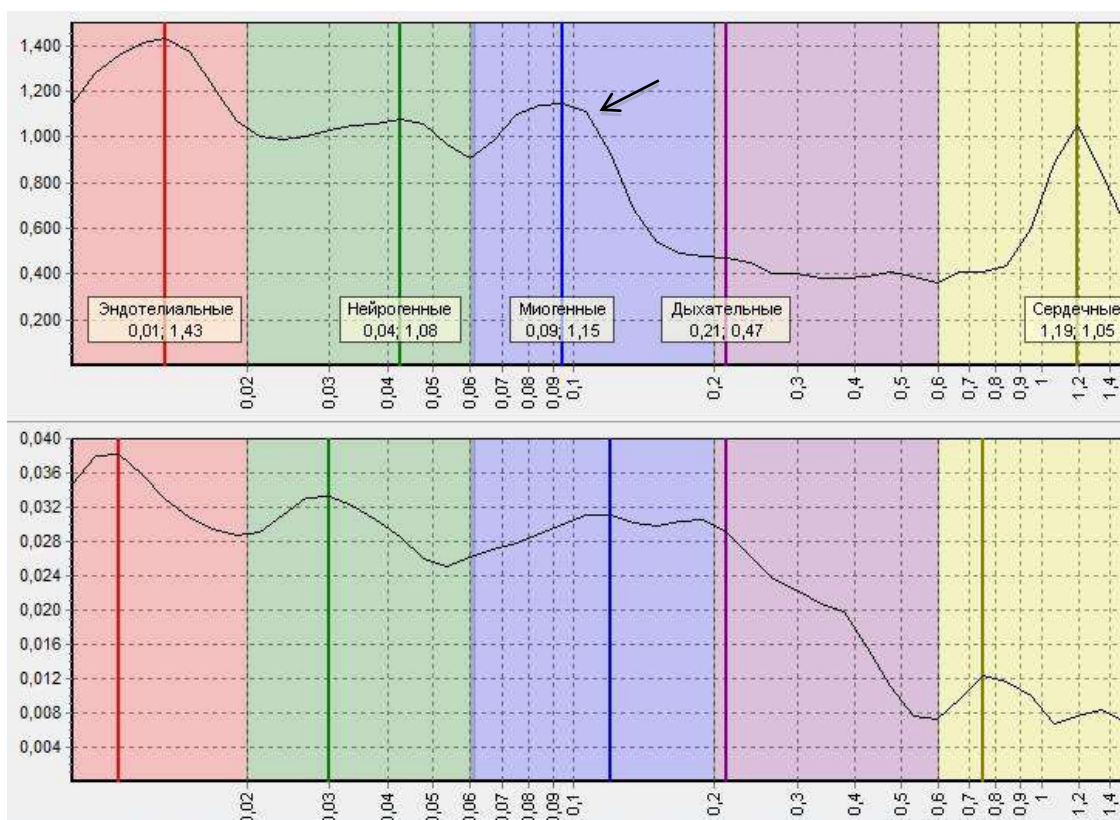


Рис. 51. Повышение вклада (показано стрелкой) миогенного механизма регуляции спринтера К-на с I типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

При усилении вазодилатации облегчился дополнительный приток в микроциркуляторное русло крови в результате систолы желудочка сердца с повышением A_c на 75,8%, а из веноулярного звена осуществляется облегченный отток крови с повышением A_d флуктуаций на 59,2%, во всех случаях $p < 0,05$. Из крови в ткани диффундировало на 17,9% ($p < 0,05$) меньше кислорода, но с повышением на 7,7% ($p < 0,05$) его содержания в смешанной крови микроциркуляторного русла. В митохондриях на 40,3% ($p < 0,05$) повысилось клеточное дыхание. Для наглядности представим основные характеристики системы микроциркуляции до и после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования ФР спринтера К-на с I типом регуляции СР (рис. 52-53).

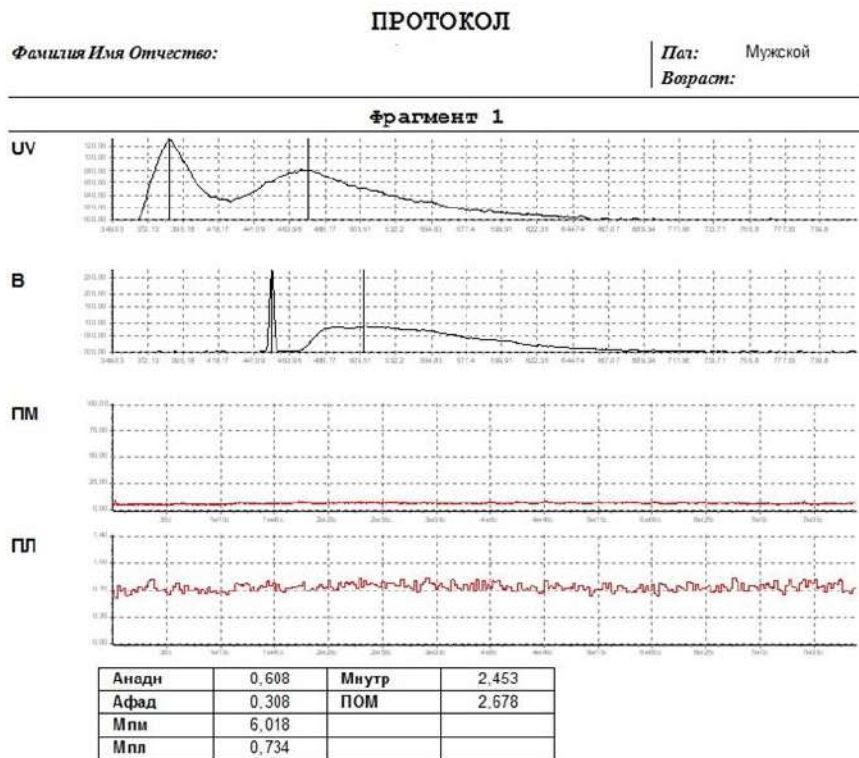


Рис. 52. Характеристики системы микроциркуляции спринтера К-на с I типом ВСР до применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

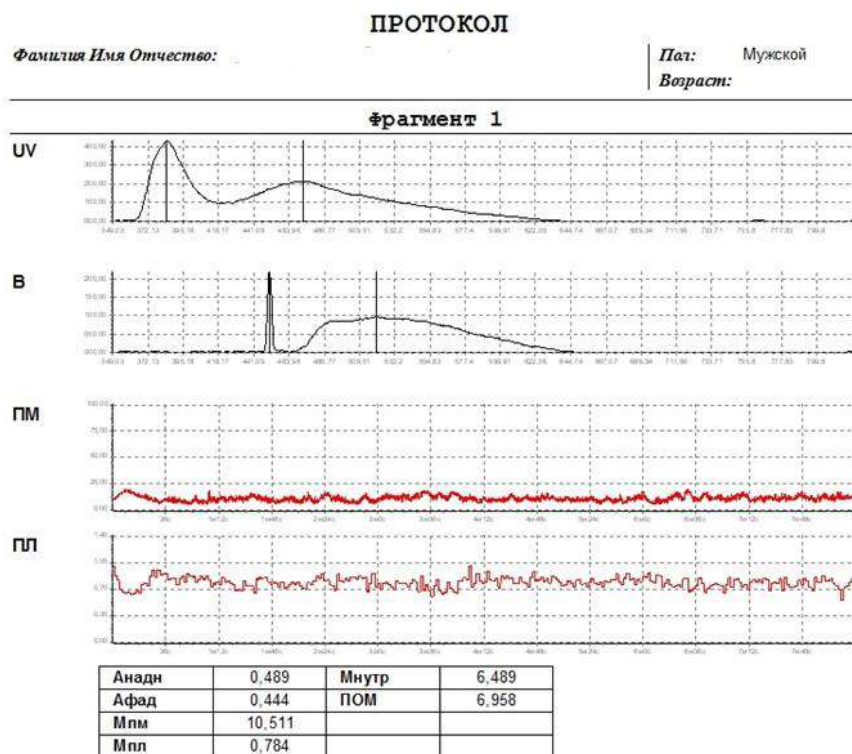


Рис. 53. Характеристики системы микроциркуляции спринтера К-на с I типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

У спринтеров с переходом к III типу регуляции после применения спортивных пищевых добавок улучшилась работа системы обменных сосудов с разной степенью выраженности (рис. 54). Наблюдались заметные повышения на 31% ($p<0,05$) интенсивности микроциркуляции, на 28,2% ($p<0,05$) – концентрации эритроцитов и на 24,3% ($p<0,05$) – уровня их колеблемости. Со стороны регуляторных механизмов следует отметить достоверное снижение только активных её механизмов: эндотелийзависимого тонуса на 35,2%, миогенного – на 30,4%, нейрогенного – на 26,9%, во всех случаях $p<0,05$. В то же время по пассивным колебаниям отмечалась лишь тенденция к повышению их дыхательных и сердечных амплитуд.

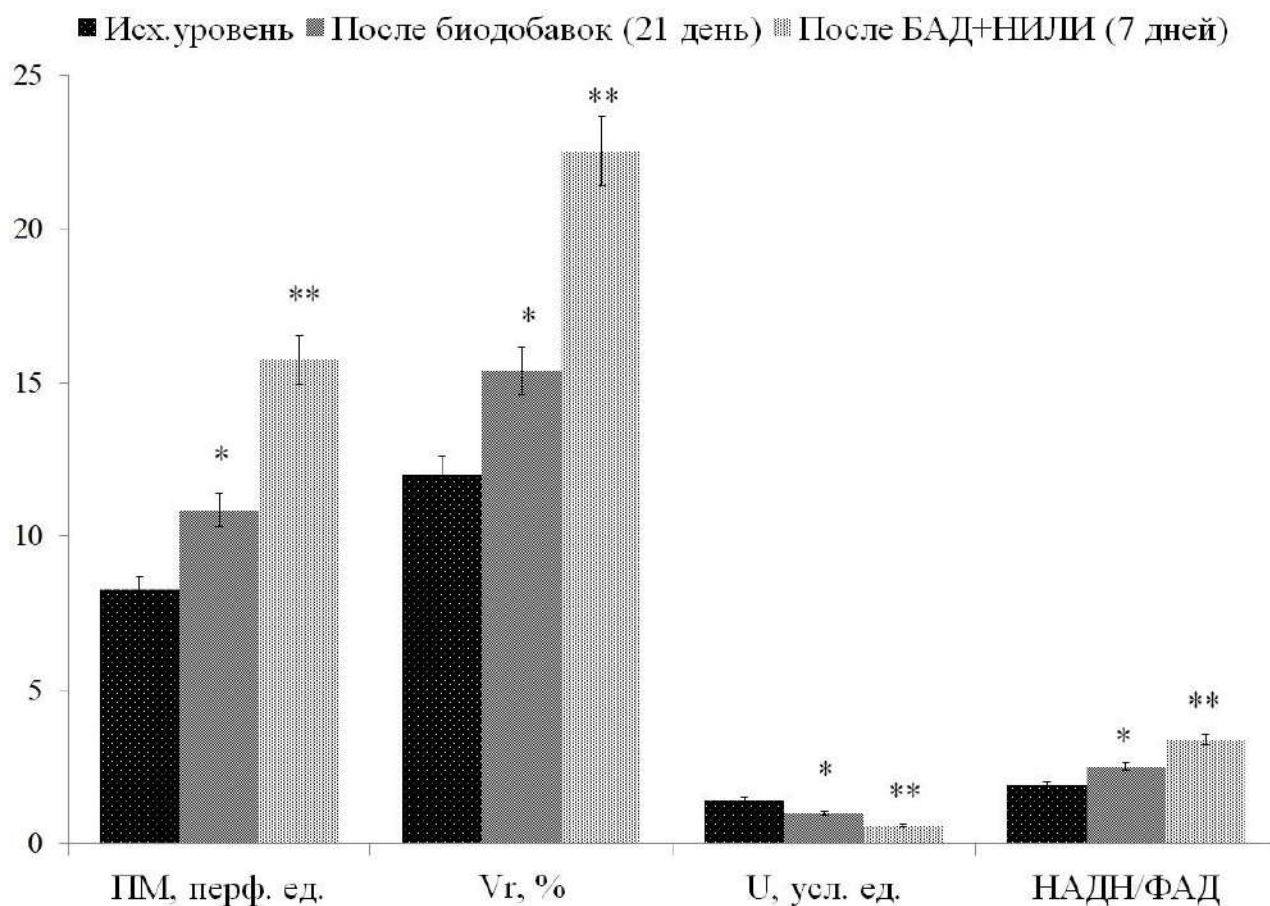


Рис. 54. Изменения временных и метаболических показателей микроциркуляции крови спринтеров ЭГ с III типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M\pm\delta$)

Таким образом, вышеперечисленные изменения включились на уровне самой системы микроциркуляции, и не требовалось дополнительных внешних стимулов для поддержания её повышенного русла. Более того, достоверно снизилась утилизация кислорода из крови в ткани (31,9%) и повысилась активность окислительно-восстановительных реакций на 30,7%, во всех случаях $p < 0,05$.

Максимальный эффект по отношению к регуляции обменных процессов в системе микроциркуляции в состоянии относительного покоя обнаружился при комплексном применении эргогенных веществ и НИЛИ (рис. 55).

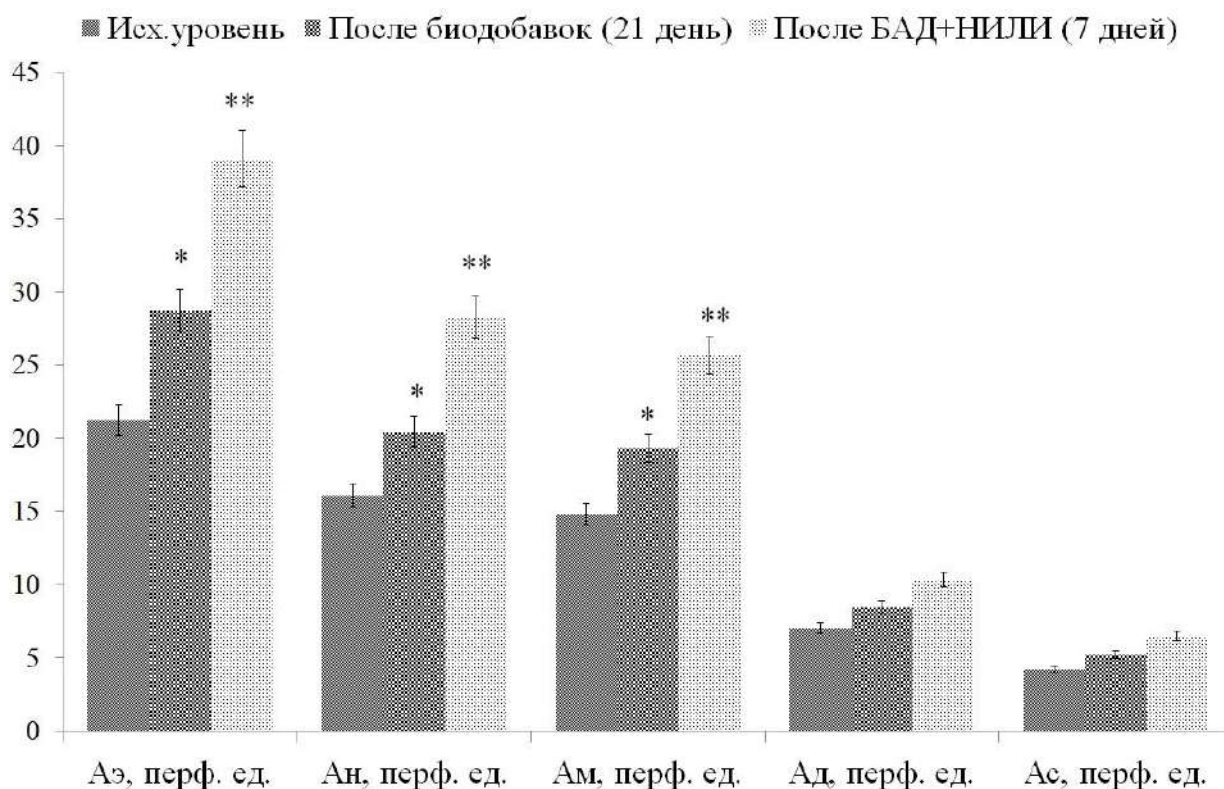


Рис. 55. Изменения спектральных показателей микроциркуляции крови спринтеров ЭГ с III типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Отмечалось повышение на 45,1% интенсивности микрокровотока, на 33,6% – величины флакса и на 46,2% – концентрации эритроцитов, во всех

случаях $p < 0,01$. Снижался тонус микрососудов с повышением амплитудных величин на 36% для эндотелиоцитов, на 32,7% – прекапиллярных сфинктеров, и на 26,2% – миоцитов артериол и венул, во всех случаях $p < 0,01$. При этом вклад пассивных механизмов регуляции микрососудистого русла по-прежнему имел лишь тенденцию к повышению: пульсовых колебаний на 24,3% ($p > 0,05$), дыхательных флуктуаций на 22,2% ($p > 0,05$). Исходя из этого, существенно уменьшились на 39,7% ($p < 0,01$) значения утилизации кислорода в ткани и на 34,6% ($p < 0,01$) – его участие в окислительно-восстановительных реакциях.

Для наглядности представим основные характеристики системы микроциркуляции до и после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования ФР спринтера Ш-на с III типом регуляции СР (рис. 56-57).

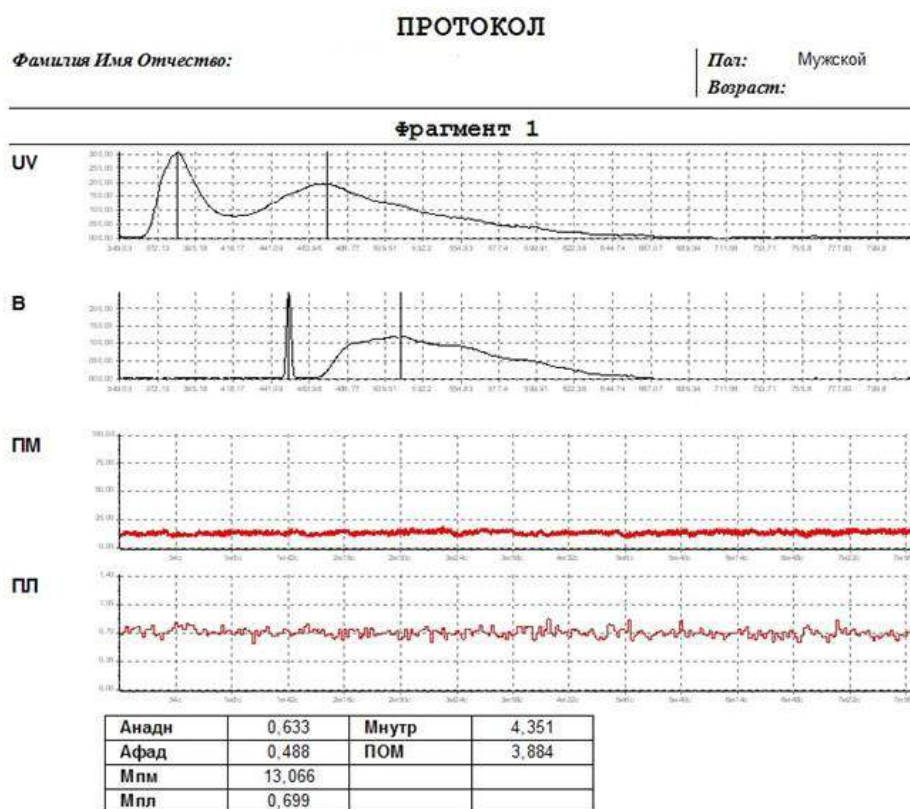


Рис. 56. Характеристики системы микроциркуляции спринтера Ш-на с III типом ВСР до применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

ПРОТОКОЛ

Фамилия Имя Отчество:

Пол: Мужской

Возраст:

фрагмент 1

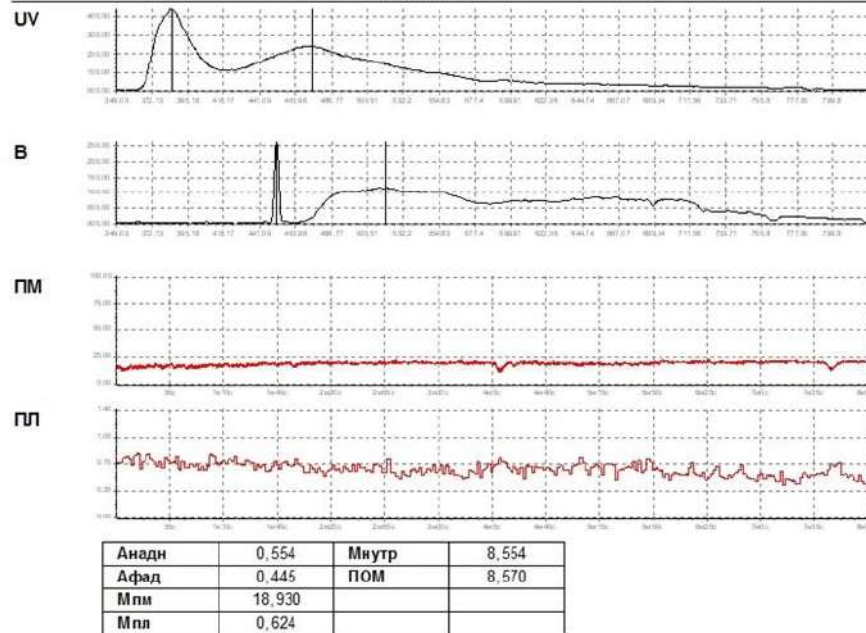


Рис. 57. Характеристики системы микроциркуляции спринтера Ш-на с III типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

При переходе к IV типу регуляции СР у спринтеров применение пищевых добавок сопровождалось своими специфическими особенностями (рис. 58). Выявлено статистически выраженное повышение перфузии крови на 28,7% ($p < 0,05$), при достоверном увеличении на 21,7% показателя флекса и на 26,5% – концентрации эритроцитов. Выросла активность местных механизмов регуляции. В результате значимо, на 31,8% ($p < 0,05$), снизился тонус эндотелиоцитов. В то же время вклад артериол (21,9%) и прекапиллярных сфинктеров (19,5%) оказался недостоверным, во всех случаях $p > 0,05$. Повышение амплитуды для пассивных механизмов также незначительно изменилось: на 17,8% для дыхательных и на 20,2% для пульсовых флуктуаций, во всех случаях $p > 0,05$. Увеличение интенсивности микрокровотока способствовало уменьшению на 23,3% ($p < 0,05$) утилизации кислорода из крови в ткани. На уровне митохондрий отмечалось усиление

активности окислительно-восстановительных реакций с ростом на 28,2% ($p < 0,05$) соотношения НАДН/ФАД.

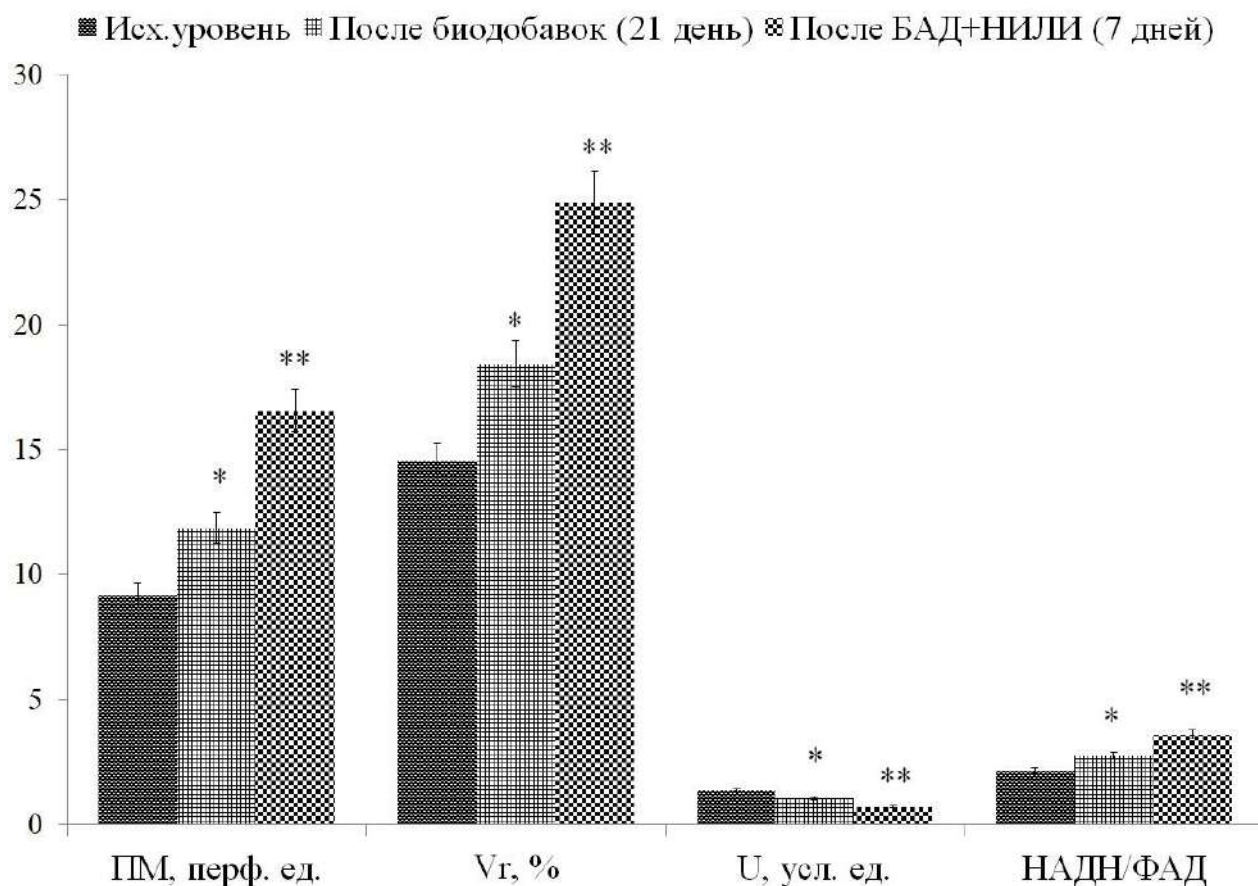


Рис. 58. Изменения временных и метаболических показателей микроциркуляции крови спринтеров ЭГ с IV типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Наибольшее влияние на работу системы микроциркуляции оказало комплексное применение эргогенных средств потенцирования вместе с НИЛИ (рис. 59).

Параметр перфузии повысился на 39,6%, концентрация эритроцитов увеличилась на 35,1%, показатель колеблемости эритроцитов вырос на 29,2%, во всех случаях $p < 0,01$. Усиление интенсивности микрокровотока обеспечивалось в первую очередь за счет снижения на 35,7% ($p < 0,01$) эндотелийзависимого тонуса, на 29,4% ($p < 0,05$) – миогенного и на 27,1% ($p < 0,05$) – нейрогенного.

В пассивных механизмах достоверных изменений по-прежнему не было ($p>0,05$). На уровне рабочих клеток в состоянии покоя отмечалось снижение кислородного потребления в тканях на 32,8% и усиление на 30,6% клеточного дыхания при участии коферментов НАДН/ФАД, во всех случаях $p<0,05$.

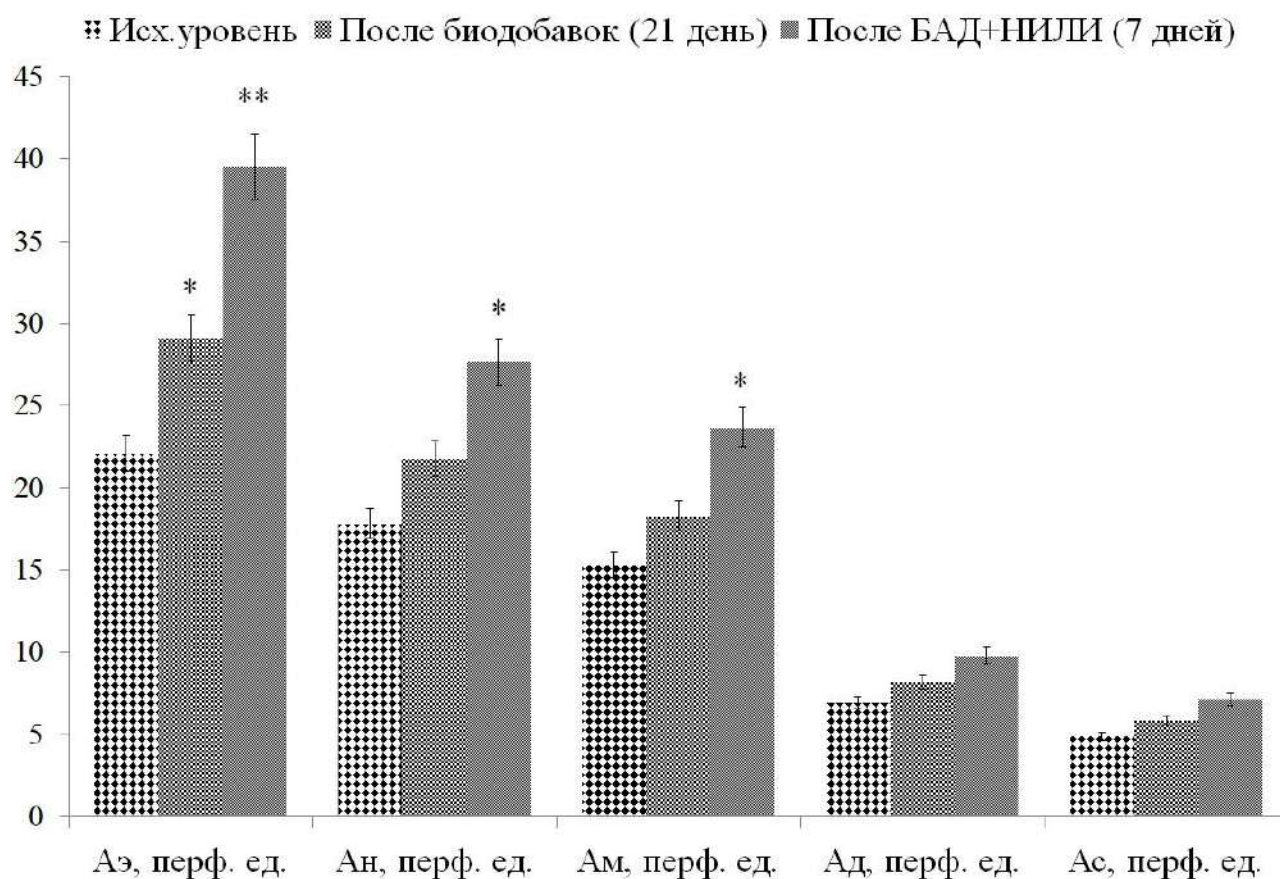


Рис. 59. Изменения спектральных показателей микроциркуляции крови спринтеров ЭГ с IV типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M\pm\delta$)

Далее отобразим протоколы исследования основных характеристик системы микроциркуляции до и после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования ФР спринтера И-ва с IV типом регуляции СР (рис. 60-61).

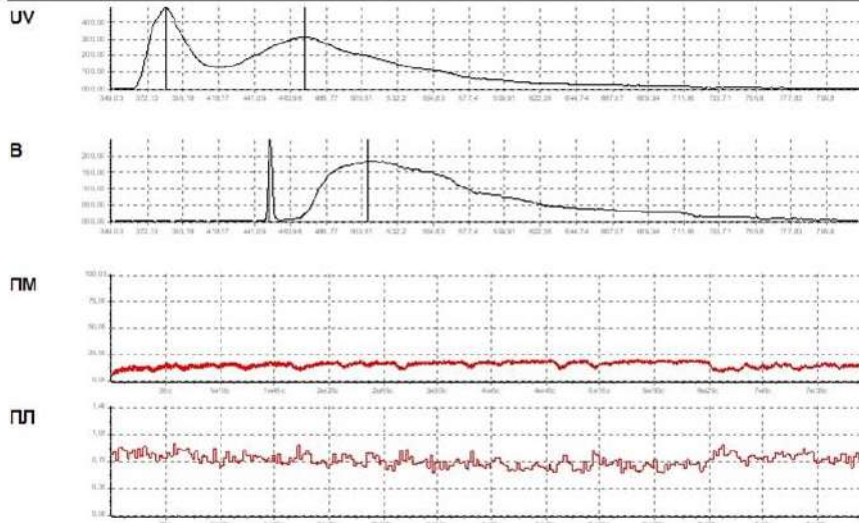
ПРОТОКОЛ

Фамилия Имя Отчество:

Пол: Мужской

Возраст:

фрагмент 1



Анадр	0,640	Мнутр	6,541
Афад	0,755	ПОМ	4,691
Мпл	15,159		
Мпл	0,712		

Рис. 60. Характеристики системы микроциркуляции спринтера И-ва с IV типом ВСР до применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

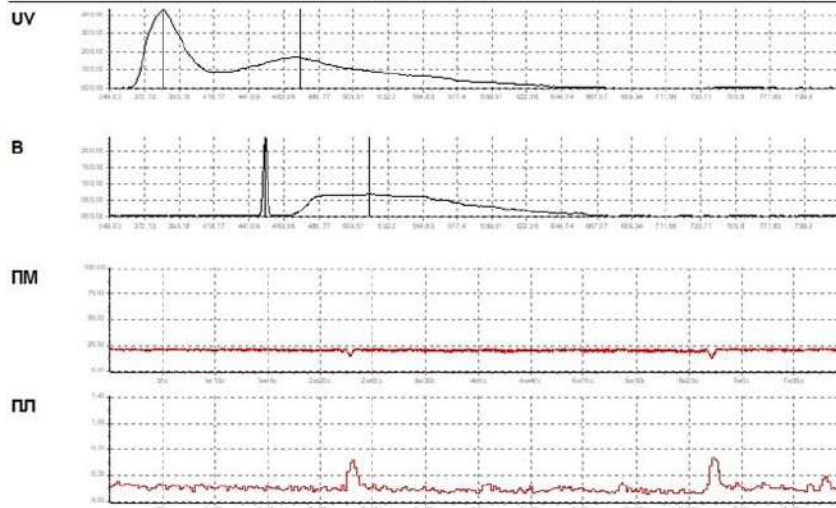
ПРОТОКОЛ

Фамилия Имя Отчество:

Пол: Мужской

Возраст:

фрагмент 1



Анадр	0,375	Мнутр	7,824
Афад	0,281	ПОМ	11,917
Мпл	19,922		
Мпл	0,172		

Рис. 61. Характеристики системы микроциркуляции спринтера И-ва с IV типом ВСР после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Таким образом, применение пищевых добавок к спортивному питанию улучшило работу системы микроциркуляции в первую очередь у спринтеров с доминированием центрального механизма регуляции сердечного ритма (I и II типы), снимая излишний вазоконстрикторный эффект микрососудов, с включением как активных, так и пассивных колебаний их просвета. При комплексном использовании биодобавок и НИЛИ установленные закономерности уменьшения сосудистого тонуса имели максимальные приросты.

В то же время у спортсменов с доминированием автономного механизма регуляции сердечного ритма (III и IV типы) курсовой приём «Билара» и «Мультикомплекса MDX» оказывал вазодилатирующее действие исключительно за счет активных механизмов (эндотелийзависимого, миогенного, нейрогенного), которые включались в самой системе микроциркуляции, не требуя активации пульсовых и дыхательных колебаний. Комплексное применение эргогенных и физических средств потенцирования физической работоспособности оказывало взаимное усиление их функционального эффекта на микроциркуляторное русло организма легкоатлетов.

3.3.3. Динамика параметров биоэнергетического потенциала головного мозга

В условиях соревновательной деятельности при максимальной мобилизации адаптационных резервов стремительно повышаются энергозатраты нейронов коры больших полушарий. В работу включаются не только моторные области, но и смежные, поскольку полимодальная информация поступает от разнообразных рецептивных полей (В.Ф. Фокин, 2014; Э.Р. Румянцева, 2020).

Как отмечает Э.Р. Румянцева (2020), при максимальной мобилизации адаптационных процессов у спортсменов энерготраты повышаются на 50%. Под влиянием систематических физических нагрузок формируется адаптивное состояние, при котором усиленно функционируют как моторные центры, так и очаги вегетативного обеспечения полей головного мозга, и, соответственно, изменяется его энергетическое состояние.

У спринтеров со II типом ВСР метаболическая напряженность коры больших полушарий была максимально высокой, о чем свидетельствовали значения УПП в изученных областях. Известно, что постоянная пиковая потребность корковых нейронов в кислородном обеспечении приводит к его дефициту и переводит их снабжение на гликолитический путь образования АТФ со смещением рН крови в кислую сторону за счет повышения концентрации кислых метаболитов (лактата, углекислоты и др.). Поэтому для улучшения доставки кислорода в сосудистую сеть головного мозга применялись биологически активные соединения, а также низкоэнергетическое лазерное излучение. Не исключено, что у спринтеров со II типом повышалась продукция катехоламинов, которые оказывали вазоконстрикторное влияние на церебральные сосуды. Ограничение притока крови активизировало гликолиз. Используемые в исследовании пищевые добавки были направлены на усиление кровотока и снижение закисления крови.

Как показали результаты нейроэнергокартирования (рис. 62), при применении природных биокорректоров в изученных областях происходило тенденциозное снижение величины омега-потенциала без достижения статистически значимого уровня различий ($p > 0,05$). Предположительно, причиной этому служила высокая избирательность гематоэнцефалического барьера по отношению к биологически активным компонентам биопродукта и низкая пропускная способность стенок мозговых микрососудов.

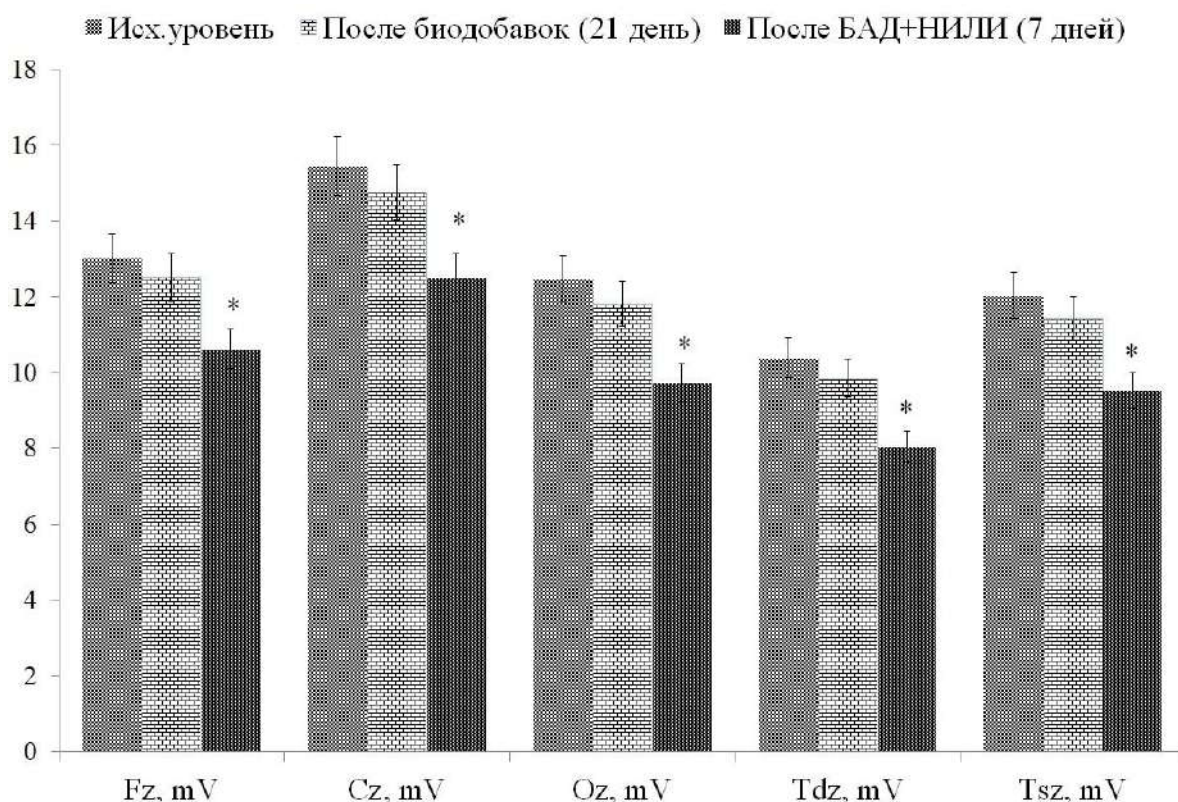


Рис. 62. Изменения показателей уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ со II типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$).

У спринтеров со II типом сочетанное применение биодобавок и НИЛИИ максимально снижало величину уровня постоянного потенциала на 15-18,3% ($p < 0,05$) во всех изученных зонах. С переходом к атлетам с I типом регуляции СР применение БАД сопровождалось снижением на 17,2% ($p < 0,05$) показателя УПП в лобной и на 16,3% ($p < 0,05$) в затылочной областях (рис. 63).

При совместном применении биодобавок и НИЛИИ оксигенация корковых нейронов продолжала усиливаться, что способствовало росту показателя рН и снижению величины УПП на 24% ($p < 0,01$) в лобной, на 22,6% ($p < 0,01$) в затылочной, на 20,1% ($p < 0,05$) в правой височной, на 18,3% ($p < 0,05$) в левой височной и на 17,7% ($p < 0,05$) в центральной областях.

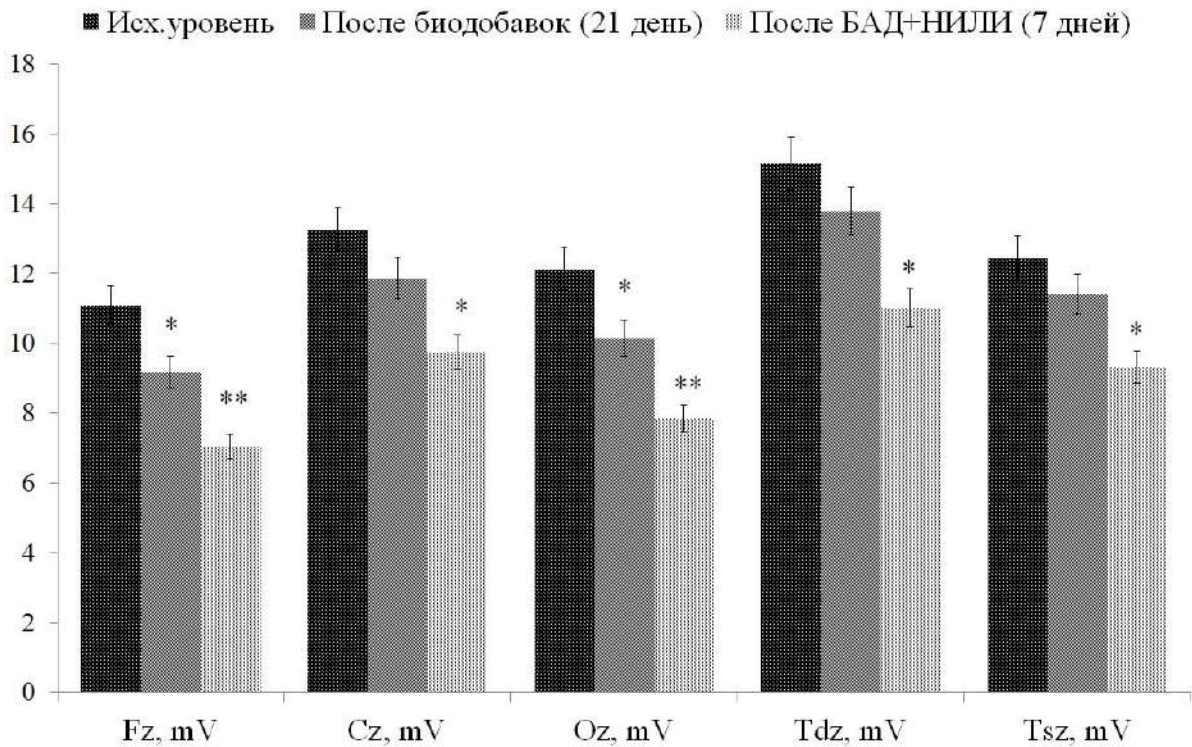


Рис. 63. Изменения показателей уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ с I типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

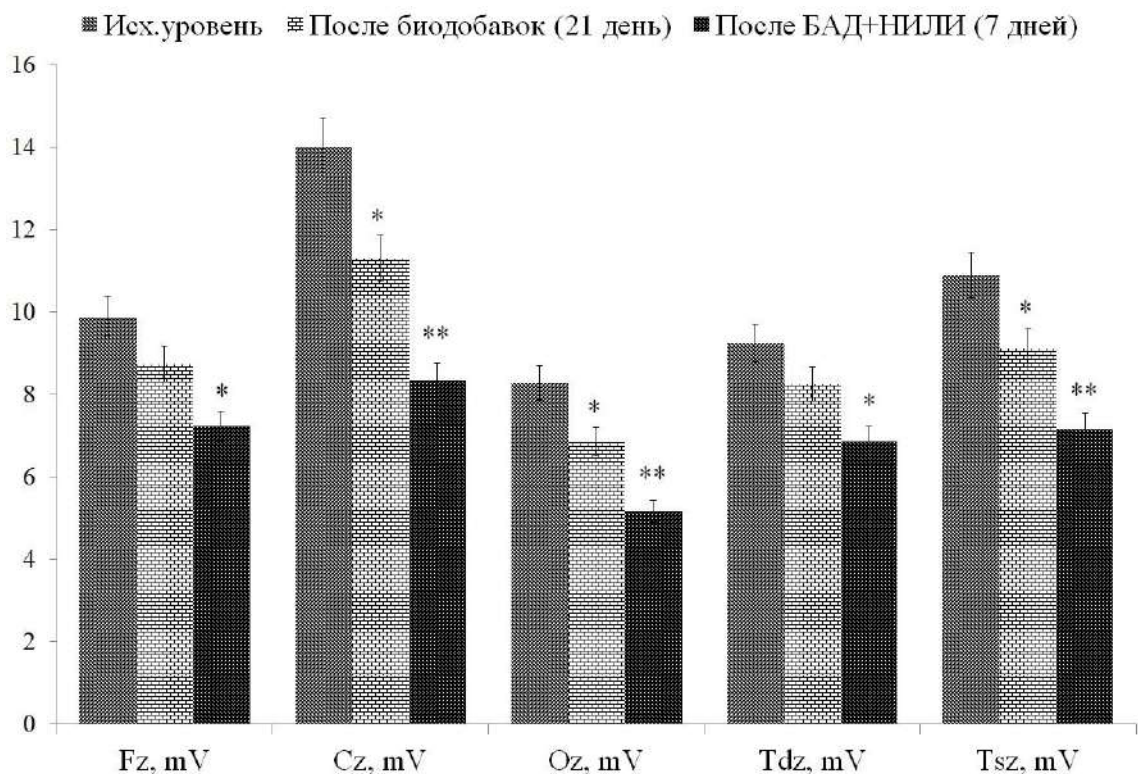


Рис. 64. Изменения показателей уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ с III типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

В группе спринтеров с III типом ВСР (рис. 64) после применения пищевых добавок достоверное снижение на 16,2-19,3% ($p < 0,05$) показателя УПП зафиксировано в центральной, затылочной и левой височных областях. В остальных зонах обнаружена лишь тенденция изменения в сторону его уменьшения ($p > 0,05$). При сочетанном применении указанных средств восстановления продолжался рост энергетического потенциала. В результате величина УПП снижалась на 26,2% ($p < 0,01$) в центральной, на 24,6% ($p < 0,01$) в затылочной, на 21,3% ($p < 0,01$) в левой височной, на 17,1% ($p < 0,05$) в лобной, на 16,4% ($p < 0,05$) в правой височной областях КБП ГМ.

Особенностью реакции на биодобавки спринтеров с IV типом ВСР (рис. 65) было значительное снижение уровня постоянного потенциала в лобной области на 19,8%, центральной – на 18,1%, затылочной – на 17,3%, правой и левой височной – на 16,6% и 15,1% соответственно, во всех случаях $p < 0,05$.

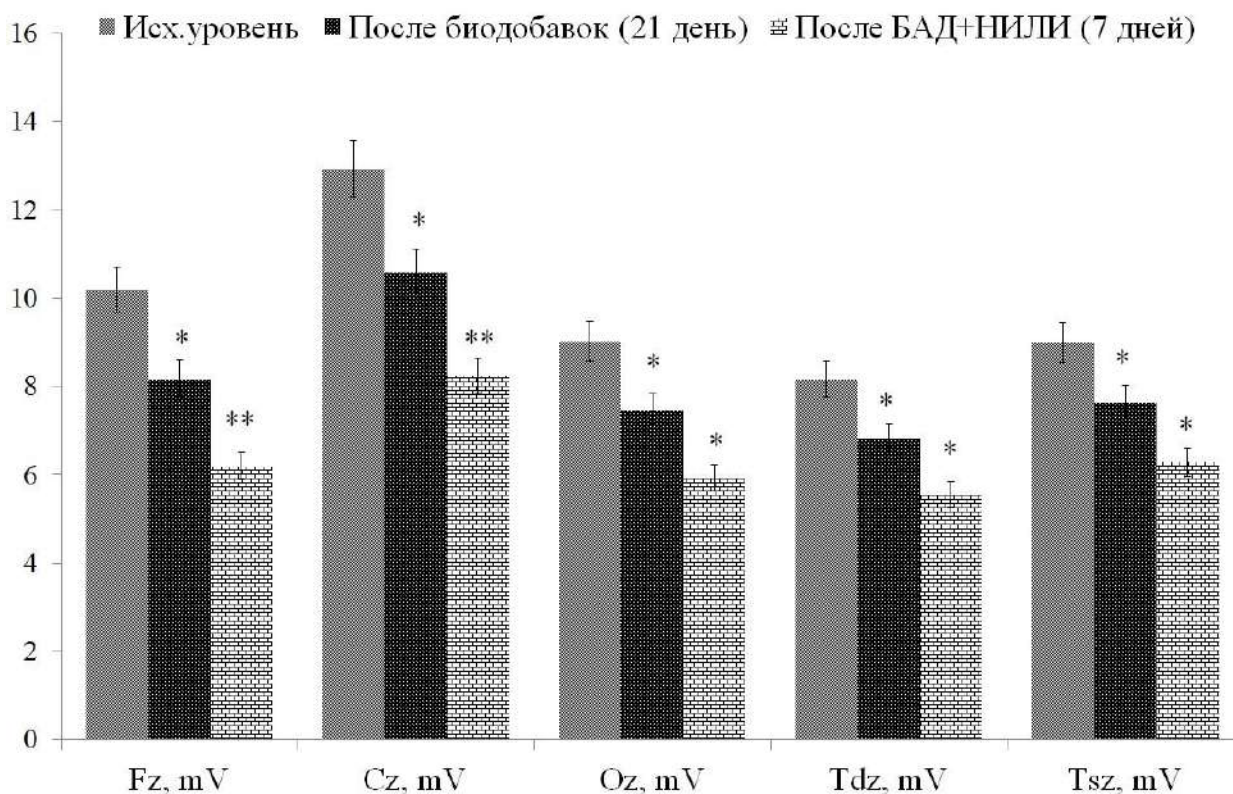


Рис. 65. Изменения показателей уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ с IV типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

При сочетанном применении НИЛИ и биодобавок сохранилось существенное уменьшение УПП по изученным зонам: лобной – 24% ($p<0,01$), центральной – 22,1% ($p<0,01$), затылочной – 20,3% ($p<0,05$), правой и левой височной – 18,3% и 17,6% ($p<0,05$).

Таким образом, у спринтеров биоэлектрическая активность мозговых нейронов была неодинаковой и зависела от типа вегетативной регуляции СР. Разная величина снижения маркера УПП отражала различный уровень сенсомоторной реакции изученных областей коры больших полушарий ГМ. Эффективность восстановления энергетического потенциала, в свою очередь, зависела от способа применения средств восстановления.

3.3.4. Динамика значений параметров анаэробной и аэробной работоспособности

Установлено (рис. 66), что у спринтеров с I типом ВСР после курсового приёма добавки к спортивному питанию произошли максимальные изменения во всех изученных маркерах в двух пробах 6-секундного теста в сравнении с другими типами вегетативной регуляции в рамках одной специализации.

Так, максимальная частота движений в первой пробе 6-секундного теста повысилась на 2,9%, время её достижения, равное 70% от максимума, сократилось на 4,9% при повышении абсолютных значений мощности на 4,4%, во всех случаях $p<0,05$.

Во второй пробе 6-секундного теста значения механической и относительной мощности составили $1130,69\pm 3,45$ Вт, $14,11\pm 0,16$ Вт/кг и были на 2,7% выше по сравнению с данными первоначального тестирования. Параметры градиента прироста мощности во время выполнения первого

движения находились на уровне $401,23 \pm 5,90$ Вт/с, что было на 4,8% мощнее в сопоставлении с исходным их значением (во всех случаях $p < 0,05$).

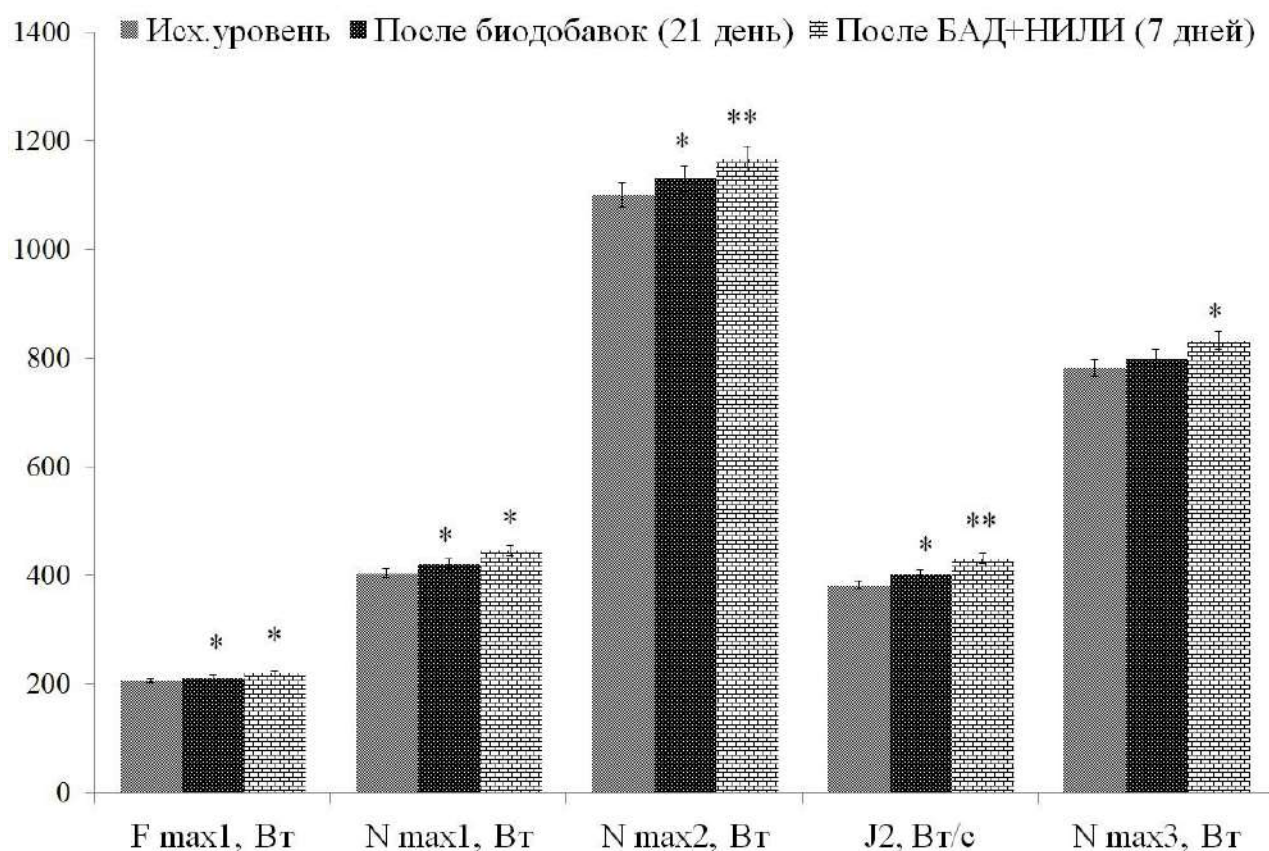


Рис. 66. Изменения показателей анаэробной работоспособности спринтеров ЭГ с I типом ВСП в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)
 Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$).

В то же время в 15- и 45-секундном тесте в I типе после курсового приёма биодобавок отмечалась лишь тенденция к увеличению максимальной алактатной мощности и гликолитической выносливости без достижения статистически значимых различий ($p > 0,05$).

Наибольший относительный прирост практически по всем маркерам отмечился при сочетанном применении эргогенных веществ и НИЛИ. Так, скоростная компонента мышечных сокращений повысилась на 3,2-5,6%, скоростно-силовая составляющая на 3,2-7,4%, параметры максимальной

алактатной мощности – на 3,9-4%, выносливости – на 2,4-6,1%, во всех случаях $p < 0,05$.

Несмотря на это, в значениях коэффициента выносливости обнаружилась лишь тенденция увеличения относительной скорости поддержания работоспособности в течение всего 15-секундного (0,3%) и 45-секундного (1,4%) тестов, во всех случаях $p > 0,05$.

В качестве образца на рисунке 67 приведена сравнительная частота вращения педалей спринтера В-ва I типа вегетативной регуляции СР как при выполнении второй 6-секундной пробы в исходном уровне, так и после комплексного применения изученных внутренировочных средств потенцирования ФР. Данная иллюстрация наглядно свидетельствует об их положительном влиянии на скоростно-силовые способности атлета.

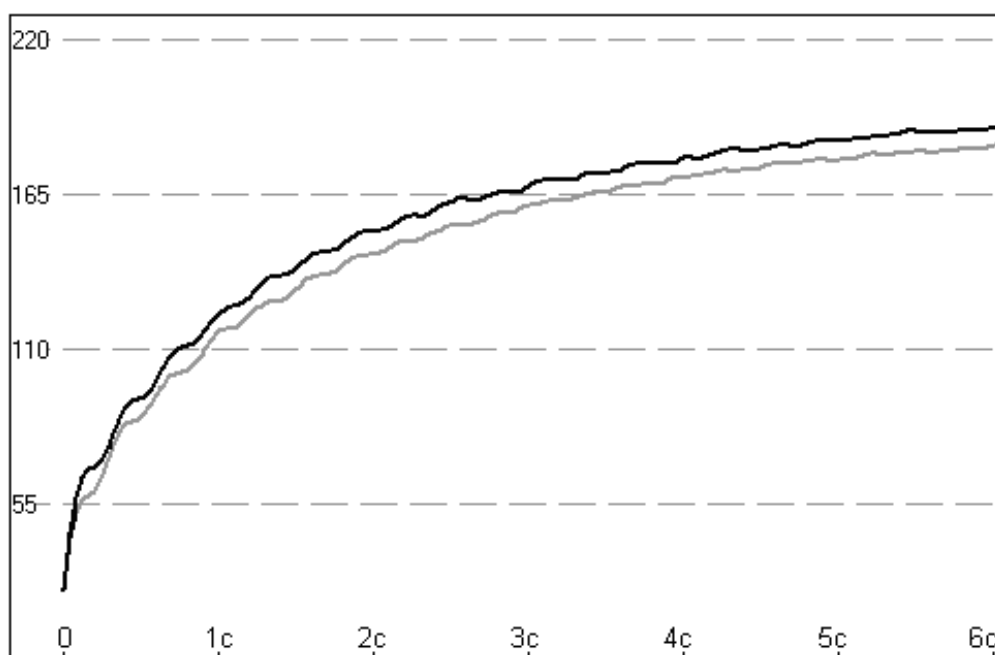


Рис. 67. Частота вращения педалей (об/мин) спринтера В-ва с I типом ВСР при выполнении второй 6-секундной пробы: светлая линия – исходный уровень скоростных способностей, темная линия – после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

У атлетов II типа регуляции СР (рис. 68) после применения спортивных пищевых добавок значимые изменения произошли в тех же маркерах, что в I

типе, но в меньшем относительном приросте. Так, максимальная частота движений в первой пробе 6-секундного теста повысилась на 2,7%, время её достижения, равное 70% от максимума, сократилось на 4,6% при повышении абсолютных значений мощности на 3,9%, во всех случаях $p < 0,05$.

Во второй пробе 6-секундного теста значения механической и относительной мощности составили $1114,05 \pm 2,88$ Вт, $14,04 \pm 0,11$ Вт/кг, и были на 2,4-2,5% выше по сравнению с данными первоначального тестирования. Параметры градиента прироста мощности во время выполнения первого движения оказались на 4,4% мощнее в сопоставлении с исходным их значением, во всех случаях $p < 0,05$.

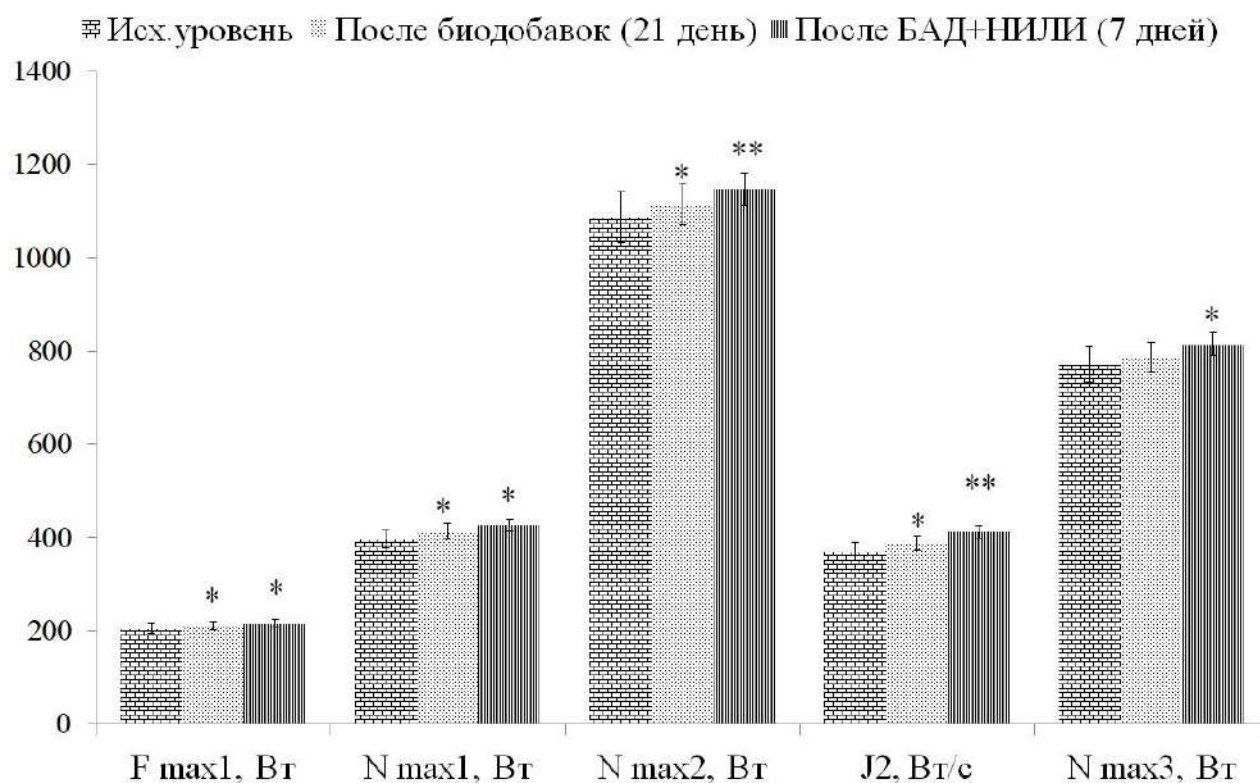


Рис. 68. Изменения показателей анаэробной работоспособности спринтеров ЭГ со II типом ВСП в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

В то же время в 15- и 45-секундном тесте после курсового приёма БАД во II типе ВСП также отмечалась лишь тенденция к увеличению результатов без достижения статистически значимых различий ($p > 0,05$). Данная

закономерность свидетельствует об избыточном контроле надсегментарных уровней по управлению вегетативными функциями организма спринтеров с выраженным доминированием центрального механизма регуляции, и прием биологически активных добавок не способствовал купированию этих процессов.

Комплексное их применение с НИЛИ привело к росту показателей в первой пробе 6-секундного теста на 2,7-3,4%, во второй пробе на 3-6,4%, в 15-секундном тесте – на 3,5-3,6%, в 45-секундной пробе – на 2,3-5,8%, во всех случаях $p < 0,05$. В значениях коэффициента выносливости обнаружилась подобная закономерность, как и в I типе, а именно тенденция к повышению его функциональных возможностей на 0,2-0,9% ($p > 0,05$), но, благодаря повышенной мощности в первой половине 15- и 45-секундных тестов, абсолютные значения анаэробной работоспособности достоверно выросли по отношению к уровню после приёма пищевых продуктов.

У спринтеров III типа (рис. 69) применение биодобавок никак не способствовало стимулированию скоростной компоненты мышечных сокращений ни по одному из изученных маркеров (F_{max1} , об/мин; $t_{70\%1}$, с; N_{max1} , Вт).

Во второй пробе 6-секундного теста у атлетов достоверно повысилась максимальная и относительная мощности работы на 2,6-2,7%, во всех случаях $p < 0,05$. В то же время, в отличие от I и II типов, у спортсменов с доминированием автономного механизма регуляции курсовой прием биодобавок способствовал максимальному приросту мощностных характеристик работы в промежуточном (на 3,5-4,4%) и продолжительном (2,7-5,8%) анаэробном тестированиях, во всех случаях $p < 0,05$. В то же время выявленные изменения по-прежнему не отразились на повышении маркера коэффициента выносливости.

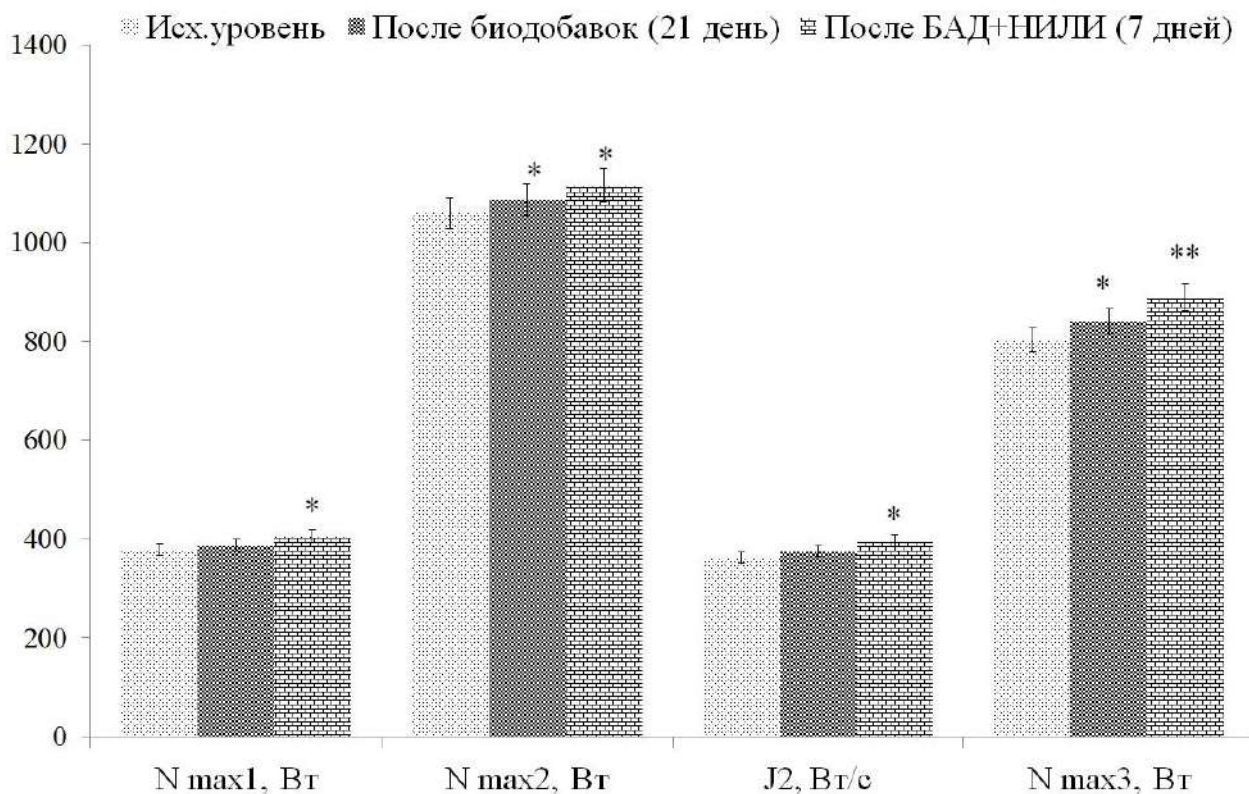


Рис. 69. Изменения показателей анаэробной работоспособности спринтеров ЭГ со III типом ВСП в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

В результате сочетанного применения эргогенных средств и НИЛИ уже скоростные способности достоверно увеличились на 2,8-4,8%, скоростно-силовые возможности организма – на 2,5-5,3%, во всех случаях $p < 0,05$. В 15-секундном тесте параметры максимальной алактатной мощности увеличились максимально на 5,7-5,8%, во всех случаях $p < 0,05$. В 45-секундной пробе границы анаэробной выносливости расширились на 3,2-8,7%, в том числе, впервые, благодаря приросту его коэффициента на 2,5%, во всех случаях $p < 0,05$. В связи с повышением КВ считаем целесообразным подробнее остановиться на данном факте. Для наглядности проиллюстрируем подобное увеличение графически. В качестве образца на рисунках 70-71 приведена частота вращения педалей атлетов Ф-ва и К-на при выполнении 15- и 45-секундной пробы до и после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования ФР.

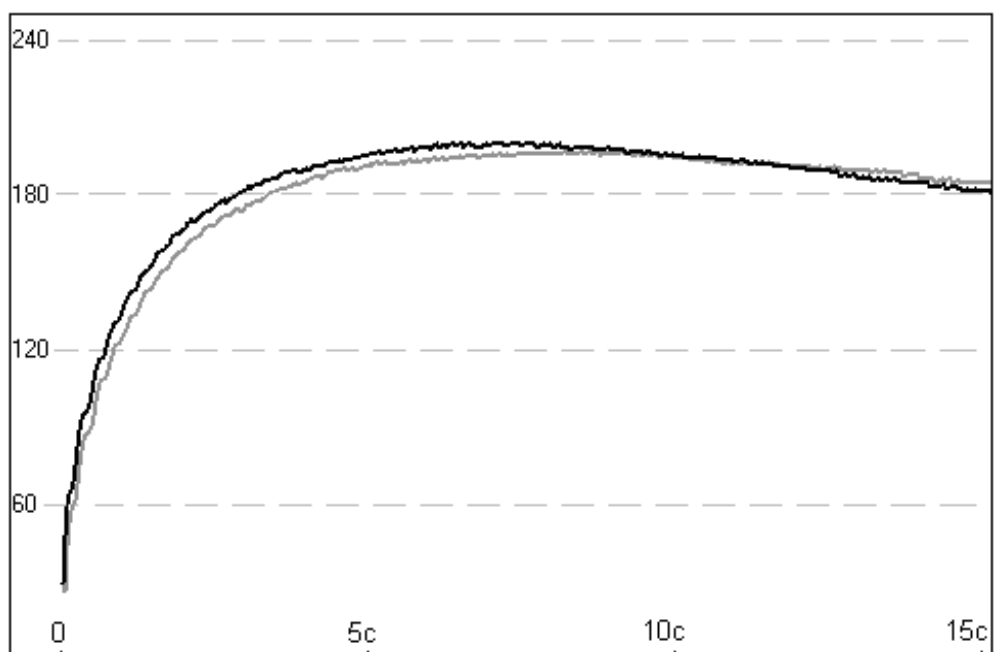


Рис. 70. Частота вращения педалей (об/мин) спринтера Ф-ва с I типом ВСП при выполнении 15-секундной пробы: светлая линия – исходный уровень анаэробной мощности, темная линия – после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

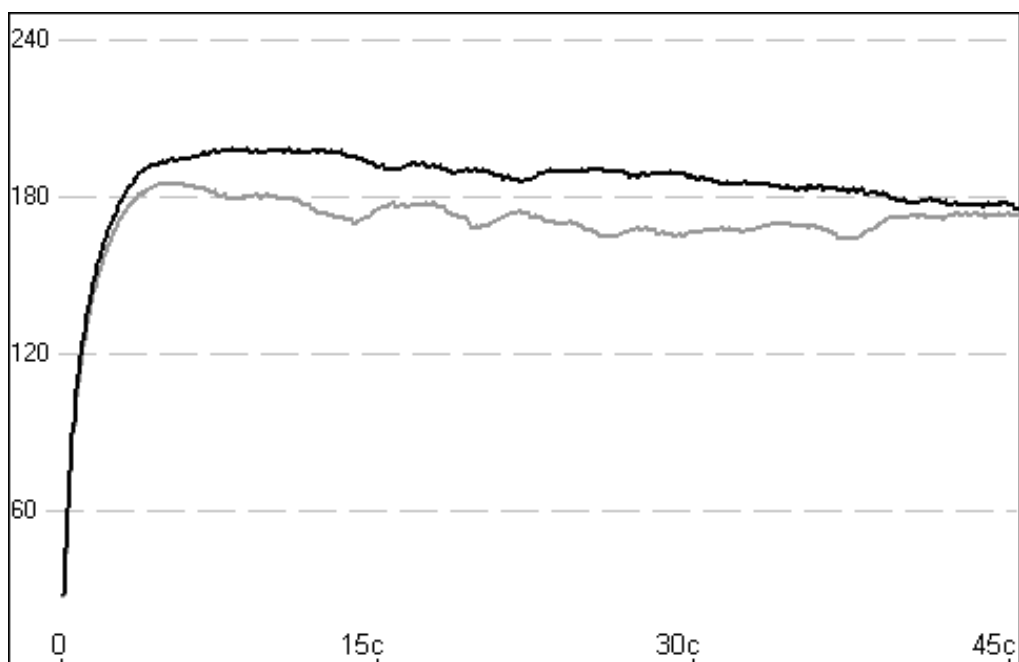


Рис. 71. Частота вращения педалей (об/мин) спринтера К-на с III типом ВСП при выполнении 45-секундной пробы: светлая линия – исходный уровень анаэробной выносливости, темная линия – после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

У спринтера Ф-ва с I типом вегетативной регуляции СР при выполнении промежуточного анаэробного теста значения коэффициента выносливости выросли в начале тестирования, но емкость алактатной энергетической системы оказалась недостаточной, в результате чего во второй половине пробы атлет выполнил меньший объем работы. Вот почему результаты данного маркера (КВ) у спортсменов в независимости от типа ВСР имели лишь положительные тенденции в 15-секундном тесте, после комплексного воздействия изученных средств потенцирования ФР.

В то же время у спринтера К-на с III типом вегетативной регуляции СР при выполнении 45-секундной пробы значения коэффициента выносливости в начале теста повысились, емкость как алактатной, так и гликолитической энергетических систем оказалась достаточной для достоверного его прироста в конце теста. Вот почему результаты данного маркера (КВ) у атлетов именно с доминированием автономного механизма регуляции имели значимое улучшение после комплексного воздействия изученных средств потенцирования ФР.

У спринтеров IV типа ВСР (рис. 72) после курсового приёма биологических активных добавок так же, как и в III типе, достоверных изменений в первой пробе 6-секундного теста не было ($p > 0,05$).

В то же время у спортсменов с выраженным преобладанием автономного механизма регуляции СР курсовой прием биодобавок способствовал существенному приросту мощностных характеристик работы в промежуточном (на 3,3-3,4%) и продолжительном (на 2,5-5,5%) анаэробном тестированиях, но в меньшем процентном соотношении по сравнению с III контуром доминирования, во всех случаях $p < 0,05$. В то же время выявленные изменения по-прежнему достоверно не отразились в повышении коэффициента выносливости.

В результате сочетанного применения эргогенных средств и НИЛИ уже скоростные способности значительно увеличились на 2,7-4,5%, скоростно-силовые возможности организма – на 2,4-5%, во всех случаях $p < 0,05$. В 15-секундном тесте параметры максимальной алактатной мощности увеличились максимально на 5,3-5,4%, во всех случаях $p < 0,05$. В 45-секундной пробе границы анаэробной выносливости расширились на 2,8-6,6%, в том числе, впервые, благодаря приросту его коэффициента на 2,4% (во всех случаях $p < 0,05$).

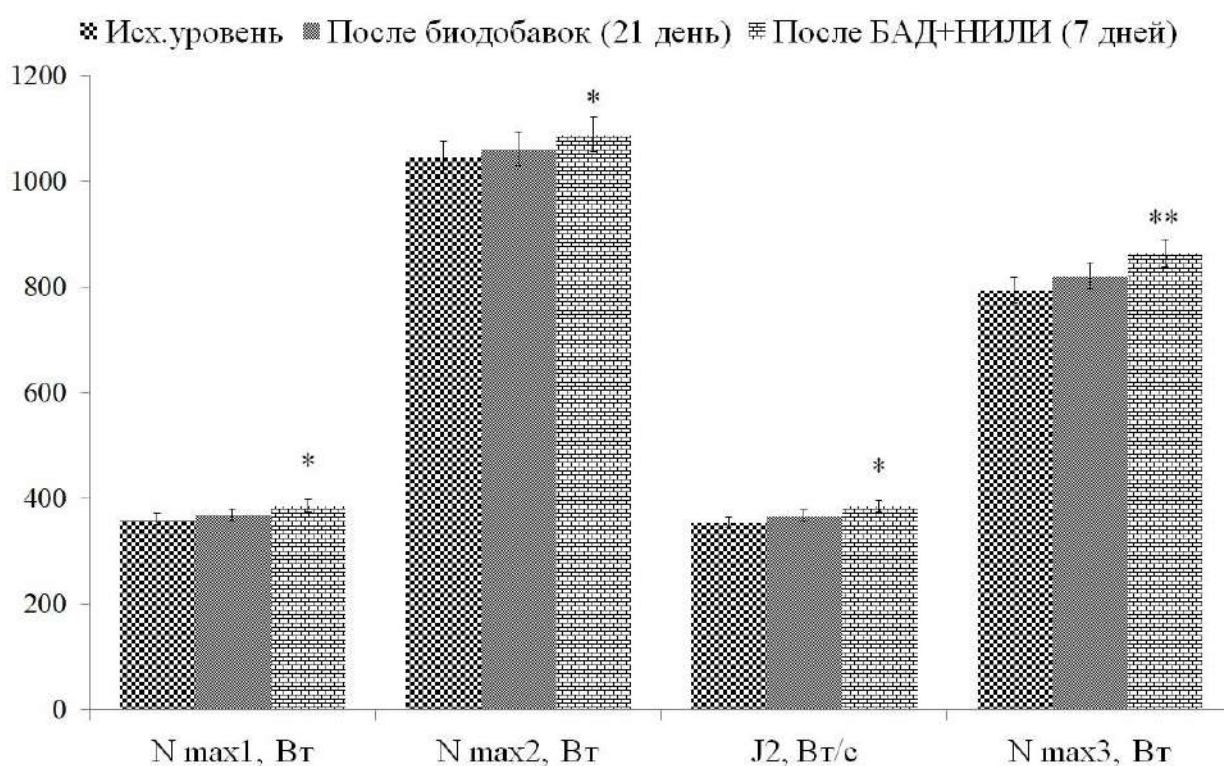


Рис. 72. Изменения показателей анаэробной работоспособности спринтеров ЭГ с IV типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Таким образом, групповой анализ в рамках одной специализации (бег на короткие дистанции) после применения эргогенных средств выявил фрагментарное повышение скоростных и скоростно-силовых способностей в I и II типах, максимальной алактатной мощности и аэробной выносливости – в III и IV типах регуляции СР. Выявленная тенденция не считается закономерностью, поскольку избранные нагрузки были, во-первых,

специфическими для спринтеров, во-вторых, по мере проведения эксперимента испытуемые адаптировались к данному велоэргометрическому тестированию, что способствовало избирательному приросту результатов. Только комплексное применение биодобавок и НИЛИ содействовало фундаментальным представлениям о величинах потенцирования в целом анаэробной работоспособности легкоатлетов исходя из типов вегетативной регуляции СР.

В дальнейшем оценивались результаты специальной выносливости спринтеров после как раздельного, так и сочетанного использования внутренировочных средств повышения ФР.

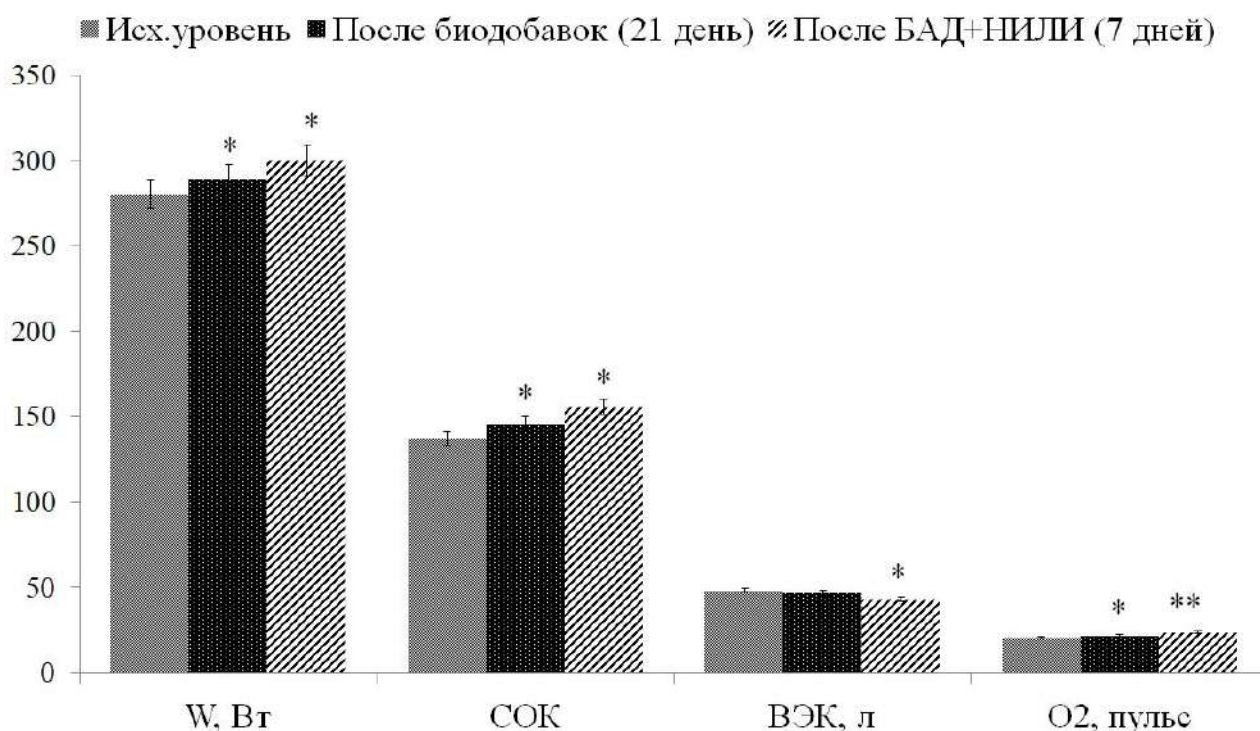


Рис. 73. Изменения показателей аэробной работоспособности спринтеров ЭГ с I типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$).

Установлено, что у бегунов на короткие дистанции с I типом регуляции СР после курсового приёма биодобавок к спортивному питанию произошли значимые изменения в трех показателях, отражающих экономичность

сердечно-сосудистой системы во время выполнения теста до отказа от работы (рис. 73).

Так, систолический объём крови увеличился на 6,4%, кислородный пульс – на 4,2%, минутный объём кровообращения – на 4%, во всех случаях $p < 0,05$. Установленные значимые приросты способствовали повышению мощности последней ступени нагрузки на 3,2% ($p < 0,05$). В то же время значения легочной вентиляции и индекса обмена дыхательных газов имели лишь тенденцию к понижению, что свидетельствовало о недостаточности данного варианта воздействия на более высокие уровни управления моторно-висцеральной регуляции, в частности по газотранспортному её обеспечению и выведению кислых продуктов обмена.

Сочетанное применение биодобавок и НИЛИ привело к значительному повышению мощностных показателей внешней работы (W , Вт; МПК, л/мин; МПК, мл/мин/кг) на 3,9-6,3%, во всех случаях $p < 0,05$. В то же время достоверного увеличения порога анаэробного обмена, по данным МПК и ЧСС, обнаружено не было ($p > 0,05$). Отмечалось увеличение эффективности и экономичности ведущих маркеров сердечно-сосудистой системы (O_2 -пульса на 9,1%; СОК на 6,8%; МОК на 4,1%), во всех случаях $p < 0,05$.

Высокий процент полезного действия кислородтранспортной функции крови обеспечивался сочетанной регуляцией системы внешнего дыхания при снижении на 7,8% ВЭК и повышении на 8,5% КИО₂, во всех случаях $p < 0,05$. Однако комплексного применения эргогенных средств и НИЛИ было недостаточно для активации газообмена, о чем свидетельствовало отсутствие значимых изменений в параметрах дыхательного коэффициента и легочной вентиляции ($p > 0,05$).

У спринтеров II типа регуляции СР (рис. 74) после применения природных биокорректоров достоверные изменения произошли в тех же обнаруженных маркерах аэробной работоспособности (W , O_2 -пульс, СОК,

МОК), что и в I типе, но в меньшем процентном соотношении на 3-4,7%, во всех случаях $p < 0,05$.

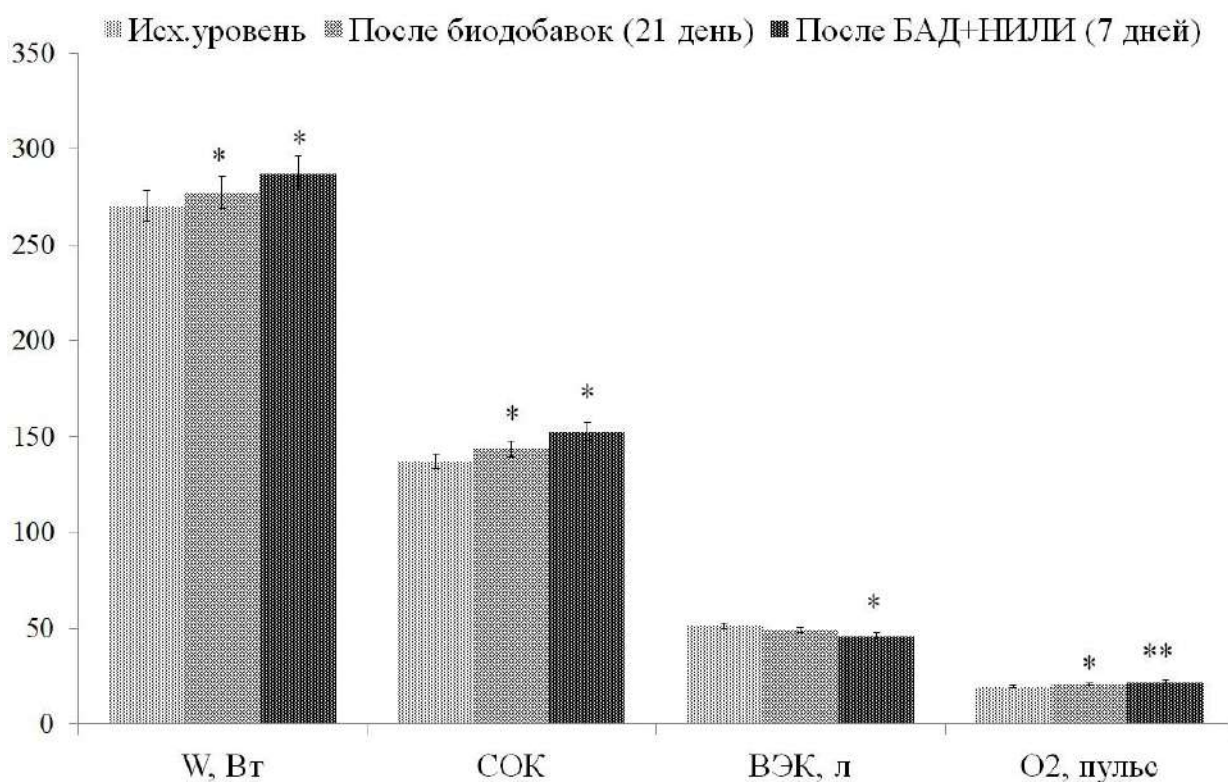


Рис. 74. Изменения показателей аэробной работоспособности спринтеров ЭГ со II типом ВСП в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Комплексное применение пищевых добавок и низкоинтенсивного лазерного излучения способствовало повышению тех же маркеров, что и в I типе, но также в меньшем относительном приросте. Так, максимальная аэробная мощность (W) увеличилась на 3,6%, МПК – на 4,7%, МПКотн. – на 5%, во всех случаях $p < 0,05$. В ДК и ЛВ выраженных изменений по-прежнему не произошло ($p > 0,05$).

Ведущие маркеры сердечно-сосудистой системы (O_2 -пульс; СОК; МОК) имели положительную динамику на уровне 3,8-7,1%, во всех случаях $p < 0,05$. Функциональный эффект экономизации проявился в увеличении эффективности системы внешнего дыхания при снижении на 6,1%

вентиляционного эквивалента по кислороду и росте на 6,5% его эффективности на тканевом уровне, во всех случаях $p < 0,05$.

У спортсменов с III типом ВСР (рис. 75) применение пищевых добавок способствовало выраженному повышению экономичности изученных параметров сердечно-сосудистой системы. Так, систолический объём крови у них увеличился достоверно на 7,9%, кислородный пульс – на 8,8%, минутный объём кровообращения – на 4,8%, во всех случаях $p < 0,05$.

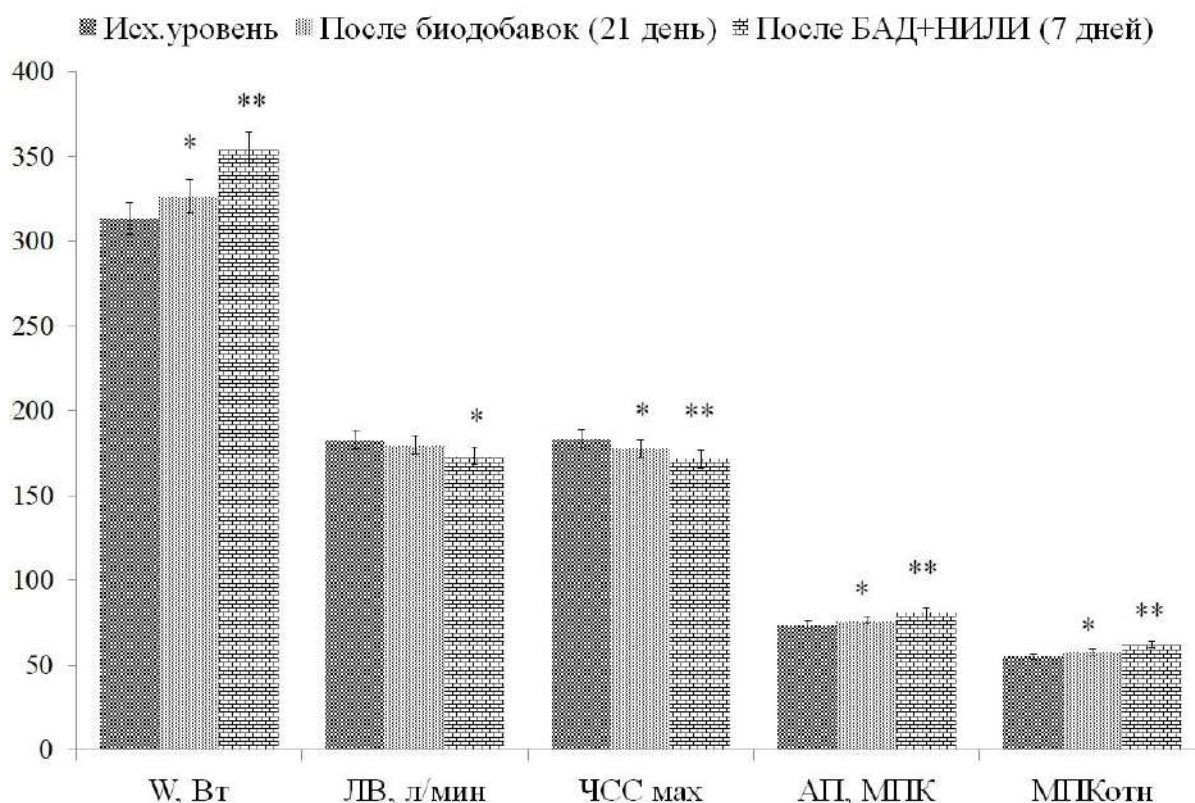


Рис. 75. Изменения показателей аэробной работоспособности спринтеров ЭГ с III типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Более того, впервые обнаружались значимые различия в эффективности системы внешнего дыхания, о чем свидетельствовало выраженное на 7,3% ($p < 0,05$) повышение коэффициента использования кислорода, снижение на 6,8% его вентиляционного эквивалента и уменьшение на 2,9% максимальной ЧСС, во всех случаях $p < 0,05$. Курсовое

применение биодобавок привело к увеличению реализуемой аэробной мощности: W на 4,2%, МПК на 5,6%, МПКотн. на 4,9%, во всех случаях $p < 0,05$. Отличительной особенностью было появление значимого повышения величины порога анаэробного обмена, как в процентном отношении к МПК на 3,4%, так и по частоте сердечных сокращений на 4,3%, во всех случаях $p < 0,05$. Подобной динамики в I и во II типах ВСР обнаружено не было ($p > 0,05$). В то же время значимых изменений в снижении индекса обмена дыхательных газов и легочной вентиляции достоверно не выявлено ($p > 0,05$).

Комплексное применение биологически активных добавок и НИЛИ способствовало росту максимальной аэробной мощности с наибольшим функциональным обеспечением процессов её экономичности и эффективности по всем маркерам сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также степени их статистической значимости. Так, специальная работоспособность и все её компоненты (W ; МПК; МПКотн.; АП, %МПК; АП; ЧСС) увеличилась на 6,0-8,3%, во всех случаях $p < 0,01$. Прогностические маркеры сердечной регуляции (O_2 -пульс; СОК; МОК) также имели максимальную положительную степень различий в пределах 3,4-11,7%, во всех случаях $p < 0,01$. Ведущие параметры системы внешнего дыхания предельно усилились: ВЭК (10,6%), КИО₂, мл/л (11,9%), во всех случаях $p < 0,01$. Отличительной особенностью комплексного применения природных биокорректоров и НИЛИ было компенсаторное включение качественной составляющей дыхательной функции, а именно снижение на 3,6% легочной вентиляции и на 7,2% дыхательного коэффициента, во всех случаях $p < 0,05$. Как известно, при напряженной мышечной работе выделяемый в атмосферу углекислый газ складывается из метаболического СО₂ (образуется в процессе окисления в клетках) и неметаболического СО₂ (образуется в процессе нейтрализации молочной кислоты в крови с участием бикарбонатов). Отмеченное у наших испытуемых снижение ЛВ и ДК под влиянием

внетренировочных средств может свидетельствовать о меньшем накоплении молочной кислоты и других кислых продуктов обмена.

У спринтеров IV типа (рис. 76) после курсового приёма биологических активных добавок существенные изменения выявлены в тех же маркерах, что и в III типе вегетативной регуляции СР, но их соотношение было менее ранжировано в относительном приросте на уровне 3,0-8,5%, во всех случаях $p < 0,05$.

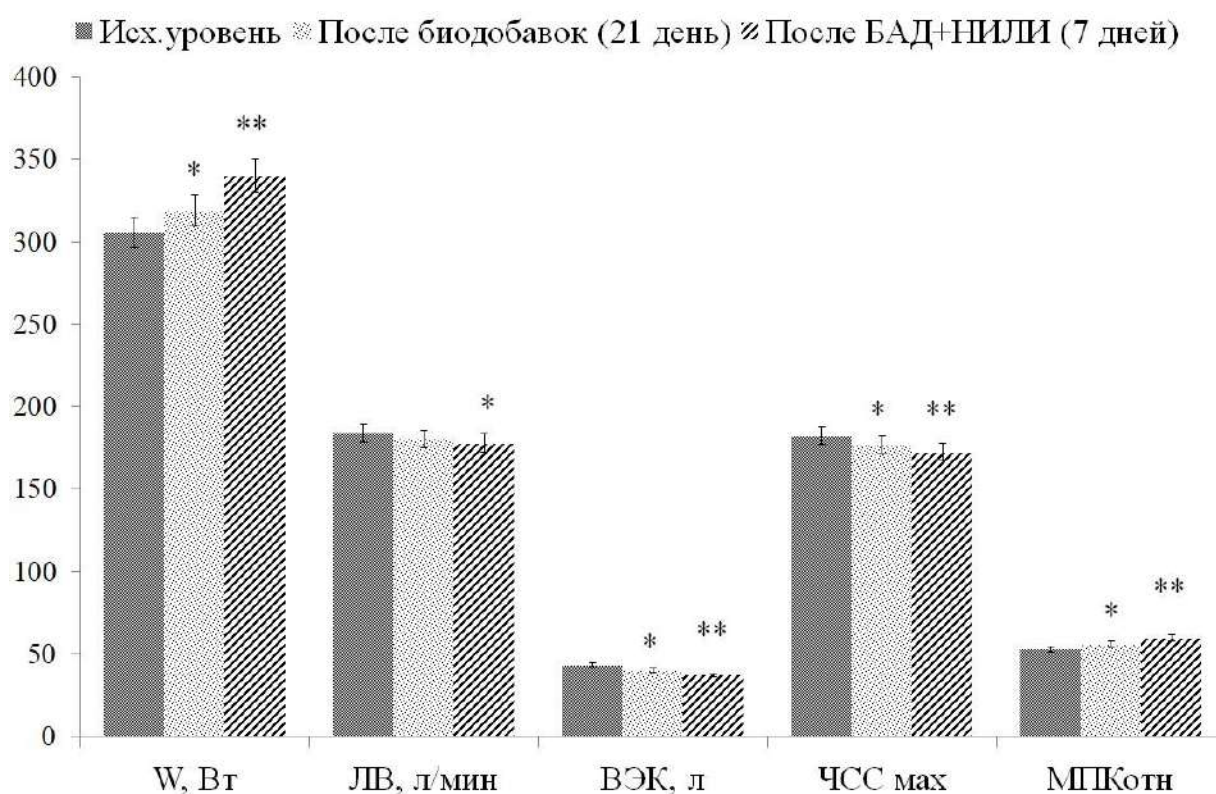


Рис. 76. Изменения показателей аэробной работоспособности спринтеров ЭГ с IV типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

В то же время расширения резерва порога как анаэробного обмена по МПК и ЧСС, так и компенсаторного включения качественной составляющей дыхательной функций (ДК и ЛВ), не произошло ($p > 0,05$).

В результате сочетанного применения биологически активных добавок и курсового низкоинтенсивного лазерного излучения во всех изученных маркерах повысилась максимальная аэробная мощность на 6,4-6,7%,

показатели сердечной деятельности – на 3,6-9,1%, внешнего дыхания – на 6,4-8,4%, в том числе при существенном снижении на 3,1% легочной вентиляции и на 6,1% дыхательного коэффициента, во всех случаях $p < 0,05$. В то же время значения ПАНО в процентном отношении к максимальному потреблению кислорода и частоты сердечных сокращений достоверно не изменились ($p > 0,05$).

Комплексный анализ использованных средств потенцирования ФР позволил определить общие механизмы их физиологического воздействия на эргоспирометрическом уровне независимо от изученных типов вегетативной регуляции СР. В частности, прием эргогенных средств повышал экономичность параметров сердечно-сосудистой системы в виде систолического, минутного объёмов кровообращения, кислородного пульса, стимулировал максимальную аэробную мощность последней ступени нагрузки, не оказывая значимого влияния на эффективность дыхательной функции. Только комплексное применение природных биодобавок и низкоинтенсивного лазерного излучения сопровождалось наибольшим приростом во всех маркерах аэробной работоспособности и способствовало формированию единого механизма адаптации со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной функции, что проявилось в снижении легочной вентиляции и дыхательного коэффициента. Указанные закономерности отражали эффективность дыхательного ресинтеза АТФ в мышечных клетках, косвенно свидетельствовали о меньшем накоплении при работе максимальной аэробной мощности молочной кислоты, кислых продуктов обмена и повышении скорости их утилизации. В то же время формирование системно-структурного контура воздействия на курсовой прием изученных средств потенцирования физической работоспособности было бы фрагментарным без учёта типологических особенностей вегетативного обеспечения СР.

Установлено, что у представителей III и IV типов регуляции после применения природных биодобавок помимо увеличения экономичности работы ССС организма (роста систолического и минутного объемов кровообращения, кислородного пульса) повышалась эффективность её дыхательного компонента (достоверное повышение коэффициента использования кислорода). В I и во II типах ВСР такой сбалансированной координации в работе КРС не было. После комплексного применения эргогенных средств и НИЛИ в этих типах ВСР выявлены более выраженные изменения по сравнению с приемом пищевых добавок в ранее указанных маркерах, а также характеристиках механической работы (последней её ступени, относительной и абсолютной величин МПК). Однако достоверных различий, как по газотранспортному обеспечению кровоснабжения (легочной вентиляции и дыхательного коэффициента), так и вследствие этого в уровнях достижения ПАНО в процентном отношении к МПК и ЧСС не выявлено. В то же время в III и IV типах прирост оказался существенно выше в аналогичных маркерах по сравнению с их результатами в I и II типах регуляции СР. Необходимо подчеркнуть, что мобилизация функциональных резервов организма при выходе на плато порога анаэробного обмена была статистически значимой, но на фоне недостоверного изменения ДК и ЛВ.

Комплексное же применение биологически активных добавок и низкоинтенсивного лазерного излучения способствовало формированию единого системного механизма адаптации к аэробному тестированию. Наибольшее проявление функциональных эффектов тренировки (максимизации, экономизации, гомеостатической устойчивости) при повышении максимальной аэробной мощности в большей степени было отмечено у атлетов с III типом ВСР. Далее следовали спортсмены с IV, I, II механизмами регуляции.

3.3.5. Динамика показателей специальной физической подготовленности спортсменов

В ходе дальнейшей работы целесообразным было выявить обособленное воздействие эргогенных средств потенцирования, НИЛИ и сочетанного их применения в целях повышения СФП.

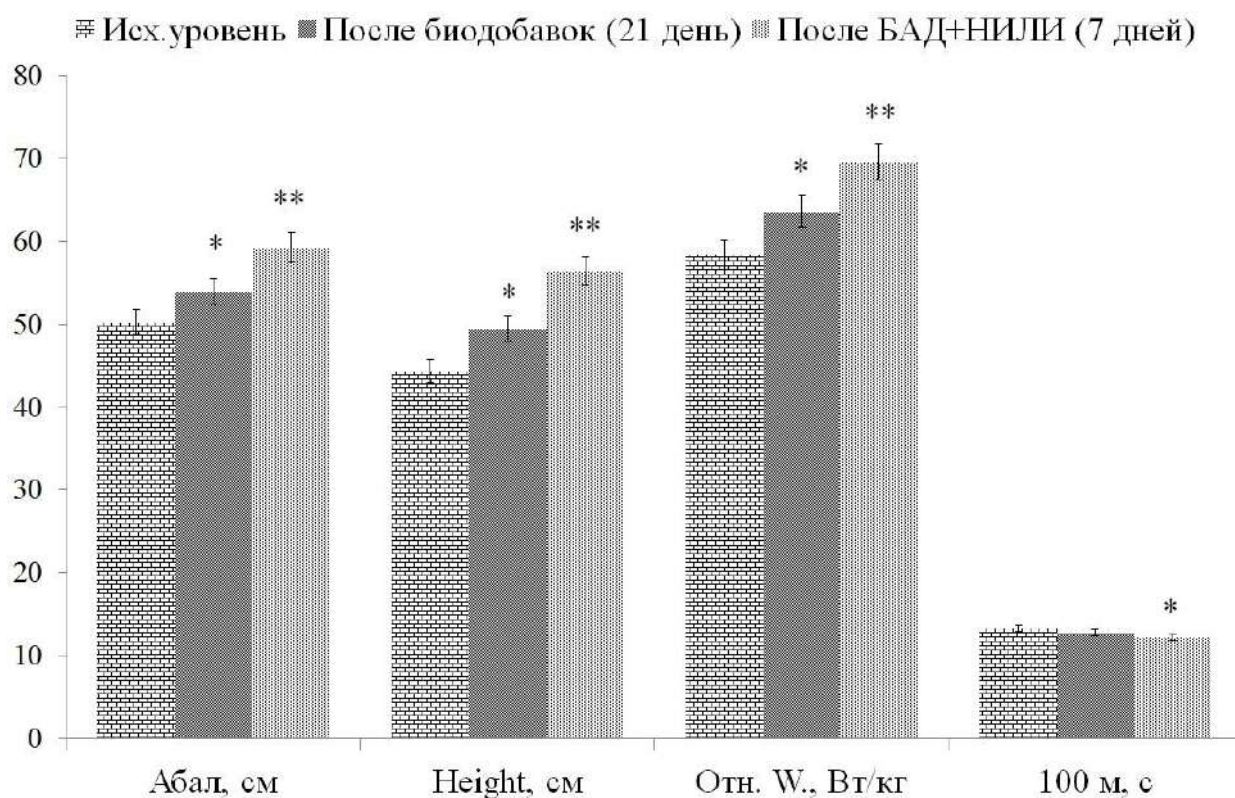


Рис. 77. Изменения показателей специальной физической подготовленности спринтеров ЭГ с I типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$).

Установлено, что у спринтеров с I типом регуляции СР (рис. 77) после курсового приёма добавок к спортивному питанию достоверно изменилась на 7,3% высота прыжка вверх по В.М. Абалакову, на 8,9% – относительная мощность в прыжковой выносливости, на 11,5% – высота ОЦМТ, что

способствовало обратно пропорциональному снижению на 8,8% времени нахождения на опоре, во всех случаях $p < 0,05$.

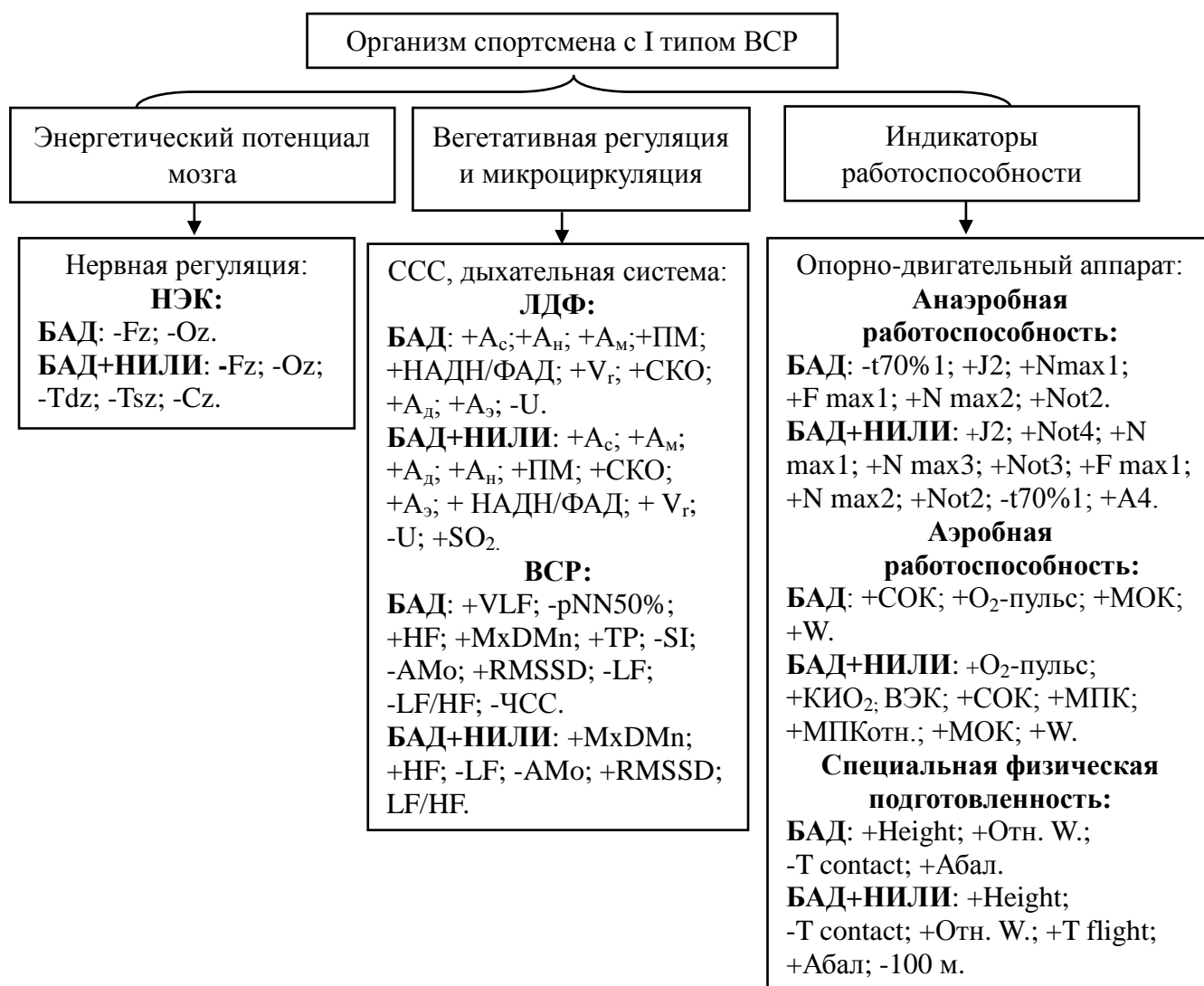


Рис. 78. Физиологические механизмы комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов ЭГ с I типом ВСР (достоверное повышение «+», снижение «-» маркера по степени его относительного сдвига от наибольшего к наименьшему приросту)

В то же время наибольшие величины в различных аспектах прыжковой подготовки были достигнуты при сочетанном применении эргогенных средств и НИЛИ. Так, у спринтеров I типа ВСР по сравнению с курсовым приемом биодобавок выявлено усиление на 9,8%, как в тесте «Высота вверх по Абалакову», так и во всех маркерах на уровне 9,4-14,1% второй пробы из

«7 подскоков», во всех случаях $p < 0,05$. Особо следует подчеркнуть, что достоверно повысился на 4,8% результат в беге на 100 метров ($p < 0,05$). Значимым было то, что повышение прыжковой выносливости сочеталось с включением пространственной характеристики в виде линейного перемещения её траектории по высоте перемещения ОЦМТ на 14,1% и временной компоненты по длительности времени нахождения в полете на 9,8%, во всех случаях $p < 0,05$. Таким образом, результаты проведенного исследования позволили выделить основные физиологические механизмы комплексного воздействия внутренировочных средств потенцирования ФР спортсменов с I типом вегетативной регуляции СР (рис. 78).

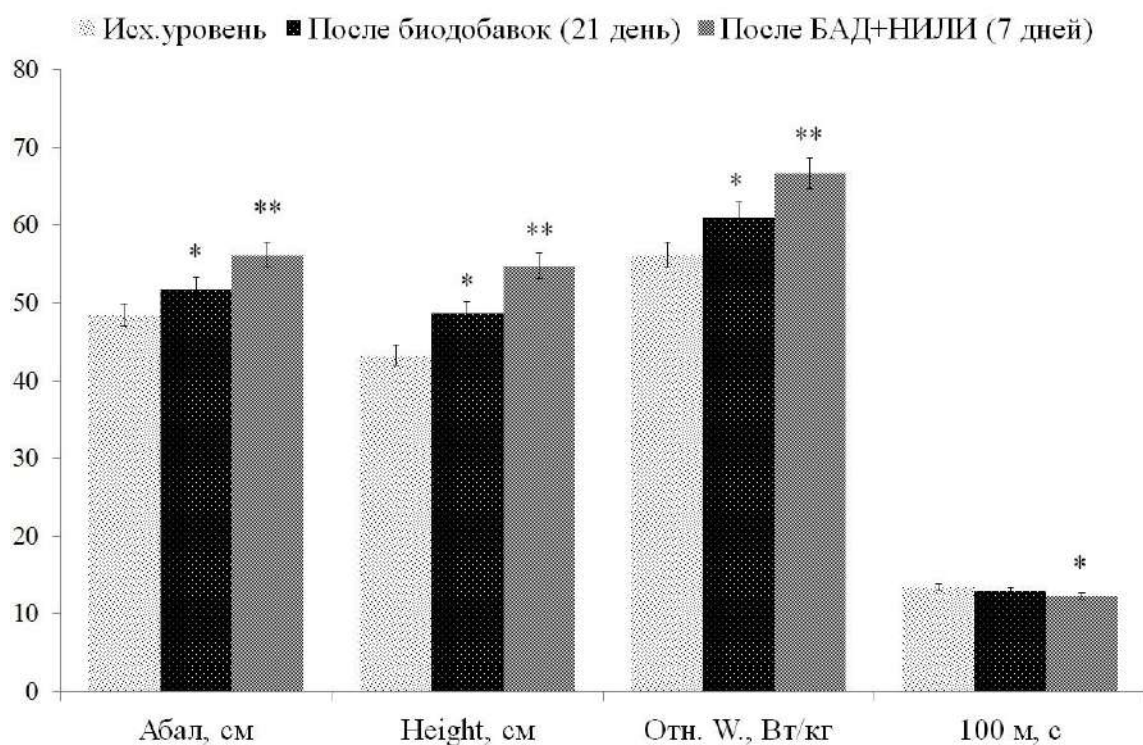


Рис. 79. Изменения показателей специальной физической подготовленности спринтеров ЭГ со II типом ВСП в динамике применения биодобавок и НИИИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$)

У бегунов на короткие дистанции со II типом ВСП (рис. 79) после применения пищевых добавок выявлены аналогичные изменения в ведущих маркерах тестов на прыгучесть и прыжковой выносливости, но в менее

выраженной процентной значимости на уровне 6,7-12,6%, во всех случаях $p < 0,05$.

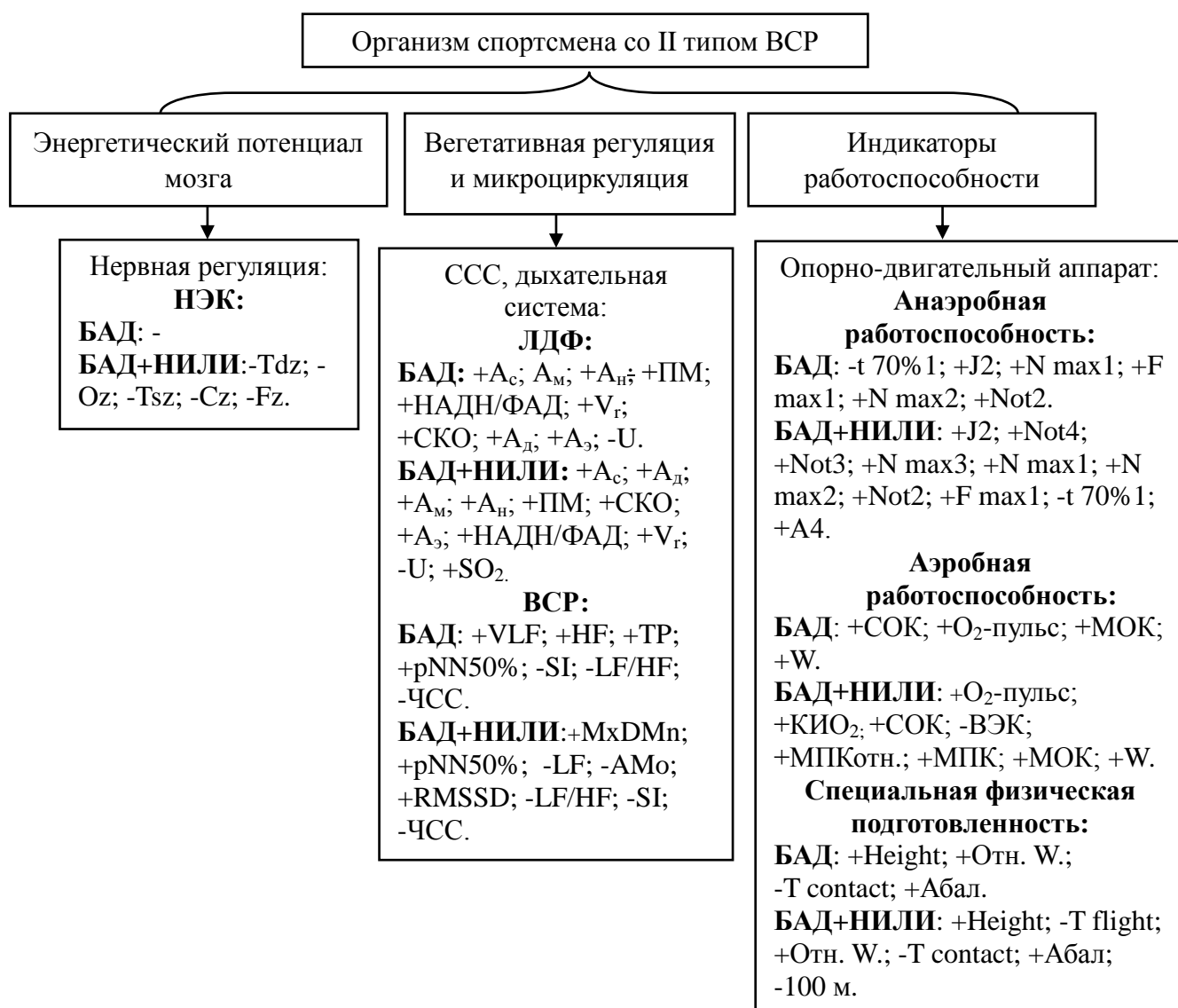


Рис. 80. Физиологические механизмы комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов ЭГ со II типом ВСР (достоверное повышение «+», снижение «-» маркера по степени его относительного сдвига от наибольшего к наименьшему приросту)

Сочетанное применение биологически активных добавок и НИЛИ привело к аналогичному росту всех изученных параметров специальной физической подготовленности, но также в меньшем относительном приросте, в сравнении с данными I типа ВСР на уровне 8,5-12,3%, во всех случаях

$p < 0,05$. Особо следует подчеркнуть, что также достоверно повысился на 4,4% результат в беге на 100 метров ($p < 0,05$). Ведущие физиологические механизмы комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов со II типом вариабельности СР представлены на рисунке 80.

У спринтеров III типа (рис. 81) применение пищевых добавок способствовало лишь значительному повышению на 5,7% ($p < 0,05$) выпрыгивания вверх по В.М. Абалакову.

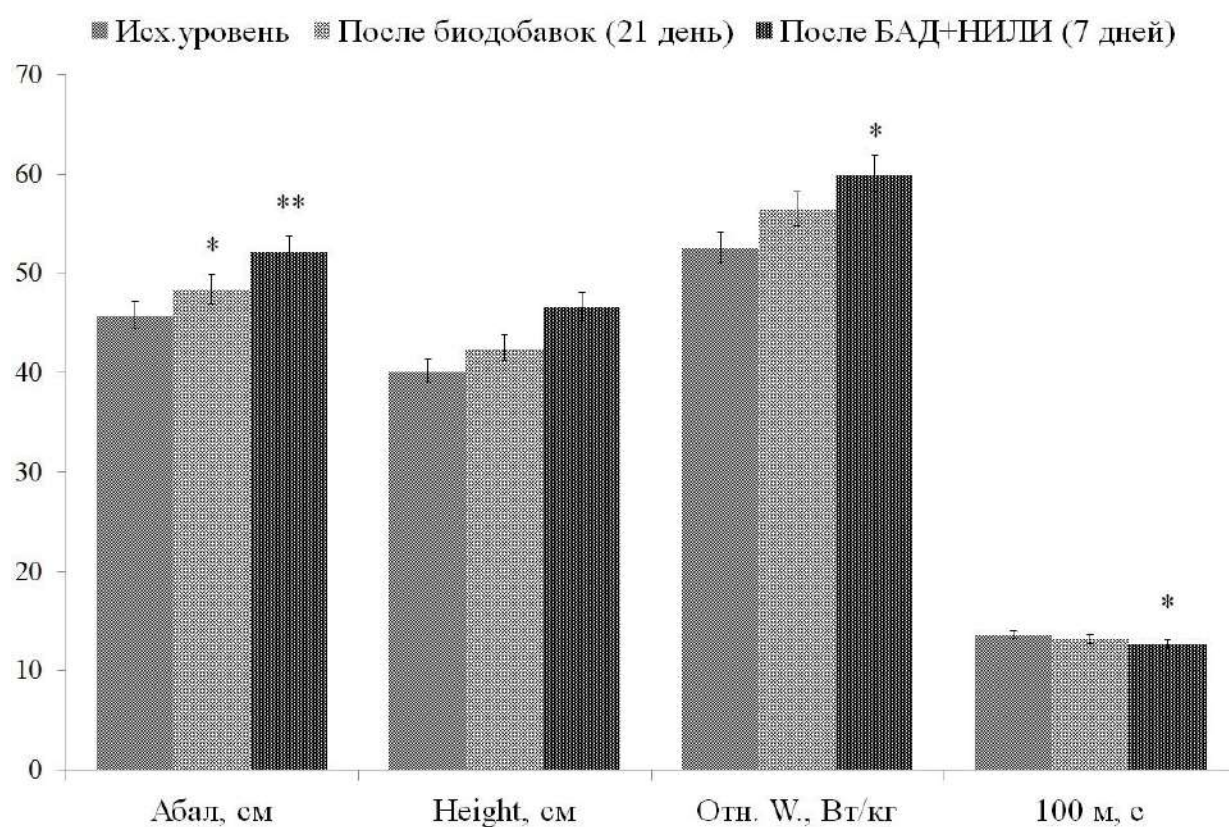


Рис. 81. Изменения показателей специальной физической подготовленности спринтеров ЭГ с III типом ВСР в динамике применения биодобавок и НИПИ по отношению к исходному фону ($M \pm \delta$).

Сочетанное применение изученных средств привело к более выраженному увеличению маркеров на 7,7% ($p < 0,01$) в высоте прыжка вверх по В.М. Абалакову, на 6,3% ($p < 0,05$) – относительной мощности, а также к снижению на 9,5% ($p < 0,05$) времени нахождения на опоре. Особо следует

подчеркнуть, что также достоверно на 3,4% повысился результат в беге на 100 метров ($p < 0,05$).

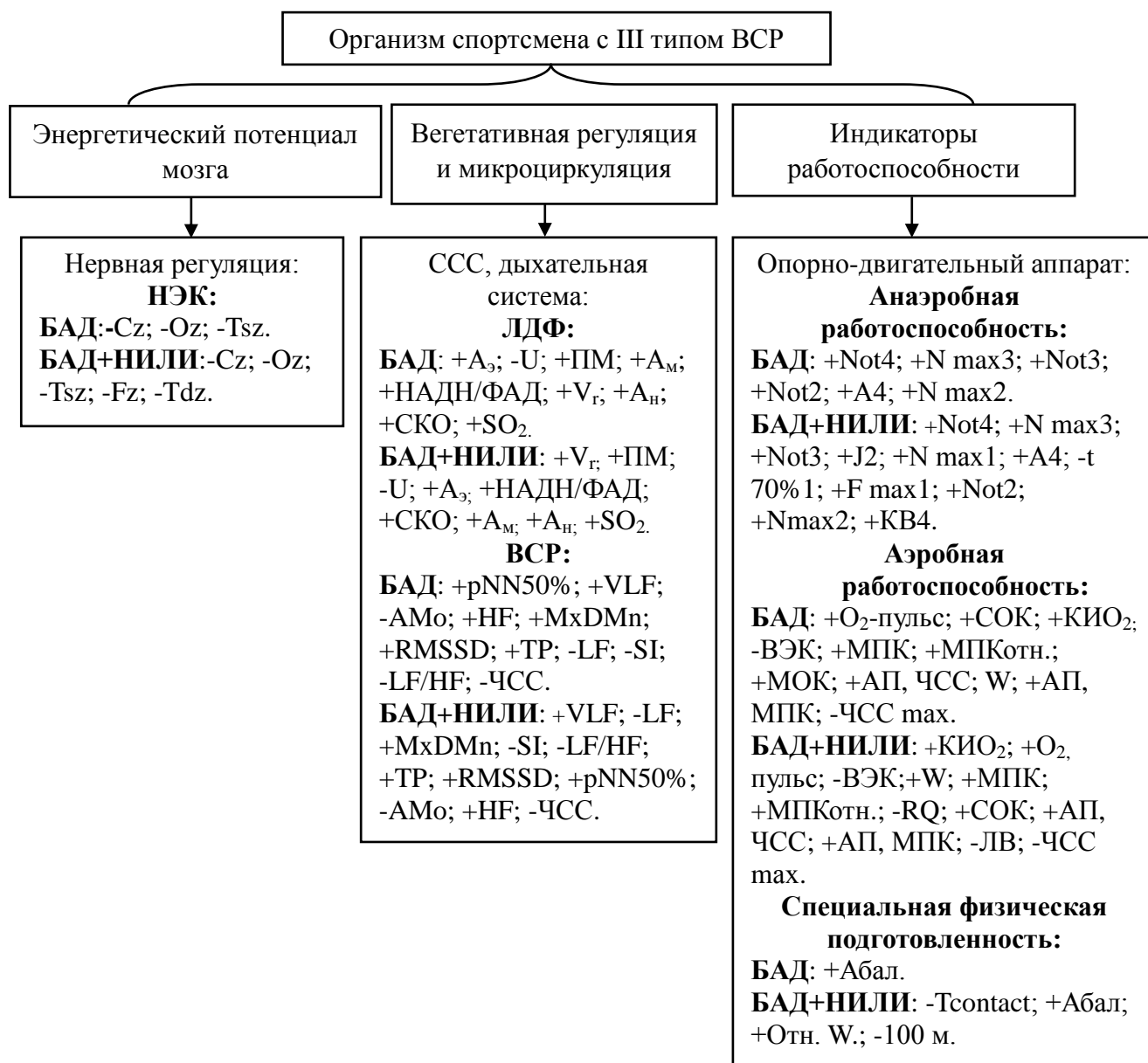


Рис. 82. Физиологические механизмы комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов ЭГ с III типом ВСР (достоверное повышение «+», снижение «-» маркера по степени его относительного сдвига от наибольшего к наименьшему приросту)

Физиологические механизмы комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов с III типом вегетативной регуляции СР представлены на рисунке 82.

У бегунов на короткие дистанции IV типа ВСП (рис. 83) после курсового приёма биодобавок выявлены подобные изменения, что и в III механизме регуляции, но в меньшем относительном приросте, в тесте на прыгучесть на 5,3% ($p<0,05$). После сочетанного применения изученных средств потенцирования произошли аналогичные изменения в тех же маркерах, что и в III типе ВСП, – на 6,4% ($p<0,01$) в высоте прыжка вверх по В.М. Абалакову, на 5,8% ($p<0,05$) в относительной мощности, а также снижение на 8,9% ($p<0,05$) во времени нахождения на опоре.

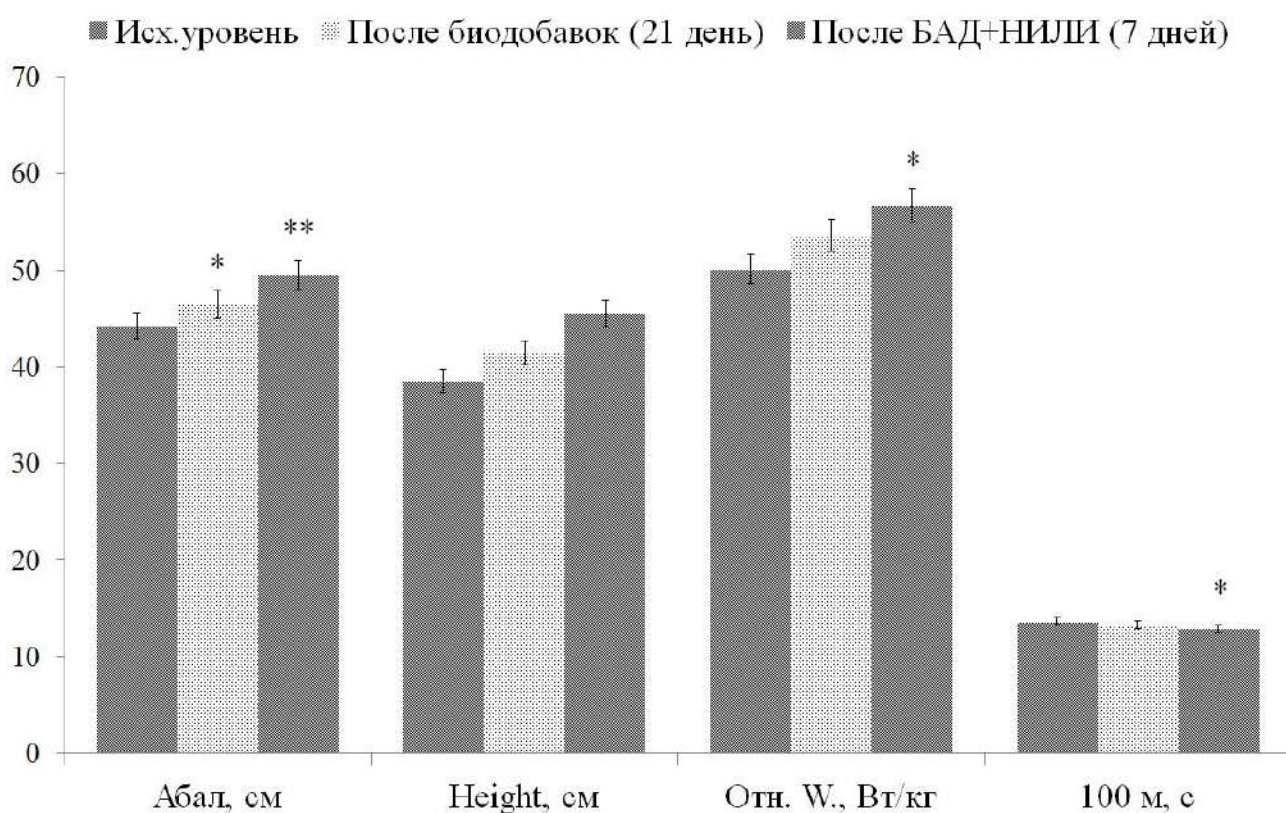


Рис. 83. Изменения показателей специальной физической подготовленности спринтеров ЭГ с IV типом ВСП в динамике применения биодобавок и НИЛИ по отношению к исходному фону ($M\pm\delta$)

Особо следует подчеркнуть, что также на 3,2% достоверно повысился результат в беге на 100 метров ($p<0,05$). Физиологические механизмы комплексного применения внутренировочных средств потенцирования

физической работоспособности спортсменов с IV типом variability CP представлены на рисунке 84.

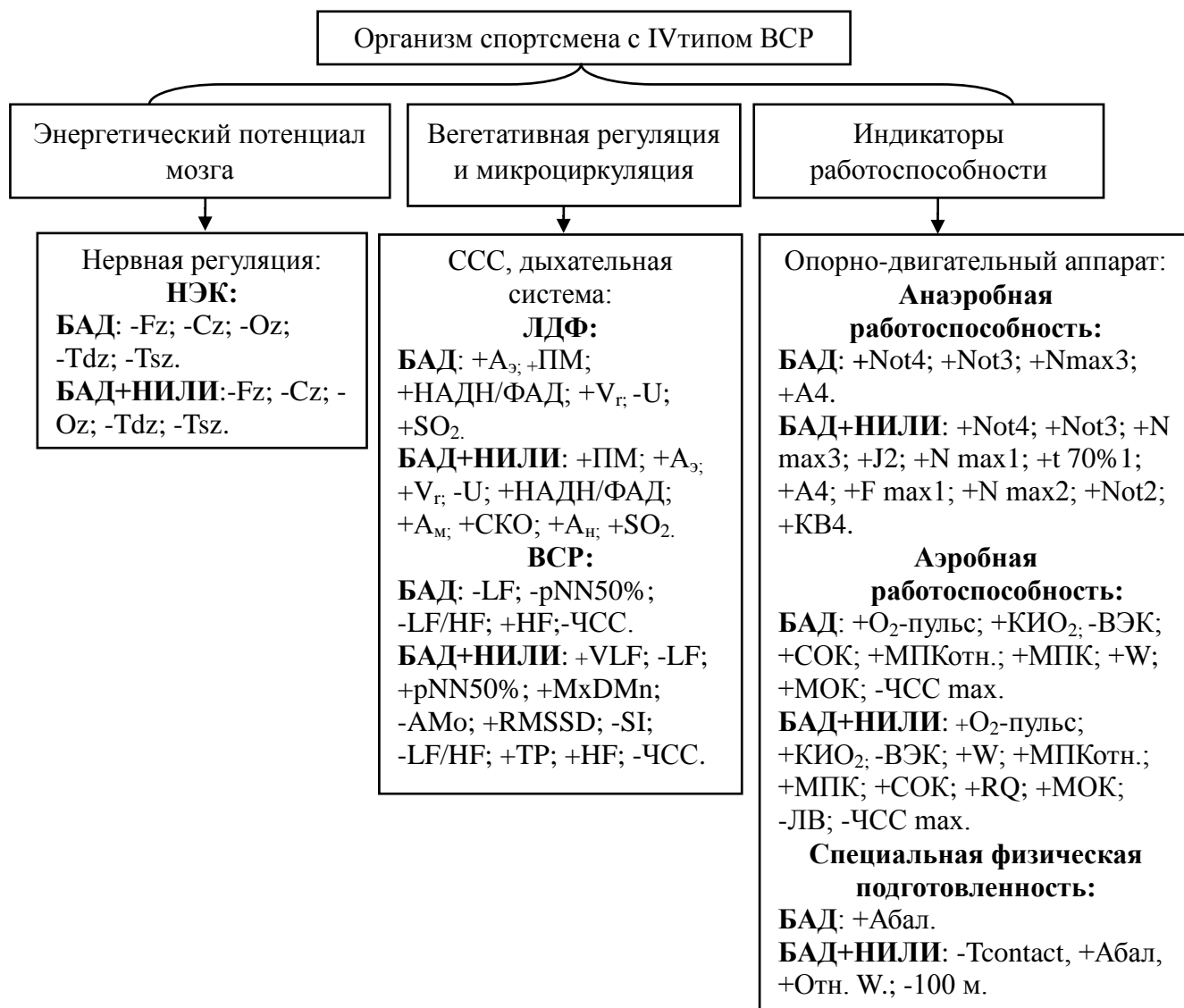


Рис. 84. Физиологические механизмы комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов ЭГ с IV типом ВСП (достоверное повышение «+», снижение «-» маркера по степени его относительного сдвига от наибольшего к наименьшему приросту)

Групповой анализ после применения эргогенных средств выявил значимое повышение пространственной характеристики линейного перемещения механической траектории движения в высоте прыжка по В.М. Абалакову и появление значимых констант в ведущих маркерах прыжковой выносливости – относительной мощности, высоте перемещения ОЦМТ и

снижении времени нахождения на платформе. Причем данная закономерность проявилась лишь у атлетов с высокой скоростью ответной реакции нижних конечностей, обусловленной доминированием симпатического отдела ВНС при I и II типах ВСР. В то время как у спортсменов с преобладанием парасимпатического отдела ВНС в регуляции сердечного ритма обнаружен достоверный рост исключительно в тесте на прыгучесть. Во второй пробе из «7 подскоков» существенных изменений ни по одному из расчетных показателей не выявлено ($p > 0,05$).

Комплексный анализ оценки курсового применения стимуляторов показал, что наибольшие величины СФП спринтеров были обнаружены при совместном их использовании. Это обеспечивалось максимальным повышением пространственной характеристики механической траектории движения в высоте прыжка по В.М. Абалакову и её энергетической составляющей – взрывной силы. Биостимулирующему эффекту также способствовал наибольший рост всех кинематических маркеров, подтверждающих геометрию прыжковой выносливости из «7 подскоков» – относительной мощности, времени нахождения на опоре, высоте перемещения ОЦМТ, длительности фазовой части полета. В то же время обнаруженные закономерности проявились лишь у спортсменов с доминированием центрального контура управления СР. У атлетов с преобладанием автономного механизма (III и IV типы) комплексный эффект проявился только в максимальном стимулировании взрывной силы в тесте по В.М. Абалакову и появлении значимых констант в скоростных характеристиках прыжковой выносливости по данным «7 подскоков» – относительной мощности, снижению времени нахождения на платформе.

Заключение. В состоянии относительного физиологического покоя единым механизмом, объединившим все группы спортсменов, был функциональный ответ их организма на воздействие изученных

внутриренировочных средств, заключающийся в экономизации деятельности вегетативных функций, повышении энергетического потенциала клеток головного мозга, гомеостатической устойчивости к изменениям внешних условий жизнедеятельности, а также усилении максимальных адаптационных возможностей, способствовавшем достоверному росту анаэробной и аэробной работоспособности, а также специальной физической подготовленности в лабораторном и полевом тестировании. По данным проведенного исследования также выявлена специфика комплексного «ответа» организма легкоатлетов на курсовой прием пищевых добавок в сочетании с НИЛИ в индикаторах функционального статуса и физической работоспособности в зависимости от исходного типа ВСР. Усиление активности парасимпатического звена ВНС обнаружено при всех четырех типах регуляции. Важно отметить, что выраженный эффект снижения напряженности регуляторных систем проявился у спринтеров с I и II типами, что бесспорно обеспечивало более устойчивое состояние функциональной системы. После применения внутриренировочных средств происходило значительное улучшение маркеров анаэробной работоспособности, обеспечивавших проявления силы и быстроты при физических нагрузках, наблюдалось увеличение результата при работе до отказа.

У спринтеров с III и IV типами после применения биодобавок и НИЛИ снижение напряженности со стороны регуляторных механизмов оказалось менее выраженным, что свидетельствовало об исходно повышенной устойчивости функциональной системы, требующей минимальной коррекции. Так, при общей картине улучшения функциональных возможностей микроциркуляторного русла после применения эргогенных средств, у спринтеров с IV типом градиент прироста оказался ниже по сравнению с III типом. Сходная динамика выявлена и по отношению к УПП, уровень снижения которого свидетельствовал об опережающем росте

энергетического потенциала нейронов при III типе регуляции. По показателям анаэробной работоспособности спринтеры с III и IV типами уступали спортсменам с I и II типами в скоростно-силовых способностях и алактатной мощности, но имели более выраженные показатели гликолитической выносливости, а также при доминировании аэробного режима работы.

3.4. Корреляционные взаимосвязи прироста спортивного результата спринтеров с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма после комплексного применения внутренировочных средств

Следующим этапом в изучении корреляционных отношений между функциональным состоянием, физической работоспособностью, комплексным применением физических и эргогенных средств её потенцирования было определение ведущих маркеров, обуславливающих прирост спортивного результата в беге на 100-метровой дистанции. Для чего в качестве примера была построена модель, описывающая наиболее достоверные прогностические критерии для организма атлетов с I типом ВСР относительно повышения их спортивного мастерства на основе ранговой силы и тесноты их взаимосвязей $r \geq 0,7$. При этом анализу подверглись не абсолютные величины изученных показателей, а степень их прироста относительно исходных значений.

Анализ представленных данных (рис. 85) выявил значимое усиление взаимосвязи между уровнем спортивных достижений в спринте у атлетов с I типом ВСР и ростом основных критериев велоэргометрического тестирования: максимальной частоты ($\Delta_r=25,7\%$, $p<0,05$) во второй пробе велоэргометрического 6-секундного теста, градиенте ($\Delta_r=23,6\%$, $p<0,05$), мощности в 15-секундной пробе ($\Delta_r=15,3\%$, $p>0,05$), коэффициенте

выносливости ($\Delta_r=16,4\%$, $p>0,05$). Увеличение значений выделенных маркеров сопровождалось уменьшением времени набора максимальной частоты движений ($\Delta_r=24,6\%$, $p<0,05$) и контакта с платформой ($\Delta_r=25,3\%$, $p<0,05$). Установлено усиление положительной связи спортивного результата с кислородным пульсом ($\Delta_r=12,8\%$, $p>0,05$) и отрицательной зависимостью с УПП в лобной и затылочной областях ($\Delta_r=20,8\%$, $p<0,05$; $\Delta_r=23,8\%$, $p<0,05$).

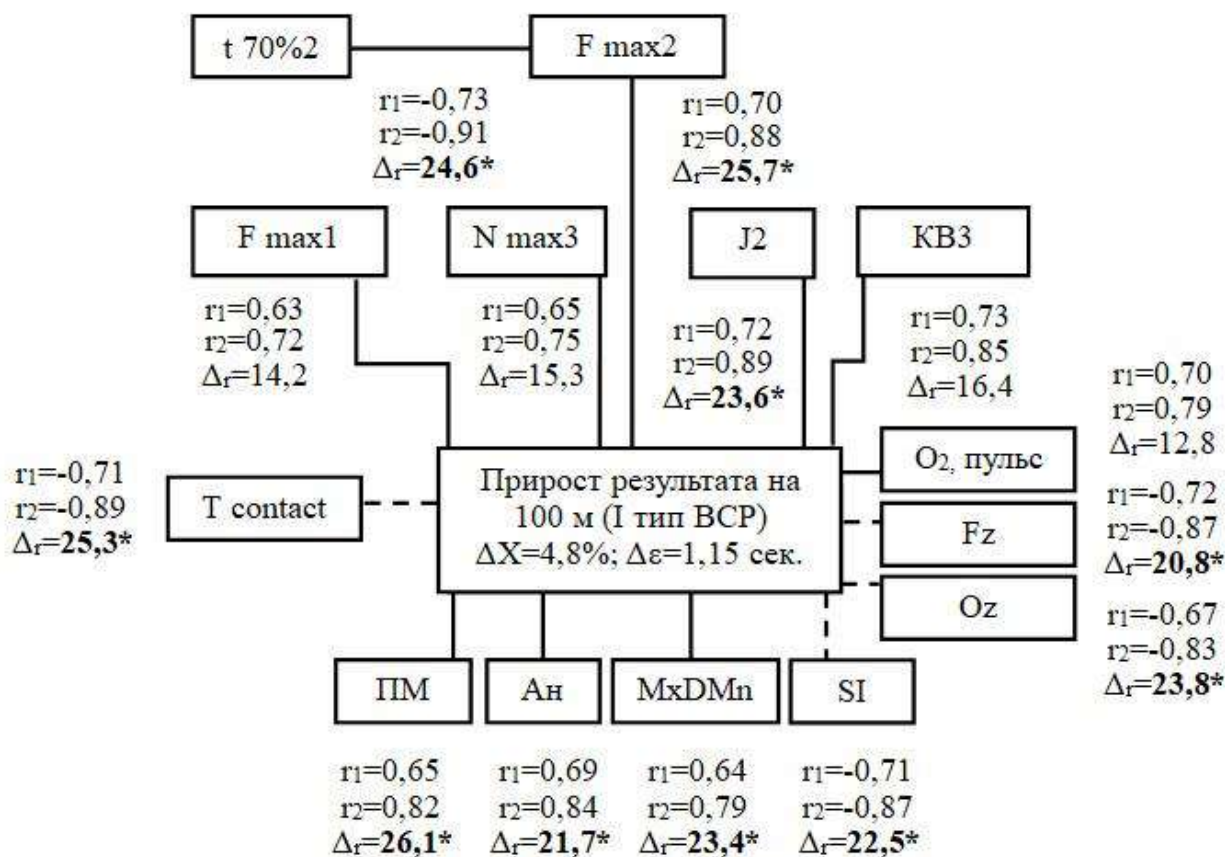


Рис. 85. Модельные характеристики маркеров прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров ЭГ с I типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Обозначения: r_1 – корреляционная связь показателей в исходном уровне; r_2 – после комплексного применения внутренировочных средств; Δ_r – относительные сдвиги; * – различия достоверны ($p<0,05$); — — — — — прямые взаимосвязи; - - - - - обратные взаимосвязи.

Отмечено повышение прямой положительной связи прироста результата бега на 100 м со значениями параметра микроциркуляции ($\Delta_r=26,1\%$, $p<0,05$), вариационного размаха ($\Delta_r=23,4\%$, $p<0,05$), повышением

амплитуды нейрогенных колебаний ($\Delta_r=21,7\%$, $p<0,05$) и снижением стресс-индекса ($\Delta_r=22,5\%$, $p<0,05$).

Указанные корреляционные взаимосвязи позволили рассматривать все выделенные факторы в качестве основных средств включения функциональных резервов за счет снижения общего числа второстепенных значений. Таким образом, к интегральным маркерам прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров с I типом ВСР относятся: увеличение уровня максимальной частоты циклических движений и скоростно-силовой подготовленности, повышение адаптационно-восстановительного потенциала организма, снижение энергетического метаболизма в специфических зонах КБП ГМ, реализующих двигательную задачу.

Анализ данных (рис. 86), полученных у спринтеров со II типом ВСР, усилил системообразующую связь между уровнем спортивных достижений в спринте и ростом критериев первой пробы 6-секундного теста: максимальной частоты ($\Delta_r=26,7\%$, $p<0,05$), мощности ($\Delta_r=21,9\%$, $p<0,05$) при снижении времени её набора ($\Delta_r=23,9\%$, $p<0,05$). Во второй пробе 6-секундного теста наиболее важными маркерами скоростно-силовых способностей были: градиент прироста ($\Delta_r=11,4\%$, $p>0,05$), относительная мощность ($\Delta_r=20,5\%$, $p<0,05$), максимальная частота движений ($\Delta_r=26,7\%$, $p<0,05$).

Усиление связи между выделенными маркерами сопровождалось повышением специальной работоспособности с увеличением высоты вверх по Абалакову ($\Delta_r=22,2\%$, $p<0,05$) и уменьшением контакта с платформой ($\Delta_r=27,6\%$, $p<0,05$). Выявлен также в тесте до отказа от работы прирост положительной связи спортивного результата с коэффициентом использования кислорода ($\Delta_r=12,5\%$, $p>0,05$) с отрицательной зависимостью УПП в правой височной и затылочной областях ($\Delta_r=22,1\%$, $p<0,05$; $\Delta_r=20,8\%$, $p<0,05$).

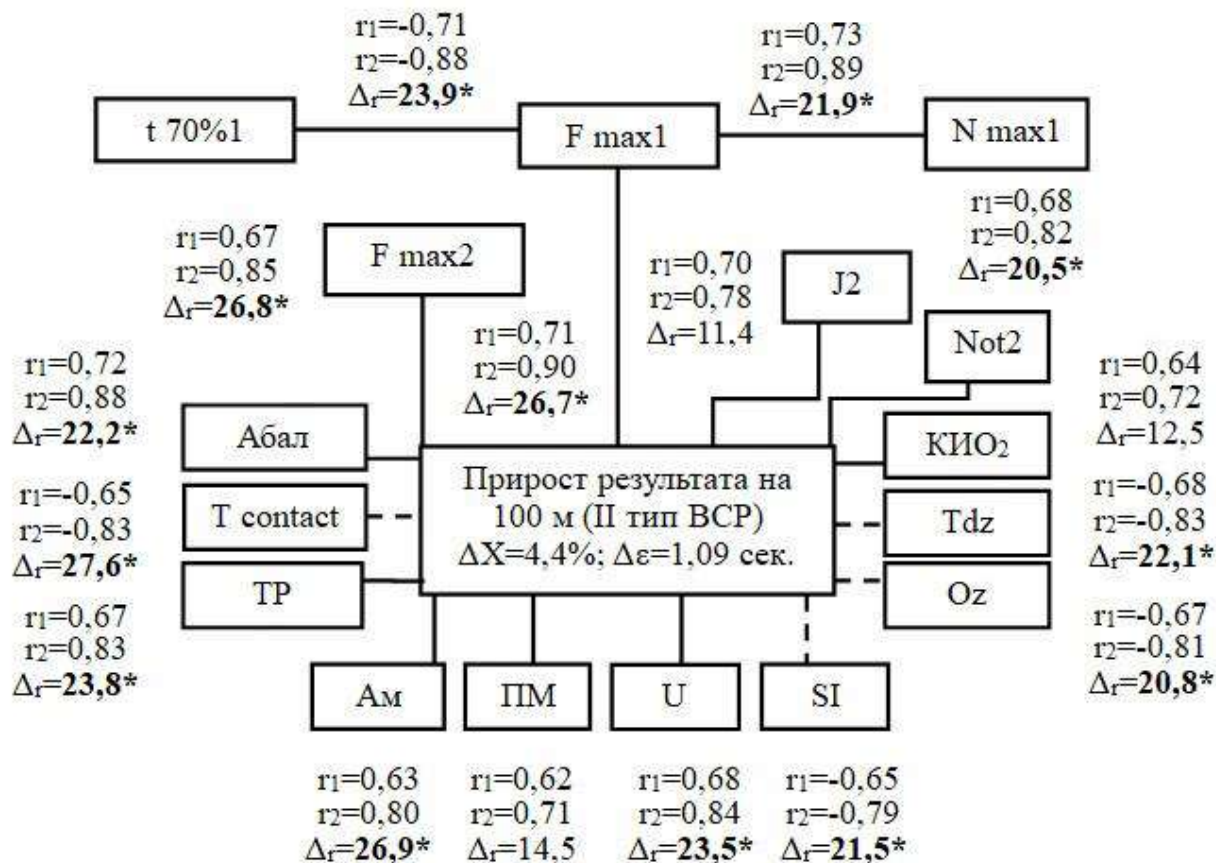


Рис. 86. Модельные характеристики маркеров прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров ЭГ со II типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Обозначения: r_1 – корреляционная связь показателей в исходном уровне; r_2 – после комплексного применения внутренировочных средств; Δ_r – относительные сдвиги; * – различия достоверны ($p < 0,05$).

Отмечено усиление прямой положительной связи прироста результата бега на 100 м со значениями удельного потребления кислорода тканями ($\Delta_r = 23,5\%$, $p < 0,05$), повышением амплитуды миогенных колебаний ($\Delta_r = 26,9\%$, $p < 0,05$) и снижением стресс-индекса ($\Delta_r = 21,5\%$, $p < 0,05$).

К интегральным маркерам прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров со II типом ВСР относятся: увеличение уровня максимальной частоты циклических движений с небольшими мышечными усилиями, специальной работоспособностью, повышением адапционно-

восстановительного потенциала организма, при снижении УПП в правой височной и затылочной областях коры больших полушарий головного мозга.

На рисунке 87 представлены модельные характеристики маркеров прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров с III типом ВСП после курсового применения НИЛИ и эргогенных средств потенцирования физической работоспособности. Анализ данных показал выраженное усиление связи между уровнем спортивных достижений в спринте и ростом критериев 15-секундной пробы: абсолютной ($\Delta_r=21,9\%$, $p<0,05$) и относительной мощности ($\Delta_r=26,4\%$, $p<0,05$), коэффициента выносливости ($\Delta_r=24,2\%$, $p<0,05$).

Во второй пробе 6-секундного теста наиболее важным маркером скоростно-силовых способностей была максимальная частота движений ($\Delta_r=11,2\%$, $p>0,05$). В 45-секундном тесте главным критерием результативности было повышение относительной мощности атлетов ($\Delta_r=25,3\%$, $p<0,05$). Выявлено и повышение специальной работоспособности с увеличением мощности в тесте из 7 подскоков ($\Delta_r=29,2\%$, $p<0,05$), а также снижение времени контакта с платформой ($\Delta_r=14,2\%$, $p>0,05$).

Отмечено увеличение уровня аэробных возможностей спортсменов при снижении энергетического обмена головного мозга после теста до МПК. Данная закономерность проявилась в положительной связи спортивного результата со значениями максимального потребления кислорода ($\Delta_r=22,8\%$, $p<0,05$) и отрицательной связью УПП в центральной ($\Delta_r=26,1\%$, $p<0,05$) и левой ($\Delta_r=23,5\%$, $p<0,05$) височной областях.

Установлено усиление прямой положительной связи прироста результата бега на 100 м со значениями амплитуды эндротелийзависимых колебаний ($\Delta_r=29,8\%$, $p<0,05$), кислородного пульса ($\Delta_r=26,1\%$, $p<0,05$), а также отрицательной зависимости с индексом вегетативного равновесия ($\Delta_r=25,7\%$, $p<0,05$).

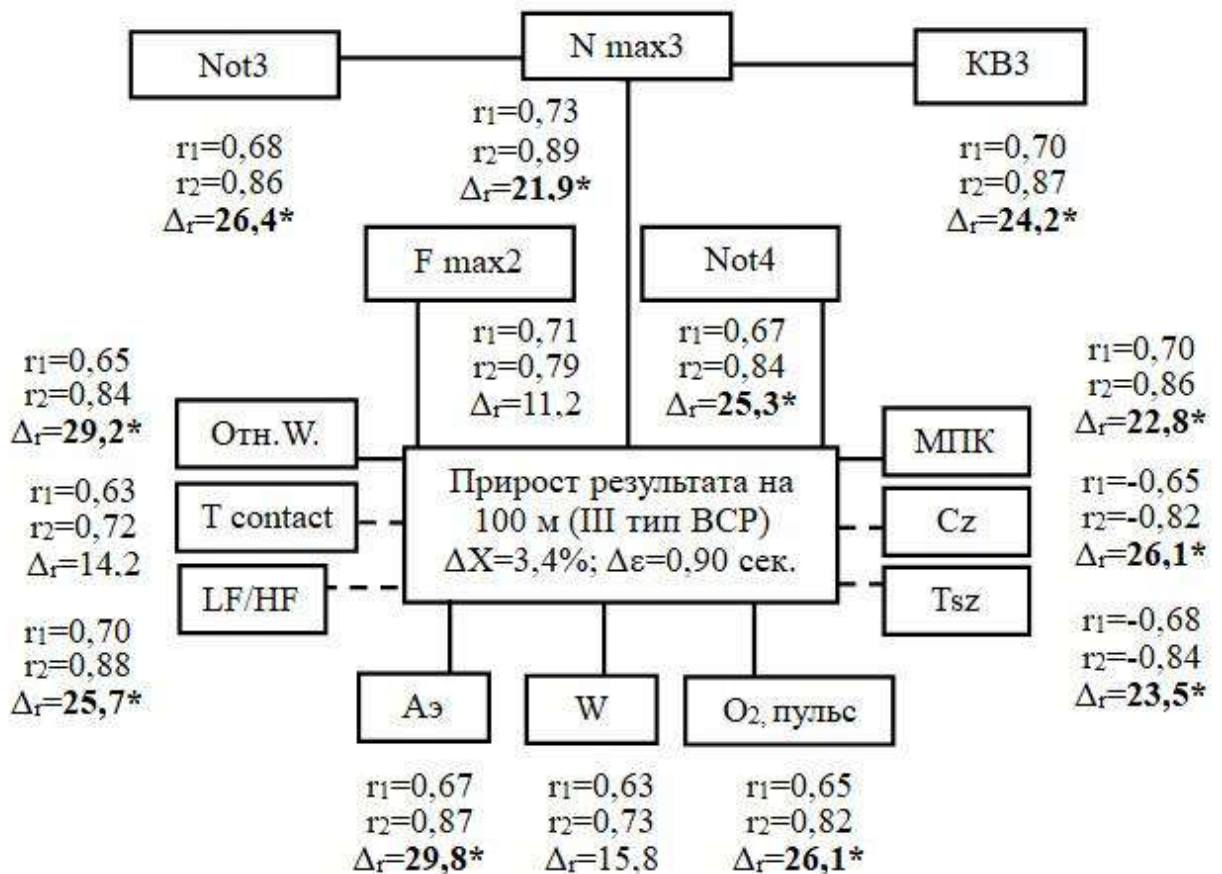


Рис. 87. Модельные характеристики маркеров прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров ЭГ с III типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Обозначения: r_1 – корреляционная связь показателей в исходном уровне; r_2 – после комплексного применения внутренировочных средств; Δ_r – относительные сдвиги; * – различия достоверны ($p < 0,05$).

К интегральным маркерам прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров с III типом ВСР относятся: увеличение уровня максимальной анаэробной мощности в промежуточном 15-секундном тестировании и специальной работоспособности в тесте из 7 подскоков, повышение адаптационно-восстановительного потенциала организма при снижении УПП в центральной и левой височной областях КБП ГМ.

На рисунке 88 представлены модельные характеристики маркеров прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров с IV типом ВСР

после курсового применения НИЛИ и эргогенных средств потенцирования физической работоспособности.

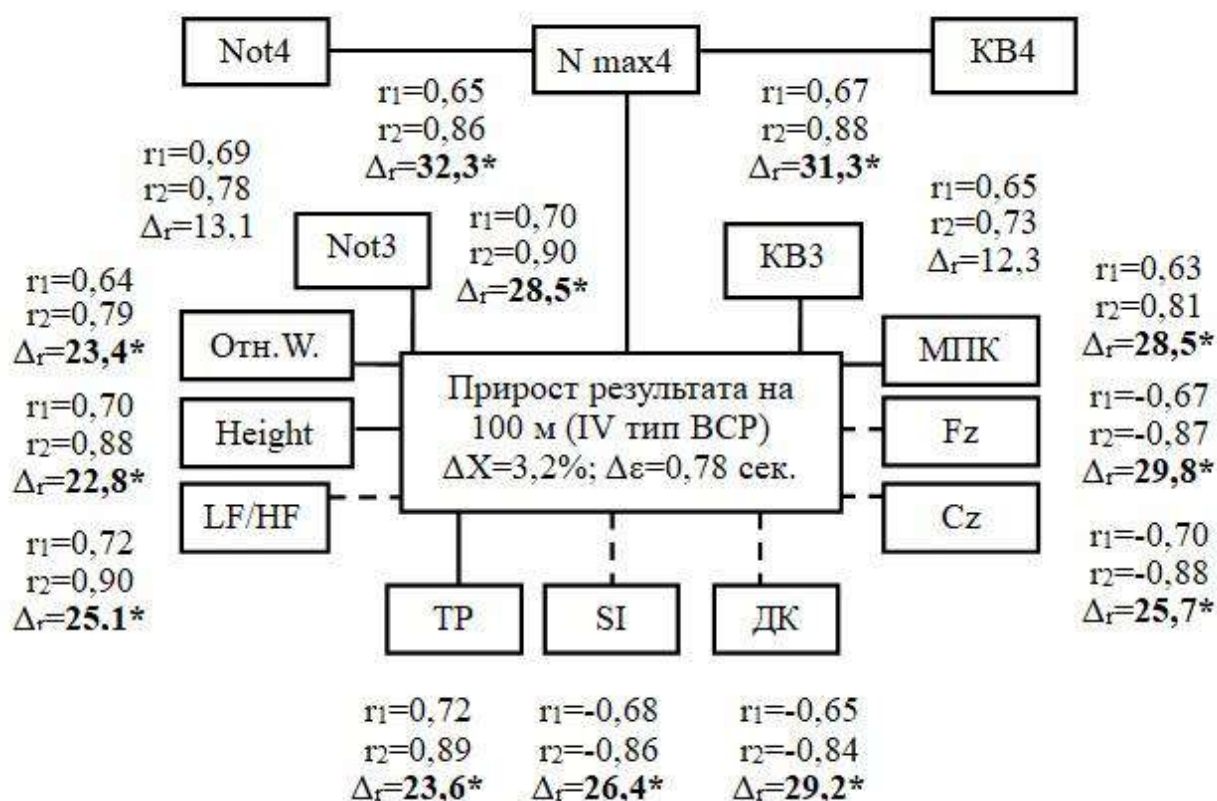


Рис. 88. Модельные характеристики маркеров прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров ЭГ с IV типом ВСР после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности

Обозначения: r_1 – корреляционная связь показателей в исходном уровне; r_2 – после комплексного применения внутренировочных средств; Δ_r – относительные сдвиги; * – различия достоверны ($p < 0,05$).

Анализ данных показал выраженную связь между уровнем спортивных достижений в спринте и ростом критериев 45-секундной пробы: абсолютной ($\Delta_r=28,5\%$, $p < 0,05$) и относительной мощности ($\Delta_r=32,3\%$, $p < 0,05$), коэффициента выносливости ($\Delta_r=31,3\%$, $p < 0,05$).

В 15-секундной пробе наиболее важными маркерами МАМ были относительная анаэробная мощность ($\Delta_r=13,1\%$, $p > 0,05$), параметры коэффициента выносливости ($\Delta_r=12,3\%$, $p > 0,05$). Выявлено и повышение

специальной работоспособности с увеличением мощности в тесте из 7 подскоков ($\Delta_r=23,4\%$, $p<0,05$), а также высоты ОЦМТ ($\Delta_r=22,8\%$, $p<0,05$).

Отмечено усиление уровня аэробных возможностей спортсменов при снижении энергетического обмена головного мозга после теста до отказа от работы. Данная закономерность проявилась в положительной связи спортивного результата со значениями максимального потребления кислорода ($\Delta_r=28,5\%$, $p<0,05$) и отрицательной связью УПП в Fz ($\Delta_r=29,8\%$, $p<0,05$) и Cz ($\Delta_r=25,7\%$, $p<0,05$). Установлена прямая положительная связь прироста результата бега на 100 м со значениями суммарной мощности спектра ($\Delta_r=23,6\%$, $p<0,05$) с уменьшением стресс-индекса ($\Delta_r=26,4\%$, $p<0,05$) и дыхательного коэффициента ($\Delta_r=29,2\%$, $p<0,05$).

Исходя из вышесказанного, к интегральным маркерам прироста спортивного результата в беге на 100 м спринтеров с IV типом вегетативной регуляции сердечного ритма относятся: увеличение уровня анаэробной выносливости в продолжительном 45-секундном тестировании и специальной работоспособности в тесте из 7 подскоков, повышение адаптационно-восстановительного потенциала организма при снижении УПП в ниже-лобной и центральной областях КБП ГМ.

Заключение. При проведении корреляционного анализа прироста спортивного результата легкоатлетов-спринтеров установлены различные прогностические маркеры в зависимости от преобладающего типа вегетативной регуляции. У спортсменов с доминированием центрального его механизма (I и II типы ВСР) для оптимизации тренировочного процесса и полного включения резервных возможностей в беге на 100 м целесообразно использование нагрузок скоростной и скоростно-силовой направленностей, развитие прыгучести. Для атлетов III и IV типов с преобладанием автономного звена вегетативной регуляции СР для достижения наилучшего спортивного результата необходимы более продолжительные 15-, 45-

секундные нагрузки, оценивающие анаэробную мощность, прыжковую выносливость по данным теста из «7 подскоков», а также максимальное потребление кислорода в кардиореспираторном тестировании до отказа.

Большое количество установленных взаимоотношений между ведущими маркерами функционального состояния, физической работоспособности, специальной подготовленности свидетельствовало об их информативности как в совокупности, так и по отдельности. Таким образом, анализ полученных результатов показал высокую степень эффективности комплексного применения физических и эргогенных средств потенцирования с учётом текущего состояния организма спортсменов.

3.5. Вегетативное обеспечение спортивной деятельности и физиологическая цена достигнутого результата спринтеров при различных физических нагрузках в условиях применения НИЛИ и эргогенных средств потенцирования физической работоспособности

В рамках решения четвертой задачи смоделировано вегетативное обеспечение спортивной деятельности спринтеров при различных физических нагрузках в условиях применения НИЛИ и эргогенных средств потенцирования их физической работоспособности. Вначале было проведено анаэробное тестирование (две пробы 6, 15 и 45 секунд), затем, после трехминутного отдыха, оценивались показатели ВСП, МЦ и НЭК. На следующий день выполнялась аэробная проба в аналогичной временной и методологической последовательности.

Установлено (табл. 12-13), что у спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции в начале тренировочного цикла зарегистрированы наиболее адекватные изменения после анаэробной нагрузки в показателях, отражающих вегетативное обеспечение деятельности их организма. Так, спортсмены с III и IV типами ВСП имели наименьшие сдвиги по отношению к фону ЧСС, $MxDMn$, SI, TP, значения которых значительно отличались от представителей с преобладанием симпатического звена ВНС (I-II типы).

На фоне продолжающихся тренировок применение курсового приема биодобавок как изолированно, так и в комплексе с НИЛИ, изменяло активность вегетативных реакций на анаэробную нагрузку, и, как показали расчеты, уровень их различий зависел от преобладающего типа variability CP.

Установлено, что у спринтеров с III и IV типами ВСП после курсового приема «Билара» и «Мультикомплекса MDX» выполнение тестовой нагрузки

вызывало тенденциозное снижение реактивности организма между сдвигами в показателях ЧСС, MxDMn, SI, TP без достижения статистически значимых различий ($p > 0,05$).

Комплексное же применение биодобавок и НИЛИ значимо усиливало активность парасимпатического отдела в III типе с ростом MxDMn на 16,9% ($p < 0,05$), TP на 20,3% ($p < 0,05$); в IV типе – MxDMn на 18,1% ($p < 0,05$), TP на 18,2% ($p < 0,05$) по сравнению с курсом коррекции исключительно БАД. К тому же сдвиги интегрального показателя гомеостатической устойчивости (ЧСС) и напряженности организма (SI) по отношению к фону также значимо снизились в III типе на 16,1-27,9% ($p < 0,05$), в IV типе – на 13,5-22,9% ($p < 0,05$).

Таблица 12

Показатели вариабельности сердечного ритма спринтеров ЭГ после анаэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	ЧСС, I	ЧСС, II	ЧСС, III	ЧСС, IV	MxDMn, I	MxDMn, II	MxDMn, III	MxDMn, IV
Исх. уровень	80,67 ±1,95	86,25 ±2,55	66,21 ±1,29	63,15 ±1,15	238,07 ±29,11	171,62 ±22,32	346,77 ±26,72	502,75 ±32,32
Анаэр. н.	109,45 ±2,22	121,56 ±2,35	83,56 ±1,41	78,45 ±1,22	143,34 ±14,45	96,52 ±10,35	246,62 ±20,11	375,56 ±22,78
Δ, Исх. уров.	35,6	40,93	26,2	24,2	-39,79	-43,75	-28,8	-25,29
Исх. уровень, БАД	72,45 ±1,45	80,35 ±2,15	61,12 ±1,12	55,84 ±0,87	389,31 ±32,91	202 ±25,90	490,2 ±29,31	544,45 ±33,97
Анаэр.н., БАД	94,12 ±2,63	107,8 ±3,11	75,45 ±1,34	67,17 ±1,05	267,95 ±20,12	129,56 ±12,44	373,56 ±32,18	425,16 ±35,45
Δ, БАД	29,9*	34,1*	23,4	20,2	-31,1*	-35,8*	-23,7	-21,91
Исх. уровень, БАД+НИЛИ	68,51 ±1,15	72,50 ±1,51	51,35 ±0,51	48,24 ±0,55	561,15 ±35,16	395,35 ±27,16	663,32 ±31,95	746,94 ±36,20
Анаэр.н., БАД+НИЛИ	83,14 ±1,44	90,45 ±1,53	59,66 ±0,68	54,78 ±0,61	432,55 ±37,77	295,56 ±20,45	550,76 ±25,12	612,23 ±29,34
Δ, БАД+НИЛИ	21,3**	24,7**	16,1*	13,5*	-22,9**	-25,2**	-16,9*	-18,1*

Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$).

Что касается умеренного и выраженного доминирования центрального механизма регуляции (I и II типы ВСР), достоверные изменения были

отмечены непосредственно после курса коррекции биодобавками по ЧСС на 29,9-34,1%, MxDMn – на 31,1-35,8%, SI – на 44-46,6%, TP – на 35,2-38,7%, во всех случаях $p < 0,05$. Таким образом, у бегунов на короткие дистанции данных групп курсовой прием «Билара» и «Мультикомплекса MDX» оказал более выраженное воздействие на состояние адаптационных механизмов по сравнению с атлетами III и IV типов ВСР на анаэробную нагрузку.

Таблица 13

Показатели вариабельности сердечного ритма спринтеров ЭГ после анаэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	SI, I	SI, II	SI, III	SI, IV	TP, I	TP, II	TP, III	TP, IV
Исх. уровень	212,22 ±15,48	590,81 ±17,37	71,25 ±5,81	28,46 ±2,67	2250,21 ±80,55	1720,58 ±69,94	4495,62 ±81,26	6656,84 ±87,4
Анаэр. н.	320,67 ±17,25	913,45 ±28,12	96,64 ±8,12	37,72 ±3,45	1317,67 ±45,12	942,76 ±32,44	3051,47 ±56,22	4633,62 ±52,62
Δ, Исх. ур.	51,1	54,6	35,6	32,5	-41,4	-45,2	-32,12	-30,3
Исх.уровень, БАД	111,6 ±10,57	406,1 ±20,52	51,46 ±3,67	23,88 ±1,40	3635,25 ±84,02	3193,46 ±76,33	5934,75 ±85,40	6787,94 ±88,4
Анаэр.н., БАД	160,76 ±14,65	595,56 ±26,13	67,76 ±4,07	30,62 ±1,15	2353,34 ±60,15	1956,12 ±50,76	4267,14 ±74,12	4956,84 ±75,5
Δ, БАД	44*	46,6*	31,6	28,2	-35,2*	-38,7*	-28,1	-26,9
Исх.уровень, БАД+НИЛИ	105,2 ±7,46	298,7 ±23,3	34,02 ±2,85	16,54 ±1,15	4076,35 ±92,30	3493,87 ±79,42	7691,25 ±90,12	8451,62 ±97,5
Анаэр.н., БАД+НИЛИ	139,34 ±10,25	409,11 ±18,56	43,52 ±2,98	20,34 ±1,54	2965,65 ±71,12	2411,54 ±73,16	6125,84 ±82,50	6915,11 ±84,54
Δ, БАД+НИЛИ	32,4**	36,9**	27,9*	22,9*	-27,2**	-30,9**	-20,3*	-18,2*

Комплексное применение биодобавок и НИЛИ у атлетов I и II типов ВСР еще более значительно снижало реактивность организма с повышением вклада парасимпатического отдела ВНС: ЧСС на 21,3-24,7%, MxDMn – на 22,9-25,2%, SI – на 32,4-36,9%, TP – на 27,2-30,9%, во всех случаях $p < 0,01$. Обнаруженные изменения в ведущих маркерах свидетельствовали о корригирующем влиянии изученных средств с повышением активности

автономного механизма регуляции СР на фоне снижения его центрального контура.

По данным литературных источников, природные биологически активные соединения обладают «мягким» биостимулирующим эффектом и проявляют свои свойства в случае выраженных отклонений (I-II типы ВСР) в работе органов и систем организма (Н.Н. Каркищенко, 2017; А.Д. Тошев, 2018; Т.М. Брук, 2019; О.А. Толмачев, 2019). В нашем случае при доминировании автономного звена ВНС (III и IV типы ВСР) сохранялся исходно высокий трофотропный потенциал функциональной системы, в радикальной коррекции которой не было необходимости.

Ранее в предыдущих главах было показано, что в условиях относительного покоя применение эргогенных средств у спринтеров сопровождалось улучшением функционального состояния микроциркуляторного русла и повышало его возможности по обмену кислорода. Для практики спорта не меньшее значение имеет объективная информация о том, поддерживается ли адаптационный потенциал системы обменных сосудов после анаэробных тренировочных нагрузок. С этой целью была проведена серия исследований, направленных на выявление сохранности расширенных возможностей системы микроциркуляции, полученных после отдельного и комплексного применения биодобавок к спортивному питанию и НИЛИ.

Установлено (табл. 14-15), что у спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции в начале тренировочного цикла зарегистрированы наиболее адекватные изменения после анаэробной нагрузки в показателях, обеспечивающих функционирование системы микроциркуляции крови. Так, спортсмены с III и IV типами ВСР имели наименьшие сдвиги по отношению к фону ПМ, U, Ан, Ам, значения которых

значимо отличались от представителей с преобладанием симпатического звена ВНС (I-II типы).

Таблица 14

Показатели системы микроциркуляции спринтеров ЭГ после анаэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	ПМ, I	ПМ, II	ПМ, III	ПМ, IV	U, I	U, II	U, III	U, IV
Исх. уровень	6,28 $\pm 0,35$	4,61 $\pm 0,26$	8,28 $\pm 0,43$	9,21 $\pm 0,35$	1,59 $\pm 0,17$	1,94 $\pm 0,11$	1,54 $\pm 0,12$	1,37 $\pm 0,14$
Анаэр. н.	9,25 $\pm 0,43$	7,09 $\pm 0,31$	11,16 $\pm 0,49$	12,05 $\pm 0,53$	2,35 $\pm 0,21$	2,92 $\pm 0,23$	2,18 $\pm 0,16$	1,91 $\pm 0,17$
Δ , Исх. уров.	47,2	53,79	34,7	30,8	47,7	50,51	41,5	39,4
Исх. уровень, БАД	8,64 $\pm 0,43$	6,65 $\pm 0,37$	10,85 $\pm 0,45$	11,86 $\pm 0,47$	1,17 $\pm 0,12$	1,52 $\pm 0,20$	0,98 $\pm 0,09$	1,05 $\pm 0,08$
Анаэр.н., БАД	12,15 $\pm 0,55$	9,75 $\pm 0,42$	14,15 $\pm 0,60$	15,14 $\pm 0,64$	1,63 $\pm 0,14$	2,16 $\pm 0,26$	1,32 $\pm 0,12$	1,39 $\pm 0,11$
Δ , БАД	40,6*	46,6*	30,4	27,6	39,3*	42,1*	34,7*	32,3*
Исх.уровень, БАД+НИЛИ	12,88 $\pm 0,55$	10,12 $\pm 0,43$	15,75 $\pm 0,67$	16,56 $\pm 0,52$	0,96 $\pm 0,06$	1,02 $\pm 0,05$	0,59 $\pm 0,03$	0,71 $\pm 0,02$
Анаэр.н., БАД+НИЛИ	17,12 $\pm 0,67$	13,81 $\pm 0,51$	19,18 $\pm 0,76$	18,93 $\pm 0,64$	1,25 $\pm 0,08$	1,36 $\pm 0,07$	0,74 $\pm 0,05$	0,88 $\pm 0,04$
Δ , БАД+НИЛИ	32,9**	36,4**	21,7*	14,3*	30,2**	33,3**	25,4**	23,9**

У спортсменов с III и IV типами ВСР курсовой прием «Билара» и «Мультикомплекса MDX» после выполнения тестовой нагрузки приводил лишь к существенному уменьшению удельного потребления кислорода на 34,7-32,3% ($p < 0,05$). В остальных ведущих маркерах системы МЦ значимой динамики снижения её реактивности обнаружено не было ($p > 0,05$).

Максимально высокий потенциал функциональных возможностей микроциркуляции крови после анаэробной работы обнаружился при комплексном применении биодобавок и НИЛИ. Так, у атлетов III-IV типов ВСР сдвиги в ПМ по отношению к фону снизились на 21,7-14,3%, U – на 25,4-23,9%, Ан – на 23,1-18,9%, Ам – на 20,7-19,4% соответственно, во всех случаях $p < 0,05$. Вышеперечисленные компенсаторные действия со стороны системы микроциркуляции, в конечном итоге, были направлены на ускорение

восстановления функций после велоэргометрической анаэробной нагрузки в рабочих органах.

Таблица 15

Показатели системы микроциркуляции спринтеров ЭГ после анаэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	Ан, I	Ан, II	Ан, III	Ан, IV	Ам, I	Ам, II	Ам, III	Ам, IV
Исх. Уровень	13,26 ±0,49	9,23 ±0,63	16,11 ±0,45	17,83 ±0,55	9,21 ±0,38	6,26 ±0,15	14,81 ±0,49	15,30 ±0,36
Анаэр. н.	7,32 ±0,22	4,84 ±0,17	10,81 ±0,34	12,75 ±0,37	5,27 ±0,20	3,35 ±0,07	10,65 ±0,32	11,37 ±0,25
Δ, Исх. уров.	-44,7	-47,5	-32,8	-28,4	-42,7	-46,4	-28,1	-25,6
Исх. уровень, БАД	18,70 ±1,26	13,56 ±1,06	20,45 ±2,00	21,75 ±1,53	13,45 ±0,74	9,65 ±0,40	19,32 ±1,13	18,29 ±1,35
Анаэр.н., БАД	11,91 ±0,45	7,92 ±0,35	14,78 ±1,12	16,12 ±1,21	8,97 ±0,34	6,33 ±0,23	14,12 ±0,52	14,22 ±0,83
Δ, БАД	-36,3*	-41,5*	-27,7	-25,8	-33,3*	-34,4*	-26,9	-22,2
Исх. уровень, БАД+НИЛИ	20,28 ±1,58	21,53 ±1,88	28,26 ±2,25	27,66 ±1,95	21,74 ±1,45	15,91 ±0,68	25,64 ±1,58	23,68 ±1,96
Анаэр.н., БАД+НИЛИ	15,18 ±1,11	15,31 ±1,05	21,75 ±1,46	22,41 ±1,52	16,45 ±0,78	11,32 ±0,35	20,31 ±0,79	19,08 ±1,12
Δ, БАД+НИЛИ	-25,1**	-28,9**	-23,1*	-18,9*	-24,3**	-28,8**	-20,7*	-19,4*

Что касается умеренного и выраженного доминирования центрального механизма регуляции (I и II типы ВСР), достоверные сдвиги по отношению к исходному уровню были отмечены непосредственно после 21-дневного курса коррекции биодобавками в изменениях ПМ на 40,6-46,6%, U – на 39,3-42,1%, Ан – на 36,3-41,5%, Ам – на 33,3-34,4%, во всех случаях $p < 0,05$.

Комплексное применение «Билара» и «Мультикомплекса MDX» в сочетании с НИЛИ у атлетов I и II типов ВСР еще более значимо снижало реактивность организма с повышением вклада временных, метаболических и спектральных характеристик системы МЦ: параметра микроциркуляции на 32,9-36,4%, удельного потребления кислорода – на 30,2-33,3%, нейрогенных – на 25,1-28,9% и миогенных флуксуций – на 24,3-28,8%, во всех случаях $p < 0,01$.

Таким образом, комплексное применение изученных внутренировочных средств предварительно, до выполнения анаэробной физической нагрузки, повышало физиологические возможности системы микроциркуляции и увеличивало ее адаптационный потенциал после её выполнения. Наиболее существенные сдвиги регистрировались в группах атлетов с I и II типами управления СР, что обусловлено повышенным исходным напряжением в работе регуляторных систем, которое опосредовано затрагивало и поведение системы обменных сосудов. При переходе к автономному механизму вегетативной регуляции функциональное состояние системы микроциркуляции оставалось исходно высоким, что и отразилось в менее выраженных изменениях изученных параметров в ответ на анаэробную нагрузку после приёма эргогенных средств и НИЛИ.

В дальнейшем проведена сравнительная характеристика нервных реакций по данным нейроэнергокартирования.

Таблица 16

Показатели уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) спринтеров ЭГ в различных областях коры головного мозга после анаэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	Fz, I	Fz, II	Fz, III	Fz, IV	Cz, I	Cz, II	Cz, III	Cz, IV
Исх. уровень	11,10 ±0,16	13,02 ±0,22	9,89 ±0,15	10,21 ±0,20	13,25 ±0,21	15,44 ±0,35	14,02 ±0,31	12,94 ±0,26
Анаэр. н.	24,45 ±0,34	30,25 ±0,47	18,56 ±0,30	17,81 ±0,27	27,11 ±0,32	32,14 ±0,47	23,8 ±0,45	21,32 ±0,51
Δ, Исх. уров.	120,2	132,3	87,6	74,4	104,6	108,1	69,7	64,7
Исх. уровень, БАД	9,18 ±0,12	12,52 ±0,20	8,74 ±0,14	8,18 ±0,15	11,87 ±0,15	14,76 ±0,32	11,31 ±0,22	10,59 ±0,15
Анаэр.н., БАД	18,12 ±0,44	25,41 ±0,53	15,55 ±0,36	13,52 ±0,46	22,05 ±0,62	28,15 ±0,71	18,45 ±0,45	16,88 ±0,53
Δ, БАД	97,3*	102,9*	77,9	65,2	85,7*	90,7*	63,1	59,3
Исх.уровень, БАД+НИЛИ	7,05 ±0,12	10,63 ±0,21	7,24 ±0,11	6,21 ±0,16	9,76 ±0,16	12,51 ±0,29	8,34 ±0,20	8,24 ±0,14
Анаэр.н., БАД+НИЛИ	12,35 ±0,24	19,15 ±0,35	11,72 ±0,20	9,78 ±0,32	15,63 ±0,31	21,03 ±0,46	12,56 ±0,38	11,63 ±0,30
Δ, БАД+НИЛИ	75,1**	80,1**	61,8*	57,4*	60,1**	68,1**	50,5*	41,1*

Установлено (табл. 16-17), что у спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции в начале тренировочного цикла после анаэробной нагрузки зарегистрированы наиболее адекватные сдвиги по отношению к фону энергетического обмена нейронов головного мозга. Так, спортсмены с III и IV типами ВСР имели наименьшие абсолютные значения УПП в Fz; Cz; Oz; Tdz областях, значения которых значимо отличались от представителей с преобладанием симпатического звена ВНС (I-II типы).

Обнаружено, что у спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции после курсового приема «Билара» и «Мультикомплекса MDX» достоверных сдвигов в снижении УПП обнаружено не было ($p < 0,05$).

Таблица 17

Показатели уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) спринтеров ЭГ в различных областях коры головного мозга после анаэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	Oz, I	Oz, II	Oz, III	Oz, IV	Tdz, I	Tdz, II	Tdz, III	Tdz, IV
Исх. уровень	12,14 $\pm 0,19$	12,47 $\pm 0,21$	8,29 $\pm 0,16$	9,03 $\pm 0,18$	15,16 $\pm 0,25$	10,39 $\pm 0,11$	9,24 $\pm 0,12$	8,17 $\pm 0,10$
Анаэр. н.	26,65 $\pm 0,45$	28,14 $\pm 0,50$	14,56 $\pm 0,34$	15,16 $\pm 0,40$	32,48 $\pm 0,43$	23,65 $\pm 0,56$	15,82 $\pm 0,37$	13,45 $\pm 0,50$
Δ , Исх. уров.	119,5	125,5	75,6	67,8	114,2	127,6	71,2	64,6
Исх. уровень, БАД	10,15 $\pm 0,17$	11,81 $\pm 0,23$	6,86 $\pm 0,12$	7,46 $\pm 0,12$	13,79 $\pm 0,20$	9,86 $\pm 0,12$	8,25 $\pm 0,09$	6,81 $\pm 0,10$
Анаэр.н., БАД	20,24 $\pm 0,44$	23,86 $\pm 0,54$	11,74 $\pm 0,27$	12,15 $\pm 0,25$	26,95 $\pm 0,35$	19,86 $\pm 0,28$	13,77 $\pm 0,24$	10,53 $\pm 0,28$
Δ , БАД	99,4*	102,1*	71,1	62,8	95,4*	101,4*	66,9	54,6
Исх. уровень, БАД+НИЛИ	7,85 $\pm 0,14$	9,74 $\pm 0,16$	5,17 $\pm 0,14$	5,94 $\pm 0,09$	11,01 $\pm 0,16$	8,05 $\pm 0,11$	6,89 $\pm 0,08$	5,56 $\pm 0,06$
Анаэр.н., БАД+НИЛИ	12,97 $\pm 0,20$	17,07 $\pm 0,34$	8,05 $\pm 0,31$	8,85 $\pm 0,34$	18,57 $\pm 0,23$	14,22 $\pm 0,26$	10,31 $\pm 0,19$	7,54 $\pm 0,15$
Δ , БАД+НИЛИ	65,2**	75,2**	55,7*	48,9*	68,6**	76,5**	49,6*	35,6*

После комплексного применения биодобавок и НИЛИ отмечалось более заметное снижение величины омега-потенциала по сравнению с фоновыми величинами. Так, у спортсменов III и IV типов ВСР в лобной

области УПП уменьшился на 61,8-57,4%, центральной – на 50,5-41,1%, затылочной – на 55,7-48,9%, правой височной – на 49,6-35,6%, во всех случаях $p < 0,05$.

Что касается умеренного и выраженного доминирования центрального механизма регуляции (I и II типы ВСР), достоверные сдвиги были отмечены непосредственно после 21-го курса коррекции биодобавками в лобной зоне на 97,3-102,9%, центральной – на 85,7-90,7%, затылочной – на 99,4-102,1%, правой височной – на 95,4-101,4%, во всех случаях $p < 0,05$.

Комплексное применение биодобавок и НИЛИ еще более значимо стабилизировало кислотно-щелочной баланс с уменьшением УПП в Fz на 75,1-80,1% ($p < 0,01$), Cz – на 60,1-68,1% ($p < 0,01$), Oz – на 65,2-75,2% ($p < 0,01$), правой височной области – на 68,6-76,5%, ($p < 0,01$).

В дальнейшем изучено вегетативное обеспечение спортивной деятельности спринтеров с разными типами ВСР в ответ на действие аэробной физической нагрузки. Установлено, что у спортсменов в кардиореспираторном тестировании мобилизовались противострессорные приспособительные реакции. По отношению к контурам регуляции сердечного ритма таковым является центральный механизм.

В начале исследования без применения внутренировочных средств в работе было показано, что функциональное состояние атлетов с активным симпатическим влиянием ВНС (I и II типы) на фоне сниженной мобилизации автономного его звена отличалось от такового у атлетов с преобладанием парасимпатического доминирования (III и IV типы), с высокой общей мощностью вариабельности колебаний и вагусной мобилизацией СР.

У спринтеров с I и II типами регуляции (табл. 18-19) после отдельного применения биодобавок достоверные признаки снижения напряженности со стороны симпатического отдела отмечены лишь по данным ЧСС – на 44,4-47,5% ($p < 0,05$). В то время как по остальным ведущим характеристикам

(MxDMn, SI, TP) отмечалась лишь тенденция к снижению их сдвигов по отношению к исходному уровню ($p > 0,05$), что подчеркивает обязательность исследований ВСП в спортивной практике.

Таблица 18

Показатели вариабельности сердечного ритма спринтеров ЭГ после аэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСП	ЧСС, I	ЧСС, II	ЧСС, III	ЧСС, IV	MxDMn, I	MxDMn, II	MxDMn, III	MxDMn, IV
Исх. уровень	80,94 ±1,97	85,86 ±2,34	65,78 ±1,12	48,03 ±0,45	240,35 ±29,45	173,15 ±22,12	349,44 ±25,14	748,55 ±35,12
Аэр. н.	122,45 ±2,12	132,65 ±2,56	95,46 ±1,45	68,35 ±1,34	112,34 ±15,15	70,12 ±14,35	191,56 ±16,12	431,45 ±21,22
Δ, Исх. ур.	51,2	54,49	45,1	42,3	-53,2	-59,5	-45,1	-42,3
Исх. уровень, БАД	72,12 ±1,36	79,65 ±1,88	60,80 ±1,04	55,12 ±0,38	392,55 ±33,15	210,15 ±21,44	492,76 ±29,51	549,30 ±31,44
Аэр.н., БАД	104,16 ±1,85	117,54 ±2,54	83,57 ±2,12	63,56 ±0,64	197,61 ±25,44	95,34 ±14,12	302,11 ±17,55	361,45 ±23,11
Δ, БАД	44,4*	47,5*	37,4*	34,8*	-49,6	-54,6	-38,6*	-34,1*
Исх.уровень, БАД+НИЛИ	68,12 ±1,05	72,12 ±1,45	51,04 ±0,45	47,67 ±0,34	565,13 ±36,25	398,76 ±27,71	667,45 ±30,18	749,43 ±37,14
Аэр.н., БАД+НИЛИ	92,45 ±1,76	100,86 ±1,87	64,23 ±0,77	59,27 ±0,73	347,65 ±18,14	218,54 ±21,80	475,8 ±20,12	561,25 ±22,11
Δ, БАД+НИЛИ	35,7**	39,8**	25,8**	24,3**	-38,4*	-45,1*	-28,7**	-25,1*

При комплексном применении эргогенных средств с НИЛИ эффективность их применения достигала своего максимума, что нашло отражение в изменении изученных параметров по сравнению с курсовым приемом «Билара» и «Мультикомплекса MDX». Так, градиент уменьшения реактивности ответной реакции организма спортсменов с I и II типами регуляции СР на аэробную нагрузку составил: для MxDMn – 38,4-45,1% ($p < 0,05$), TP – 37,8-40,1% ($p < 0,05$), SI – 44,4-49,6% ($p < 0,05$) и ЧСС – 35,7-39,8% ($p < 0,01$).

У спринтеров с III и IV типами ВСП курсовой прием «Билара» и «Мультикомплекса MDX» после выполнения тестовой нагрузки непосредственно приводил к существенному уменьшению сдвигов в показателях вегетативного обеспечения их организма по отношению к их

исходным значениям в вариационном размахе на 38,6-34,1%, индексе напряженности – на 42,6-39,7%, суммарной мощности спектра – на 37,3-36,4%, во всех случаях $p < 0,05$. Вышеперечисленные изменения способствовали снижению гомеостатической устойчивости организма на 37,4-34,8% ($p < 0,05$).

Таблица 19

Показатели variability сердечного ритма спринтеров ЭГ после аэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	SI, I	SI, II	SI, III	SI, IV	TP, I	TP, II	TP, III	TP, IV
Исх. уровень	213,45 ±15,76	586,13 ±15,85	70,45 ±5,25	15,27 ±0,65	2296,23 ±79,34	1772,14 ±65,44	4503,18 ±81,54	8506,18 ±98,43
Аэр. н.	342,15 ±22,21	965,54 ±43,61	107,52 ±7,76	22,93 ±1,80	1130,44 71,55	817,25 ±31,12	2482,76 ±56,33	4885,56 ±65,12
Δ, Исх. ур.	60,2	64,7	52,6	50,1	-50,7	-53,8	-44,8	-42,5
Исх. уровень, БАД	109,56 ±10,13	402,76 ±18,35	50,14 ±3,22	22,80 ±1,15	3677,25 ±84,02	3240,43 ±72,76	5990,12 ±87,15	6814,25 ±89,36
Аэр.н., БАД	171,54 ±12,46	644,22 ±20,44	71,43 ±4,51	31,87 ±1,43	1920,25 ±51,60	1620,82 ±41,67	3753,65 ±61,70	4332,53 ±65,54
Δ, БАД	56,5	59,9	42,6*	39,7*	-47,7	-49,9	-37,3*	-36,4*
Исх. уровень, БАД+НИЛИ	104,12 ±7,14	293,56 ±22,14	33,82 ±2,54	16,18 ±0,88	4112,15 ±92,56	3505,22 ±80,26	7782,76 ±90,56	8512,45 ±98,72
Аэр.н., БАД+НИЛИ	150,45 ±9,41	439,17 ±35,14	44,16 ±3,12	20,85 ±1,22	2557,05 ±78,34	2098,16 ±67,71	5632,34 ±82,70	6305,14 ±85,12
Δ, БАД+НИЛИ	44,4*	49,6*	30,5**	28,8*	-37,8*	-40,1*	-27,6*	-25,9**

Максимально выраженный эффект эргогенных средств и НИЛИ у спринтеров с III и IV типами ВСР проявился также при сочетанном их применении. Смещение активности в сторону автономного контура происходило в дальнейшем уменьшении их сдвигов по отношению к фону по данным ЧСС на 25,8-24,3%, $M \times DM_n$ – на 28,7-25,1%, SI – на 30,5-28,8%, TP – на 27,6-25,9%, во всех случаях $p < 0,01$. В целом спортсменов с преобладанием автономного контура управления СР (III и IV типы) отличала высокая чувствительность регуляторных механизмов к воздействию эргогенных средств, применяемых как по отдельности, так и в комплексе.

Переход на аэробную работу при выполнении тестового аэробного упражнения создает дополнительную нагрузку на систему микроциркуляции крови, обеспечивающей обмен энергетических и пластических веществ. С целью повышения её функциональных возможностей по обеспечению адекватных запросов кислорода были использованы эргогенные средства с применением биодобавок и НИЛИ.

Таблица 20

Показатели системы микроциркуляции спринтеров ЭГ после аэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	ПМ, I	ПМ, II	ПМ, III	ПМ, IV	U, I	U, II	U, III	U, IV
Исх. уровень	6,34 $\pm 0,31$	4,72 $\pm 0,23$	8,33 $\pm 0,35$	9,32 $\pm 0,24$	1,61 $\pm 0,14$	1,87 $\pm 0,19$	1,54 $\pm 0,16$	1,45 $\pm 0,17$
Аэр. н.	10,87 $\pm 0,43$	8,53 $\pm 0,28$	12,78 $\pm 0,42$	14,15 $\pm 0,47$	2,72 $\pm 0,18$	3,28 $\pm 0,27$	2,46 $\pm 0,18$	2,22 $\pm 0,19$
Δ , Исх. ур.	71,4	80,7	53,4	51,8	68,9	75,4	59,7	53,1
Исх.уровень, БАД	8,71 $\pm 0,41$	6,72 $\pm 0,41$	10,96 $\pm 0,48$	11,97 $\pm 0,52$	1,21 $\pm 0,15$	1,58 $\pm 0,22$	1,03 $\pm 0,11$	1,14 $\pm 0,10$
Аэр.н., БАД	14,25 $\pm 0,72$	11,28 $\pm 0,53$	15,86 $\pm 0,58$	16,93 $\pm 0,77$	1,99 $\pm 0,23$	2,7 $\pm 0,28$	1,54 $\pm 0,15$	1,63 $\pm 0,17$
Δ , БАД	63,6*	66,3*	44,7*	41,4*	64,4	70,8	49,5*	42,9*
Исх.уровень, БАД+НИЛИ	12,95 $\pm 0,51$	10,34 $\pm 0,41$	15,91 $\pm 0,69$	16,81 $\pm 0,43$	0,92 $\pm 0,09$	1,07 $\pm 0,26$	0,62 $\pm 0,05$	0,75 $\pm 0,07$
Аэр.н., БАД+НИЛИ	19,26 $\pm 0,76$	15,57 $\pm 0,53$	20,96 $\pm 0,87$	21,57 $\pm 0,56$	1,41 $\pm 0,12$	1,72 $\pm 0,28$	0,86 $\pm 0,07$	0,98 $\pm 0,09$
Δ , БАД+НИЛИ	48,7**	50,5**	31,7**	28,3**	53,2*	60,7*	38,7**	30,6*

Установлено (табл. 20-21), что у спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции в начале тренировочного цикла зарегистрированы наиболее адекватные изменения после аэробной нагрузки по отношению к исходным данным временных, метаболических и спектральных показателей в системе микроциркуляции крови. Так, спортсмены с III и IV типами ВСР имели наименьшие абсолютные значения ПМ, U, A_n , A_m , параметры которых существенно отличались от представителей с преобладанием симпатического звена ВНС (I-II типы). В

группе спринтеров с умеренными и выраженным доминированием центрального механизма (I-II типы ВСР) сохранился положительный эффект от изолированного приёма биодобавок, который заключался в снижении перфузии крови после тестовой нагрузки на 63,6-66,3% ($p<0,05$), но при этом по критериям эффективности (U, An, Am) его влияние оказалось статистически ненадежным ($p>0,05$).

Комплексное применение биодобавок и НИЛИ выявило преимущества в работе системы МЦ, которые сводились к выраженному улучшению работы временных, спектральных и метаболических показателей регуляции микрокровотока. Так, у спортсменов I-II типов ВСР отмечено снижение сдвигов ПМ на 48,7-50,5% ($p<0,01$), удельного потребления кислорода – на 53,2-60,7% ($p<0,05$), нейрогенного – на 43,1-49,8% ($p<0,05$) и миогенного тонуса провета кровеносных сосудов – на 40,4-45,6 ($p<0,05$).

Таблица 21

Показатели системы микроциркуляции спринтеров ЭГ после аэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X}\pm\sigma$)

Показатели / Типы ВСР	An, I	An, II	An, III	An, IV	Am, I	Am, II	Am, III	Am, IV
Исх. уровень	13,31 $\pm 0,51$	9,44 $\pm 0,54$	16,25 $\pm 0,51$	18,12 $\pm 0,51$	9,25 $\pm 0,31$	6,32 $\pm 0,17$	14,92 $\pm 0,51$	15,63 $\pm 0,42$
Аэр. н.	5,34 $\pm 0,22$	3,38 $\pm 0,17$	8,15 $\pm 0,28$	10,35 $\pm 0,24$	4,14 $\pm 0,14$	2,45 $\pm 0,11$	8,17 $\pm 0,24$	9,25 $\pm 0,20$
Δ , Исх. уров.	-59,8	-64,1	-49,8	-42,8	-55,2	-61,2	-45,2	-40,8
Исх. уровень, БАД	18,85 $\pm 1,05$	13,80 $\pm 1,13$	20,53 $\pm 2,04$	21,93 $\pm 1,62$	13,53 $\pm 0,78$	9,81 $\pm 0,42$	19,55 $\pm 1,17$	18,54 $\pm 1,41$
Аэр.н., БАД	8,53 $\pm 0,51$	5,48 $\pm 0,45$	12,25 $\pm 1,03$	14,08 $\pm 1,22$	6,72 $\pm 0,25$	4,29 $\pm 0,24$	12,45 $\pm 0,76$	12,56 $\pm 1,04$
Δ , БАД	-54,7	-60,2	-40,3*	-35,7*	-50,3	-56,2	-36,3*	-32,2*
Исх. уровень, БАД+НИЛИ	28,35 $\pm 1,32$	21,62 $\pm 1,93$	28,42 $\pm 2,11$	27,81 $\pm 1,82$	21,86 $\pm 0,93$	16,12 $\pm 0,72$	25,73 $\pm 1,62$	23,79 $\pm 1,83$
Аэр.н., БАД+НИЛИ	16,12 $\pm 0,85$	10,85 $\pm 0,75$	20,56 $\pm 1,75$	21,18 $\pm 1,36$	13,02 $\pm 0,42$	8,76 $\pm 0,40$	19,53 $\pm 1,12$	18,41 $\pm 1,20$
Δ , БАД+НИЛИ	-43,1*	-49,8*	27,65**	-23,8**	-40,4*	-45,6*	-24,1**	-22,6**

В то время как у спринтеров III и IV типов с умеренным и выраженным доминированием автономного звена управления СР изолированное применение биодобавок вызывало структурные адаптационные изменения в системе микроциркуляции в большем процентном отношении по сравнению с атлетами с преобладанием центрального контура – I и II типы ВСР.

Так, обнаруженные изменения были достаточны для статистически надежного снижения после анаэробной нагрузки по отношению к фону сдвигов интенсивности микроциркуляции на 44,7-41,4% ($p < 0,05$), удельного потребления кислорода тканями – на 49,5-42,9% ($p < 0,05$), уменьшения тонуса прекапиллярных сфинктеров – на 36,3-32,2% ($p < 0,05$) и артериол – на 40,3-35,7% ($p < 0,05$).

При сочетанном применении биодобавок и НИЛИ у спринтеров III и IV типов ВСР происходила дальнейшая вазодилатация микрососудов со снижением по отношению к исходным данным сдвигов A_n на 27,6-23,8% ($p < 0,01$), A_m колебаний – на 24,1-22,6% ($p < 0,01$), утилизации кислорода в ткани – на 38,7-30,6% ($p < 0,01$), интенсивности перфузии – на 31,7-28,3% ($p < 0,01$).

Таким образом, у бегунов на короткие дистанции после изолированного или комплексного применения эргогенных средств аэробное тестирование выявило улучшение функциональных возможностей системы микроциркуляции. Причем после отдельного применения биодобавок функциональный резерв раскрывался больше у спринтеров с выраженным и умеренным доминированием автономного звена регуляции (III и IV типы ВСР). При преобладании центрального контура управления (I и II типы ВСР) включение в пищу биологических добавок было менее выраженным в относительных сдвигах для получения статистически надежного эффекта. В то же время комплексное применение эргогенных средств расширяло адаптационный потенциал системы микроциркуляции при всех типах ВСР.

Энергетические запросы при выполнении аэробной нагрузки удовлетворяются путем окислительного фосфорилирования до момента наличия достаточного кислородного потребления. Однако, учитывая высокую зависимость нейронов от наличия кислорода, его дефицит переключает метаболические реакции по пути анаэробного гликолиза со смещением кислотно-щелочного равновесия в сторону ацидоза. Неизбежно повышается показатель уровня их постоянного потенциала. В этой связи для улучшения оксигенации церебральной крови и сохранения аэробного пути поставки энергии применяются эргогенные средства, что и было выполнено в ходе дальнейшей работы (табл. 22-23). Установлено, что у спринтеров с умеренным и выраженным доминированием центрального механизма регуляции (I и II типы ВСР) изолированное применение биодобавок после тестовой нагрузки по отношению к фону не вызывало существенных сдвигов в снижении омега-потенциала во всех изученных зонах ($p > 0,05$).

Таблица 22

Показатели уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) спринтеров ЭГ в различных областях коры головного мозга после аэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	Fz, I	Fz, II	Fz, III	Fz, IV	Cz, I	Cz, II	Cz, III	Cz, IV
Исх. уровень	11,36 $\pm 0,12$	13,34 $\pm 0,24$	9,71 $\pm 0,14$	10,12 $\pm 0,21$	13,31 $\pm 0,23$	15,52 $\pm 0,36$	13,78 $\pm 0,25$	12,82 $\pm 0,23$
Аэр. н.	31,12 $\pm 0,34$	38,12 $\pm 0,54$	25,45 $\pm 0,41$	25,67 $\pm 0,46$	33,52 $\pm 0,52$	39,52 $\pm 0,57$	32,14 $\pm 0,81$	28,86 $\pm 0,72$
Δ , Исх. ур.	173,9	185,7	162,1	153,6	151,8	154,6	133,2	125,1
Исх. уровень, БАД	9,05 $\pm 0,08$	12,32 $\pm 0,17$	8,65 $\pm 0,11$	8,07 $\pm 0,09$	11,72 $\pm 0,12$	14,54 $\pm 0,25$	11,25 $\pm 0,20$	10,43 $\pm 0,11$
Аэр.н., БАД	24,37 $\pm 0,54$	34,57 $\pm 0,64$	21,72 $\pm 0,34$	19,15 $\pm 0,57$	28,77 $\pm 0,42$	36,24 $\pm 0,31$	24,54 $\pm 0,32$	22,04 $\pm 0,27$
Δ , БАД	169,2	180,6	151,1*	137,2*	145,4	149,2	118,1*	111,3*
Исх. уровень, БАД+НИЛИ	7,15 $\pm 0,14$	10,52 $\pm 0,17$	7,12 $\pm 0,15$	6,05 $\pm 0,16$	9,65 $\pm 0,12$	12,44 $\pm 0,22$	8,07 $\pm 0,07$	8,12 $\pm 0,16$
Аэр.н., БАД+НИЛИ	18,04 $\pm 0,47$	27,41 $\pm 0,50$	16,25 $\pm 0,31$	13,06 $\pm 0,35$	22,25 $\pm 0,61$	29,30 $\pm 0,57$	15,82 $\pm 0,35$	15,14 $\pm 0,31$
Δ , БАД+НИЛИ	152,3*	160,5*	128,2**	115,8**	130,5*	135,5*	96,1*	86,4*

У спринтеров I и II типов ВСР при одновременном применении биодобавок и НИЛИ значимо понизился уровень омега-потенциала во всех анализируемых зонах Fz, Cz, Oz, Td на 152,3-160,5%, 130,5-135,5%, 141,8-150,1%, 135,1-143,2% соответственно, во всех случаях $p < 0,05$.

В то время как, у спринтеров III и IV типов с умеренным и выраженным доминированием автономного звена управления СР после изолированного применения биодобавок «Билар» и «Мультикомплекса MDX» величина омега-потенциала по отношению к исходному уровню достоверно уменьшилась в лобной доле на 151,1-137,2% ($p < 0,05$), в центральной – на 118,1-111,3% ($p < 0,05$), в затылочной – на 139,3-133,3% ($p < 0,05$) и в правой височной – на 125,5-116,5% ($p < 0,05$).

Таблица 23

Показатели уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) спринтеров ЭГ в различных областях коры головного мозга после аэробной нагрузки до и после применения внутренировочных средств потенцирования ФР ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатели / Типы ВСР	Oz, I	Oz, II	Oz, III	Oz, IV	Tdz, I	Tdz, II	Tdz, III	Tdz, IV
Исх. уровень	12,21 ±0,23	12,51 ±0,22	8,21 ±0,14	8,85 ±0,14	15,25 ±0,26	10,43 ±0,14	9,17 ±0,08	8,05 ±0,08
Аэр. н.	31,95 ±0,48	33,43 ±0,72	20,37 ±0,53	21,73 ±0,41	38,51 ±0,42	27,14 ±0,35	21,93 ±0,65	18,72 ±0,55
Δ, Исх. ур.	161,7	167,2	148,1	145,5	152,5	160,2	139,1	132,5
Исх. уровень, БАД	10,03 ±0,13	11,72 ±0,19	6,76 ±0,07	7,34 ±0,14	13,65 ±0,14	9,75 ±0,08	8,17 ±0,12	6,72 ±0,12
Аэр.н., БАД	25,83 ±0,55	30,76 ±0,58	16,18 ±0,24	17,12 ±0,42	33,81 ±0,51	24,95 ±0,46	18,43 ±0,28	14,55 ±0,41
Δ, БАД	157,2	162,4	139,3*	133,3*	147,6	155,8	125,5*	116,5*
Исх. уровень, БАД+НИЛИ	7,87 ±0,11	9,64 ±0,11	5,02 ±0,09	5,81 ±0,11	10,95 ±0,16	7,87 ±0,15	6,75 ±0,13	5,44 ±0,05
Аэр.н., БАД+НИЛИ	19,03 ±0,35	24,11 ±0,39	11,12 ±0,22	12,57 ±0,24	25,75 ±0,48	19,14 ±0,41	14,15 ±0,24	10,91 ±0,18
Δ, БАД+НИЛИ	141,8*	150,1*	121,5**	116,3**	135,1*	143,2*	109,6*	100,5**

После сочетанного же применения биодобавок и НИЛИ значительно улучшалась оксигенация крови, стремительно уменьшалась концентрация

водородных ионов, и достоверно снижалась, по данным нейроэнергокартирования, величина сдвига постоянного потенциала по отношению к фону во всех областях коры больших полушарий Fz, Cz, Oz, Td на 128,2-115,8%, 96,1-86,4%, 121,5-116,3%, 109,6-100,5% соответственно, во всех случаях $p < 0,01$. Таким образом, курсовое применение изученных внутренировочных средств улучшало оксигенацию нейронов коры больших полушарий, что повышало функциональный резерв перед аэробной нагрузкой. В результате величина сдвига показателя УПП к фону по изученным областям коры достоверно уменьшалась. По данным сравнительного анализа, более выраженный положительный эффект отмечался у спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции сердечной деятельности (III и IV типы ВСР).

С учетом сказанного, представляется важным рассчитать «физиологическую цену» результата, как главного системного критерия эффективности спортивной деятельности после включения в пищевой рацион атлетов биодобавок и их комплексного воздействия с НИЛИ. Известно, что только ради полезного приспособительного результата любая живая система идет на изменение своего функционального состояния (С.Я. Классина, 2020; Н.А. Фудин, 2021). Именно новое внешнее воздействие на организм атлета способно изменить это функциональное состояние за счет усиления/ослабления, включения/выключения важнейших физиологических констант целостного организма. Именно величина сдвигов вегетативных функций позволяет судить о «физиологической цене» произведенной работы по классической формуле: $\rho, \% = \sqrt{\sigma_{\text{ЧСС}}^2 + \sigma_{\text{ЧД}}^2}$ (С.Я. Классина, 2014), оценку которой осуществляли, включив ведущие информативные маркеры по результатам собственного исследования с целью изучения «нагрузочной ценности» каждого этапа реализации структурно-логической модели

физиологического обоснования комплексного применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности атлетов.

Таблица 24

Изменения «физиологической цены» (сдвигов: MxDMn/SI) анаэробной нагрузки спринтеров ЭГ после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности (*p<0,05; **p<0,01)

Этапы / Параметры		н., фон	п., фон	н., БАД	п., БАД	н., БАД + НИЛИ	п., БАД + НИЛИ
MxDMn	I тип	143,34 ±14,45	238,07 ±29,11	267,95 ±20,12	389,31 ±32,91	432,55 ±37,77	561,15 ±35,16
SI	BCP	320,67 ±17,25	212,22 ±15,48	160,76 ±14,65	111,6 ±10,57	139,34 ±10,25	105,2 ±7,46
Δ MxDMn, %		-39,79±1,35		-31,17±1,24		-22,92±1,15	
Δ SI, %		51,10±2,14		44,05±2,03		32,42±1,85	
Δ ρ, %		64,77±2,45		53,96±2,05 (-16,6*)		39,73±1,70 (-26,3**)	
MxDMn	II тип	96,52 ±10,35	171,62 ±22,32	129,56 ±12,44	202 ±25,90	295,56 ±20,45	395,35 ±27,16
SI	BCP	913,45 ±28,12	590,81 ±17,37	595,56 ±26,13	406,1 ±20,52	409,11 ±18,56	298,7 ±23,3
Δ MxDMn, %		-43,76±2,23		-35,86±1,56		-25,24±1,27	
Δ SI, %		54,61±2,47		-46,65±2,11		36,96±1,95	
Δ ρ, %		69,98±2,76		58,84±2,31 (-15,9*)		44,76±1,68 (-23,9**)	
MxDMn	III тип	246,62 ±20,11	346,77 ±26,72	373,56 ±32,18	490,2 ±29,31	550,76 ±25,12	663,32 ±31,95
SI	BCP	96,64 ±8,12	71,25 ±5,81	67,76 ±4,07	51,46 ±3,67	43,52 ±2,98	34,02 ±2,85
Δ MxDMn, %		-28,88±1,31		-23,79±1,05		-16,97±0,85	
Δ SI, %		35,64±1,43		31,68±1,18		27,92±1,12	
Δ ρ, %		45,87±1,80		39,62±1,52 (-13,6)		32,68±1,22 (-17,5*)	
MxDMn	IV тип	375,56 ±22,78	502,75 ±32,32	425,16 ±35,45	544,45 ±33,97	612,23 ±29,34	746,94 ±36,20
SI	BCP	37,72 ±3,45	28,46 ±2,67	30,62 ±1,15	23,88 ±1,40	20,34 ±1,54	16,54 ±1,15
Δ MxDMn, %		-25,30±1,08		-21,91±0,62		-18,03±0,45	
Δ SI, %		32,54±1,39		28,22±1,14		22,97	
Δ ρ, %		41,22±1,54		35,73±1,16 (-13,3)		29,21±0,95 (-18,2*)	

Обозначения: н. – значения параметра при нагрузке; п. – в состоянии покоя.

Анализ полученных данных (табл. 24) позволил констатировать, что у спортсменов ЭГ добавление в тренировочный процесс природных биокорректоров «Билар» и «Мультикомплекса MDX» обусловило достоверное снижение «физиологической цены» результата, достигнутого

при выполнении тестовой анаэробной работы, только у представителей с доминированием центрального звена регуляции СР. Обнаруженная закономерность проявилась в уменьшении вегетативных сдвигов в I типе ВСР по отношению к исходному фону значений вариационного размаха и стресс-индекса на 16,6%, во II типе – на 15,9%, во всех случаях $p < 0,05$.

Таблица 25

Изменения «физиологической цены» (сдвигов: Ан/Ам) анаэробной нагрузки спринтеров ЭГ после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

Этапы / Параметры		н., фон	п., фон	н., БАД	п., БАД	н., БАД + НИЛИ	п., БАД + НИЛИ
Ан	I тип ВСР	7,32 ±0,22	13,26 ±0,49	11,91 ±0,45	18,70 ±1,26	15,18 ±1,11	20,28 ±1,58
Ам		5,27 ±0,20	9,21 ±0,38	8,97 ±0,34	13,45 ±0,74	16,45 ±0,78	21,74 ±1,45
σ Ам, %		-44,80		-36,31		-25,15	
σ Ан, %		-42,78		-33,31		-24,33	
ρ, %		61,94		49,27 (-20,4*)		34,99 (-28,9**)	
Ан	II тип ВСР	4,84 ±0,17	9,23 ±0,63	7,92 ±0,35	13,56 ±1,06	15,31 ±1,05	21,53 ±1,88
Ам		3,35 ±0,07	6,26 ±0,15	6,33 ±0,23	9,65 ±0,40	11,32 ±0,35	15,91 ±0,68
σ Ам, %		-47,56		-41,59		-28,89	
σ Ан, %		-46,49		-34,40		-28,85	
ρ, %		66,51		53,98 (-18,8*)		40,83 (-24,3**)	
Ан	III тип ВСР	10,81 ±0,34	16,11 ±0,45	14,78 ±1,12	20,45 ±2,00	21,75 ±1,46	28,26 ±2,25
Ам		10,65 ±0,32	14,81 ±0,49	14,12 ±0,52	19,32 ±1,13	20,31 ±0,79	25,64 ±1,58
σ Ам, %		-32,90		-27,73		-23,04	
σ Ан, %		-28,09		-26,92		-20,79	
ρ, %		43,26		38,64 (-10,6)		31,03 (-19,6*)	
Ан	IV тип ВСР	12,75 ±0,37	17,83 ±0,55	16,12 ±1,21	21,75 ±1,53	22,41 ±1,52	27,66 ±1,95
Ам		11,37 ±0,25	15,30 ±0,36	14,22 ±0,83	18,29 ±1,35	19,08 ±1,12	23,68 ±1,96
σ Ам, %		-28,49		-25,89		-19,43	
σ Ан, %		-25,69		-22,25		-18,98	
ρ, %		38,36		34,14 (-11,1)		27,16 (-20,4**)	

Обозначения: н. – значения параметра при нагрузке; п. – в состоянии покоя.

Комплексное же применение БАД и НИЛИ вне зависимости от доминирующего типа ВСР способствовало дальнейшему существенному уменьшению «нагрузочной ценности» организма по отношению к приему биодобавок в I типе на 26,3%, во II типе – на 23,9%, в III типе – на 17,5%, в IV типе – на 18,2%, во всех случаях $p < 0,01$.

В дальнейшем представим изменения между ведущими критериями параметров сосудистого тонуса микроциркуляции крови при анаэробном тестировании. Установлено (табл. 25), что курсовой приём биодобавок «Билар» и «Мультикомплекса MDX» достоверно снижал «физиологическую цену» результата, достигнутого при выполнении тестовой анаэробной работы, только у представителей доминирования центрального звена регуляции СР, что обнаружилось в уменьшении сдвигов в функционировании артеорил и прекапиллярных сфинктеров на 20,4-18,8% ($p < 0,05$). Комплексное же применение БАД и НИЛИ, вне зависимости от доминирующего типа ВСР, способствовало выраженному уменьшению «нагрузочной ценности» организма по отношению к приему биодобавок в I типе на 28,9%, во II типе на 24,3%, в III типе на 19,6%, в IV типе на 20,4%, во всех случаях $p < 0,01$.

В дальнейшем представим изменения между ведущими критериями энергетического потенциала головного мозга при анаэробном тестировании (табл. 26). Установлено, что после курсового приема биодобавок происходило достоверное снижение «физиологической цены» результата, что проявилось в уменьшении сдвигов между показателями УПП в лобной и центральной областях головного мозга только у представителей с доминированием центрального звена регуляции (I и II типы ВСР) на 18,5-19,7% ($p < 0,05$). Комплексное же применение БАД и НИЛИ вне зависимости от доминирующего типа ВСР способствовало дальнейшему существенному уменьшению «нагрузочной ценности» организма в сдвигах Fz/Cz по отношению к приему «Билара» и «Мультикомплекса MDX» в I типе на 25,8%,

во II типе на 23,3%, в III типе на 20,3%, в IV типе на 19,9%, во всех случаях $p < 0,01$.

Таблица 26

Изменения «физиологической цены» (сдвигов: Fz/Cz) анаэробной нагрузки спринтеров ЭГ после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

Этапы / Параметры		н., фон	п., фон	н., БАД	п., БАД	н., БАД + НИЛИ	п., БАД + НИЛИ
Fz	I тип	24,45 ±0,34	11,10 ±0,16	18,12 ±0,44	9,18 ±0,12	12,35 ±0,24	7,05 ±0,12
Cz	BCP	27,11 ±0,32	13,25 ±0,21	22,05 ±0,62	11,87 ±0,15	15,63 ±0,31	9,76 ±0,16
σ Fz, %		104,6		97,39		75,18	
σ Cz, %		120,27		85,76		60,14	
ρ, %		159,40		129,77 (-18,5*)		96,27 (-25,8**)	
Fz	II тип	30,25 ±0,47	13,02 ±0,22	25,41 ±0,53	12,52 ±0,20	19,15 ±0,35	10,63 ±0,21
Cz	BCP	32,14 ±0,47	15,44 ±0,35	28,15 ±0,71	14,76 ±0,32	21,03 ±0,46	12,51 ±0,29
σ Fz, %		132,33		102,96		80,15	
σ Cz, %		108,16		90,72		68,11	
ρ, %		170,91		137,22 (-19,7*)		105,18 (-23,3**)	
Fz	III тип	18,56 ±0,30	9,89 ±0,15	15,55 ±0,36	8,74 ±0,14	11,72 ±0,20	7,24 ±0,11
Cz	BCP	23,8 ±0,45	14,02 ±0,31	18,45 ±0,45	11,31 ±0,22	12,56 ±0,38	8,34 ±0,20
σ Fz, %		87,66		77,92		61,88	
σ Cz, %		69,76		63,13		50,60	
ρ, %		112,03		100,28 (-10,5)		79,93 (-20,3*)	
Fz	IV тип	17,81 ±0,27	10,21 ±0,20	13,52 ±0,46	8,18 ±0,15	9,78 ±0,32	6,21 ±0,16
Cz	BCP	21,32 ±0,51	12,94 ±0,26	16,88 ±0,53	10,59 ±0,15	11,63 ±0,30	8,24 ±0,14
σ Fz, %		74,44		65,28		57,49	
σ Cz, %		64,76		59,40		41,14	
ρ, %		98,66		88,26 (-10,7)		70,69 (-19,9*)	

Обозначения: н. – значения параметра при нагрузке; п. – в состоянии покоя.

В то время как у спортсменов контрольной группы (табл. 27) влияние тренировочного процесса, напротив, отразилось в повышении «физиологической цены», что проявилось в достоверном усилении вегетативной и нервной регуляции функций: стресс-индекса и вариационного

размаха на 29,5%, амплитуде нейрогенных и миогенных колебаний на 33,1%, лобной и центральной областей коры больших полушарий головного мозга на 43,9%, во всех случаях $p < 0,01$.

Таблица 27

Изменения «физиологической цены» (сдвигов: SI/MxDMn; A_п/A_м; Fz/Cz) анаэробной нагрузки спринтеров КГ после завершения тренировочного цикла к исходному уровню (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

Этапы / Параметры		н., фон	п., фон	н., мнимое БАД	п., мнимое БАД	н., мнимое БАД + НИЛИ	п., мнимое БАД + НИЛИ
SI	КГ	335,45 ±23,32	220,95 ±12,13	456,53 ±24,12	277,76 ±25,16	701,76 ±15,36	381,44 ±15,36
MxDMn		245,37 ±22,67	326,37 ±25,25	190,71 ±19,46	255,20 ±23,45	114,78 ±14,86	180,61 ±18,24
σ SI, %		51,82		64,36		83,98	
σ MxDMn, %		-24,82		-29,19		-36,45	
ρ, %		57,46		70,67 (22,9*)		91,55 (29,5**)	
A _н	КГ	10,12 ±0,43	15,74 ±0,74	8,03 ±0,32	13,52 ±0,44	5,39 ±0,17	11,31 ±0,28
A _м		10,80 ±0,24	12,53 ±0,61	8,14 ±0,16	10,78 ±0,35	5,95 ±0,12	9,20 ±0,28
σ A _н , %		-35,71		-40,61		-52,34	
σ A _м , %		-13,81		-24,49		-35,33	
ρ, %		38,28		47,42 (23,8*)		63,15 (33,1**)	
Fz	КГ	12,53 ±0,18	10,91 ±0,15	15,65 ±0,21	12,95 ±0,17	21,45 ±0,23	16,15 ±0,19
Cz		15,15 ±0,22	13,12 ±0,20	18,44 ±0,24	15,32 ±0,22	23,11 ±0,27	18,32 ±0,25
σ Fz, %		14,85		20,85		32,82	
σ Cz, %		15,47		20,37		26,15	
ρ, %		21,44		29,15 (35,9*)		41,96 (43,9**)	

Обозначения: н. – значения параметра при нагрузке; п. – в состоянии покоя.

В дальнейшем представлены изменения «физиологической цены» спортсменов ЭГ после выполнения аэробной нагрузки и поэтапного внедрения изученных внутренировочных средств.

Анализ данных (табл. 28) позволил констатировать, что у спортсменов ЭГ добавление в тренировочный процесс биодобавок «Билар» и «Мультикомплекса MDX» также обусловило достоверное снижение

«физиологической цены» результата, достигнутого при выполнении работы до отказа, только у представителей с доминированием автономного звена регуляции СР. Обнаруженная закономерность проявилась в уменьшении вегетативных сдвигов в III-IV типах ВСР по отношению к исходному фону значений стресс-индекса и вариационного размаха на 17,1%-20,1%, во всех случаях $p < 0,05$.

Таблица 28

Изменения «физиологической цены» (сдвигов: МхDMn/SI) аэробной нагрузки спринтеров ЭГ после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

Этапы / Параметры		н., фон	п., фон	н., БАД	п., БАД	н., БАД +	п., БАД + НИЛИ
МхDMn	I тип	112,34 ±15,15	240,35 ±29,45	197,61 ±25,44	392,55 ±33,15	347,65 ±18,14	565,13 ±36,25
SI	BCP	342,15 ±22,21	213,45 ±15,76	171,54 ±12,46	109,56 ±10,13	150,45 ±9,41	104,12 ±7,14
σ МхDMn, %		-53,26		-49,66		-38,48	
σ SI, %		60,30		56,57		44,50	
ρ, %		80,45		75,28 (-6,42)		58,83 (-21,8*)	
МхDMn	II тип	70,12 ±14,35	173,15 ±22,12	95,34 ±14,12	210,15 ±21,44	218,54 ±21,80	398,76 ±27,71
SI	BCP	965,54 ±43,61	586,13 ±15,85	644,22 ±20,44	402,76 ±18,35	439,17 ±35,14	293,56 ±22,14
σ МхDMn, %		-59,50		-54,63		-45,20	
σ SI, %		64,73		59,95		49,60	
ρ, %		87,92		81,11 (-7,7)		67,10 (-17,3*)	
МхDMn	III тип	191,56 ±16,12	349,44 ±25,14	302,11 ±17,55	492,76 ±29,51	475,8 ±20,12	667,45 ±30,18
SI	BCP	107,52 ±7,76	70,45 ±5,25	71,43 ±4,51	50,14 ±3,22	44,16 ±3,12	33,82 ±2,54
σ МхDMn, %		-45,18		-38,69		-28,71	
σ SI, %		52,62		42,46		30,57	
ρ, %		69,35		57,44 (-17,1*)		41,94 (-26,9**)	
МхDMn	IV тип	431,45 ±21,22	748,55 ±35,12	361,45 ±23,11	549,30 ±31,44	561,25 ±22,11	749,43 ±37,14
SI	BCP	22,93 ±1,80	15,27 ±0,65	31,87 ±1,43	22,80 ±1,15	20,85 ±1,22	16,18 ±0,88
σ МхDMn, %		-42,36		-34,20		-25,11	
σ SI, %		50,16		39,78		28,86	
ρ, %		65,66		52,46(-20,1*)		38,26 (-27,1**)	

Обозначения: н. – значения параметра при нагрузке; п. – в состоянии покоя.

Комплексное же применение БАД и НИЛИ способствовало более существенному уменьшению «нагрузочной ценности» организма по отношению к приему биодобавок в I типе на 21,8% ($p<0,05$), во II типе на 17,3% ($p<0,05$), в III типе на 26,9% ($p<0,01$), в IV типе на 27,1% ($p<0,01$).

В дальнейшем целесообразным было выявить изменения между ведущими критериями параметров сосудистого тонуса при аэробном тестировании, неспецифичным для спринта (табл. 29).

Таблица 29

Изменения «физиологической цены» (сдвигов: Ан/Ам) аэробной нагрузки до отказа спринтеров ЭГ после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности (* $p<0,05$; ** $p<0,01$)

Этапы / Параметры		н., фон	п., фон	н., БАД	п., БАД	н., БАД + НИЛИ	п., БАД + НИЛИ
Ан	I тип	5,34 ±0,22	13,31 ±0,51	8,53 ±0,51	18,85 ±1,05	16,12 ±0,85	28,35 ±1,32
Ам	BCP	4,14 ±0,14	9,25 ±0,31	6,72 ±0,25	13,53 ±0,78	13,02 ±0,42	21,86 ±0,93
Δ Ам, %		-59,88±2,54		-54,75±2,10		-43,14±1,62	
Δ Ан, %		-55,24±2,33		-50,33±1,87		-40,44±1,25	
Δ ρ, %		81,47±3,15		74,37±2,65 (-8,7)		59,13±2,07 (-20,4*)	
Ан	II тип	3,38 ±0,17	9,44 ±0,54	5,48 ±0,45	13,80 ±1,13	10,85 ±0,75	21,62 ±1,93
Ам	BCP	2,45 ±0,11	6,32 ±0,17	4,29 ±0,24	9,81 ±0,42	8,76 ±0,40	16,12 ±0,72
Δ Ам, %		-64,19±3,07		-60,29±2,70		-49,81±2,24	
Δ Ан, %		-61,23±2,96		-56,27±2,55		-45,66±1,88	
Δ ρ, %		88,72±4,14		82,47±3,85 (-7,1)		67,57±2,31 (-18,1*)	
Ан	III тип	8,15 ±0,28	16,25 ±0,51	12,25 ±1,03	20,53 ±2,04	20,56 ±1,75	28,42 ±2,11
Ам	BCP	8,17 ±0,24	14,92 ±0,51	12,45 ±0,76	19,55 ±1,17	19,53 ±1,12	25,73 ±1,62
Δ Ам, %		-49,85±2,83		-40,33±2,26		-27,66±1,42	
Δ Ан, %		-45,24±2,61		-36,32±2,35		-24,10±1,37	
Δ ρ, %		67,32±3,56		54,27±3,12 (-19,4*)		36,68±2,31 (-32,4**)	
Ан	IV тип	10,35 ±0,24	18,12 ±0,51	14,08 ±1,22	21,93 ±1,62	21,18 ±1,36	27,81 ±1,82
Ам	BCP	9,25 ±0,20	15,63 ±0,42	12,56 ±1,04	18,54 ±1,41	18,41 ±1,20	23,79 ±1,83
Δ Ам, %		-42,88±2,59		-35,80±2,44		-23,84±2,12	
Δ Ан, %		-40,82±2,43		-32,25±2,18		-22,61±1,83	
Δ ρ, %		59,20±3,61		48,18±2,94 (-18,6*)		32,86±1,72 (-31,7**)	

Обозначения: н. – значения параметра при нагрузке; п. – в состоянии покоя.

Снижение «физиологической цены» результата проявилось в уменьшении сдвигов между спектральными показателями системы МЦ в большей степени у представителей с доминированием автономного звена регуляции (III и IV типы ВСР) после биодобавок на 19,4-18,6% ($p < 0,05$), комплексного применения с НИЛИ – на 32,4-31,7% ($p < 0,01$).

Таблица 30

Изменения «физиологической цены» (сдвигов: Fz/Cz) аэробной нагрузки до отказа спринтеров ЭГ после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

Этапы / Параметры		н., фон	п., фон	н., БАД	п., БАД	н., БАД + НИЛИ	п., БАД + НИЛИ
Fz	I тип	31,12 ±0,34	11,36 ±0,12	24,37 ±0,54	9,05 ±0,08	18,04 ±0,47	7,15 ±0,14
Cz	ВСР	33,52 ±0,52	13,31 ±0,23	28,77 ±0,42	11,72 ±0,12	22,25 ±0,61	9,65 ±0,12
σ Fz, %		173,94		169,28		152,31	
σ Cz, %		151,84		145,48		130,57	
ρ, %		230,89		223,20 (-3,4)		200,61 (-11,2)	
Fz	II тип	38,12 ±0,54	13,34 ±0,24	34,57 ±0,64	12,32 ±0,17	27,41 ±0,50	10,52 ±0,17
Cz	ВСР	39,52 ±0,57	15,52 ±0,36	36,24 ±0,31	14,54 ±0,25	29,30 ±0,57	12,44 ±0,22
σ Fz, %		185,76		180,60		160,55	
σ Cz, %		154,64		149,24		135,53	
ρ, %		241,70		234,29 (-3,1)		210,11 (-10,3)	
Fz	III тип	25,45 ±0,41	9,71 ±0,14	21,72 ±0,34	8,65 ±0,11	16,25 ±0,31	7,12 ±0,15
Cz	ВСР	32,14 ±0,81	13,78 ±0,25	24,54 ±0,32	11,25 ±0,20	15,82 ±0,35	8,07 ±0,07
σ Fz, %		162,10		151,10		128,23	
σ Cz, %		133,24		118,13		96,03	
ρ, %		209,83		191,80 (-8,6)		160,21 (-16,4*)	
Fz	IV тип	25,67 ±0,46	10,12 ±0,21	19,15 ±0,57	8,07 ±0,09	13,06 ±0,35	6,05 ±0,16
Cz	ВСР	28,86 ±0,72	12,82 ±0,23	22,04 ±0,27	10,43 ±0,11	15,14 ±0,31	8,12 ±0,16
σ Fz, %		153,66		137,30		115,87	
σ Cz, %		125,12		111,31		86,45	
ρ, %		198,15		176,75 (-10,8)		144,57 (-18,2*)	

Обозначения: н. – значения параметра при нагрузке; п. – в состоянии покоя.

В то же время у атлетов с преобладанием центрального контура управления СР изменения были менее выраженными. После второго этапа эксперимента достоверных сдвигов в аэробной нагрузке обнаружено не было ($p > 0,05$). Комплексное применение внутренировочных средств в I и II типах ВСР существенно снизило ρ на 20,4-18,1% ($p < 0,05$).

Далее представлены изменения «физиологической цены» при аэробном тестировании между ведущими критериями энергетического потенциала головного мозга (табл. 30). Снижение «физиологической цены» результата проявилось в уменьшении сдвигов между показателями УПП в лобной и центральной областях головного мозга у представителей с доминированием автономного звена регуляции (III и IV типы ВСР) только при комплексном применении изученных внутренировочных средств на 16,4-18,2% ($p < 0,05$).

В I и II типах ВСР значимых сдвигов изменения реактивности организма по отношению к исходному уровню в кардиореспираторном тесте после применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности не выявлено ($p > 0,05$). В дальнейшем представлена сравнительная характеристика результата легкоатлетического бега на 100-метровой дистанции в полевых условиях с данными частоты сердечных сокращений в состоянии покоя ($ЧСС_1$), максимальных их значений ($ЧСС_3$), на 3-й минуте восстановительного периода ($ЧСС_2$), а также соотношения его процента к исходному уровню (табл. 31) в процессе эксперимента. Анализ данных свидетельствует, что добавление в тренировочный процесс биодобавок «Билар» и «Мультикомплекса MDX» также обусловило достоверное снижение «физиологической цены» результата, достигнутого спортсменами ЭГ при выполнении спринта на 100-метровой дистанции в полевых условиях, только у представителей с доминированием центрального звена регуляции СР, в I типе на 14,8%, во II типе на 13,9%, во всех случаях $p < 0,05$.

**Изменения «физиологической цены» (сдвигов: ЧСС₁/ЧСС₂/ЧСС₃)
на 100-метровой дистанции в полевых условиях спринтеров ЭГ после применения
внутриривочных средств потенцирования физической работоспособности
(*p<0,05; **p<0,01)**

Этапы / Параметры		ЧСС ₃ (мах), фон	ЧСС ₁ , фон	ЧСС ₃ (мах), БАД	ЧСС ₁ , БАД, фон	ЧСС ₃ (мах), БАД + НИЛИ	ЧСС ₁ , БАД + НИЛИ, фон
ЧСС	I тип	167,12 ±2,45	81,45 ±1,98	147,85 ±1,80	77,45 ±2,14	130,34 ±1,33	74,11 ±1,53
ЧСС ₂ (3 мин)	BCP	122,12 ±1,54	81,45 ±1,98	108,12 ±1,32	77,45 ±2,14	91,45 ±0,86	74,11 ±1,53
Δ ЧСС ₁₋₃ , %		105,18±3,89		90,90±3,35		75,87±2,82	
Δ ЧСС ₁₋₂ , %		49,93±1,70		39,60±1,54		23,40±0,96	
Δ ρ, %		116,43±2,93		99,15±2,44 (-14,8*)		79,40±2,16 (-19,9**)	
%, восстановления		52,52±1,80		56,43±1,94 (7,4)		69,16±2,15 (22,5*)	
ЧСС	II тип	173,34 ±2,52	83,56 ±2,44	155,67 ±2,14	80,53 ±1,78	135,58 ±1,37	75,84 ±1,59
ЧСС ₂ (3 мин)	BCP	126,41 ±1,63	83,56 ±2,44	114,54 ±1,42	80,53 ±1,78	96,71 ±0,92	75,84 ±1,59
Δ ЧСС ₁₋₃ , %		107,44±4,10		93,31±3,45		78,77±2,94	
Δ ЧСС ₁₋₂ , %		51,28±1,95		42,23±1,53		27,52±1,10	
Δ ρ, %		119,05±3,11		102,42±2,60 (-13,9*)		81,03±2,25 (-18,5**)	
%, восстановления		52,27±1,75		54,73±1,80 (4,7)		65,06±1,96 (18,8*)	
ЧСС	III тип	148,31 ±2,20	74,55 ±1,36	137,71 ±1,44	70,93 ±0,96	115,31 ±1,73	67,12 ±0,52
ЧСС ₂ (3 мин)	BCP	107,43 ±1,23	74,55 ±1,36	95,21 ±0,86	70,93 ±0,96	74,89 ±0,45	67,12 ±0,52
Δ ЧСС ₁₋₃ , %		98,94±2,67		94,15±2,25		71,80±1,65	
Δ ЧСС ₁₋₂ , %		44,10±1,89		34,23±1,75		11,58±0,88	
Δ ρ, %		108,33±3,12		100,18±2,44 (-7,5)		72,72±1,98 (-27,4**)	
%, восстановления		55,42±1,90		63,64±2,35 (14,8*)		83,87±2,72 (31,7**)	
ЧСС	IV тип	133,45 ±2,20	70,52 ±1,15	125,14 ±0,85	67,43 ±0,38	102,41 ±0,65	62,45 ±0,59
ЧСС ₂ (3 мин)	BCP	100,14 ±1,18	70,52 ±1,15	89,72 ±0,92	67,43 ±0,38	69,18 ±0,51	62,45 ±0,59
Δ ЧСС ₁₋₃ , %		89,24±2,55		85,59±2,14		63,99±1,50	
Δ ЧСС ₁₋₂ , %		42,01±1,73		33,06±1,52		10,78±0,73	
Δ ρ, %		98,63±2,63		91,75±2,32 (-6,9)		64,89±1,64 (-29,2*)	
%, восстановления		52,93±1,75		61,37±2,12 (15,9*)		83,15±2,63 (35,4**)	

Комплексное же применение БАД и НИЛИ снижало «физиологическую цену» выполненной нагрузки во всех группах спортсменов по отношению к изолированному приему биодобавок в I типе на 19,9% (p<0,05), во II типе на 18,5% (p<0,05), в III типе на 27,4% (p<0,01), в IV типе на 29,2% (p<0,01). В то

же время процент восстановления ЧСС после курсового приема «Билар» и «Мультикомплекса MDX» существенно повысился в III типе на 14,8% и в IV типе на 15,9%, во всех случаях $p < 0,05$. Комплексное применение БАД и НИЛИ способствовало более существенному повышению процента восстановления ЧСС после избранной нагрузки во всех группах атлетов на 18,8-35,4%, во всех случаях $p < 0,01$.

Заключение. После применения внутренировочных средств в ответ на анаэробную нагрузку независимо от доминирующего типа вегетативной регуляции сердечного ритма снижалась напряженность симпатического звена и усиливалась активность парасимпатического влияния ВНС. Вместе с тем величина градиента изменений оказалась выше у атлетов I и II типов, тогда как у спортсменов III и IV типов изменения носили сравнительно плавный/сглаженный характер. После приема внутренировочных средств потенцирования в ответ на анаэробную нагрузку происходили положительные изменения также в системе микроциркуляции у спринтеров всех четырех типов регуляции СР. В результате оптимизации работы местных механизмов (эндотелиального, нейрогенного и миогенного) повышалась её интенсивность, усиливалась колеблемость эритроцитов. Известно, что чем выше уровень флакса, тем быстрее протекает диссоциация оксигемоглобина с высвобождением кислорода. Повышение концентрации кофермента НАДН и снижение содержания ФАД на уровне клеточных митохондрий свидетельствует об экономичности использования кислорода. Сравнительный по типам вегетативной регуляции анализ показателей указывает на более выраженное улучшение процессов в обменных сосудах у спринтеров с доминированием симпатического влияния ВНС на фоне сравнительно умеренных изменений у спринтеров с преобладанием парасимпатического его звена. При этом отметим, что обнаруженные значения по всем типам ВСР достигали статистически значимого уровня. Поскольку после приема

биодобавок в сочетании с действием НИЛИ улучшался метаболизм в тканях и органах, предсказуемым было и улучшение нейроэнергообмена, что и было установлено в ходе исследования в ответ на анаэробную нагрузку. Наши результаты показали улучшение энергетического обмена в нейронах коры больших полушарий с достоверным снижением показателя УПП, свидетельствующего о синтезе АТФ преимущественно путем окислительного фосфорилирования. Следует отметить, что достоверное улучшение энергообеспечения нейронов затрагивало практически все изученные области у спринтеров всех четырех типов регуляции примерно на одинаковую величину.

Вегетативное обеспечение организма атлетов после приема внутренировочных средств в ответ на аэробную нагрузку проявлялось через снижение активности центрального механизма на фоне усиления вклада автономного контура в регуляцию. Установлены специфические особенности, согласно которым, чем выше исходное доминирование симпатического отдела ВНС у спринтеров (I и II типы), тем меньшее преобладание парасимпатического отдела ВНС после приема биодобавок и НИЛИ. Для спринтеров с III и IV типами таких различий не установлено, достоверное улучшение по изученным показателям центрального и автономного контура управления оказалось примерно одинаковым.

Закономерно предположить, что длительная аэробная нагрузка требовала и больших энергетических и пластических затрат. В этой связи нами проанализированы изменения в системе микроциркуляции у спринтеров с разными типами ВСР после применения внутренировочных средств потенцирования. По факту оказалось, что уровень изменений был существенно выше по сравнению с ответом системы обменных сосудов на анаэробную нагрузку. Сравнительный анализ по типам регуляции показал, что достоверно более значимое улучшение функционирования системы

микроциркуляции отмечалось у спринтеров III и IV типов ВСР с исходно высоким потенциалом кровотока. По отношению к спринтерам I и II типов при выраженном улучшении изученных показателей изменения были менее ранжированными, что свидетельствовало о «мягкой» коррекции функционального состояния средствами потенцирования в сторону улучшения. Реакция нейронов коры больших полушарий на аэробную нагрузку после применения биодобавок и НИЛИ у спринтеров всех четырех типов вегетативной регуляции оказалась однонаправленной с достоверным улучшением их энергетического обеспечения, но в большей степени у представителей с автономным контуром управления (III и IV типов ВСР).

Применение БАД и НИЛИ достоверно снижало физиологическую цену достигнутого спортивного результата во время тестирования аэробной и анаэробной работоспособности, а также в полевых условиях, что свидетельствовало о повышении функциональных возможностей атлетов. Причем наибольшую величину относительных сдвигов на специфическую нагрузку в сторону уменьшения физиологической стоимости мышечной работы показали атлеты с доминированием центрального контура управления ритмом сердца (I и II типы ВСР). В то время как на аэробную неспецифическую нагрузку до отказа снижение «нагрузочной ценности» для организма оказалось наивысшим у атлетов с доминированием автономного контура управления ритмом сердца (III и IV типы ВСР). Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать апробированные внутренировочные средства не только в качестве потенцирования физической работоспособности спортсменов, но и как средство ускорения процессов восстановления их организма после физических нагрузок.

3.6. Отставленный эффект воздействия современных внутренировочных средств потенцирования физической подготовленности на функциональные системы организма спортсменов

В рамках решения пятой задачи исследования изучалась возможность сохранения отставленного эффекта после сочетанного применения эргогенных средств.

Установлено, что у спортсменов с I типом регуляции СР (рис. 89) повторная запись его variability, выполненная через 30 дней после завершения комплексного использования пищевых добавок и НИЛИ, свидетельствовала об усилении активности симпатического отдела и снижении вклада в регуляцию парасимпатического звена. Причем снижение параметров автономного контура происходило неравномерно.

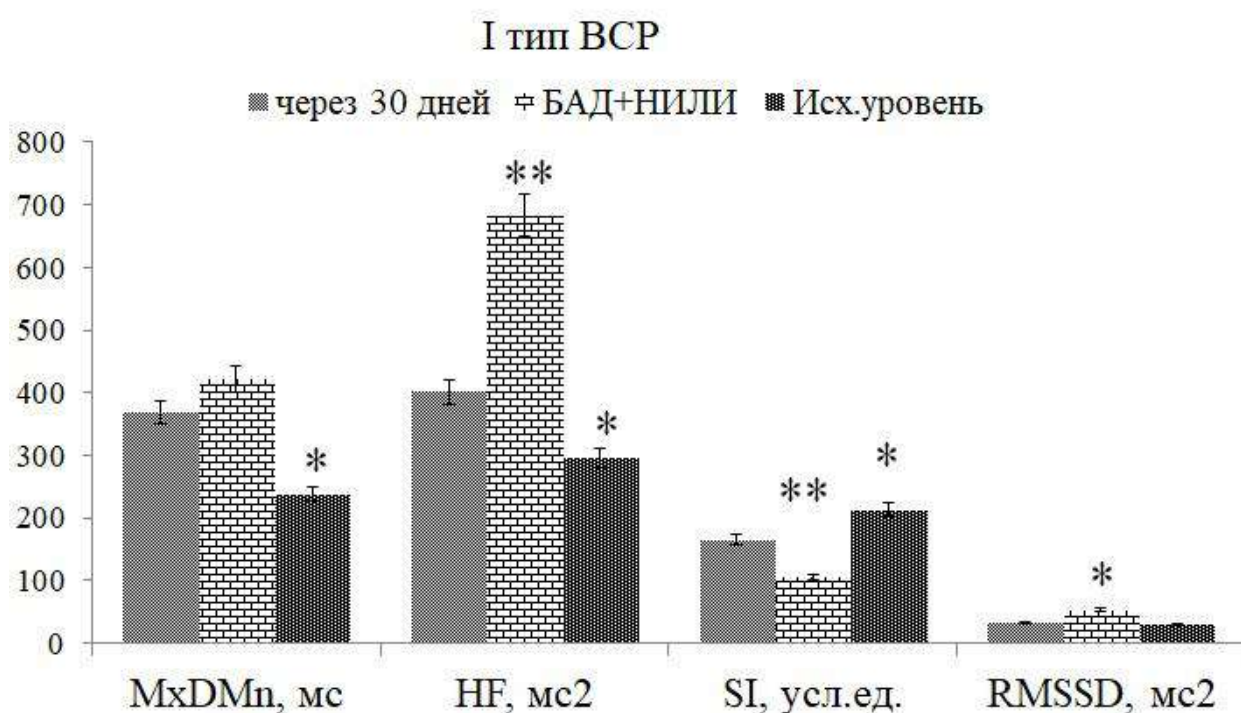


Рис. 89. Относительные изменения показателей ВСР спринтеров ЭГ с I типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

Обозначения: * – здесь и далее различия достоверны ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$).

По данным исследования, отмечалось достоверное уменьшение на 59,3% RMSSD ($p < 0,01$), на 70,4% – амплитуды HF ($p < 0,01$), на 50,9% – $pNN50$ ($p < 0,01$), на 45,7% – TP ($p < 0,01$), на 29,8% – VLF ($p < 0,05$). Из параметров симпатического отдела выявлено существенное повышение на 101,9% величины АМо и на 56,5% – SI, во всех случаях $p < 0,01$. Также отмечалось усиление тахикардии с ростом на 8% ($p < 0,05$) показателя ЧСС и на 14,1% – соотношения LF/HF ($p < 0,05$).

У спринтеров со II типом ВСР (рис. 90) через 30 дней отмечалась аналогичная динамика снижения активности парасимпатического отдела с достоверным уменьшением на 116,6% ($p < 0,01$) средней величины маркера $pNN50$, на 74,7% ($p < 0,01$) – параметра HF, на 55,6% – $MxDMn$ ($p < 0,01$).

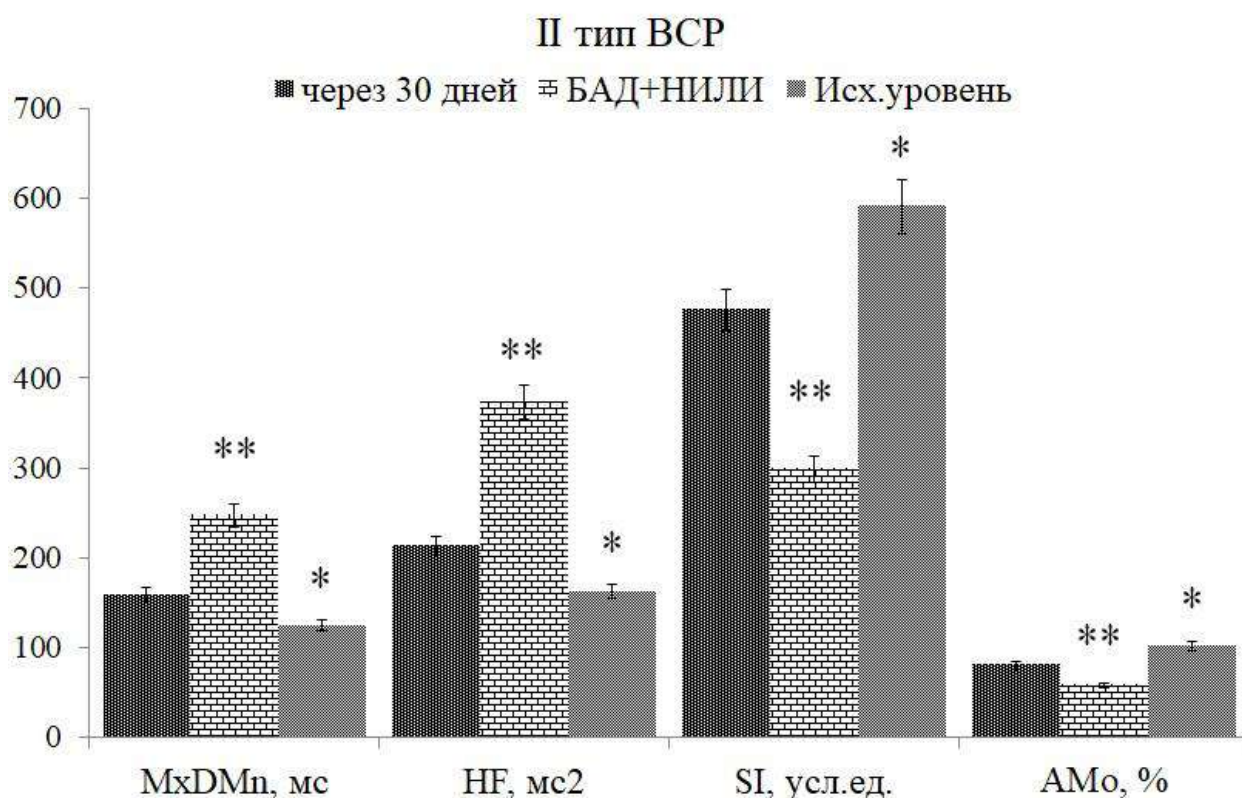


Рис. 90. Относительные изменения показателей ВСР спринтеров ЭГ со II типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

На увеличение напряженности в регуляторных механизмах указывало уменьшение на 98,5% ($p<0,01$) маркера суммарной спектральной мощности TP, на 46,3% ($p<0,01$) – активности корково-гуморальных центров VLF, на 30,9% ($p<0,05$) – LF и рост на 59,2% ($p<0,01$) маркера SI, на 38,2% ($p<0,05$) – АМо и на 27,8% ($p<0,05$) – LF/HF.

Таким образом, у спринтеров с доминированием центрального контура управления СР через 30 дней после прекращения применения биодобавок и НИЛИ «сдерживающие» симпатическую активность эргогенные средства снижали свой эффект, и регуляторные процессы возвращались к исходному (фоновому) уровню. Вместе с тем по отношению к характеристикам ВСР, полученным до их комплексного применения, статистически надежные различия по ряду показателей сохранялись, что подтвердило наличие отставленного эффекта от применяемых средств восстановления.

Так, у спринтеров с I типом регуляции через 30 дней после сочетанного приёма эргогенных средств активность парасимпатического отдела оставалась повышенной на 54,7% ($p<0,01$) в MxDMn, на 43,7% ($p<0,01$) – pNN50%, на 35,4% ($p<0,05$) – HF, на 41,2% ($p<0,01$) – TP. Одновременно повысился вклад сосудодвигательного и корково-гуморальных центров с повышением маркеров LF на 113,3% ($p<0,01$) и VLF на 25,6% ($p<0,05$). При этом уменьшилась напряженность со стороны регуляторных систем за счет снижения АМо на 29,3%, SI на 28,8%, ЧСС на 5,8%, во всех случаях $p<0,05$.

При II типе регуляции на 56,6% ($p<0,01$) усилились значения суммарной мощности спектра, на 69,4% ($p<0,01$) – сосудодвигательного центра, на 27,3% ($p<0,05$) – вариационного размаха, на 31,5% ($p<0,05$) – вклада высокочастотных волн. Достоверно снизились параметры амплитуды моды на 25,8% ($p<0,05$), стресс-индекса на 24,1% ($p<0,05$), вагосимпатического равновесия на 32,1% ($p<0,05$). Однако более выраженный отставленный эффект по отношению к фоновым значениям

после комплексного применения эргогенных средств наблюдался у спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции СР.

У спринтеров с III типом ВСР (рис. 91) достоверно высокие характеристики парасимпатического отдела регистрировались в параметрах MxDMn, pNN50%, RMSSD и HF на 40,1%, 62,4%, 47,3% и 109% соответственно, во всех случаях $p < 0,01$.

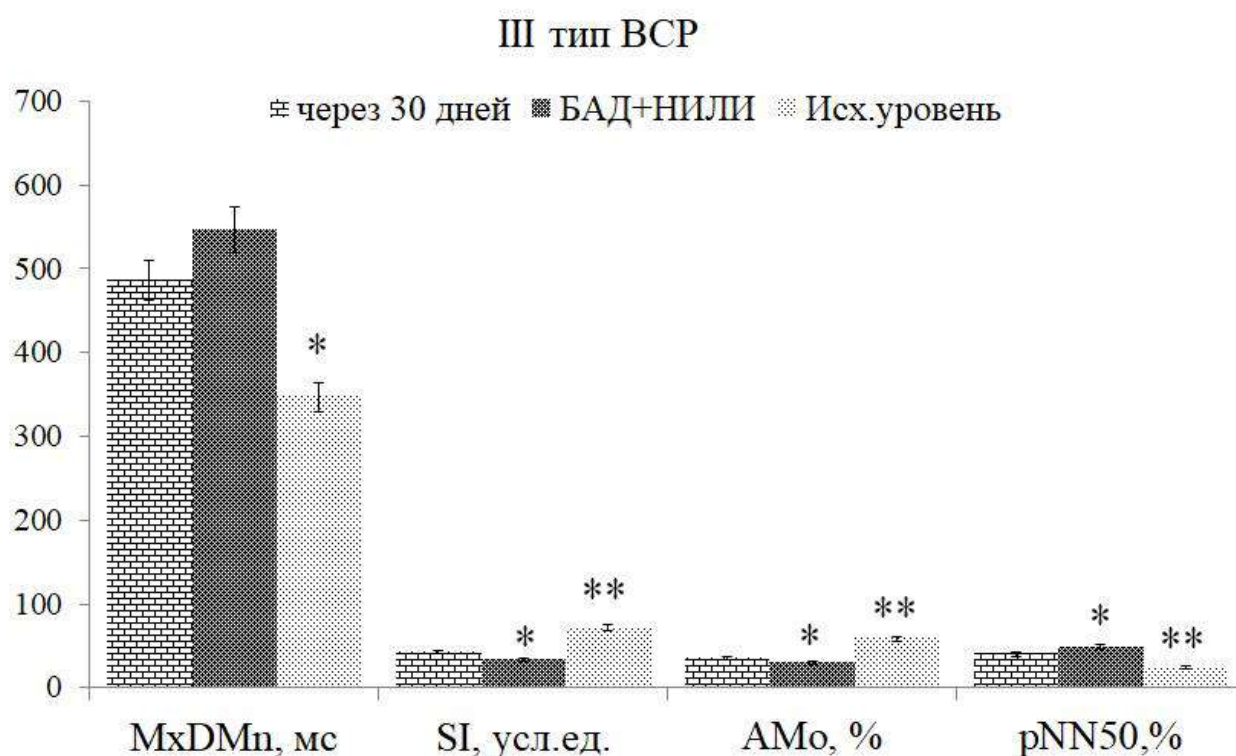


Рис. 91. Относительные изменения показателей ВСР спринтеров ЭГ с III типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

Показатель симпато-парасимпатического баланса LF/HF смещался на 89,6% ($p < 0,01$) в сторону вагальных влияний, на 92,9% ($p < 0,01$) увеличивалась амплитуда высших гуморальных центров с ростом VLF. Повышение суммарной мощности спектра TP на 81,4% ($p < 0,01$) и снижение маркеров симпатического отдела AMo на 65,7% ($p < 0,01$), SI на 69,6% ($p < 0,01$)

и ЧСС на 5,7% ($p < 0,05$) свидетельствовало о снижении напряженности в системах регуляции после сочетанного приёма биодобавки и НИЛИ.

У спринтеров с IV типом регуляции сердечного ритма (рис. 92) по сравнению с исходным уровнем активность парасимпатического отдела оставалась повышенной с достоверным ростом на 63,6% ($p < 0,01$) pNN50%, на 37,4% ($p < 0,05$) – HF, на 34,8% ($p < 0,05$) – MxDMn, на 31% ($p < 0,05$) – TP и снижением на 26,7% ($p < 0,05$) SI, на 29,7% ($p < 0,05$) AMo, на 39,6% ($p < 0,05$) LF/HF и на 17,8% ($p < 0,05$) ЧСС.

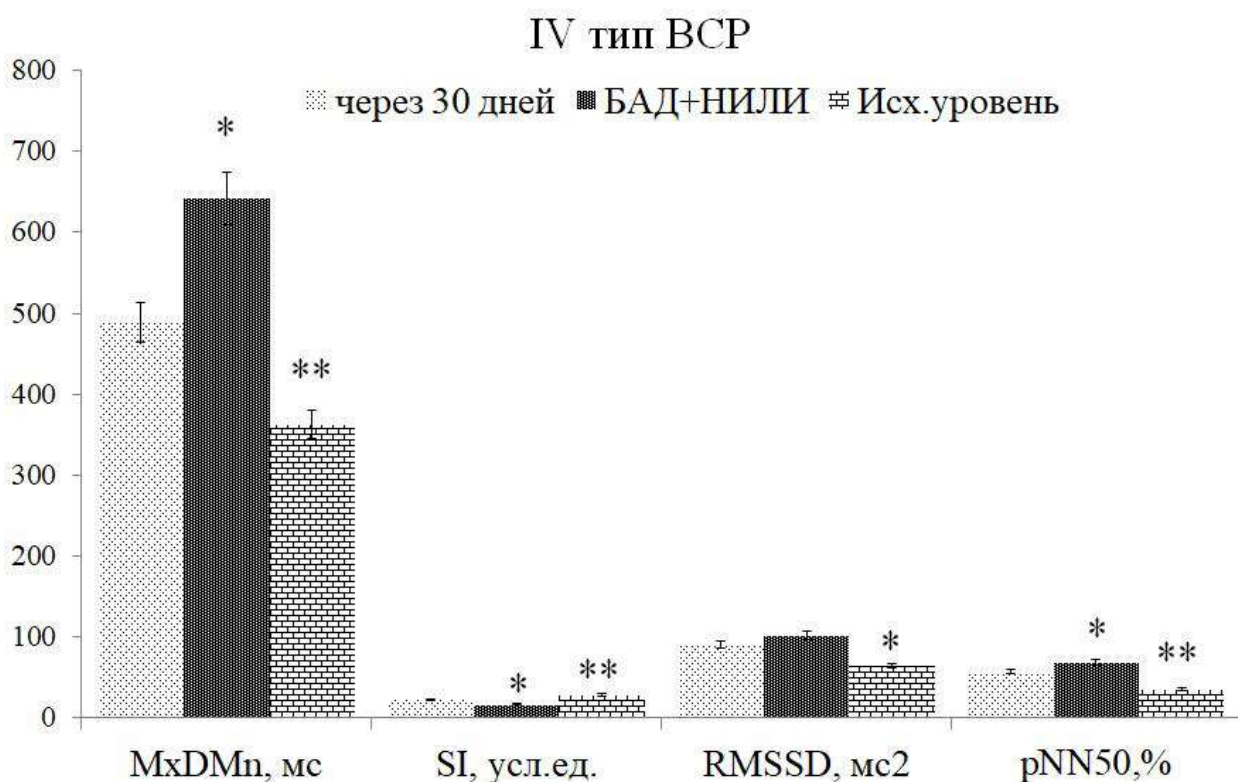


Рис. 92. Относительные изменения показателей ВСР спринтеров ЭГ с IV типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

Таким образом, положительный эффект от комплексного применения эргогенных средств, обеспечивающий снижение напряженности со стороны регуляторных механизмов, сохраняется через 30 дней в разной степени. По отношению к параметрам, полученным сразу после завершения приёма

биодобавок и НИЛИ, различия были менее выраженные, а по сравнению с исходными (фоновыми) значениями, различия усиливались, что наиболее заметно проявилось у спринтеров с III и IV типами ВСР.

Микроциркуляторное русло занимает особое место в сердечно-сосудистой системе. С одной стороны, оно представляет периферическое звено этой системы и подчиняется общим закономерностям функционирования, а с другой, как система, обеспечивающая метаболизм веществ и газов, ведет себя как самостоятельная единица целостной функциональной системы. В ходе сравнительного анализа состояния механизмов управления сердечной деятельностью и системы, обеспечивающей обмен веществ и энергии, выявлены как общие закономерности, так и значительные различия адаптационных возможностей и функционального потенциала через 30 дней после использования эргогенных средств потенцирования.

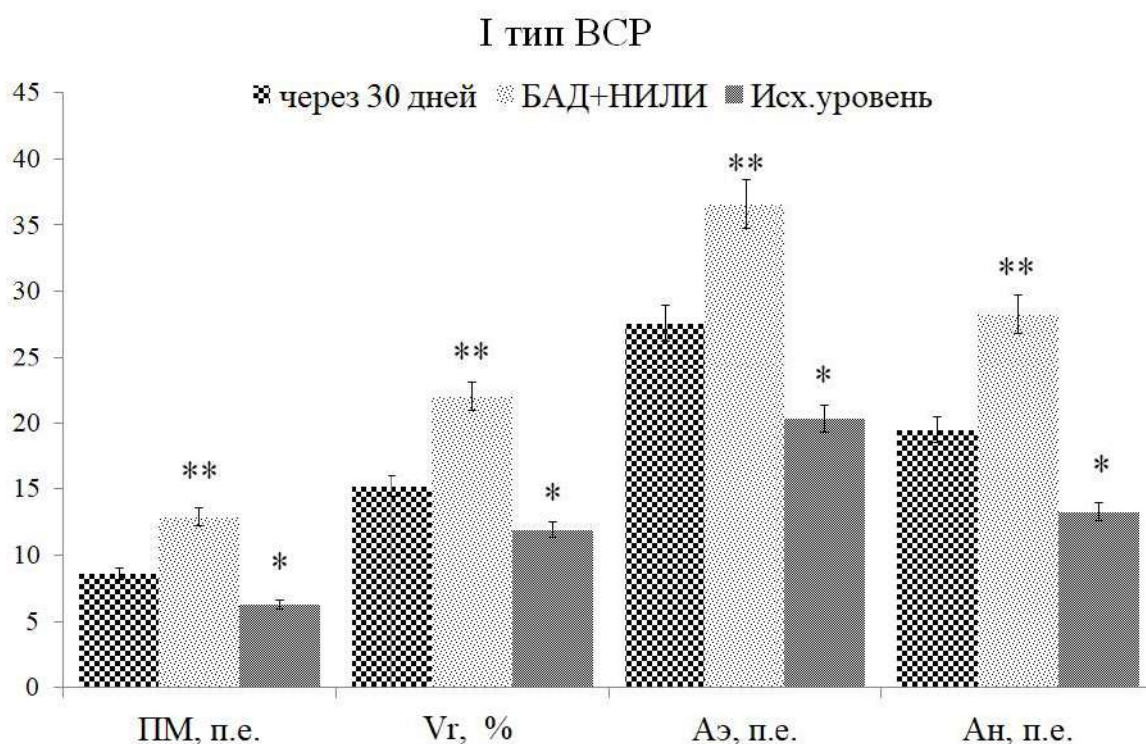


Рис. 93. Относительные изменения показателей системы микроциркуляции спринтеров ЭГ с I типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

У спринтеров с I и II типами ВСР (рис. 93-94) в силу повышенной активности симпатического звена ВНС, спустя 30 дней после завершения воздействия биодобавок и НИЛИ, по сравнению с исходным уровнем до их сочетанного применения, в I типе отмечалось статистически надежное снижение на 55,1% тонуса прекапиллярных сфинктеров, на 46,6% – артериол, на 36% – эндотелиоцитов, на 38,1% – дыхательных и на 77,2% – пульсовых колебаний, во всех случаях $p < 0,01$.

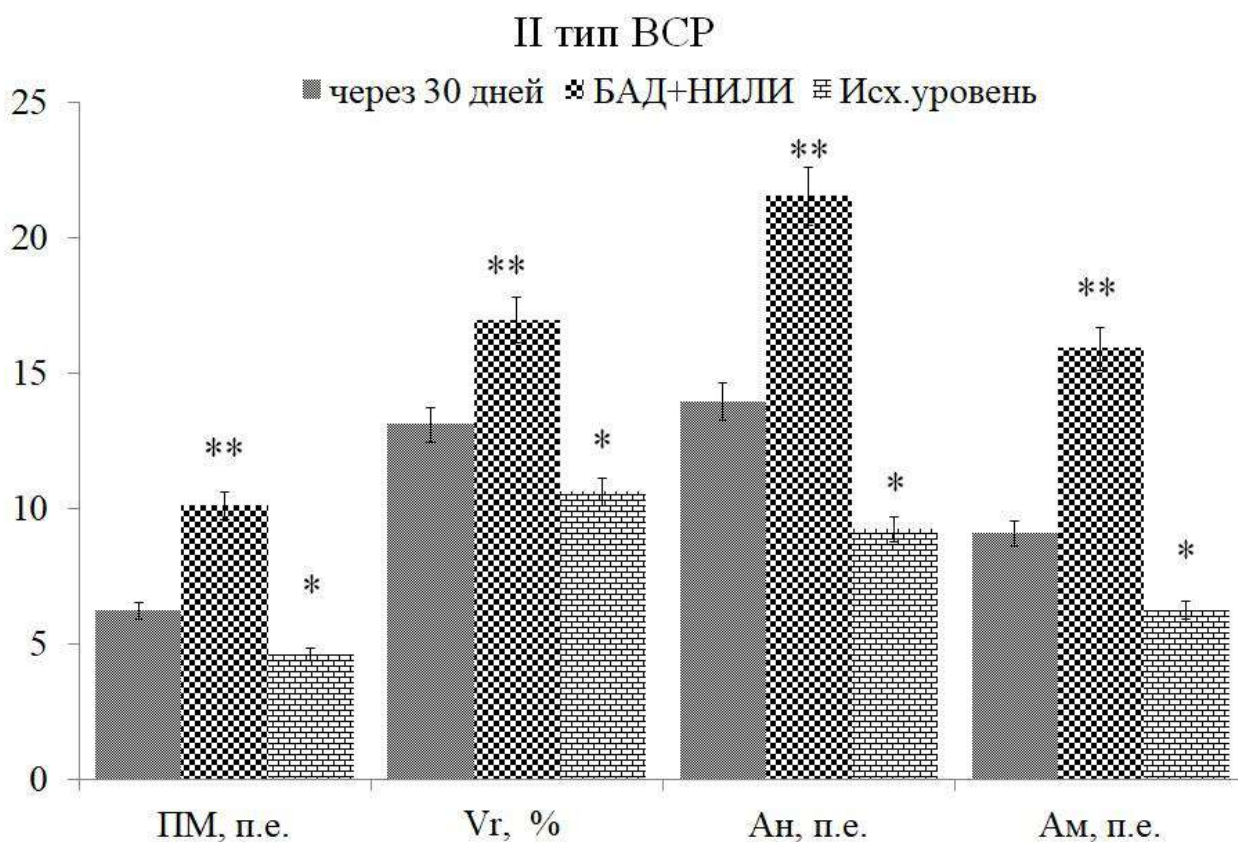


Рис. 94. Относительные изменения показателей системы микроциркуляции спринтеров ЭГ со II типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

Во II типе амплитуда A_M повысилась менее значительно, на 45,3% ($p < 0,01$), вместе с нейрогенной A_H составляющей спектра артериол – на

51,1% ($p < 0,01$) и эндотелийзависимого механизма A_3 регуляции просвета сосудов – на 26,6% ($p < 0,05$).

В то же время в I группе по сравнению с уровнем после окончания комплексного приёма эргогенных средств при ограничении притока крови в обменное звено уменьшились значения ПМ на 49,2% ($p < 0,01$), СКО – на 34,4% ($p < 0,05$) и V_r – на 44,1% ($p < 0,01$). Обнаружено также повышение тонуса прекапиллярных сфинктеров на 52,1% ($p < 0,01$). Выявлено ухудшение оттока крови по посткапиллярным венулам с достоверным снижением параметра дыхательных колебаний на 48,9% ($p < 0,01$).

Во II типе отмечалось достоверное снижение A_3 на 51,4% ($p < 0,01$), A_n – на 54,3% ($p < 0,01$), A_m – на 74,8% ($p < 0,01$), что свидетельствовало о повышении тонуса микрососудов. Выраженная вазоконстрикция ограничивала приход пульсовых колебаний в микрососудистое русло с понижением величины пульсовых колебаний на 61% ($p < 0,01$). В результате статистически надежной вазоконстрикции произошло стремительное уменьшение ПМ на 38,2% ($p < 0,05$). Ограничение перфузии повлекло за собой снижение возможностей диффузии кислорода в ткани, на что указывало достоверное снижение показателя его утилизации на 71,7% ($p < 0,01$) и значимое уменьшение маркера окислительного фосфорилирования на уровне митохондрий спортсменов с I и II типами ВСР на 33,9% ($p < 0,05$) и на 37,8% ($p < 0,05$) соответственно. Таким образом, общим для спринтеров с доминированием центрального механизма регуляции СР после завершения курсового применения эргогенных средств было стремительное повышение нейрогенного и миогенного тонусов, ограничивающих приток крови в систему микроциркуляции.

У атлетов с доминированием автономного механизма регуляции (III и IV типы, рис. 95-96) через 30 дней после завершения воздействия биодобавок и НИЛИ отмечалась лишь тенденция на усиление как нейрогенного на 13,6-

11,2% ($p>0,05$) и миогенного на 13,8-22,5% ($p>0,05$) тонусов, так и вклада дыхательных на 13,2-17,1% ($p>0,05$) и пульсовых – на 12,4-9,1% ($p>0,05$) колебаний в модуляцию микрокровотока.

Повышение напряжения со стороны активных механизмов регуляции бесспорно сказывалось на уменьшении перфузии крови, процентная разница в обоих типах в 20,9-25,3% ($p<0,05$) достигала статистически значимого уровня различий. Ограничение притока крови ухудшало диффузию кислорода в ткани U на 17,5-19,6% ($p>0,05$) и его участие в окислительно-восстановительных реакциях НАДН/ФАД на 19,4-16,3% ($p>0,05$). При этом следует отметить отсутствие статистически значимых различий по изученным маркерам.

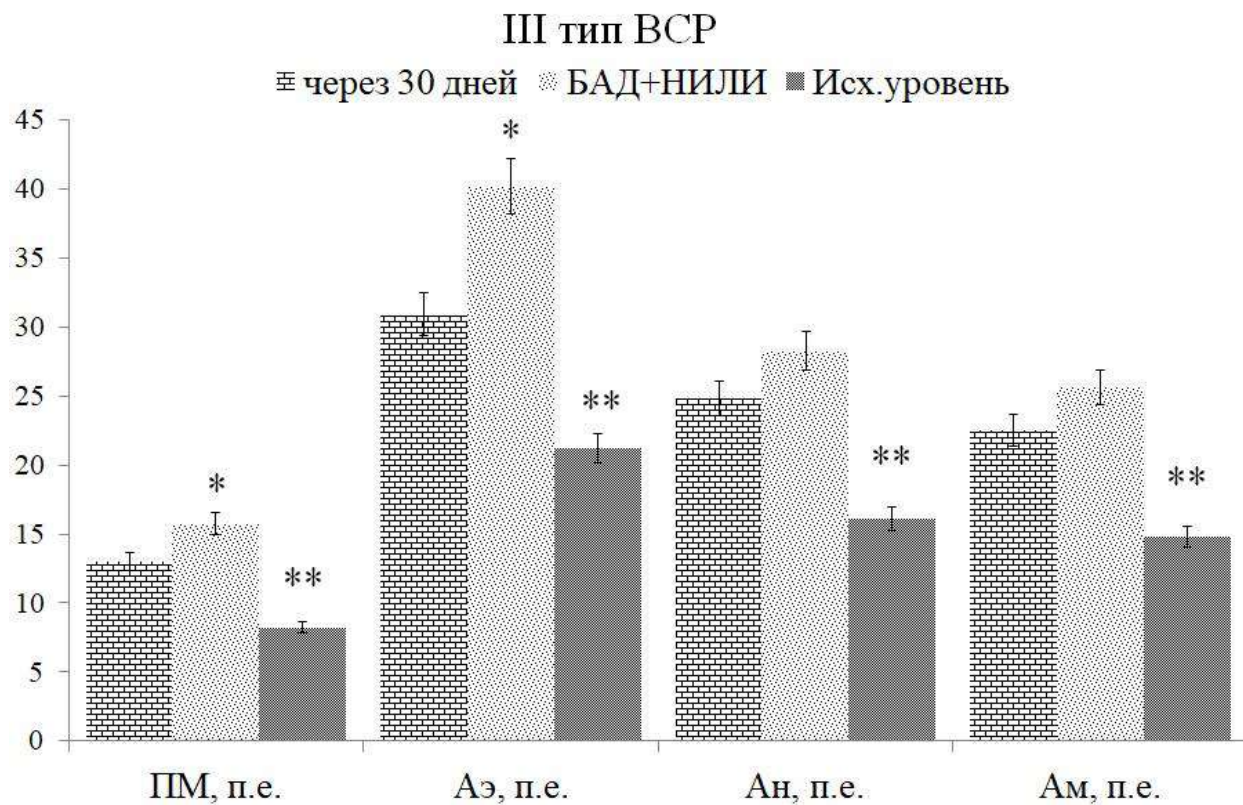


Рис. 95. Относительные изменения показателей системы микроциркуляции спринтеров ЭГ с III типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M\pm\delta$)

Следовательно, при снижении центральных влияний со стороны симпатического отдела ВНС на местном уровне в системе микроциркуляции тонические воздействия на микрососуды были менее выраженными. В данном феномене нам представляется единство функционирования периферического и центрального звеньев ССС.

Выявленные в работе различия в состоянии системы микроциркуляции через 30 дней после завершения воздействия эргогенных средств у спринтеров с разными типами ВСР сохранились и при сравнении изученных показателей с характеристиками до применения биодобавок и НИЛИ, т.е. на фоновом уровне.

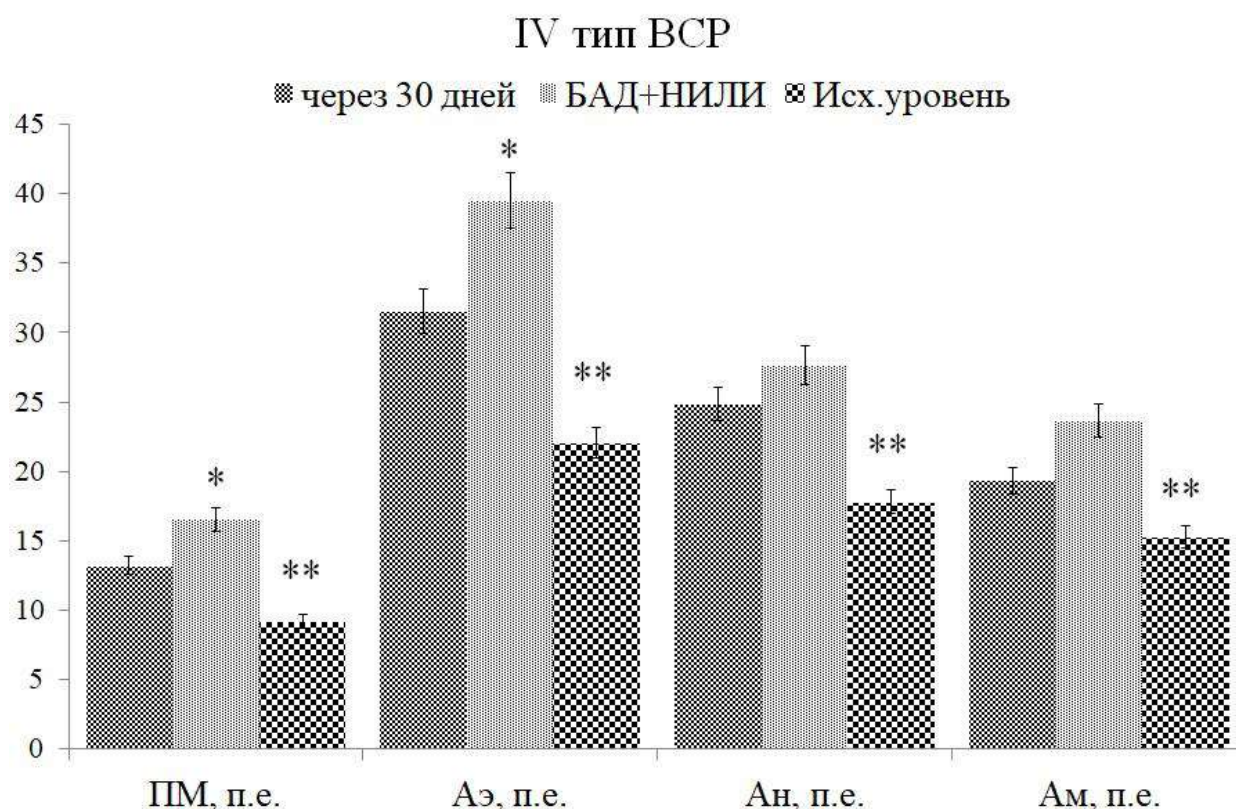


Рис. 96. Относительные изменения показателей системы микроциркуляции спринтеров ЭГ с IV типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

У спринтеров с доминированием центрального механизма регуляции (I и II типы) несмотря на наличие 30-дневного периода, прошедшего после

завершения воздействия эргогенных средств, показатель интенсивности микроциркуляции ПМ оставался статистически надежно выше исходных значений на 37,4% и 35,5%, во всех случаях $p < 0,05$.

Улучшению перфузии способствовало усиление прежде всего вазодилатации прекапиллярных сфинктеров, артериол и пульсовых колебаний на 55,1%, 46,6%, 77,2% соответственно при I типе, а также дополнительно к ним и респираторных на 56,6% влияний при II типе доминирования СР, во всех случаях $p < 0,01$.

Кроме этого у спринтеров центрального механизма регуляции отмечался достоверно высокий рост на 35,2-31,4% ($p < 0,05$) диффузии кислорода из крови в ткани и усиление на 42,6-47,3% ($p < 0,01$) реакций окислительного фосфорилирования в митохондриях клетки.

У атлетов с доминированием автономного механизма регуляции (III и IV типы) после 30-суточного отставленного воздействия эргогенных средств, интенсивность микроциркуляции оказалась на 57% ($p < 0,01$) и 43,4% ($p < 0,01$) (соответственно) выше по отношению к фоновой величине. Избыточность перфузии была связана с усилением дилататорных реакций со стороны артериол и венул.

Так, у спринтеров с III типом отмечалось существенное снижение на 54,3% ($p < 0,01$) нейрогенного и на 52% ($p < 0,01$) – миогенного тонусов, а также усиление вклада пульсовых колебаний на 35,7% ($p < 0,05$). У атлетов с IV типом регистрировалось значимое повышение на 42,8% ($p < 0,01$) A_3 , на 39,4% ($p < 0,01$) – A_H и на 34% ($p < 0,05$) – A_C . Также достоверно высокими продолжали оставаться маркеры утилизации кислорода в ткани – на 37,2% ($p < 0,05$), на 27,6% ($p < 0,05$) было выше содержание эритроцитов в зондируемом объеме крови и на 43,9% ($p < 0,01$) – реакции окислительного фосфорилирования. Таким образом, у спринтеров через 30 суток после завершения применения эргогенных средств показатели интенсивности

микроциркуляции при всех типах вегетативной регуляции СР оставались достоверно повышенными по отношению к фоновым показателям, что связано с уменьшением тонуса артериол и прекапиллярных сфинктеров. Участие кислорода в энергообеспечении оказалось более выраженным у спортсменов с доминированием автономного контура управления (III и IV типы).

Анализ метаболической активности изученных корковых центров через 30 суток после завершения курсового применения эргогенных средств свидетельствовал о сохраняющемся снижении энергозатрат с разной степенью выраженности. У спринтеров с I типом ВСР (рис. 97) по отношению к фоновым значениям (в % к исх.) уровень постоянного потенциала наиболее значительно уменьшился в затылочной – на 41,1% ($p < 0,05$) – и центральной – на 26,7% ($p < 0,05$) – областях. В лобной и левой височной зонах УПП снизился на 23,2-22,2% соответственно, ($p < 0,05$).

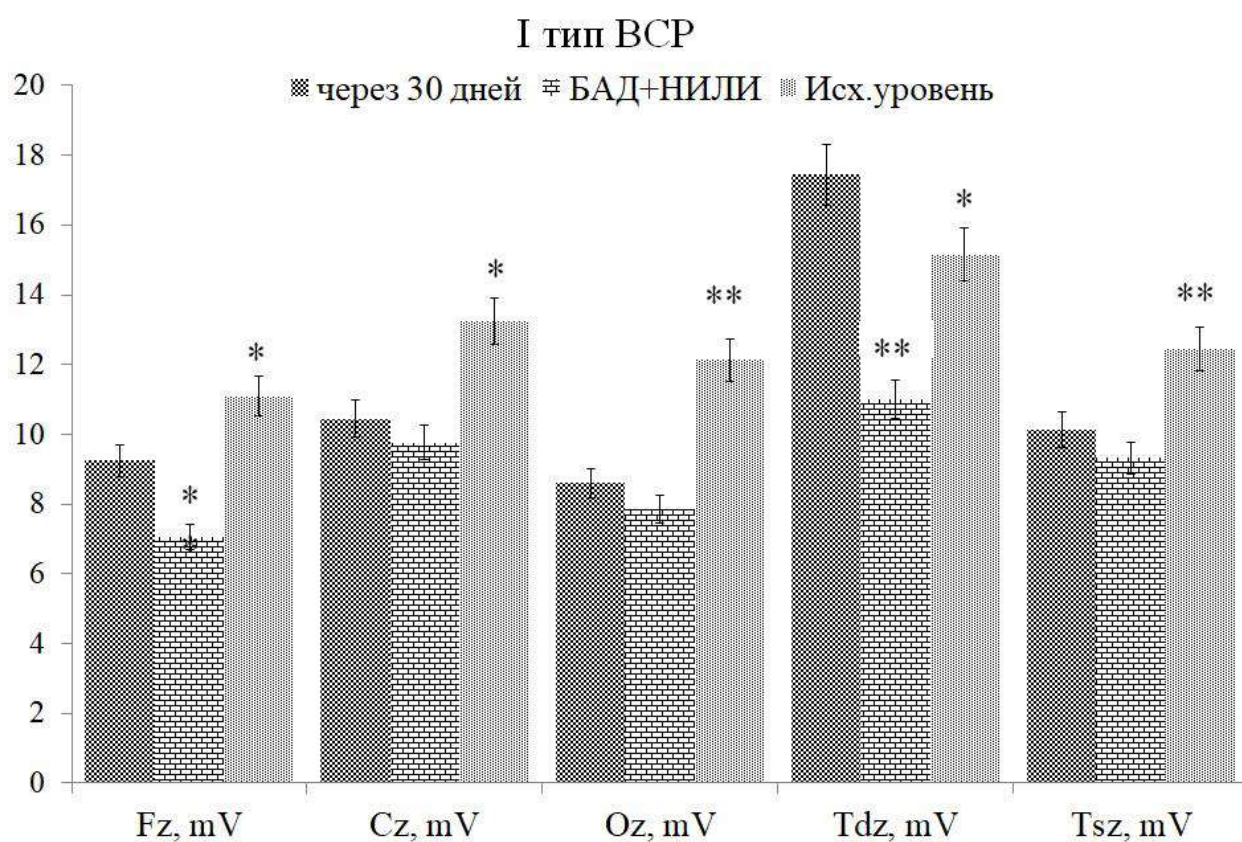


Рис. 97. Относительные изменения уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ с I типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

В правом височном отведении, напротив, регистрировалось усиление УПП на 15,1% ($p < 0,05$). По всей видимости, это было связано с активацией правого полушария. Как отмечает В.Е. Севостьянова (2010), правое полушарие имеет морфофункциональную связь с симпатическим отделом ВНС, оказывая свое влияние на вегетативные функции с помощью гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы.

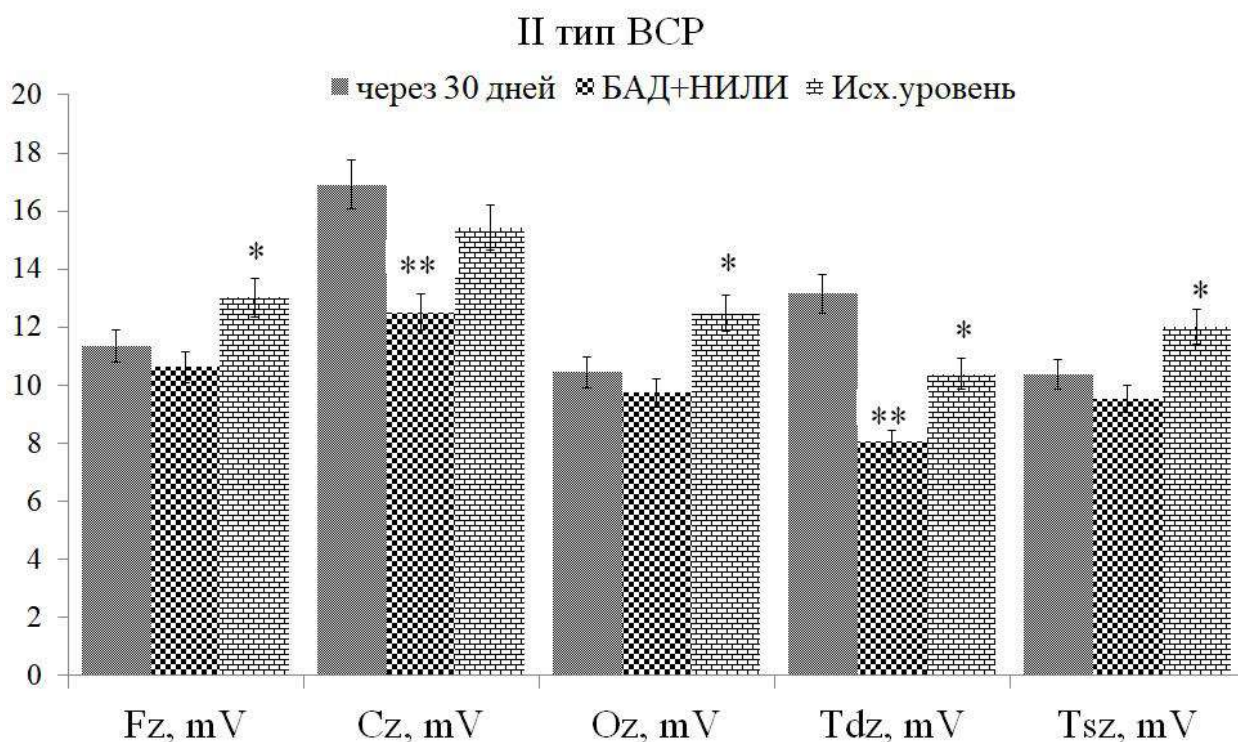


Рис. 98. Относительные изменения уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ со II типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

Более того, у спринтеров с выраженным доминированием центрального контура (II тип, рис. 98) повышение средней величины УПП по отношению к фоновому уровню в правой височной области достигло 26,5% ($p < 0,05$).

Недостовверное увеличение на 9,4% ($p>0,05$) отмечалось и в центральной зоне. По остальным отведениям параметры УПП уменьшились на 14,7% в лобной, на 19,3% – в затылочной и на 16% – в левой височной областях, во всех случаях $p<0,05$.

К особенностям энергетического метаболизма у спринтеров с доминированием центрального механизма вегетативной регуляции СР следует отнести межполушарную разность в височных областях с повышением энергетической активности правого отдела. По данным ряда авторов (В.Е. Севастьянова, 2010; С.Г. Кривошеков, 2012), кора правого полушария ГМ обеспечивает бессознательные адаптационные реакции.

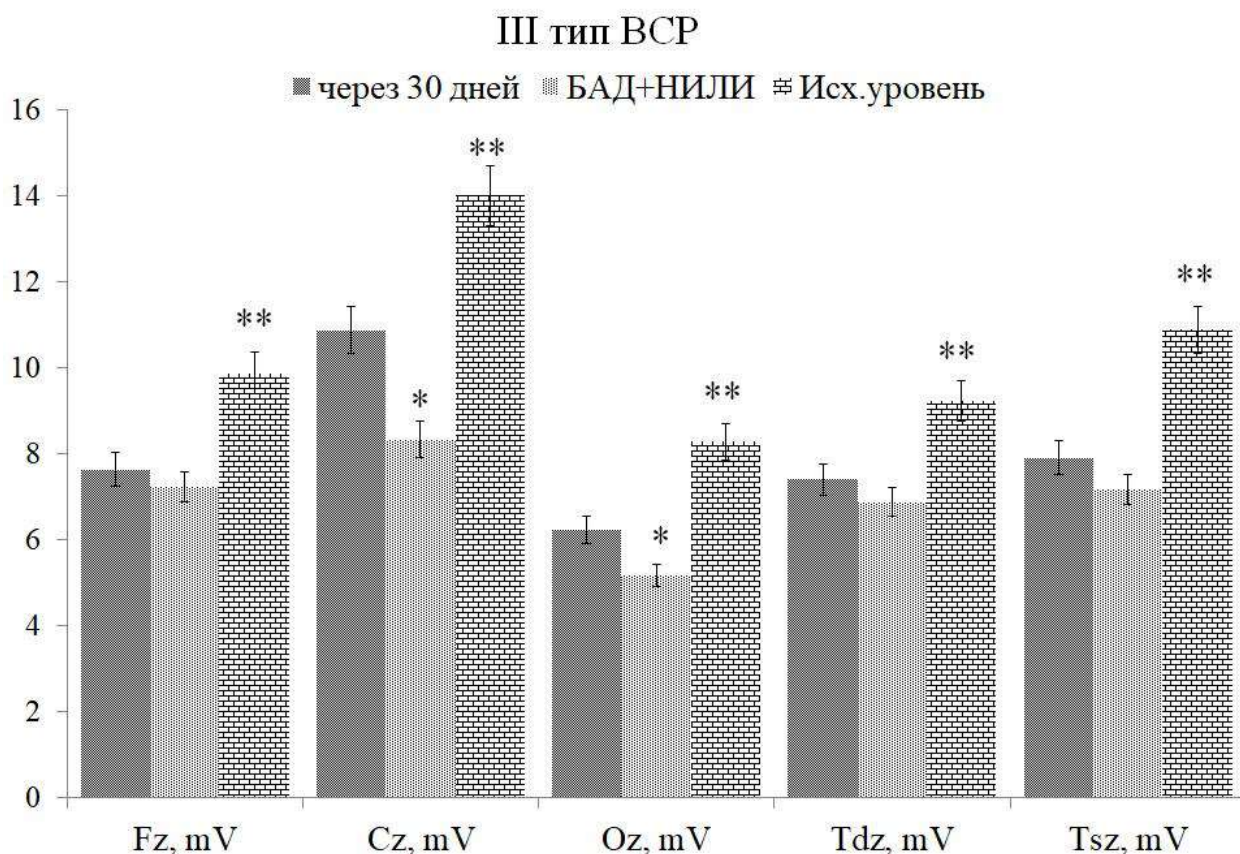


Рис. 99. Относительные изменения уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ с III типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности по отношению после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M\pm\delta$)

У спринтеров с доминированием автономного контура управления СР (III и IV типы, рис. 99-100) после применения биодобавок и НИЛИ сохранялось их отставленное влияние на функциональную активность головного мозга, вызывая снижение показателя УПП по всем изученным областям.

При этом наибольший сдвиг метаболизма в сторону аэробного энергообеспечения у спринтеров с III типом отмечался в затылочной и левой височной областях на 32,8% и 37,8% соответственно, с IV типом – в центральной и правой височных зонах на 38,9% и 37,5% соответственно, во всех случаях $p < 0,01$. Близкие по степени снижения УПП результаты регистрировались в лобной области, на 29,2% ($p < 0,01$) и 31,5% ($p < 0,01$) в III и IV группах атлетов соответственно.

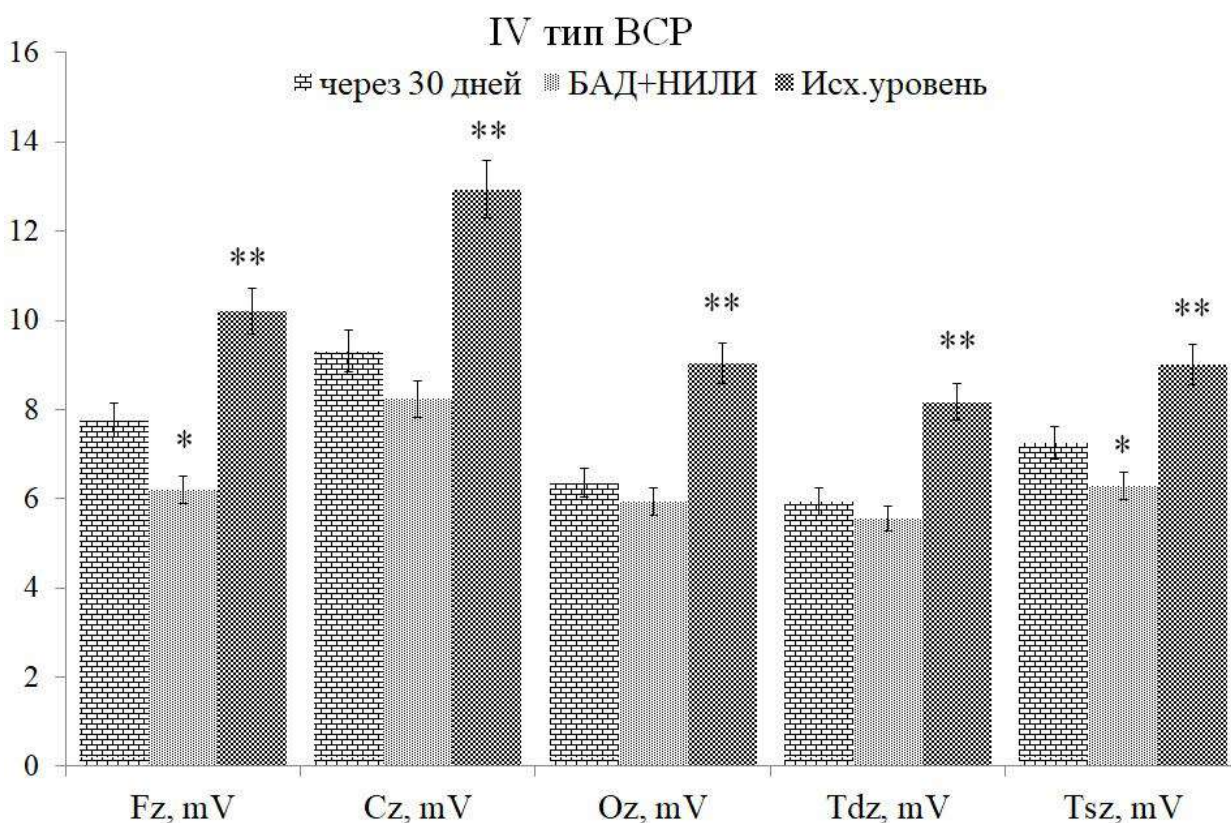


Рис. 100. Относительные изменения уровня постоянных потенциалов (УПП, mV) в различных областях коры головного мозга спринтеров ЭГ с IV типом ВСР через 30 дней после комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности после 28-дневного курса БАД+НИЛИ и исходным данным ($M \pm \delta$)

Таким образом, по отношению к исходному уровню, через 30 суток после применения эргогенных средств потенцирования сохранилось уменьшение напряженности компенсаторно-приспособительных механизмов. В основе установленной закономерности было снижение анаэробных энергетических затрат и усиление аэробных энергообменных процессов в коре головного мозга. При этом уменьшился ацидоз церебральной жидкости, и нормализовалось кислотно-щелочное равновесие.

Сравнительный анализ распределения УПП через 30 суток в процентном отношении к уровню после приёма биодобавок и НИЛИ у спринтеров с доминированием как центрального, так и автономного механизмов регуляции СР, выявил положительный эффект эргогенных средств, который проявлялся в достоверном повышении энергетического метаболизма только в отдельных областях коры больших полушарий ГМ. У спринтеров с доминированием центрального механизма при I типе величина омега-потенциала существенно увеличилась лишь в лобной, на 31,2% ($p < 0,01$), и правой височной областях – на 58,4% ($p < 0,01$). Во II типе достоверное повышение УПП отмечалось в Cz на 35% ($p < 0,01$) и в Tdz на 63,3% ($p < 0,01$). В III типе уровень постоянного потенциала вырос в Cz на 30,5% ($p < 0,01$), Oz – на 20,6% ($p < 0,01$); в IV типе – Fz на 24,9% ($p < 0,01$), Tsz – на 15,2% ($p < 0,05$).

Таким образом, выявленная у спринтеров с разными типами ВСР адаптация метаболических структур коры больших полушарий после применения эргогенных средств сохранилась спустя 30 суток после воздействия и отразилась переходом на аэробное обеспечение энергетического метаболизма головного мозга.

Заключение. Изучение отставленного эффекта после применения внутренировочных средств потенцирования показало, что биодобавки и НИЛИ способствовали расширению нормы реакции на физическую нагрузку,

как одной из форм приспособительного ответа. Однако, как показали исследования, во временном интервале эффективность использования биодобавок и НИЛИ уменьшалась, и это снижение свидетельствовало о том, что системы управления сердечным ритмом «возвращались» к своему исходному генетически запрограммированному типу управления функциями организма. По нашим данным, у спринтеров через 30 суток после завершения приема биодобавок и НИЛИ в разной степени, в зависимости от типа вегетативной регуляции СР, усиливалась активность симпатического отдела ВНС при снижении влияния парасимпатического звена на сердечную деятельность.

С позиций саморегуляции организма функциональными ответами на воздействие внешних факторов становятся объяснимы и изменения, происходившие в системе микроциркуляции. Через 30 суток после завершения приема биодобавок и НИЛИ положительный эффект постепенно снижался, в разной степени затрагивая отдельные показатели. На момент изучения отставленного эффекта средние величины по одним маркерам возвращались к исходному уровню, тогда как по другим сохранились статистически надежные различия. Однако их тренд у спринтеров с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма свидетельствовал о временном расширении адаптивных возможностей организма. Учитывая широко представленное в литературе утверждение, что изменения в системе микроциркуляции носят системный характер независимо от топографического места изучения, снижение уровня её обменных процессов затрагивал и метаболизм в нейронах коры больших полушарий. По нашим данным, величина УПП принимала тенденцию роста с разной интенсивностью в изученных областях. Следовательно, снижение перфузии на уровне нейронов в изученных зонах коры больших полушарий «принуждало» последние переходить на путь гликолитического

энергообеспечения. Полученные результаты нацеливают на дальнейшее изучение влияния внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности, установления времени эффективного их действия и определения временных интервалов повторного применения.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Повышение рабочего потенциала спортсмена путем увеличения объема и интенсивности тренировочных нагрузок практически исчерпано (N. Cardoos, 2015; D.C. Nieman, 2018; М.А. Беляева, 2019; В. Курашвили, 2020). Регулярные максимальные, а в спорте высших достижений нередко и запредельные, физические нагрузки одновременно активируют процессы дезадаптации (R. Meeusen, 2013; A. Aubry, 2015; M. Schwellnus, 2016; Н.А. Агаджанян, 2017; А.С. Солодков, 2017; И.А. Пономарева, 2019; Е.М. Бердичевская, 2020; О.Н. Малах, 2021).

Данное явление рассматривается как перетренированность, спортивная болезнь, связанная с разбалансировкой возбуждения и торможения в нейронах коры больших полушарий, срывом оптимального взаимодействия между центральным и периферическим отделами нервной системы, двигательным анализатором и висцеральными функциями (В.Ф. Фокин, 2003; Н.И. Шлык, 2009; Л.А. Лиходеева, 2011; S. Racinais, 2015; R. Malhotra, 2017; S. Kölling, 2019; W. Cheng, 2020; D. Janse van Rensburg, 2020; Г.М. Загородный, 2021; Z. Vesic, 2021).

Одним из выходов в сложившейся ситуации является активизация физиологических механизмов повышения физической работоспособности. Исходя из этого, с целью её потенцирования и уменьшения отрицательного воздействия на организм тренировочных нагрузок в работе были использованы биологически активные вещества животного происхождения в комплексе с НИЛИ, которые стимулируют обменные процессы, ускоряют восстановление организма и корректируют его функциональные возможности.

В спорте высших достижений большое значение уделяется индивидуальной подготовке с учётом генетических, анатомо-морфологических и биохимических характеристик организма. В последнее время персонифицированный подход успешно применяется при изучении индивидуальных особенностей вегетативной регуляции функций с применением амплитудно-частотного и спектрального анализов ВСР. По мнению Н.И. Шлык (2019), выделение типов регуляции на основе доминирования автономного или центрального контуров её управления позволяет избежать ошибок при трактовке полученных данных и получить объективную картину о работоспособности сердечной мышцы и в целом о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы.

Учение об индивидуальных особенностях вегетативной регуляции СР развивается и совершенствуется. В последних работах в линейку индикаторов оценки вегетативного статуса, наряду с параметрами TP, SI, VLF, включен показатель MxDMn, обладающий высокой чувствительностью к функциональным пробам и крайне важный при оценке текущего состояния спортсменов (Н.И. Шлык, 2019, 2020). Результаты исследований, в которых нашли отражение особенности вариабельности ритма сердца на основе преобладающего механизма регуляции (Н.И. Шлык, 2009-2020; Т.М. Брук, 2017-2020; Н.П. Мишин, 2018; И.И. Шумихина, 2021; Т.В. Красноперова, 2021), показали, что атлеты высокой квалификации, чей тренировочный процесс имеет различную направленность, отличались уровнем функционального состояния жизненно важных систем. Это вполне закономерно с позиции достижения полезного приспособительного результата и сохранения гомеостаза. Исследования показали, что среди легкоатлетов-спринтеров чаще других встречаются спортсмены с I и III, реже – со II и IV типами регуляции.

Полученные нами данные по частоте их встречаемости отслеживаются и в других видах спорта, что в значительной степени подтверждает генетическую предрасположенность типологизации (Е.А. Гаврилова, 2015; О.В. Калабин, 2018; Н.И. Шлык, 2020; Н.Н. Сентябрьев, 2020; Т.М. Брук, 2021; Ф.Б. Литвин, 2021). Организмом наследуются определенные задатки по механизмам регуляции, однако для их полной реализации необходима тренировка (D.J. Plews, 2013; L. Schmitt, J. Regnard, 2018; L. Schmitt, S.J. Willis, 2018; G. Rave, 2018; L.A. Deus, 2019).

Вначале были определены основные маркеры важнейших систем организма, обеспечивающих двигательную активность в зависимости от типов ВСР. Так, с позиций целостности и соподчиненности нижележащих отделов центральной нервной системы в коре больших полушарий, теоретический и практический интерес представлял в изучении функциональных возможностей отдельных её областей у легкоатлетов-спринтеров на основе дифференцированного подхода. По данным ряда исследователей (В.Ф. Фокин и Н.В. Пономарева, 2003), процессы энергетического обеспечения в головном мозге отражают значения уровня постоянного потенциала, который применяется в спортивной практике как для оценки физиологических резервов организма атлета, так и с целью прогнозирования его достижений в тренировочном процессе.

Однако исследования в этой области крайне редкие, если не единичные (В.Ф. Фокин, 2014; Т.А. Муллер, 2017; А.В. Грибанов, 2019; И.Л. Фатеева, 2019; Э.Р. Румянцева 2020). Как и предполагалось, величина УПП была максимально высокой у спринтеров с доминированием центрального механизма регуляции СР. Истоки данного феномена следует искать в ограничительном влиянии симпатического звена ВНС на кровеносные сосуды, вазоконстрикция которых распространяется и на церебральные сосуды мозга. Нейроны вынужденно переходят на анаэробный гликолиз,

продукт которого, молочная кислота, смещает кислотно-щелочное равновесие в сторону ацидоза. В итоге величина УПП повышается до максимальных значений. В ходе изучения энергетических особенностей нейронов головного мозга в состоянии покоя были выявлены максимально высокие значения уровня постоянного потенциала в I и II типах регуляции СР в правом височном, центральном и лобном отведениях, ответственных за получение информации от проприорецепторов с последующим формированием ответной двигательной реакции. В ситуации преобладания автономного механизма регулирования величина УПП тотально снижалась по всем областям в разной степени, тем самым свидетельствуя об улучшении кислородного обеспечения и переходе с анаэробного гликолиза на аэробное фосфорилирование. Вместе с тем, в III и IV типах ВСР отмечался максимально высокий уровень закисления в центральной и отчасти левой височной областях, что было связано с особенностями тренировочной и соревновательной деятельности спринтеров. Отметим, что повышение энергетического потенциала мозга на физическую нагрузку наблюдали в группе высококвалифицированных велосипедистов (К.Ю. Косорыгина, 2015), шорт-трековиков (К.А. Стрелычева, 2019) и фехтовальщиков (Э.Р. Румянцева, 2020). Таким образом, между типологическими особенностями вегетативной регуляции и уровнем энергетического обмена, по данным НЭК, просматривалась определенная функциональная зависимость, согласно которой закисление церебральной жидкости повышалось при доминировании симпатического отдела ВНС, и совершенно иначе усиливалось аэробное окисление глюкозы при преобладании активности парасимпатического его звена.

С позиции же изучения функционального состояния КРС ценные данные были получены у спринтеров в тесте до отказа от работы. Причем результаты, отражающие уровень их аэробных возможностей, существенным

образом отличались с учётом типа variability CP. Для атлетов с доминированием автономного механизма были характерны достоверно высокие показатели кардиореспираторной системы. Среди них: максимальные величины коэффициента использования кислорода, абсолютного и относительного МПК и минимальные значения вентиляционного эквивалента и легочной вентиляции. На высокую эффективность функционирования системы указывали и наименьшие в ответ на аэробную нагрузку параметры частоты сердечных сокращений, и наивысшие характеристики минутного объема кровотока, кислородного пульса, анаэробного порога от уровня МПК и ЧСС.

В ситуации преобладания центрального контура вегетативного управления CP регистрировалась минимальная величина КИО₂, O₂-пульса, МПК, МПК_{отн.}, которые компенсировались ростом до предельных значений ЧСС, ЛВ, ВЭК. До наименьших параметров снижались соотношения АП, %МПК и АП, %ЧСС. Следовательно, доминирование автономного механизма управления над регулированием CP обеспечивало более высокие аэробные возможности организма спортсменов при физических нагрузках.

Если тестирование до уровня МПК не является специфическим для легкоатлетов-спринтеров, то специальная работоспособность составляет обязательный компонент как тренировочной, так и соревновательной деятельности. С этой целью спортсмены выполняли кратковременную, промежуточную и продолжительную анаэробную работу на велоэргометре. Показано, что в ответ на 6-секундный тест у атлетов с доминированием центрального механизма регуляции CP регистрировались максимально высокие показатели скоростных способностей: частоты движений, абсолютной и относительной мощностей выполненной работы при наименьшем времени достижения этих параметров.

В 15-секундном тесте в более выгодном положении оказались спринтеры с доминированием автономного звена управления. В частности, у них статистически надежно выше оказались параметры A_3 , N_{max3} и $Not3$, что достигалось за счет большего количества оборотов при вращении педалей велоэргометра. О нарастании емкости фосфагенной энергетической системы свидетельствовало и повышение среднего значения КВ. В 45-секундном тесте достоверный рост анаэробных возможностей регистрировался также у спринтеров III и IV типов ВСП. В пользу данного факта свидетельствовали максимальные их значения в абсолютной и относительной мощностях, частоте движений и коэффициенте выносливости.

Тем самым спортсмены I и II типов ВСП уступали своим партнерам по уровню развития МАМ и гликолитической выносливости. Ранее нами было обнаружено, что аналогичная закономерность проявилась также у легкоатлетов-многоборцев разного уровня мастерства (П.А. Терехов, 2017), квалифицированных футболистов (П.А. Терехов, 2018) и биатлонистов (П.А. Терехов, 2020).

Организм представляет собой полифункциональную систему, конечной целью которой является успешная адаптация к меняющимся факторам внешней среды. При этом каждый из её компонентов отличается особенностями реагирования. К важнейшим из них относится система микрогемодиализации, обеспечивающая обмен веществ и энергии. О высокой актуальности её изучения свидетельствуют многочисленные исследования у здоровых людей (J.M. Johnson, 2010; M.H. Laughlin, 2012; D. Hu, 2012; A.R. Pries, 2015; Т.И. Станишевская, 2015; И.А. Тихомирова, 2018; О.А. Гурова, 2019; Ф.Б. Литвин, 2021; В.И. Козлов, 2021), в клинике (А.И. Крупаткин, 2019; А.А. Федорович, 2018; Т.Д. Власов, 2020; Н.Н. Петрищев, 2020; В.В. Сидоров, 2018; А.В. Харин, 2018), у спортсменов (H. Lenasi, 2010; G.H. Simmons, 2011; J.F. Brun, 2013; С.А. Борисевич, 2015; R. Lepers, 2016;

В.А. Оборин, 2017; Л.А. Гребенюк, 2018; Ф.А. Мавлиев, 2019; Т.М. Брук, 2021; Ф.Б. Литвин, 2021 А.В. Муравьев, 2021, П.В. Михайлов, 2021).

Однако лишь в единичных работах (Ф.Б. Литвин, 2021; Т.М. Брук, 2021) в отдельных видах спорта изучены особенности микроциркуляции крови с учётом типа вегетативного регулирования СР. Следует отметить, что пульсовые волны, задаваемые ритмическими сокращениями сердечной мышцы, участвуют в регуляции кровотока на уровне системы обменных сосудов. Безусловно, что уровень кожной перфузии зависит от колебательных процессов различной природы с участием активных и пассивных флуктуаций, которые косвенно свидетельствуют о текущем функциональном состоянии регуляторных систем организма (А.А. Федорович, 2018; А.В. Танканаг, 2020). Осцилляции микроциркуляторного кровотока со специфическими частотами для каждого диапазона обусловлены воздействием соответствующих функциональных процессов, в частности, механической работой сердечной мышцы, активностью системы внешнего дыхания, нейрогенным влиянием, мобилизацией гладкомышечных клеток стенок сосудов, процессами метаболизма, а именно эндотелийзависимых колебаний (А. Stefanovska 2007; А.А. Федорович, 2018; А.И. Крупаткин, 2018; А.В. Танканаг, 2020). Разные интервалы спектра определяют специфику формирования механизмов регуляции (D. Montero, 2015; F. Wardenaar, 2017; А.И. Крупаткин, 2019).

У спринтеров с выраженным доминированием центрального контура управления СР обнаружены минимальные значения показателя перфузии при наименьшей величине флакса. Ограничение притока крови было связано с повышенной активностью симпатического звена ВНС, нервные окончания которого заканчиваются на мелких артериолах. В результате вазоконстрикции снижается микрокровоток, развивается гипоксия. Для устранения метаболических нарушений усиливаются флаксмоции (А.И. Рыжков, 2020;

А.С. Бабкина, 2020). Есть данные, что активация вазомоций и флаксмоций приводит к улучшению перфузии в условиях гипоксии (P. Addison, 2005; S.K. Hamlin, 2014; D.J. Green, 2017; H.N. Zhang, 2017; П.В. Михайлов, 2019).

Единичные работы отражают стимулирующее действие гипоксии на вазомоции/флаксмоции (M. Intaglietta, 2002; N.R. Villela, 2008). Определенную синхронизацию между уровнем их соотношений и импульсной активностью симпатических нервов, иннервирующих артериолы, обнаружил А.И. Рыжков (2020). Компенсаторно активация вазомоций ведет к уменьшению сопротивления сосудов, увеличивается их пропускная способность (R. Szyguła, 2008; V. Rajan, 2009; M.H. Laughlin, 2012; J.H. Mitchell, 2013). Однако в доступной литературе мы не нашли работ, посвященных изучению сравнительных аспектов взаимосвязи различных типов ВСР с амплитудно-частотными характеристиками флаксмоций.

В условиях ограниченного притока крови для адекватного кровоснабжения рабочих органов в системе микроциркуляции разворачиваются компенсаторные механизмы. Одним из таких следует рассматривать повышение утилизации кислорода в ткани (В.В. Баранов, 2013; Г.Н. Грец, 2016; Т.М. Брук, 2021; Ф.Б. Литвин, 2021). В наших исследованиях, по данным тканевой оксиметрии, у спринтеров с центральным механизмом регуляции СР до минимальных значений уменьшился показатель сатурации кислорода гемоглобином смешанной крови, а в митохондриях активизировалась работа коферментов. В частности, снизилось содержание восстановленного НАДН и повысилась концентрация окисленного ФАД, что, согласно утверждению В.Н. Карнаухова (2002), свидетельствовало об интенсификации окислительно-восстановительных реакций (ОВР) с кислородным участием.

Переход к спринтерам с доминированием автономного механизма регуляции и угнетением активации симпатического звена ВНС усиливал

вазодилатацию артериол и венул. Уровень перфузии достоверно повысился практически в 2 раза, продолжился рост колеблемости эритроцитов. В условиях достаточного кровотока клетки рабочих органов в необходимом объеме получают кислород, восстанавливая в нужном количестве резервы аденозинтрифосфорной кислоты. Поскольку АТФ не запасается, полное ее восстановление уменьшает потребление кислорода тканями. В митохондриях снижалось окислительное фосфорилирование, а в смешанной крови микроциркуляторного русла повысился показатель сатурации кислорода гемоглобином. В завершение следует отметить, что смена центрального контура вегетативного управления СР к автономному его механизму сопровождалась ослаблением эргогенных и усилением трофотропных процессов.

Важным было также проведение педагогического тестирования атлетов. Анализ полученных результатов выявил преимущества в специальной физической подготовленности у спринтеров с преобладанием центрального механизма вегетативного регулирования СР. В частности, у них статистически выше оказался показатель взрывной способности нервно-мышечного аппарата, а также время полета, высота подъема и минимальное время нахождения на опоре. В результате у спринтеров I и II типов значения относительной мощности были достоверно больше по сравнению с атлетами с III и IV типами регуляции СР.

Достижение высоких спортивных результатов зависит не только от грамотно построенного учебно-тренировочного процесса, но и от четко разработанной программы использования медико-биологических средств, направленных на повышение работоспособности, полного и ускоренного течения восстановительного периода, а, при необходимости, и своевременного проведения лечебно-профилактических мероприятий в зависимости от этапа подготовки. К вышеперечисленным направлениям

восстановления и потенцирования ФР спортсменов, кроме фармакологических препаратов, относятся: рациональное питание, витаминизация, применение диетических добавок и продуктов повышенной биологической ценности (С.Н. Португалов, 2013; В.Ф. Новиков, 2013; Т.Ф. Абрамова, 2016; В.Н. Каркищенко, 2017; Д.Б. Никитюк, 2020). В обширной научной литературе по спортивному питанию последних лет представлено достаточно работ по общим вопросам организации нутриентной поддержки атлетов (В.Ф. Новиков, 2013; А.В. Дмитриев, 2018; R.J. Maughan, 2018; Л.М. Гунина, 2019). Специализированное питание решает две важнейшие проблемы: восстановление затраченной энергии и синтез расходуемого пластического материала. Одним из направлений развития спортивной нутрициологии является поиск новых средств, участвующих в производстве затребованных объемов энергии, которая позволяет повысить работоспособность и выносливость атлета. Известно, что при истощении мобилизационного углеводного и жирового пула в энергопродукцию включаются аминокислоты мышечных белков. Для предотвращения их распада необходимо включение в рацион питания спортсменов аминокислот в нескольких вариантах, а именно, либо в форме синтетических фармпрепаратов, либо в виде добавок, получаемых из природных продуктов.

В последнее время используются новые виды пищевых веществ, полученных из молочной сыворотки. Среди них «Мультикомплекс MDX» и «Билар». По аминокислотному наполнению «Мультикомплекс MDX» максимально приближен к эталонному белку ФАО/ВОЗ. Без сомнения, находящиеся в сыворотке белка аминокислоты в наибольшей степени идентичны аминокислотному содержанию мышечной ткани организма человека, а по количеству незаменимых компонент, в том числе с разветвленной цепью валина, лейцина и изолейцина (BCAA), превышают все остальные белки растительного и животного происхождения (С.Н.

Португалов, 2013; В.Н. Каркищенко, 2017; Р.Д. Сейфулла, 2018; О.С. Кулиненков, 2020). Практически полный набор аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, деценовых кислот, ферментов, половых гормонов, витаминов и минеральных веществ также содержит биодобавка «Билар», полученная из трутневых личинок медоносной пчелы (Л.Т. Ахметова, 2015; Л.А. Бурмистрова, 2018; И.А. Прохода, 2020).

Таким образом, наличие в «Мультикомплексе MDX» и «Биларе» фактически полного спектра незаменимых, условно незаменимых и заменимых аминокислот создает возможности по участию пищевого продукта в энергетическом и пластическом обменах, поддержании иммунитета, повышении физической работоспособности и специальной подготовленности атлетов.

В работе изучено влияние применяемых как отдельно, так и в комплексе физико-терапевтических и эргогенных средств на организм спортсменов с учётом типологических особенностей ВСР. Это обусловлено тем, что в течение продолжительного периода (начиная с 1997 года) учёными ФГБОУ ВО «СГУС», ФГБОУ ВО «СГМУ» Минздрава России изучалось воздействие физико-терапевтических средств, а именно низкоинтенсивного лазерного излучения на функциональное состояние, уровень физической работоспособности, мобилизацию физиологических резервов, а также хода процессов восстановления. На основании многочисленных исследований, проводимых, в том числе по заказу Минспорта РФ, ФМБА России, разработан алгоритм воздействия НИЛИ, апробированы различные дозы, способы, продолжительность, кратность его применения по использованию во многих видах спорта, включая уровень высших достижений. Более того, выявлен отставленный эффект НИЛИ, изучены механизмы влияния на отдельные функциональные системы (Т.В. Богослова, 2004; Н.В. Осипова, 2008; М.В. Лифке, 2009; З.Н. Прокопюк, 2010; А.А. Волкова, 2011; П.А.

Терехов, 2012; В.А. Титов, 2012; К.Ю. Косорыгина, 2015; К.А. Стрелычева, 2019).

Однако на настоящий момент имеются лишь отдельные работы, отражающие воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения на основе персонализированного подхода вегетативной регуляции СР, что обосновывает актуальность наших проведенных исследований в этом новом научно-практическом направлении. Показано, что по каждому из типов ВСР происходило изменение с разной степенью выраженности средних значений изученных характеристик.

Так, у спринтеров с доминированием центрального механизма регуляции СР воздействие НИЛИ снижало напряженность регуляторных процессов. Своеобразное «выравнивание» происходило в результате снижения активности симпатического отдела и усиления вклада парасимпатического его звена. Показатели мобилизации корково-гуморальных центров чаще всего статистически надежно повышались, отражая рост адаптивных возможностей атлетов. В результате напряженность регуляторных механизмов достоверно снижалась, что наиболее заметно проявилось при сочетанном применении биодобавок и низкоинтенсивного лазерного излучения. Следует отметить, что по данным Т.В. Богословой (2004), непродолжительное воздействие НИЛИ повышает активность вагусных воздействий на ритм сердца. Снижение стрессовой нагрузки на организм, вызванной усилением активности симпатического отдела ВНС у спортсменов после НИЛИ, отмечали Н.В. Осипова (2016), С.Е. Павлов (2017), П.А. Терехов (2018), К.А. Стрелычева (2018) и др. В частности, после курсового лазерного воздействия К.А. Стрелычева (2019) у шорт-трековиков отмечала повышение концентрации β -эндорфина в системе крови. В целом, мобилизация эндогенной опиоидной системы (ЭОС) активизировала механизмы мышечного сокращения спортсменов. На основе полученных

данных вполне обосновано заключение о том, что комплексное применение эргогенных средств у спринтеров с доминированием центрального механизма регуляции СР на уровне статической надежности снимало напряженность, расширяло функциональные возможности и повышало адаптационный потенциал их организма.

У атлетов с преобладанием автономного контура его управления после приёма биодобавок и НИЛИ сохранялась направленность на усиление активности парасимпатического отдела на фоне подавления симпатического влияния на сердечный ритм. При этом достоверные изменения отмечались, начиная с изолированного применения биодобавок, усиливались при воздействии НИЛИ и достигали своего максимума при сочетанном их использовании. Обращает внимание минимальный градиент различий по изученным показателям, что указывает на устойчивость системы, которая требовала незначительного корригирующего влияния вспомогательных средств. Таким образом, применение биодобавок и НИЛИ у легкоатлето-спринтеров при всех 4 типах вегетативной регуляции СР повышало трофотропный эффект на фоне снижения энергетических затрат, который наиболее выразительно проявился у спортсменов с доминированием его центрального механизма.

Подготовка высококвалифицированных спортсменов с позиции физиологии подразумевает единство функционирования 3 основных блоков: управления, вегетативного обеспечения и исполнения, каждый из которых по-своему важен для их успешной подготовки. Согласно цели исследования, нами обоснованы основные физиологические механизмы совместного применения изученных внутренировочных средств повышения ФР спринтеров в обозначенном триедином аспекте. В работе оценена эффективность применения «Мультикомплекса MDX», «Билара», НИЛИ в состоянии относительного физиологического покоя, при действии нагрузок

анаэробной и аэробной направленности, проявившаяся в улучшении спортивных результатов.

В задачи исследования также входило изучение влияния биопродуктов на состояние каждого из компонентов, при этом отдавая первенство анализу функционирования важнейших областей КБП ГМ. По меткому выражению И.П. Павлова (Ж.Т. Аметова, 2020), в регуляторных процессах детерминирующая роль принадлежит ВНД, которая является «распорядителем» и «распределителем» всей деятельности организма. Поэтому крайне важно сохранять гомеостатические условия, в которых функционируют клетки коры больших полушарий. В условиях предельно высоких физических нагрузок повышаются энергетические траты нейронов головного мозга. Клетки переходят на гликолитический путь образования энергии (А. Zauner, 2006), при этом повышается показатель УПП.

Увеличение церебрального энергетического обмена с ростом его интегрального маркера у шорт-трековиков после анаэробно-гликолитической нагрузки глубоко изучено в работах К.А. Стрелычевой (2018), у гребцов академической гребли – Т.М. Брук с соавт. (2019), у фехтовальщиков – Э.Р. Румянцевой (2020). Мобилизация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС) с увеличением содержания АКТГ и кортизола способствует повышению уровня постоянного потенциала и приводит к смене церебрального энергетического обмена веществ, мобилизующего усиление гликолитических процессов и формирование лактоацидоза в головном мозге (К.А. Стрелычева, 2019).

В наших исследованиях показано, что после курсового приёма «Мультикомплекса MDX» и «Билара» отдельно и в сочетании с НИЛИ в состоянии покоя достоверно уменьшалась величина УПП во всех изученных областях. При этом амплитуда его снижения зависела от типа регуляции СР.

У спринтеров с преобладанием центрального его механизма максимально высокие значения УПП регистрировались в правой и левой височных и центральной областях и практически не изменялись при изолированном воздействии биопродуктов во II типе регуляции ритма сердца. Только в I типе ВСР после приёма БАД существенно снизился уровень УПП в лобной и затылочной зонах. Дополнительное воздействие НИЛИ, как было показано ранее (Т.М. Брук, 2019; Ф.Б. Литвин, 2020; П.А. Терехов, 2021), вызывало дальнейшее достоверное уменьшение интегрального маркера в Fz, Oz и Tdz областях. И только сочетанное их применение приводило к тотальному уменьшению уровня постоянного потенциала, что свидетельствовало о переходе энергоснабжения нейронов с гликолиза на окислительное фосфорилирование глюкозы.

У спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции СР достоверное снижение УПП отмечалось уже после изолированного применения биодобавок. В частности, в III типе ВСР такие изменения регистрировались во всех зонах, за исключением правой височной (Tdz) и лобной (Fz) долей. При дополнительном воздействии с НИЛИ существенное уменьшение распространялось на все изученные области КБП ГМ и способствовало дальнейшему переходу на аэробное окисление глюкозы.

Отмечено, чем выраженнее доминирование автономного механизма регуляции СР, тем устойчивее кислородное обеспечение нейронов энергией. Этому способствовала изначально выраженная вазодилатация церебральных сосудов, которая продолжала статистически достоверно нарастать и после применения эргогенных средств. Концентрация молочной кислоты снижалась до минимума, соответственно и зависящая от содержания водородных ионов величина УПП принимала наименьшие свои значения. Разный уровень активности нейронов изученных областей объясняется неодинаковым их участием в формировании потенциалов действия, обеспечивающих работу

мышечного аппарата исполнительного компонента, а также участие в работе ассоциативных зон по созданию целостного ответа при получении информации с многих рецептивных полей.

Таким образом, у квалифицированных легкоатлетов-спринтеров биоэлектрическая активность нейронов в изученных областях КБП ГМ была неодинаковой и зависела от преобладающего типа вегетативной регуляции СР. Разная величина снижения показателя УПП отражала различный уровень их сенсомоторной реакции. Эффективность восстановления энергетического потенциала равным образом была обусловлена способом применения средств потенцирования ФР спортсменов.

В контексте единства функционирования центрального отдела сердечно-сосудистой системы с ее периферическим звеном одна из задач посвящена изучению особенностей функционирования системы микроциркуляции у спринтеров с разными типологическими особенностями управления СР при курсовом воздействии биопродуктов и НИЛИ. В наших предыдущих исследованиях были выявлены её перестройки при изолированном влиянии «Билара» и «Мультикомплекса MDX» (Ф.Б. Литвин, 2016; П.А. Терехов, 2017; Т.М. Брук, 2018), а также НИЛИ (П.А. Терехов, 2019; Ф.Б. Литвин 2019; Т.М. Брук, 2021).

В тоже время изменение показателей тканевой микрогемодинамики при комбинации данных факторов остается неизученным, что и явилось одной из задач настоящего исследования. Главная особенность функционирования системы обменных сосудов при курсовом приеме биопродуктов в состоянии покоя заключалась в повышении перфузии у легкоатлетов-спринтеров независимо от типа ВСР. Различия имели место лишь по степени прироста интенсивности микроциркуляции, величине флакса, уровню потребления кислорода тканями, что в значительной мере детерминировалось работой

активных и пассивных её механизмов (С.М. Рыжакин, 2016; В.И. Козлов, 2020).

У спринтеров с доминированием симпатического отдела ВНС биологически активные компоненты БАД существенно снижали миогенный (A_m) и нейрогенный (A_n) тонусы микрососудов с включением пассивных (A_d , A_c) механизмов, от чего показатели перфузии, флакса и активность окислительно-восстановительных реакций повышались, достигая статистически достоверных различий.

Сочетанное применение биопродуктов и НИЛИ до минимального уровня снижало сосудистый тонус артериол и венул разного диаметра, по-прежнему с участием пульсовых и респираторных колебаний, что обеспечивало существенный рост перфузии, флакса, кислородной диффузии из крови в ткани и усиление окислительного фосфорилирования.

У спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции как изолированное применение биодобавок и НИЛИ, так и их комплексное сочетание оказывали близкое по направленности воздействие с той лишь разницей, что уровень изменений оказался более качественным в сравнении с атлетами с I и II типами ВСР, поскольку регуляция микрокровотока осуществлялась снижением только активных её механизмов: эндотелийзависимого, миогенного, нейрогенного тонусов. Вышеперечисленные изменения включились на уровне самой системы обменных сосудов, и дополнительных внешних стимулов для поддержания его повышенного русла не потребовалось. По нашему предположению, данная закономерность была обусловлена различной величиной исходного тонуса сосудов МЦ (В.И. Козлов, 2012; Ф.Б. Литвин, 2012; С.С. Голощапова, 2015; С.М. Рыжакин, 2016; О.А. Гурова, 2019).

Одним из ключевых вопросов адаптации организма спортсменов к предельно высоким физическим нагрузкам является формирование

адекватного уровня метаболизма, в обеспечении которого принимают участие как регуляторные, так и вегетативные системы организма. Учитывая особенности вида спорта, мы изучили характеристики скоростной, скоростно-силовой компоненты механики мышечного сокращения, МАМ и анаэробной выносливости у спринтеров после курсового приёма биодобавок и воздействия НИЛИ. Выявлено улучшение изученных физических качеств атлетов при всех типах вегетативной регуляции СР. Установлено, что как при раздельном, так и при сочетанном их применении градиент сдвига анаэробной работоспособности оказался неодинаковым.

Так, у спринтеров с выраженным доминированием центрального механизма регуляции СР после изолированного применения биодобавок достоверные изменения произошли в максимальной частоте, мощности движений и градиенте её прироста по результатам первой и второй 6-секундных проб.

Ослабление симпатических влияний на сердечный ритм (I тип) после курсового приёма БАД к спортивному питанию сопровождалось, как и во II типе регуляции СР, статистически надежным улучшением в ранее выявленных маркерах анаэробной работоспособности. В то же время в результатах промежуточного и продолжительного тестирований достоверных изменений по-прежнему не было.

В случае сочетанного их применения с НИЛИ у спортсменов I и II типов вегетативной регуляции СР отмечался наибольший относительный прирост скоростной компоненты мышечных сокращений, её скоростно-силовой составляющей, максимальной алактатной мощности, анаэробной выносливости. В то же время в значениях КВ в 15- и 45-секундной пробах существенных изменений также не произошло, что свидетельствовало об их прогностической значимости в оценке специальной работоспособности.

Среди спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции СР раздельное и сочетанное применение физических и эргогенных средств сопровождалось специфическими особенностями потенцирования их анаэробных возможностей. У атлетов III типа после приёма пищевых добавок достоверно выросла относительная мощность во второй пробе 6-, 15- и 45-секундных тестирований. В то время как у спортсменов IV типа значимые изменения произошли лишь в мощностных характеристиках работы в промежуточном и продолжительном тестах.

При сочетанном воздействии эргогенных средств и НИЛИ в III и IV типах предельно повысились скоростные и скоростно-силовые показатели в 6-секундном тесте. В 15-секундной пробе статистически надёжно выросла максимальная алактатная мощность, за исключением коэффициента выносливости. В 45-секундном тесте его значения (КВ) продолжали статистически надёжно улучшаться.

Таким образом, комплексный анализ оценки курсового применения стимуляторов показал, что наибольшие величины прироста анаэробной работоспособности были обнаружены при сочетанном их использовании. Изолированный прием биодобавок вызывал лишь фрагментарное действие и способствовал формированию локального улучшения по отдельным физическим качествам. Тотальное улучшение ведущих маркеров скоростных, скоростно-силовых способностей, увеличение алактатного и гликолитического компонента выносливости при выполнении анаэробной работы получено при совместном их применении.

Нас также интересовал вопрос, является ли применение биокорректоров универсальным средством независимо от вида тренировочного воздействия, или же их действие проявляется в адекватных для избранного вида спорта физических нагрузках. Для проверки данной

гипотезы спринтеры независимо от преобладающего типа ВСР выполняли аэробное нагрузочное тестирование.

Анализ показал, что параметры кардиореспираторной системы атлетов на предельную нагрузку лимитировались типом вегетативной регуляции СР и характером воздействия применяемых средств, направленных на повышение ФР атлетов. В работе показано, что в случае выраженного доминирования его центрального механизма применение одних биодобавок оказывало минимальный эффект на её работу, достигший статистически достоверного уровня различий лишь в маркерах: W, O₂-пульс, СОК, МОК. Полученные нами данные в значительной степени созвучны с результатами исследования К.А. Стрелычевой (2018), выполненными на высококвалифицированных шорт-трековиках. При комплексном применении биодобавок и НИЛИ отмечалось дальнейшее существенное повышение по всем ранее отмеченным маркерам, отражавшее улучшение в работе кардиореспираторной системы, за исключением следующих параметров: ЧСС_{max}, АП, ЧСС, АП, %МПК, ЛВ и ДК. Улучшилась оксигенация тканей со статистически надежным повышением маркеров КИО₂, O₂-пульса, МПК абс., МПК отн. и снижением ВЭК.

У спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции изолированное применение биопродуктов статистически надежно увеличивало W, МПК, МПК_{отн.}, СОК и МОК, что повышало поставку кислорода, о чем свидетельствовал рост показателей КИО₂, O₂-пульса при уменьшении ВЭК и ЧСС_{max}. Сочетанное их применение статистически надежно повышало все отмеченные характеристики КРС атлетов, в том числе за счет снижения ЛВ и ДК.

Таким образом, комплексный анализ оценки курсового применения изученных стимуляторов показал, что у спринтеров наибольшие величины прироста аэробной работоспособности были обнаружены при комплексном

их использовании. В то же время у спортсменов обнаружались характерные особенности мобилизации моторно-висцеральной регуляции в зависимости от доминирующего механизма управления СР.

Для обоснования физиологических механизмов потенцирования СФП спринтеров проводили тестирование с помощью «OptoJumpNext». У атлетов с доминированием центрального механизма (I и II типы) после приёма биодобавок статистически надежно увеличилась высота прыжка по Абалакову и мощность работы, а также уменьшилось время нахождения на опоре. При сочетанном их применении к указанным характеристикам добавились статистически надежное увеличение времени полёта, высоты подъёма ОЦМТ и спортивного результата в беге на 100 м.

У спринтеров с преобладанием автономного звена управления (III и IV типы) «чувствительность» опорно-двигательного аппарата к воздействию физических и эргогенных средств была менее выраженной. Изолированное применение биодобавок способствовало значимому приросту только в тесте на прыгучесть (Абал). И только после сочетанного их применения статистически надежный рост отмечен в прыгучести, мощности работы и времени нахождения на опоре. Таким образом, показатели специальной физической подготовленности оказались более чувствительными к сочетанному применению биодобавок и НИЛИ у спринтеров с преобладанием центрального контура управления СР.

В задачи исследования входило выполнение корреляционного анализа, по результатам которого предполагалось получить информативные маркёры оценки функционального состояния спринтеров с разными типологическими особенностями вегетативной регуляции СР, в том числе в плане достижения наилучшего спортивного результата.

Установлено, что у атлетов с I типом ВСР обнаружено большое число корреляционных взаимосвязей средней силы ($r=0,5-0,6$). Количество

коэффициентов корреляции в диапазоне $r=0,6-0,7$ оказалось существенно меньше. Наблюдался рост числа соподчиненности характеристик физической подготовленности и отдельных функциональных систем. В диапазоне сильных связей ($r=0,7-0,8$) количество коэффициентов корреляции снижалось до минимума, а свыше 0,8 их не обнаружено. На основе полученных данных для спринтеров с I типом регуляции CP была построена корреляционная модель, в которую вошли 3 важнейших компонента.

Первый включал скоростную и скоростно-силовую подготовленность. При данном типе регуляции CP максимальная частота педалирования была тесно связана с относительной мощностью при 6-секундной нагрузке 7% от массы тела и 15-секундной нагрузке 5% от массы тела, а также градиентом прироста и прыжком в высоту по Абалакову.

Второй компонент отражал аэробные возможности спринтеров, при которых параметр максимального потребления кислорода находился в тесной зависимости от КИО₂, O₂-пульса. Повышение аэробных возможностей было напрямую связано со снижением уровня напряженности в системах регуляции, что подтвердила положительная корреляционная связь маркера TP с КИО₂, O₂-пульсом, МПК.

Третий компонент объединил возможности ССС по доставке кислорода к тканям, его утилизацию из обменных сосудов в системе микроциркуляции, максимальное потребление кислорода рабочими мышцами при аэробной и, частично, специальной выносливости. Обращает внимание наличие прямых связей между уровнем перфузии, величиной утилизации кислорода из крови в ткани и энергетической активностью лобной и затылочной областей коры больших полушарий ГМ. Более того, значения утилизации кислорода из обменных сосудов микроциркуляторного русла в ткани находились в прямой корреляционной связи с КИО₂, АП, %МПК, Not45, ПМ, Oz. От уровня интенсивности МЦ зависела энергетическая активность в лобной области, а

также повышение порога аэробно-анаэробного обмена АП, %МПК. Успешность функционирования системы обменных сосудов во многом была обусловлена повышением адаптационных возможностей ТР управления СР.

У спринтеров с выраженным доминированием центрального его механизма (II тип) в сравнении с I типом количество корреляционных связей при $r \geq 0,6$ увеличилось, с рангом $r \geq 0,7$ сохранилось примерно на одинаковом уровне, и обнаружались единичные связи с $r \geq 0,8$. Увеличение числа структурной соподчиненности свидетельствовало о повышении «жесткости» системы. Корреляционная модель включала только два компонента.

Первый, как и при I типе ВСР, сгруппировал характеристики скоростной и скоростно-силовой подготовленности. При данном типе его регуляции усиливалась корреляционная связь между показателями мощности при 6-секундном и 15-секундном тестах, мощностью работы при 6-секундном тесте и градиентом мощности, мощностью при 15-секундном тесте и частотой педалирования. На этом фоне ослабевала зависимость между величинами теста по Абалакову с частотой педалирования и мощностью работы при 15-секундном тесте.

Особенностью второго компонента было отсутствие значимых корреляционных связей между маркерами системы микроциркуляции и остальными системами, что, по всей видимости, свидетельствовало о дефиците поставляемого кислорода и указывало на ужесточение связей аэробной работоспособности с характеристиками кардиореспираторной системы, а также на зависимость энергетических возможностей отдельных областей коры больших полушарий ГМ от поставок кислорода. Показатель МПК находился в высокой степени корреляции с КИО₂, О₂-пульсом и несколько меньше с W. Мощность выполняемой работы тесно взаимодействовала с величиной О₂-пульса, а через него с КИО₂. Показано,

что чем выше маркер КИО₂, тем больше порог анаэробного обмена, который в значительной степени определяет эффективность функционирования кардиореспираторной системы (В.А. Лиходеева, 2012). У спринтеров с выраженным доминированием симпатических влияний на сердечный ритм обнаружилась отрицательная связь между SI и TP и положительные взаимоотношения с аэробными возможностями (КИО₂) организма. Отмечен высокий положительный уровень соподчиненности между коэффициентом выносливости в 45-секундном тесте и степенью энергетического обмена в Oz области.

У спринтеров с III типом регуляции количество корреляционных связей в диапазоне $r=0,6-0,7$ было заметно большим по сравнению с атлетами I и II типов. В маркерах, отражающих характеристики специальной физической подготовленности, выросло как число, так и теснота их взаимосвязи. Усилилась зависимость маркера взрывной силы в тесте Абалакова с частотой педалирования, с мощностью работы при 15-секундном тесте, появилась новая связь с мощностью работы в 45-секундном тесте. Скоростной показатель частоты педалирования находился в тесной соподчиненности с величинами мощности при 6-секундном и 15-секундном тестах и градиентом её нарастания. Обнаружились новые корреляционные связи скоростной выносливости в 45-секундном тесте с градиентом мощности и мощностью при 15-секундном тесте. Характер и теснота связи во втором компоненте свидетельствовали в пользу улучшения кислородного обеспечения при аэробном режиме работы. Возросла степень корреляционной зависимости между значениями МПК, КИО₂, O₂-пульсом, AP, %МПК. В свою очередь, маркер КИО₂ находился в тесной соподчиненности с O₂-пульсом, AP, %МПК, с ПМ и TP. Одновременно снижалась напряженность в регуляторных системах с установлением отрицательной связи показателя SI с TP и LF/HF. Таким образом, у спринтеров с III типом регуляции CP надежность

функционирования систем управления, вегетативного обеспечения и исполнения повышалась.

У атлетов с IV типом его управления выявлено наименьшее количество значимых корреляционных взаимосвязей по сравнению с остальными типами. В маркерах, оценивающих состояние СФП, отмечалось ослабление структурной соподчиненности между параметрами взрывной силы, быстротой и мощностью работы. Скоростные и скоростно-силовые показатели специальной работоспособности имели примерно одинаковый уровень соподчиненности. Так, с параметром относительной мощности работы Not15 коррелировал тест по Абалакову, Мах ч и J. С показателем мощности Not6 также взаимодействовала Мах ч и J. Параметры относительной мощности Not6 и Not15 находились между собой в сильной прямой зависимости, тем самым отражая высокую функциональную взаимозависимость между скоростными и скоростно-силовыми качествами атлетов. В компоненте, отвечающем за энергообеспечение мышечной деятельности, наиболее весомые связи установлены между МПК и O_2 -пульсом; МПК и KIO_2 ; KIO_2 и АП; %МПК, МПК и АП, %МПК. Для спринтеров с явным преобладанием автономного контура управления СР было характерно формирование тесной зависимости между высшими корковыми центрами и нижележащими центрами ВНС. В частности, положительно коррелировали между собой показатели SI и Oz. Функциональное состояние нейронов Oz находилось в тесной прямой зависимости от их активности в Fz, Cz и Tsz зонах. Особо следует указать на наличие сильной соподчиненности между состоянием энергетического обмена в лобной (Fz) и центральной (Cz) областях головного мозга. В целом, у спринтеров с IV типом ВСР усиливалось управление функциональным состоянием со стороны коры больших полушарий ГМ. С одной стороны, это свидетельствовало об усилении узконаправленного, адресного регулирования

вегетативного и исполнительного аппаратов, которое получило название спортивной формы. С другой стороны, известно, что на «пике» спортивной формы спортсмены находятся непродолжительное время, в том числе и из-за развивающегося утомления корковых нейронов.

Таким образом, созданная корреляционная модель физической подготовленности и функционального состояния показала, что при выраженном доминировании центрального механизма регуляции (II тип) между изученными показателями формировалось максимальное количество как жестких, так и гибких связей. Система с большим их количеством ограниченно устойчивая в определенных условиях жизнедеятельности и неспособна реагировать на изменяющиеся внешние обстоятельства (А.А. Николаев, 2018; Т.М. Брук, 2020; Ф.Б. Литвин, 2020; П.А. Терехов, 2021). В ней появляются корреляционные взаимоотношения с максимально высокой степенью зависимости. Ослабление центральных влияний на сердечный ритм (I тип) сопровождалось снижением числа жестких связей, структурных отношений с высокой степенью значимости, в результате функциональные системы организма повысили свою «подвижность» при изменяющихся условиях среды обитания. В случае умеренного преобладания автономного звена управления СР (III тип) устойчивость системы повышалась по мере роста числа корреляционных связей, в том числе и с высокой степенью тесноты. При выраженном его доминировании (IV тип) количество ранговых взаимоотношений снижалось до максимума, увеличивая тем самым приспособительные возможности организма. Все это, по-видимому, отражало особенности организации систем вегетативной регуляции физиологических функций, эффективности энергетического обеспечения мышечной работы и специальной подготовленности. Наше заключение согласовалось с имеющимися данными, в которых изучены системные особенности висцеральных систем (P. Smetana, 2013; J. Koenig, 2016; M. de Zambotti, 2018;

И.А. Криволапчук, 2019, 2021), физической работоспособности (В.Д. Сонькин, 2021; J.P. Guilkey, 2015) и двигательной активности (P.A. Lattore Roman, 2017; С. Santos, 2018; С. Cadenas-Sanchez, 2019). Результаты сопоставления связей у спринтеров с разными типами вариабельности СР дают основание полагать, что имеется набор стабильных «постоянных» корреляционных взаимосвязанных характеристик, которые определяют устойчивость функциональных систем организма при доминировании разных механизмов его управления.

Выполненные исследования показали, что у спортсменов КГ четырехнедельные тренировочные нагрузки подавляли холинергическую регуляцию сердца, усиливали адренергическое влияние, что, как известно, при длительном сохранении приводит к их перенапряжению, а в отдельных случаях к патологическому переутомлению. Запредельные физические нагрузки в спорте ведут к перетренированности организма спортсмена, адаптационному срыву с тяжелыми последствиями, недовосстановлению и снижению спортивной работоспособности за счёт увеличения расхода метаболических ресурсов (R. Meeusen, 2013; A. Hecksteden, 2016; В.Ф. Новиков, 2017; Д.Б. Никитюк, 2020; Е.А. Гаврилова, 2021).

Применение НИЛИ с включением биологически активных добавок в спортивный рацион призвано существенно расширить границы адаптации атлета к высоким физическим нагрузкам, повысить его специальную работоспособность, эмоциональную и психологическую устойчивость, резко ускорить процессы восстановления после перенесённых нагрузок, продлить спортивное долголетие и сохранить здоровье, так как направлено на мобилизацию пластического и энергетического материалов (Г.А. Азизбекян, 2014; Д.Б. Никитюк, 2017; Е.Е. Ачкасов, 2018).

Корреляционный анализ прироста спортивного результата спринтеров выявил различные прогностические маркеры в зависимости от доминирующего типа variability CP.

У спортсменов I и II типов, для которых характерна эрготропная направленность регуляции функций организма при доминировании симпатического влияния, для оптимизации тренировочного процесса и полного включения резервных возможностей в беге на 100 м необходимы кратковременные анаэробные нагрузки скоростной и скоростно-силовой направленности, развития прыгучести. Также обязателен контроль уровня аэробных возможностей и оценки функционального состояния с помощью ВСП, изучения микроциркуляторного кровотока, энергетического обмена во всех выделенных маркерах.

Для атлетов III и IV типов при доминировании исходно высокого трофотропного потенциала системы, направленного на сохранение устойчивости организма с включением энергосберегающего эффекта сохранения энергии, для достижения значимого результата в спорте необходимы более продолжительные 15- и 45-секундные нагрузки на оценку анаэробной мощности, прыжковой выносливости и максимального потребления кислорода.

Большее количество установленных сильных корреляционных связей в представленных модельных характеристиках маркеров между уровнем результативности на 100-метровой дистанции и оценкой функционального состояния свидетельствовало об их информативности как в совокупности, так и по отдельности.

В ходе работы выявлено, что у спринтеров с разными типами ВСП после анаэробной нагрузки отмечалась одинаковая направленность в поведении автономного и центрального механизмов регуляции, но при этом «чувствительность» к воздействию применяемых средств оказалась

различной. Общность реакции после применения биопродуктов и НИЛИ заключалась в усилении мобилизационных возможностей парасимпатического звена вегетативной НС на фоне снижения симпатических влияний, что обеспечивало ускорение процессов восстановления.

После применения «Мультикомплекса MDX» и «Билара» у спринтеров с I и II типами регуляции регистрировалось статистически надежное повышение маркеров $rNN50\%$, TP, HF при снижении ЧСС и SI. У атлетов с III типом ВСР изолированное использование этих биодобавок способствовало лишь увеличению $rNN50\%$ и RMSSD при значимом уменьшении ЧСС. В IV типе после курсового приёма БАД существенно повысился вклад лишь HF колебаний.

Наиболее выраженный потенцирующий эффект был получен при комплексном использовании изученных эргогенных средств. Интересно, что при этом более значимый прирост регистрировался у спринтеров с I и II типами регуляции CP, у которых статистически надежные изменения отмечались практически по всем изученным маркерам. У атлетов с III и IV типами ВСР после совместного применения указанных средств достоверные различия сохранились по меньшему количеству данных. Обращает внимание большая «чувствительность» временных параметров по сравнению с их спектральными характеристиками. В заключение отметим, что применяемые как отдельно, так и в комплексе средства потенцирования ФР у спринтеров с разными типами регуляции CP статистически надежно снижали напряженность их регуляторных механизмов.

Для спортивной физиологии изучение вопросов, связанных с микроциркуляторными процессами в системе крови, несомненно, вызывает научный интерес, поскольку позволяет обосновать адаптационные механизмы, лежащие в основе приспособительных реакций биологического

организма к воздействию физических нагрузок (С.А. Борисевич, 2015). Микроциркуляторное русло признается составным элементом сердечно-сосудистой системы, в котором происходят важнейшие события при адаптации спортсмена к мышечной деятельности (П.Н. Александров, 2004).

Применение биопродуктов спринтерами с I и II типами регуляции СР на фоне анаэробной нагрузки достоверно повышало интенсивность микроциркуляции (ПМ). Усиление кожного кровотока после систематических физических нагрузок наблюдали отечественные и зарубежные исследователи (G. Ducloux, 1989; Y. Voeglietal, 2003; С.М. Рыжакин, 2016; В.И. Козлов, 2020; Ф.Б. Литвин, 2020). Увеличению пропускной способности микроциркуляторного русла способствовало снижение нейрогенного и миогенного тонусов и усиление притока крови в результате пульсовых колебаний, задаваемых систолой сердца и инспираторными актами грудной клетки.

Как было выявлено ранее в наших работах (Т.М. Брук, 2019; Ф.Б. Литвин, 2020; П.А. Терехов, 2021), изолированное воздействие НИЛИ повышало перфузию крови за счёт снижения тонуса артериол и прекапиллярных сфинктеров и усиления синтеза оксида азота эндотелиоцитами. Вазодилататорный его эффект достаточно глубоко изучен в работах отечественных и иностранных авторов (M. Intaglietta, 2002; Y. Voegli, 2003; В.И. Козлов, 2018; А.А. Федорович, 2018; А.И. Крупаткин, 2019; Н.Н. Петрищев, 2020; Т.Д. Власов, 2020). Кроме этого, низкоэнергетическое лазерное излучение улучшало колеблемость эритроцитов (СКО), что упрощало диссоциацию оксигемоглобина, а также транспорт кислорода из крови в ткани (U).

Наиболее убедительные результаты эффективности применяемых средств в условиях анаэробной работы обнаружены при их комплексном применении. Получены достоверно значимые различия по повышению

интенсивности микроциркуляции, колеблемости эритроцитов, тканевой диффузии кислорода, его участия в дыхательной цепи митохондриальных реакций. Установлено, что увеличение объемного кровоснабжения при синхронном росте потока флакса облегчает реакцию распада оксигемоглобина с отделением молекулы кислорода (В.В. Баранов, 2013; В.И. Козлов, 2020). Повышение напряжения кислорода в системе микроциркуляции кожи наблюдалось у пловцов и гребцов (С.А. Борисевич, 2015). В основе улучшения функциональных возможностей было снижение тонуса артериол и венул при одновременном усилении вклада пульсовых (A_c) и дыхательных (A_d) колебаний.

У спринтеров с III типом регуляции СР прием биопродуктов в условиях анаэробной нагрузки в процентном отношении оказывал менее выраженное влияние на параметры МЦ. Отмечалось достоверное повышение ПМ, СКО, U , V_r , A_m , A_z , A_n , A_c , A_d при снижении соотношения НАДН/ФАД.

Повышение пропускной способности микроциркуляторного русла у легкоатлетов и футболистов с разными типами ВСР после курсового применения НИЛИ наблюдали Т.М. Брук и соавт. (2018, 2019). Как отмечают ряд авторов (А.И. Крупаткин, 2019; Н.Н. Петрищев, 2020; В.И. Козлов, 2020), главными мишенями, на которые воздействует низкоинтенсивное лазерное излучение в системе микроциркуляции, является сократительный аппарат гладких миоцитов, а также функциональная подвижность эндотелиоцитов. НИЛИ способствует фотостимуляции клеток эндотелия (Т.Д. Власов, 2020; А.В. Танканаг, 2020), что в физиологическом плане чрезвычайно важно, поскольку капилляры не содержат гладкомышечных элементов. В целом большая чувствительность на лазерное воздействие была характерна для спринтеров с III типом регуляции СР.

У атлетов с IV типом ВСР курсовой приём добавок к спортивному питанию приводил к достоверному снижению лишь миогенного (A_m) и

нейрогенного (A_n) тонусов с повышением амплитуды респираторных (A_d) и пульсовых (A_c) колебаний. По нашему предположению, у спринтеров с явным преобладанием автономного контура управления на СР сохраняется исходно высокий трофотропный потенциал системы, не требующий радикальной коррекции. По данным литературных источников, природные биологически активные соединения обладают «мягким» корригирующим эффектом и проявляют свои свойства в случае выраженных отклонений в работе органов и систем организма (Н.Н. Каркищенко, 2017; А.Д. Тошев, 2018; Т.М. Брук, 2019; О.А. Толмачев, 2019).

Тотальное улучшение адаптационных возможностей системы микроциркуляции спринтеров III и IV типов регуляции СР происходило при сочетанном применении биопродуктов и НИЛИ. Анализ полученных результатов выявил достоверный рост параметров микроциркуляции, флакса, кислородной диффузии в ткани и его участие в реакциях окислительного фосфорилирования (НАДН/ФАД). Расширение адаптационных границ было обусловлено согласованной работой активных и пассивных механизмов модуляции. Таким образом, предложенные нутриенты спортивного питания в комплексе с низкоинтенсивным лазерным излучением, направленные на потенцирование ФР, ускорение течения восстановительных процессов в организме, расширяли адаптационные возможности системы обменных сосудов, метаболизма её капиллярного звена, что опосредованно способствовало росту спортивных результатов.

Применение эргогенных средств потенцирования после тестовой анаэробной нагрузки улучшало также кислотно-щелочное равновесие в исследуемых областях коры больших полушарий ГМ, о чем свидетельствовали результаты нейроэнергокартирования. Усиление деполяризации нейронов во время физической нагрузки сопровождалось выходом ионов калия в церебральную жидкость, а они, в свою очередь,

стимулировали расширение мозговых сосудов (Е.Н. Чуюн, 2019, 2020). В результате энергообеспечение смещалось с гликолитического расщепления глюкозы на ее аэробное окисление (С.С. Михайлов, 2009; Р. Francaccio, 2010).

Более выраженный результат регистрировался после применения НИЛИ и был связан с усилением вазодилататорной реакции сосудов в ответ на действие низкоэнергетического лазерного облучения (К.Ю. Косорыгина, 2015; С.Е. Павлов, 2017; В.И. Козлов, 2020; Т.М. Брук, 2020; Ф.Б. Литвин, 2021). По данным исследования, снижение уровня постоянного потенциала отмечалось уже в центральной зоне. После их комплексного применения регистрировалось дальнейшее уменьшение УПП, в том числе и в левой височной области.

В случае II типа регуляции СР после биодобавок энергетическая активность также, как и в I типе ВСР, снижалась в лобной, затылочной и правой височной областях. При сочетанном их применении энергетический потенциал статистически надежно повышался уже во всех изученных зонах КБП ГМ, в том числе и в центральной области.

У спринтеров с III типом регуляции применение биодобавок статистически надежно повысило энергетический обмен в центральной, затылочной и левой височной областях. После их сочетанного применения энергетический потенциал повышался во всех областях, в том числе в правой височной зоне.

Совершенно по-иному происходит реакция на физическую нагрузку при отсутствии применения эргогенных факторов. В частности, в работе К.А. Стрелычевой (2019) показано, что у высококвалифицированных шорт-трековиков анаэробно-гликолитическая нагрузка усиливала ацидоз, сопровождающийся статистически достоверным ростом УПП в центральной, лобной, левой и правой височных зонах. Повышенную в функциональном плане мобилизацию нейронов лобной области автор напрямую обуславливает

её интегративной и мнестической функциями, обеспечивающими двигательные действия на основе сознательного контроля. Центральная область, включающая высшие корковые центры регуляции, образует целостную сенсомоторную зону.

При анализе кислотно-щелочного равновесия у спринтеров IV типа при курсовом применении биодобавок обращает на себя внимание существенное снижение показателя УПП практически по всем областям, за исключением лобной зоны. Совместное их применение привело к масштабному уменьшению интегрального маркера в каждом изученном отведении КБП ГМ. Данный факт подчеркивает особенность функционального состояния атлетов, отличающихся высоким адаптационным потенциалом, для расширения границ которого достаточно изолированного применения каждого из факторов.

Таким образом, более высокая «чувствительность» к воздействию использованных биодобавок и НИЛИ оказалась у спринтеров с доминированием центрального контура управления СР. Вследствие этого, апробированные эргогенные средства восстановления более эффективно осуществляли корригирующую функцию в условиях чрезмерного напряжения в системах вегетативной регуляции организма атлетов.

Вегетативное обеспечение центрального и автономного механизмов управления СР на аэробную нагрузку существенным образом изменилось после курсового применения пищевых добавок и НИЛИ как при изолированном, так и при комплексном их применении. Влияние отдельного использования биопродуктов независимо от типа ВСР на физическую нагрузку максимальной аэробной направленности увеличивало вклад автономного механизма управления при снижении влияния центрального звена ВНС. При этом чаще других статистически надежные изменения отмечались среди MxDMn, pNN50, HF и AMo, LF, SI. Кроме этого большая

«чувствительность» к воздействию биопродуктов в маркерах ВСР регистрировалась у спринтеров с I и III типами variability CP в сопоставлении с II и IV типами. Сочетанное применение БАД и НИЛИ увеличило количество показателей, достигших статистически значимых различий как среди центрального, так и автономного звеньев управления CP.

Таким образом, применение эргогенных средств на фоне аэробной физической нагрузки снижало напряженность в механизмах регуляции сердечного ритма, которая регламентировалась усилением парасимпатического отдела ВНС при одновременном подавлении симпатического контура. При этом следует учитывать, что длительная аэробная нагрузка до достижения МПК для спринтеров является мощным стрессорным фактором, сопровождающимся усилением активности со стороны симпатoadреналовой системы.

Наблюдаемое снижение напряженности в ответ на аэробную нагрузку после применения эргогенных средств у спортсменов с разными типами variability CP в значительной мере обусловлено также улучшением обменных процессов. Следует отметить, что изолированное применение биодобавок избирательно статистически надежно повышало интенсивность микроциркуляции и уровень колеблемости эритроцитов в большей степени у спринтеров с I и II типами регуляции CP. Рост перфузии был обусловлен снижением нейрогенного тонуса с последующей вазодилатацией артериол. В то же время у атлетов с исходно пониженным напряжением симпатического отдела ВНС (III и IV типы) после приёма биодобавок статистически достоверный рост интенсивности микроциркуляции обнаружен в меньшем числе маркеров и их относительном приросте.

Своего максимума изменения достигали при комплексном применении эргогенных средств. Отметим, что статистически достоверный рост изученных показателей происходил независимо от доминирующего типа ВСР.

В целом отмечаем сравнительно низкую чувствительность микрососудов системы микроциркуляции к действию биодобавок и высокую мобилизацию на воздействие низкоэнергетического лазерного излучения как изолированно, так и в комплексе. Выявлена повышенная чувствительность маркеров системы МЦ к действию эргогенных средств у спринтеров с I и II типами variability CP.

Изменения в системе микроциркуляции носят системный характер (А.А. Федорович, 2018; В.В. Сидоров, 2018; А.И. Крупаткин, 2019; А.В. Харин, 2018), что дает основание экстраполировать результаты, полученные в микроциркуляторном русле кожи, на систему обменных сосудов коры больших полушарий ГМ (В.В. Баранов, 2013; Ф.Б. Литвин, 1987, 2018). Повышение кислородной емкости крови способствует переходу от гликолиза к аэробному окислению глюкозы (J. Frahm et al., 1996; W. Korzeniewski, 2004). После применения биодобавок наиболее активно устранение ацидоза со статистически надежным понижением УПП отмечалось в центральной, затылочной и височных областях при преобладании как центрального, так и автономного звеньев управления CP. Применение НИЛИ в комплексе с БАД достоверно улучшало энергетический баланс по всем изученным зонам КБП ГМ.

Следовательно, при использовании биодобавок и НИЛИ в церебральных сосудах коры больших полушарий разворачивались адаптационные реакции по улучшению мозгового кровотока и повышению доставки кислорода к работающим нейронам. При этом в обычных условиях физическая нагрузка сопровождается ростом УПП, что исследователями рассматривается как формирование дезадаптации и является предупреждением о начале снижения физических нагрузок (D.N. Ingvar 2011; Э.Р. Румянцева, 2020). Наступает декомпенсация кислотно-основного

состояния и электролитного баланса, в процессы катаболизма вовлекаются структурные белки и фосфолипиды (В.Ф. Новиков, 2017).

Известно, что применяемые фармпрепараты, биологически активные добавки, витаминные комплексы, физико-химические агенты и другие средства обладают срочным и отставленным эффектом (В.Н. Каркищенко, 2017; В.Ф. Новиков, 2017). Применяемые нами БАД, включающие аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты, набор витаминов и минеральных веществ относятся к группе эргогенных средств с отставленным тренировочным эффектом. Действие пищевых добавок обнаруживается только по истечении достаточно длительного периода, обычно не менее 3-4 недель (В.Н. Каркищенко, 2017).

В нашем случае оценка отставленного эффекта проводилась через 30 дней после завершения процедуры сочетанного воздействия БАД и НИЛИ. Следует отметить разную величину сдвигов в изученных параметрах с учётом доминирующего типа ВСР.

Так, при II типе статистически достоверное повышение сохранилось в большей степени по спектральным характеристикам вариационной пульсограммы: TP, HF, LF, LF/HF. В остальных случаях регистрировалось фрагментарно значимое усиление автономного механизма (MxDMn) на фоне уменьшения центральных влияний (AMo, SI), что было связано с высокой мобилизацией симпатического звена вегетативной НС. У спринтеров с I типом регуляции усилилась сохранность эффекта от комплексного применения эргогенных средств. Среди маркеров парасимпатического отдела ВНС достоверно высокие значения обнаружились в показателях: MxDMn, pNN50%, HF, TP. В группе характеристик симпатического её отдела наблюдалось существенное снижение в величинах AMo, SI, ЧСС и повышение вклада сосудистого (LF) и корково-гуморальных центров (VLF).

У спринтеров с доминированием автономного механизма регуляции через 30 дней после завершения воздействия эргогенных средств сохранялось статистически надежное увеличение в маркерах: MxDMn, pNN50%, HF, TP, VLF и снижение в параметрах AMo, SI, LF/HF. Высокая степень сохранности отставленного эффекта у спринтеров с III типом вегетативной регуляции сердечного ритма укладывалась в концепцию Н.И. Шлык (2009, 2019), Е.А. Гавриловой (2020), Т.М. Брук (2018), Ф.Б. Литвина (2020) о том, что субъекты с умеренным доминированием автономного контура воздействия на СР (III тип) имеют подготовленную физиологическую «платформу» для начала занятий спортом, что можно использовать в отборе спортсменов. У спринтеров с IV типом регуляции и высоким адаптационным потенциалом применение биодобавок в комплексе с НИЛИ вызывало менее выраженное усиление по сравнению с атлетами III типа параметров парасимпатического отдела ВНС на фоне снижения его симпатического звена. В целом же напряженность регуляторных систем статистически надежно снижалась, о чем свидетельствовало достоверное уменьшение показателей: SI, AMo, ЧСС, LF/HF. Таким образом, положительный эффект от комплексного применения эргогенных средств и НИЛИ, обеспечивающий снижение напряженности со стороны регуляторных механизмов, сохраняется и через 30 дней с разной силой достоверности.

Микроциркуляторное русло занимает особое место в сердечно-сосудистой системе. С одной стороны, оно представляет периферическое звено этой системы и подчиняется общим закономерностям функционирования, а с другой, как система, обеспечивающая метаболизм веществ и газов, ведет себя как самостоятельная единица целостной функциональной системы (В.И. Козлов, 2012; А.А. Федорович, 2018; И.В. Тихонова, 2018; А.И. Крупаткин, 2019; Н.Н. Петрищев, 2020; Е.Н. Чуян, 2020; А.В. Муравьев, 2021). Особенность поведения микроциркуляторного

русла спустя 30 дней после завершения воздействия изученных эргогенных средств заключалось в статистически надежном повышении величины перфузии у спринтеров всех четырех типов ВСР. Однако интенсивность микроциркуляции у атлетов с III и IV типами в 2 раза выше по сравнению со спортсменами с I и II типами регуляции. Известно, что повышение микрокровотока сопровождается расширением сосудов артериолярного звена, синхронным включением резервных капилляров в кровоток системы обменных сосудов, в результате этого увеличивается уровень клеточного метаболизма, который обеспечивает запросы по кислороду и пластическим веществам со стороны работающих мышц. Следует отметить, что отставленный эффект сохраняется как от изолированного, так и в комплексе с биодобавками применения НИЛИ. Функциональный ответ системы микроциркуляторного русла на лазерное воздействие заключается в разворачивании механизмов срочной адаптации, направленных на фотоактивированное угнетение тонуса гладких миоцитов в артериолах и повышение качества локальной вазомоции прекапиллярных сфинктеров (В.И. Козлов, 2016, 2018). Веским аргументом является доказательство снижения по всем типам миогенного, реже нейрогенного тонусов. В литературе приводится доказательная база о высокой чувствительности миоцитов среднего слоя стенки артериол и прекапиллярных сфинктеров к действию низкоинтенсивного лазерного излучения (Т.И. Кару, 2008; Ю.А. Владимиров, 2009; С.В. Москвин, 2019; В.И. Козлов, 2016, 2020, В.С. Улащик, 2018; Е.Ф. Странацко, 2019; Ф.Б. Литвин, 2017; П.А. Терехов, 2019; Т.М. Брук, 2021). Положительным моментом сочетанного приёма биодобавок и НИЛИ является то, что основные параметры системы микроциркуляции существенно улучшались независимо от преобладающего типа ВСР.

Чувствительность микрососудистого русла коры больших полушарий к сочетанному действию изученных эргогенных средств оказалась достаточно

высокой. Как показано выше, после их последовательного применения уровень перфузии в системе микроциркуляции достоверно повышался и оказался достаточным для аэробного окисления глюкозы. В результате величина УПП через 30 дней сохранилась на статистически значимом низком уровне. Снижение регистрировалось во всех областях независимо от типа ВСР, за исключением правой височной зоны у спринтеров с I и II типами регуляции. Минимальные величины УПП регистрировались у атлетов с IV типом в правой височной, затылочной и лобной областях. Анализ полученных результатов выявил особенности метаболизма в правой височной области, где величина его интегрального показателя существенно повысилась в I и II типах. Усиление анаэробного метаболизма, как отмечает В.Е. Севостьянова и др. (2010), обусловлено тем, что правое полушарие имеет морфофункциональную связь с симпатическим отделом ВНС, оказывая свое влияние на вегетативные функции с помощью гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. А у спринтеров с I и II типами, как известно, доминирует активность вышеназванного звена вегетативной НС. Повышение энергетической активности правого отдела коры больших полушарий ГМ также вызвано его участием в формировании бессознательных адаптационных реакций (В.Е. Севостьянова, 2010; С.Г. Кривошеков, 2012).

Таким образом, через 30 суток после применения эргогенных средств потенцирования сохранилась достоверно низкая в сопоставлении с фоновыми значениями напряженность компенсаторно-приспособительных механизмов. В основе установленной закономерности было снижение анаэробных энергетических затрат и усиление аэробных энергообменных процессов в коре головного мозга. При этом уменьшился ацидоз церебральной жидкости и нормализовался кислотно-щелочной баланс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ работ по изучению современных тенденций в спорте высших достижений показал неуклонный рост тренировочных и соревновательных нагрузок. Однако их повышенное применение в процессе подготовки атлетов порождает противоречие, связанное с истощением функциональных резервов их организма. Генетически заложенного природой адаптационно-восстановительного потенциала зачастую оказывается недостаточно для полноценной реализации необходимого объёма и интенсивности предлагаемых нагрузок. Кроме того при достаточно полном массиве информации, отражающем закономерности процессов последствия, оказалось, что открытыми остались вопросы, связанные с учётом текущего функционального состояния организма при проведении восстановительных процедур. Доказательством срыва механизмов адаптации выступают хроническое перенапряжение, заболевания опорно-двигательного аппарата и преждевременное завершение спортивной карьеры. В связи с этим неизбежным компонентом перестройки системы подготовки атлетов должно стать применение дополнительных технологий, связанных с ускорением восстановительных процессов после выполнения напряженных тренировочных занятий и участия в ответственных стартах.

Наша концепция базируется на том, что физиологическое обоснование применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов представляет собой сложную многопараметрическую задачу, что требует системного подхода к решению данной проблемы (А.С. Солодков, 1999; Г.Я. Хайт, 2004; К.В. Судаков, 2007; Н.А. Фудин, Ю.Е. Вагин, С.Я. Классина, 2012; А.П. Исаев, 2016; А.В. Котов, 2019; С.К. Судаков, 2020). На основании проведенного исследования предложена структурно-логическая модель физиологического обоснования

механизмов применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов (рис. 101).

Концепция работы направлена на изучение метаболизма веществ, поддержания гомеостаза, расширения границ адаптации организма спортсмена при воздействии физической нагрузки анаэробной и аэробной направленности. Известно, что у спортсменов постоянные тренировочные воздействия вызывают многочисленные изменения в клетках, тканях и органах с нарушением гомеостаза, что требует внесения корректирующих ответов со стороны организма на указанных уровнях отклонения. К нарушениям следует отнести возникновение рабочей гипоксии, усиление ацидоза в клетках организма, снижение запасов АТФ, разрушение сократительных белков, обеспечивающих синтез АТФ и др.

Организм воспринимает отклонения от исходного значения параметров внутренней среды и активизирует процессы, восстанавливающие нормативные значения параметра по механизму отрицательной обратной связи. Последовательность его работы включает в себя раздражение линейки рецепторов, контролирующих воздействие физической нагрузки, уровень расходования энергетического материала, изменения рН среды и др.

От рецепторов информация поступает в управляющие центры, расположенные на разных уровнях центральной нервной системы, где проходит анализ и формируется команда исполнительным органам, отвечающим за восстановление гомеостатического равновесия.

Использование биодобавок и НИЛИ активизирует формирование компенсаторных регуляторных ответов, призванных устранить отклонения и вернуть их в устойчивое состояние. В результате расширяются возможности для улучшения тренировочного процесса.

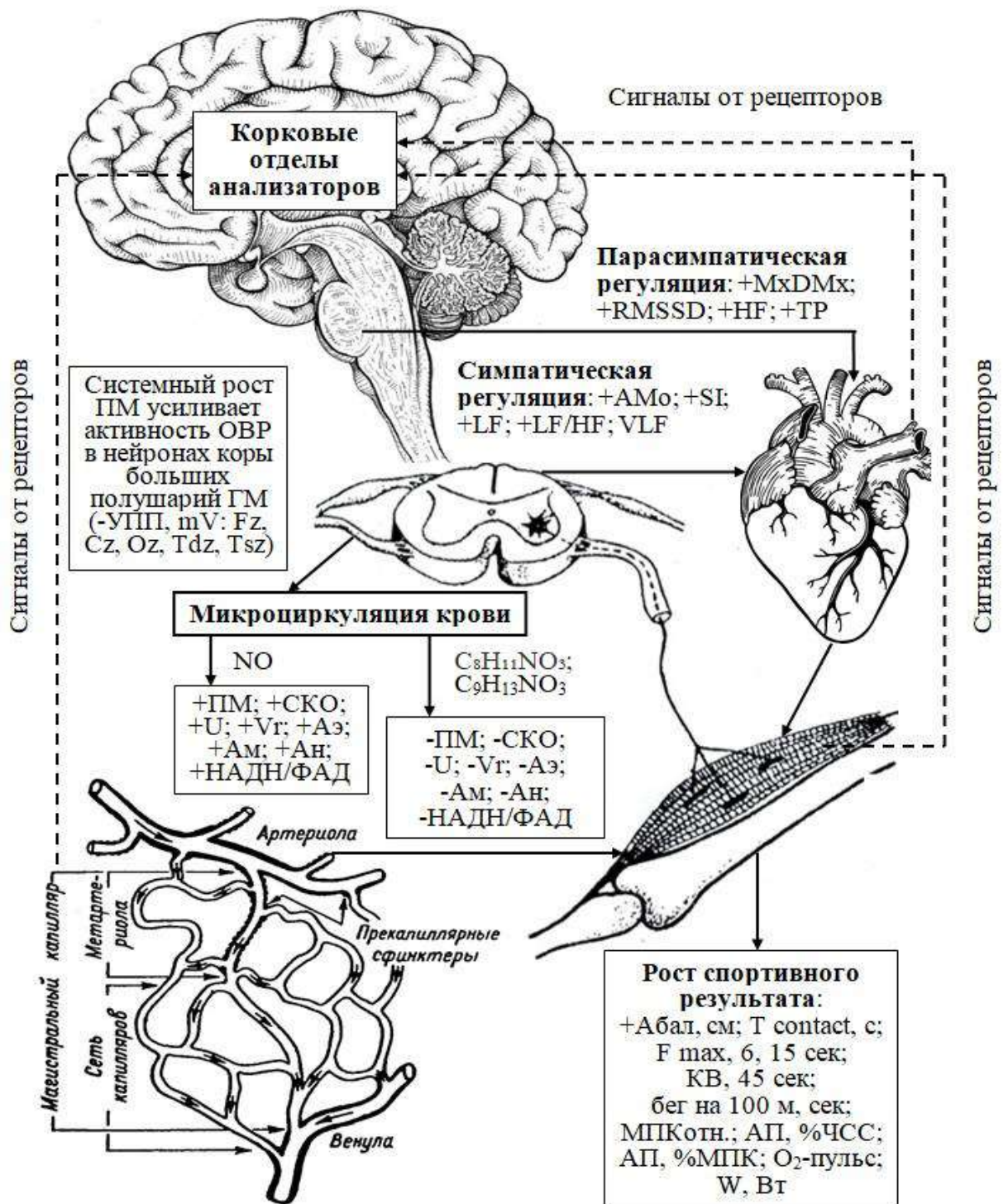


Рис. 101. Физиологические механизмы комплексного применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов при воздействии физической нагрузки различной направленности

Формирование резистентного состояния с помощью биодобавок и НИЛИ происходит на разных уровнях, начиная от внутриклеточного и заканчивая рефлекторным уровнем.

На **внутриклеточном** уровне аминокислоты «Билара» и «Мультикомплекса MDX» участвуют в синтезе коферментов НАДН (триптофан) и ФАД, которые включаются в дыхательную цепь митохондрий с последующим синтезом АТФ. Причем НАДН участвует в образовании АТФ как по гликолитическому, так и окислительному пути. Кроме этого, НАДН рассматривается как составная часть системы мессенджеров. Молекула обеспечивает выход ионов кальция из внутриклеточных запасов, открывая кальциевые каналы прежде всего эндоплазматического ретикулума. Кроме этого, по принципу положительной обратной связи под воздействием тренировочных нагрузок усиливается синтез сократительных белков, формирующих миофибриллярную гипертрофию. Обязательными участниками синтеза выступают аминокислоты валин, лейцин и изолейцин, суточная доза которых содержится в «Мультикомплексе MDX». Синтез белков усиливает также гормон тестостерон, содержащийся в физиологически допустимой концентрации в «Биларе».

На **локальном** уровне НИЛИ усиливает работу местных механизмов регуляции. Пусковым стимулом в ответ на лазерное излучение является выделение Ca^{2+} -зависимыми клетками эндотелия вазодилатора оксида азота (NO) – предшественника эндотелиального фактора расслабления стенок сосудов (EDRF) (R.K. Murrey et al., 1996). К вазодилаторному эффекту, вызываемому оксидом азота, присоединяется снижение тонуса гладкомышечных клеток артериол и прекапиллярных сфинктеров, обусловленное снижением рефлекторного влияния симпатического отдела ВНС. Нарастающее повышение перфузии облегчает поступление кислорода из крови микроциркуляторного русла в ткани с последующим его участием в

реакциях окислительного фосфорилирования. Улучшение оксигенации нейронов изученных областей коры больших полушарий головного мозга способствует переходу с гликолитического пути на аэробный. Результатом его является устранение ацидоза церебральной жидкости и восстановление кислотно-щелочного равновесия, о чем свидетельствует снижение величины уровня постоянного потенциала (УПП). Под действием низкоинтенсивного импульсного лазерного излучения происходит активация ферментов антиоксидантной защиты, усиливается метаболизм клеток, и стабилизируются биомембраны. Влияние НИЛИ на эластичность мембран эритроцитов способствует проникновению клеток красной крови в капилляры микроциркуляторного русла. Под влиянием НИЛИ изменяется гуморально-гормональный статус организма спортсменов. В частности, исследованиями М.В. Лифке (2009), А.А. Волковой (2010), Н.В. Осиповой (2011), К.А. Стрелычевой (2020) показано увеличение концентрации бета-эндорфина, глюкокортикоидов, трийодтиронина, тироксина у спортсменов игровых видов спорта, лыжников-гонщиков, шорт-трековиков. Установлено, что НИЛИ оказывает стимулирующее влияние на ядра ретикулярной формации ствола мозга, гипоталамус, контролирующие секрецию специфических гормонов и нейропептидов, определяющих активность надпочечников, щитовидной железы, гипофиза, опосредованно усиливающих энергообмен в целом, раскрывающих адаптационные резервы, потенцирующих физическую работоспособность.

На уровне **рефлекторного** ответа лазерный свет выполняет регулирующую функцию по восстановлению вегетативного баланса. Как отмечают С.В. Москвин и др. (2018), НИЛИ активизирует работу кальций-зависимых механизмов. Кальций является внутриклеточным посредником действия ряда гормонов, в первую очередь медиаторов ЦНС и ВНС (Д. Греннер, 1993), что и предполагает участие лазериндуцированных эффектов в

нейрогуморальной регуляции. Курсовое воздействие НИЛИ усиливает влияние на сердце парасимпатического отдела ВНС (Т.В. Богослова, 2004). В целом влияние НИЛИ способствует разворачиванию трофотропных процессов, направленных на сохранение энергетических и пластических ресурсов. Полученные нами результаты по повышению тренированности организма спринтеров после курсового воздействия НИЛИ в известной мере согласуются с результатами лазерной стимуляции при комплексной подготовке хоккеистов и пловцов (Т.Н. Кузнецова, 2014; С.Е. Павлов, 2017). В данном случае НИЛИ следует рассматривать как биорегулятор физиологических функций организма в целом (Н.Г. Жо, 2016; В.В. Сидоров, 2018). Таким образом, у спринтеров под действием биодобавок и НИЛИ усиливается анаболизм в тканях, обеспечивая высокую функциональную готовность организма к тренировочным нагрузкам.

Применяя **мультисистемный подход** в оценке влияния биодобавок и НИЛИ на организм спортсменов, было выявлено достоверное улучшение маркёров по отдельным компонентам целостного ответа на исследуемые интервенции. В частности, в ССС наблюдался рост показателей автономного механизма управления сердечной деятельностью: TP, VLF, LF, HF, RMSSD, pNN50% и снижение показателей центрального механизма: SI, AMo, LF/HF, ЧСС. В ЦНС одновременно статистически достоверно снизилась величина УПП во всех изученных областях коры больших полушарий.

В системе микроциркуляции крови после применения биодобавок и НИЛИ достоверно улучшились значения показателей: ПМ, СКО, U, Аэ, Ан, Ам, НАДН/ФАД. Применение тестовых физических нагрузок после комплексного использования биодобавок и НИЛИ привело к повышению анаэробной работоспособности по показателям: Not4, Nmax3, Not3, J2, Nmax1, A4, 70%1, Fmax1, Not2, Nmax2, KB4. В случае выполнения аэробной тестовой нагрузки улучшились показатели: КИО₂, O₂-пульс, W, МПК,

МПКотн., АП, %ЧСС; АП, %МПК. В ходе тестирования специальной физической подготовленности спринтеров наблюдалось снижение показателя Tcontact и повышение показателя прыжка по Абалакову.

Наличие устойчивых взаимосвязей, которые структурируют функциональную систему как самоорганизующуюся и саморегулирующую при воздействии внешних и внутренних факторов, подтвердил выполненный корреляционный анализ. Показано, что в зависимости от доминирующего типа ВСР система отличается как по числу корреляционных связей, так и по силе их проявления.

В работе показано сохранение отставленного эффекта, вызванного применением биодобавок и НИЛИ через 30 дней после завершения воздействия, что расширяет границы нормы реакции организма на физическую нагрузку и повышает физическую работоспособность организма спринтеров.

На основе мультисистемного подхода в работе обоснована эффективность концептуальной модели оптимизации механизмов физической работоспособности спортсменов при использовании биодобавок и НИЛИ, которая отражает формирование рабочего потенциала спортсмена через повышение аэробной и анаэробной работоспособности при оптимизации мозгового кровотока, вегетативной регуляции сердечного ритма, обмена веществ и энергии в системе микроциркуляции. В результате улучшались физические качества, повышался спортивный результат, росла конкурентоспособность.

Таким образом, на основании проведенного исследования и обработки полученных данных методами корреляционно-статистического анализа можно заключить, что трехнедельный прием биодобавок «Билар» и «Мультikomплекc MDX» в сочетании с 7-дневным воздействием НИЛИ внес существенные изменения в работу физиологических механизмов, под

влиянием которых достоверно установлено повышение энергетического потенциала нейронов КБП ГМ, отмечена оптимизация обмена веществ, выявлен рост аэробных возможностей кардиореспираторной системы. Расширение функциональных резервов обеспечивалось также за счёт повышения специальной физической подготовленности спринтеров, вегетативного обеспечения спортивной деятельности организма на работу аэробной и анаэробной мощностей, что согласовывалось с представлениями о механизмах полного и ускоренного восстановления. Использование пищевых добавок животного происхождения к спортивному питанию целесообразно рассматривать в качестве приоритетной альтернативы (Л.Т. Ахметова, 2015; В.Н. Каркищенко, 2017; А.В. Дмитриев, 2018; Р.Д. Сейфулла, 2018; Э.Н. Трушина, 2019; В.А. Тутельян, 2020; Д.Б. Никитюк, 2020) употреблению стимулирующих фармпрепаратов, несущих потенциальную опасность для здоровья атлета. Раскрытие механизмов действия на клеточный, энергетический и пластический обмены функционально активных веществ, содержащихся в изученных биодобавках, создает убедительную доказательную базу для вытеснения запрещенных препаратов из спортивной практики. Результаты нашей работы являются одной из ступеней на пути к спорту без допинга.

ВЫВОДЫ

1. В основе концепции расширения адаптационных возможностей организма спортсменов в условиях комплексного применения биодобавок различного биологического происхождения и низкоинтенсивного лазерного излучения лежит мультисистемный подход, в своей совокупности обеспечивающий их эффективное применение при воздействии тестовых нагрузок анаэробной и аэробной направленности, а структурно-логическая модель поэтапного их внедрения в течение 28-дневного тренировочного мезоцикла позволила обосновать физиологические механизмы потенцирования физической работоспособности;

2. Выявлено наличие четырех типов вегетативной регуляции сердечной деятельности легкоатлетов-спринтеров с обоснованием дифференцированного подхода в оценке функционального состояния кардиоваскулярной системы, её микроциркуляторного звена, нейронального метаболизма в покое и выполнении физических нагрузок;

3. После курсового применения биодобавок и НИЛИ как отдельно, так и в комплексе в состоянии покоя, отмечалось значимое снижение напряженности нервной регуляции по уровню УПП, отражающего повышение энергетического потенциала нейронов коры больших полушарий; вегетативного обеспечения – усиление перфузии, флкса, диффузии кислорода в ткани и его участие в окислительно-восстановительных реакциях на уровне митохондрий, улучшение работы местных механизмов микроциркуляции крови, что отразилось в повышении физической подготовленности, анаэробной мощности в большей степени у атлетов с исходным доминированием симпатического отдела вегетативной нервной системы, аэробной работоспособности – у спортсменов с преобладанием автономных, парасимпатических механизмов регуляции;

4. Обнаружены корреляционные связи на уровне ($r=0,7-0,9$) между важнейшими характеристиками функционального состояния и физической работоспособности с выявлением ведущих маркеров в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма и оценено их значение в беге на короткие дистанции при использовании оригинального комплекса внутренировочных средств;

5. Вегетативное обеспечение важнейших функциональных систем организма спортсменов после курсового применения биодобавок и НИЛИ зависело от преобладающего типа ВСР. В условиях выполнения анаэробной работы наибольшие её положительные изменения отмечались у атлетов с доминированием симпатического отдела ВНС, уменьшая излишний вазоконстрикторный эффект сосудов микроциркуляции крови, повышая энергетический потенциал нейронов коры больших полушарий головного мозга, снижая степень напряженности работы сердечной мышцы. В то же время, аэробная физическая нагрузка вызывала более значимые структурные сдвиги в основных показателях вышеперечисленных систем, тем самым уменьшая физиологическую цену достигнутого результата, способствуя росту процента восстановления ЧСС в полевых условиях у представителей с преобладанием парасимпатической регуляции на ритм сердца;

6. Установлено, что отставленный эффект комплексного применения биодобавок и НИЛИ сохранился через 30 дней после прекращения их использования, что проявилось в достоверном снижении напряженности механизмов регуляции сердечного ритма, улучшении обмена веществ на уровне системы микроциркуляции крови в большей степени у спортсменов с исходным доминированием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Обоснован индивидуально-типологический подход к оценке текущего функционального состояния и адаптационных возможностей организма спортсменов при анализе сердечного ритма с выделением типов регуляции и его рекомендацией для применения специалистами в практике спорта.

2. Для оценки типологических особенностей ВСР спортсменов рекомендуется использовать аппаратно-программный комплекс «Варикард 2.6» и программу «Иским-6». Применяемый экспресс-метод позволяет распознать неадекватные реакции организма на физические нагрузки, прогнозировать адаптационно-резервные возможности, оперативно наблюдать формирование перенапряжения и донозологических состояний. Для выявления возможностей по обеспечению энергией и питательными веществами работающих органов в состоянии относительного физиологического покоя и после физической нагрузки на уровне системы микрогемодикуляции рекомендуется применять промышленный лазерный анализатор капиллярного кровотока ЛАКК-М (производство НПП «Лазма» г. Москва, Россия). Оценку активности различных структур головного мозга рекомендуется проводить с помощью 5-канального аппаратно-программного комплекса для топографического картирования его электрического тонуса «Нейро-КМ» научно-медицинской фирмы «Статокин» (г. Москва, Россия). Параметры энергетического метаболизма головного мозга необходимо осуществлять по уровню постоянных потенциалов (УПП) в лобной Fz (mV), центральной Cz (mV), Oz затылочной (mV), правой Td и левой Ts височных областях (mV). Предложенный способ определения скоростной компоненты мышечных сокращений (6 сек., 1-я проба), скоростно-силовой компоненты мышечных сокращений (6 сек., 2-я проба), максимальной мощности (15 сек.),

анаэробной выносливости (45 сек.) с использованием велоэргометра «Ergomedic 894EPeakBike» фирмы «MonarkExerciseAB» (Швеция) позволяет объективно оценивать анаэробную работоспособность спортсменов. Для определения аэробной работоспособности атлетов рекомендуется проведение тестирования возрастающей нагрузки до отказа от работы на эргоспирометрическом аппарате «Schiller» с газоанализатором GanshomPowerCube по протоколу «Sport» (Швейцария). Для оценки уровня специальной физической подготовленности спортсменов, контроля её кинематических характеристик, рекомендуется проведение педагогического тестирования с помощью оптико-электронной системы регистрации параметров прыжков «OptoJumpNext» (Microgate, Bolsano, Italy). Полученная информация может быть использована для совершенствования тренировочного процесса.

3. Для оптимизации физиологических функций и оценки устойчивости организма спортсменов к максимальным физическим нагрузкам необходимо комплексное применение «Билара», «Мультикомплекса MDX» и НИЛИ. Схема приёма следующая: с 1-го по 10-й дни из расчета 10 мг/кг массы тела и с учётом индивидуальной переносимости, с 11-го по 21-й дни из расчета 15-20 мг/кг. «Мультикомплекс MDX»: с 1-го по 5-й дни из расчета 0,5 г/кг массы тела; учитывая индивидуальную восприимчивость с 6-го по 10-й дни из расчета 0,8-1,0 г/кг массы тела; и в последующие дни (с 11-го по 21-й дни) из расчета 1,5 г/кг массы тела. НИЛИ: чрескожно, частота следования импульсов 1500 Гц, экспозиция 8 минут, мощность на выходе 3,7 Вт, продолжительность 7 дней.

4. Результаты, полученные при выполнении диссертационного исследования, могут быть рекомендованы для лабораторий медико-биологического направления НИИ, для использования в учебном процессе, а также при написании монографий, учебников, пособий в высших и средних

учебных заведений Министерства спорта РФ. Работа носит фундаментальный характер, позволяющий проводить дальнейшие исследования на базе других видов спорта с учётом гендерных и возрастных особенностей организма.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- A3, Дж – объём выполненной работы (15-секундный тест);
A4, Дж – объём выполненной работы (45-секундный тест);
AMo, % – значение амплитуды моды;
Cz, mV – регистрация уровня постоянного потенциала в центральной области;
Fmax1, об/мин – максимальная частота движений (первая 6-секундная проба);
Fmax2, об/мин – максимальная частота движений (вторая 6-секундная проба);
Fz, mV – регистрация уровня постоянного потенциала в лобной области;
HF, мс² – мощность высокочастотной области спектра;
J2, Вт/с – градиент прироста мощности во время выполнения первого движения (вторая 6-секундная проба);
LF, мс² – мощность низкочастотной части спектра;
LF/HF, усл. ед. – индекс вагосимпатического взаимодействия;
MxDMn, мс – вариационный размах;
Nmax1, Вт – максимальная мощность работы (первая 6-секундная проба);
Nmax2, Вт – максимальная мощность работы (вторая 6-секундная проба);
Nmax3, Вт – максимальная мощность работы (15-секундный тест);
Nmax4, Вт – максимальная мощность работы (45-секундный тест);
Not15 – относительная мощность работы (15-секундный тест);
Not2, Вт/кг – относительная мощность работы (вторая 6-секундная проба);
Not3, Вт/кг – относительная мощность работы (15-секундный тест);
Not4, Вт/кг – относительная мощность работы (45-секундный тест);
Not45 – относительная мощность в 45-секундном тесте с нагрузкой 2% от массы тела;
Not6 – относительная мощность в 6-секундном тесте с нагрузкой 7% от массы тела;
Oz, mV – регистрация уровня постоянного потенциала в затылочной области;
pNN50, % – доля соседних синусовых интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс;
RMSSD, мс² – среднеквадратичное различие между длительностью соседних R-R интервалов;
RQ, усл. ед. – индекс обмена дыхательных газов;
SI, усл. ед. – значения стресс-индекса;
SO₂, % – процентное отношение количества O₂, реально связанного с гемоглобином, к кислородной емкости крови (saturation – сатурация) или HbO₂;
t 70% 1, с – время достижения максимальной частоты движений, равное 70% от максимально возможной (первая 6-секундная проба);

t 70% 2, с – время достижения максимальной частоты движений, равное 70% от максимально возможной (вторая 6-секундная проба);
Td, mV – регистрация уровня постоянного потенциала в правой височной области;
TP, мс² – суммарная (тотальная) мощность спектра колебаний ритма сердца;
Ts, mV – регистрация уровня постоянного потенциала в левой височной области;
U, усл. ед. – величина удельного потребления кислорода;
VLF, мс² – мощность очень низкочастотной части спектра;
Vr, % – концентрация эритроцитов (величина гематокрита) в зондированном объеме крови;
W, Вт – мощность нагрузки при достижении уровня МПК;
W_{мпк}, Вт/кг – значение мощности нагрузки при достижении МПК;
Абал – высота прыжка вверх по Абалакову;
Ад, п.е. – амплитуда дыхательных колебаний (внешние пассивные механизмы), в перфузионных единицах;
Ам, п.е. – амплитуда миогенных колебаний без влияния симпатического отдела ВНС (за счет автоматии гладкомышечных клеток), в перфузионных единицах;
Ан, п.е. – амплитуда нейрогенных колебаний – активные колебания на уровне артериол (от 50 микрон до 30 микрон), в перфузионных единицах;
АП, %МПК – анаэробный порог по отношению к МПК (%);
АП, %ЧСС – анаэробный порог по отношению к ЧСС в момент достижения МПК (%);
Ас, п.е. – амплитуда сердечных колебаний (внешние пассивные механизмы), в перфузионных единицах;
АТФ – аденозинтрифосфорная кислота;
Аэ, п.е. – амплитуда колебания эндотелиоцитов – активные колебания на уровне капилляров, в перфузионных единицах;
БАВ – биологически активные вещества;
БАТ – биологически активные точки;
ВНД – высшая нервная деятельность;
ВНС – вегетативная нервная система;
ВЭК, л – вентиляционный эквивалент кислорода;
ГГНС – гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система;
ГГТС – гипоталамо-гипофизарно-тиреойдная система;
ДК, усл. ед. – дыхательный коэффициент;
ЖЕЛ, л – жизненная ёмкость легких;
И.П. – исходное положение;
ИВР, усл. ед. – индекс вегетативного равновесия;
ИН – индекс напряженности регуляции сердечного ритма;
КБП ГМ – кора больших полушарий головного мозга;

КВ – коэффициент выносливости;
КВ3, усл. ед. – коэффициент выносливости (15-секундный тест с нагрузкой 5% от массы тела);
КВ4 – коэффициент выносливости (45-секундный тест с нагрузкой 3% от массы тела);
КИО₂, мл/л – коэффициент использования кислорода;
КРС – кардиореспираторная система;
КТС – кислородтранспортная система;
КФ – креатинфосфат;
КЩР – кислотно-щелочное равновесие;
ЛВ, л/мин – легочная вентиляция;
МОК, л/мин – минутный объем кровообращения;
Мощн – среднее значение мощности, развиваемой в серии 7 подскоков;
МПК, л/мин – максимальное кислородное потребление в абсолютных величинах;
МПК, мл/мин/кг – максимальное кислородное потребление в относительных величинах;
МТ – масса тела;
МЦ – микроциркуляция;
НАДН/ФАД (NADN/FAD), усл. ед. – соотношение спектров флуоресценции восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотида (НАДН) и окисленной формы флавинадениндинуклеотида (ФАД);
НИЛИ – низкоинтенсивное лазерное излучение;
НС – нервная система;
О₂-пульс, мл/удар – кислородный пульс;
Обороты₃ – количество оборотов колеса велоэргометра (15-секундный тест);
Обороты₄ – количество оборотов колеса велоэргометра (45-секундный тест);
ОДА – опорно-двигательный аппарат;
ОЭС – оптико-электронная система;
ПМ, п.е. – параметр микроциркуляции, в перфузионных единицах;
СЖК – свободные жирные кислоты;
СКО, п.е. – среднее квадратическое отклонение, в перфузионных единицах;
СОК, мл – систолический объем крови;
СР – сердечный ритм;
СФП – специальная физическая подготовленность;
ФК и С – физическая культура и спорт;
ФС – функциональное состояние;
ФуР – функциональные резервы;
ЧСС – частота сердечных сокращений;
ЧСС max, уд/мин – максимальная частота сердечных сокращений;
ЭХС – электронно-хронометрическая система.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахманова, А. И. Современные представления о механизмах лазерного воздействия / А. И. Абдрахманова, Н. Б. Амиров // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – Т. 8, № 5. – С. 7–12.
2. Абрамова, Т. Ф. Экдистероны и аминокислоты как внутренировочные средства в комплексном обеспечении развития скоростно-силовых качеств метателей высшей квалификации / Т. Ф. Абрамова, М. В. Арансон, С. Н. Португалов [и др.]. / Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2016. – № 6 (138). – С. 23–32.
3. Аванесов, В. У. Баромассаж как тренировочное и профилактическое средство подготовки легкоатлетов-спринтеров / В. У. Аванесов, Г. В. Бугаев, В. Н. Щеглов // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2013. – № 3. – С. 75–80.
4. Агаджанян, Н.А. Основы физиологии человека: учебн. / Н. А. Агаджанян, И. Г. Власова, Н. В. Ермакова, В. И. Торшин [и др.]. – М.: РУДН, 2017. – 456 с.
5. Аганянц, Е. К. Физиология человека [Текст]: учебник для магистрантов и аспирантов / Е. К. Аганянц. – М.: Советский спорт, 2005. – 336 с.
6. Азизбекян, Г. А. Основания к использованию спортсменами специализированных продуктов питания / Г. А. Азизбекян, Я. Д. Лешик, А. П. Поздняков // Вопросы питания. – 2014. – № 6. – С. 58.
7. Акопян, А.О. Методы экспресс-восстановления спортсменов в условиях соревнований / А. О. Акопян, В. Д. Выборнов // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 4. – С. 3–6.
8. Акулич, Н. В. Механизмы лечебного действия метода низкоинтенсивной лазерной терапии в практике спортивной медицины / Н. В.

Акулич, С. Е. Скобялко, Н. О. Максюта, Н. Г. Кручинский // Здоровье для всех. – 2014. – № 2. – С. 15–21.

9. Александров, П. Н. Методы исследования микроциркуляции / П. Н. Александров, Д. А. Еникеев. - Уфа: Диалог, 2004. – 302 с.

10. Аметова, Ж. Т. Иван Петрович Павлов как основоположник школы физиологов / Ж. Т. Аметова // Моя профессиональная карьера. – 2020. – Т. 2, № 9. – С. 21–23.

11. Анашкина, А. А. Влияние ингаляции пчелиного маточного молочка и прополиса на эндогенную интоксикацию при экспериментальном отеке легких у крыс: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Анашкина Анастасия Александровна. - Нижний Новгород, 2012. – 23 с.

12. Андриянова, Е. Ю. Спортивная медицина: учеб. пос. / Е. Ю. Андриянова. – М.: Изд-во Юрайт, 2020. – 325 с.

13. Анохин, П. К. Узловые вопросы теории функциональных систем / П. К. Анохин. – М.: Наука. 1980. – 196 с.

14. Антипова, Л. В. Получение и применение йодированных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности из пророщенного зерна чечевицы / Л. В. Антипова, И. Н. Толпыгина, А. А. Мищенко, Н. А. Осипова, А. В. Гребенщиков // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79, № 4. – С. 104–113.

15. Антонов, А. А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов / А. А. Антонов // Поликлиника. – 2013. – №1 (2). – С.37–41.

16. Артамонов В. Н. Специальные двигательные режимы в оздоровительной массовой физкультуре: метод. рекомендации для студентов РГУФКа / В. Н. Артамонов. – М.: РГУФКСТ, 2004. – 39 с.

17. Артёменко, Т. Г. Контроль утомления легкоатлетов-студентов, специализирующихся в беге на средние дистанции / Т. Г. Артёменко, И. И.

Готовцев, М. Г. Игнатъев // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2019. – Вып. 6. – С. 59–66.

18. Артемьева, Н. К. Повышение биоэнергетического потенциала высококвалифицированных спортсменов посредством функционального питания в условиях напряженной мышечной деятельности / Н. К. Артемьева, О. О. Бут, М. В. Абакумова // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 3. – С. 132–133.

19. Асирян, Е. Г. Лазерное излучение и его влияние на иммунную систему / Е. Г. Асирян, П. Д. Новиков // Аллергология и иммунология в педиатрии. – 2015. – № 3 (42). – С. 28–35.

20. Ахметов, С. М. Физиологические особенности и резервы сердечно-сосудистой системы профессиональных спортсменок в прединволютивном периоде / С. М. Ахметов, С. В. Погодина, В. Г. Манолаки, Г. Д. Алексанянц // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 5. – С. 46–54.

21. Ахметова, Л. Т. Научное обоснование и оценка эффективности применения в птицеводстве кормовой добавки, разработанной на основе сырьевых источников пчеловодства: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ахметова Лилия Тимерхановна. - Казань, 2015. – 22 с.

22. Ачкасов, Е. Е. Медико-биологические аспекты восстановления в профессиональном и любительском спорте / Е. Е. Ачкасов, Е. В. Машковский, Э. Н. Безуглов // Медицинский вестник Северного кавказа. – 2018. – Т. 13, № 1.1. – С. 126–132.

23. Бабак, С. В. Антропометрические исследования компонентов тела легкоатлетов-бегунов, специализирующихся на разных дистанциях / С. В. Бабак // European journal of biomedical and life sciences. – 2015. – № 3. – С. 47–50.

24. Бабкина, А. С. Определение интенсивности флуоресценции

коферментов надн и фад в скелетной мышце крысы в зависимости от давности наступления смерти / А. С. Бабкина, Д. В. Сундуков, А. М. Голубев, И. А. Рыжков [и др.]. // Судебно-медицинская экспертиза. – 2020. – Т. 63, № 1. – С. 31–35.

25. Багадирова, С. К. Основы психорегуляции в спортивной деятельности: учеб. пос. / С. К. Багадирова. – Майкоп: Магарин О. Г., 2015. – 148 с.

26. Бадтиева, В. А. Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечнососудистой системы, обусловленное физическими нагрузками / В. А. Бадтиева, В. И. Павлов, А. С. Шарыкин [и др.]. // Российский кардиологический журнал. – 2018. – № 23 (6). – С. 180–190.

27. Баевский Р. М. Проблема оценки и прогнозирования функционального организма и ее развитие в космической медицине / Р. М. Баевский // Успехи физиологических наук. – 2006. – Т. 37, № 3. – С. 42.

28. Балева, Л. С. Роль и влияние радиации в развитии злокачественных новообразований у детей / Л. С. Балева, Н. М. Карахан, А. Е. Сипягина // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2017. – № 62 (4). – С. 223.

29. Балюк, Н. В. Использование эргоспирометрического тестирования для контроля функциональной подготовленности легкоатлетов / Н. В. Балюк, В. Г. Балюк, Н. В. Афанасенкова, М. А. Абрамова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 2 (168). – С. 23–26.

30. Бань, А. С. Возможные ошибки при проведении анализа variability ритма сердца / А. С. Бань, Г. М. Загородный // Проблемы здоровья и экологии. – 2010. – №3 (25). – С. 119–123.

31. Барабанкина, Е. Ю. Технология специальной физической подготовки бегуний на 400 метров на основе использования технических

средств эргогенического воздействия / Е. Ю. Барабанкина, М. С. Шубин, В. В. Чёмов // Теория и методика спортивной тренировки. – 2017. – № 1. – С. 7–11.

32. Баранов, В. В. Визуализатор капиллярного эндотелия / В. В. Баранов, Н. Н. Самсонова // Тромбоз, гемостаз и реология. – 2013. – № 2. – С. 87–90.

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

34. Беляева, М. А. Организация спортивного питания в Российской Федерации / М. А. Беляева, Д. А. Прусова // Пищевая промышленность. – 2019. - № 11. – С. 84-87. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10185.

35. Бердичевская, Е. М. Современные проблемы физиологии спорта: учеб. - метод. пос. / Е. М. Бердичевская, Е. С. Тришин. – Краснодар: КГУФКСТ, 2020. – 64 с.

36. Блохина А. Н., Восстановительные процессы при занятиях физкультурой и спортом / А. Н. Блохина // Наука 2020. – 2018. – № 1. – С.135–142.

37. Богачёва, Т. Е. Комплексная оценка неврологического статуса и метаболических эффектов витаминно-минерального комплекса Теравит Антистресс и его компонентов / Т. Е. Богачёва, А. Г. Калачёва, Т. Р. Гришина, О. А. Громова // Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2019. – № 1. – С. 27–31.

38. Богослова Т. В. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на физическую работоспособность студентов института физической культуры: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Богослова Татьяна Валентиновна. - Смоленск, 2004. – 21 с.

39. Бойко, Е. Р. Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта: моногр. / Е. Р. Бойко, Т. П. Логинова, Н. Г. Варламова, А. Л. Марков [и др.]. – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2019. – 256 с.

40. Бокерия, Л. А. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование / Л. А. Бокерия, О. Л. Бокерия, И. В. Волковская // *Анналы аритмологии*. – 2009. – № 4. – С. 21–32.

41. Бокерия, О. Л. Экспериментальные исследования как обоснование целесообразности динамической электрокардиографии для создания инновационных методов диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека / О. Л. Бокерия, В. Л. Кодкин, А. С. Хафизова // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2018. – Т. 18, № 5. – С. 33–40.

42. Большев А. С. Частота сердечных сокращений. Физиолого-педагогические аспекты [Текст]: учеб. пос. / А. С. Большев, Д. Г. Сидоров, С. А. Овчинников. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. – 76 с.

43. Борисевич, С. А. Функциональные свойства кожи при занятиях спортом: дис. ... д-ра биол. наук / Борисевич Сергей Александрович. - М., 2015. – 313 с.

44. Боровик, С. Г. Функциональная подготовленность легкоатлетов-спринтеров на этапе спортивного совершенствования в процессе реализации программы восстановительных мероприятий / С. Г. Боровик // *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. – 2014. – №3 (32). – С. 13–17.

45. Бравый, Я. Р. Определение максимальной алактатной мощности, оптимальной частоты педалирования и устойчивости к утомлению у высококвалифицированных велосипедистов спринтеров / Я. Р. Бравый // *Материалы научно-практической конференции «Инновационные технологии*

в подготовке спортсменов». – М.: ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта, 2013. – С. 20.

46. Брель, Ю. И. Особенности композиционного состава тела и показателей аэробной и анаэробной работоспособности при скоростно-силовых нагрузках / Ю. И. Брель, Л. А. Бudyко // Проблемы здоровья и экологии. – 2016. – № 3 (49). – 113–117.

47. Бреслав И. С. Дыхание и мышечная активность человека в спорте: руководство для изучающих, физиологию человека [Текст] / И. С. Бреслав, Н. И. Волков, Р. В. Тамбовцева. – М.: Советский спорт, 2013. – 334 с.

48. Бресткин, М. П. Функции организма в условиях измененной газовой среды / М. П. Бресткин. – Л.: Воен.-мед. ордена Ленина Краснознам. акад. им. С.М. Кирова, 1968. – 64 с.

49. Бриль, Г. Е. Изменение содержания депротейдизированной ДНК и уровня РНК в клетках лимфоидных органов при облучении животных инфракрасным лазером / Г. Е. Бриль, И. О. Бугаева // Лазерная медицина. – 2005. – Т. 9, Вып. 3. – С. 48–52.

50. Брук, Т. М. Влияние биопродукта из молочной сыворотки на обменные процессы в системе микроциркуляции крови / Т. М. Брук, Ф. Б. Литвин, П. А. Терехов // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № S1. – С. 121–127. doi: 10.14529/hsm19s116

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

52. Брук, Т. М. Влияние низкоэнергетического лазерного излучения на систему микроциркуляции у футболистов в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма / Т. М. Брук, Ф. Б. Литвин, О. В.

Молотков // Лазерная медицина. – 2018. – Т. 22, № 3. – С. 9–14. doi: 10.37895/2071-8004-2018-22-3-9-14

53. Брук, Т. М. Особенности функционального состояния и специальной работоспособности высококвалифицированных спортсменов с учётом типа вегетативной регуляции сердечного ритма / Т. М. Брук, Ф. Б. Литвин, П. А. Терехов, О. А. Толстой // Вестник российской военно-медицинской академии. – 2018. – № 2 (62). – С. 28–32.

54. Брук, Т. М. Оценка сохранности эффекта однократного лазерного излучения частотой следования импульсов 1500 Гц по показателям анаэробной работоспособности спортсменов / Т. М. Брук, П. А. Терехов, К. Ю. Косорыгина, Т. А. Самойлина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2014. – № 5 (125) – С. 4–9.

55. Брук, Т. М. Оценка функционального состояния спортсменов и использование НИЛИ для его оптимизации: моногр. / Т. М. Брук, О. В. Молотков, А. А. Николаев [и др.]. – Смоленск: СГАФКСТ, 2009. – 214 с.

56. Булякова Н. В. Состояние костного мозга крыс после комбинированного лазерного воздействия в инфракрасном и красном диапазонах светового спектра / Н. В. Булякова, В. С. Азарова // Физиотерапия, Бальнеология и Реабилитация. – 2017. – Т. 16, № 3. – С. 144–148.

57. Бурлак, Е. Ю. Функциональные особенности дыхательной системы у профессиональных водолазов / Е. Ю. Бурлак, Е. Г. Мирошников // Сибирский медицинский журнал. – 2013. – № 7. – С. 44–50.

58. Бурмистрова, Л. А. Федеральный научный центр пчеловодства – 2017 / Л. А. Бурмистрова, В. И. Лебедев, М. Н. Харитонова // Пчеловодство. – 2018. – № 1. – С. 6–7.

59. Бурякин, Ф. Г. Диагностика утомления и симптоматика восстановления в спорте (методологические основы): учеб. / Ф. Г. Бурякин. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 146 с.

60. Быков, А. Т. Хронобиология и хрономедицина кожи / А. Т. Быков, Г. Э. Гурский, Т. Н. Маляренко // Лечебное дело. – 2019. – № 3 (67). – С. 54–59.

61. Вагин, Ю. Е. Динамика напряжения организма у спортсменов различного уровня квалификации / Ю. Е. Вагин, Н. А. Фудин // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 15, № 3. – С. 64–69. doi: 10.24412/2075-4094-2021-3-3-3.

62. Вагин, Ю. Е. Функциональные изменения у спортсменов при увеличивающихся прерывных задержках дыхания в ходе физической нагрузки / Ю. Е. Вагин, И. Е. Зеленкова, Н. А. Фудин // Наука и спорт: современные тенденции. – 2018. – Т. 20, № 3. – С. 6–11.

63. Вахитов, И. Х. Физиология физических упражнений: учеб. пос. / И. Х. Вахитов, А. Р. Гиззатуллин, Т. Л. Зефилов. – Казань: КФУ, 2015. – 248 с.

64. Винничук, Ю. Д. Предикторы и маркеры функционального состояния спортсменов при тренировках в среднегорье / Ю. Д. Винничук, Л. М. Гунина // Здоровье для всех. – 2014. – № 2. – С. 3–9.

65. Владимиров, Ю. А. Свободные радикалы и клеточная хемилюминесценция / Ю. А. Владимиров, Е. В. Проскурнина // Успехи биол. хим. – 2009. – Т. 49. □ С. 341–388.

66. Власов, Т. Д. Эндотелиальный гликокаликс: методы исследования и перспективы их применения при оценке дисфункции эндотелия / Т. Д. Власов, О. А. Лазовская, Д. А. Шиманьски, И. И. Нестерович [и др.]. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2020. – Т. 19, № 1 (73). – С. 5–16.

67. Волков Н. И. Биоэнергетика спорта: моногр. / Н. И. Волков, В. И. Олейников. – М.: Советский спорт, 2011. – 160 с.

68. Волков, В. М. Прогнозирование двигательных способностей у спортсменов: учебн. пос. / В. М. Волков, В. А. Быков. – Смоленск: СГИФК, 2006. – С. 30–32.

69. Волкова А. А. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на функциональное состояние организма лыжников-гонщиков: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Волкова Анастасия Александровна. - Смоленск, 2011. – 21 с.

70. Волкова, Н. А. Алгоритм диагностики состояния сердечно-сосудистой системы по результатам многократных измерений артериального давления и пульса / Н. А. Волкова // Технические науки. Информатика, вычислительная техника. – 2015. – № 1 (33). – С. 43–49.

71. Володина А. А. Психологическая саморегуляция в спорте (на примере баскетбола) / А. А. Володина, А. А. Толмачёва, О. В. Габидулин, Н. В. Назарова // Молодой ученый. – 2017. – № 10. – С. 378–382.

72. Выборная, К. В. Современные методы оценки дегидратации у спортсменов / К. В. Выборная, И. В. Кобелькова, С. В. Лавриненко, Г. А. Пузырева [и др.]. // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 3. – С. 25–29.

73. Выходец, И. Т. Клинические рекомендации по диагностике и лечению общего и частных синдромов перенапряжения центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, иммунной системы и переутомления у спортсменов высокой квалификации / И. Т. Выходец, М. Д. Дидур, А. С. Каргашина, А. Н. Лобов, Ю. В. Мирошникова [и др.]. – М.: ФМБА России, 2018. – 94 с.

74. Гаврилова, Е. А. Биологически активные добавки и энергообеспечение в хоккее с шайбой / Е. А. Гаврилова, О. А. Чурганов, Ю. В. Яковлев, П. К. Кузнецов // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 11. – С.80–82.

75. Гаврилова, Е. А. Вариабельность ритма сердца и спорт / Е. А.

Гаврилова // Физиология человека. – 2016. – Т. 42, № 5. – С. 121–129.

76. Гаврилова, Е. А. Внезапная сердечная смерть в спорте. Современные представления / Е. А. Гаврилова, О. А. Чурганов, М. Д. Белодедова, Ю. В. Яковлев [и др.]. // Теория и практика физической культуры. – 2021. – №5. – С. 76–79.

77. Гаврилова, Е. А. Использование variability ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности / Е. А. Гаврилова // Практическая медицина. – 2015. – Т. 1, № 3 (88). – С. 52–57.

78. Гаврилова, Н. Б. Научно-экспериментальное обоснование рецептуры специализированного продукта для питания спортсменов, обогащенного пробиотическими микроорганизмами / Н. Б. Гаврилова, М. П. Щетинин, Н. Л. Чернопольская // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 5. – С. 22–28.

79. Гагиева, З. А. Сравнительная характеристика поливитаминных комплексов, используемых в игровых видах спорта / З. А. Гагиева // Вестник АГУ. – 2018. – № 3 (223). – С. 128–137.

80. Гаджиев, О. М. Педагогические условия организации игровой деятельности как средства нравственного воспитания юных спортсменов / О. М. Гаджиев // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. – 2017. – Т. 11, № 1. – С. 42–47.

81. Газенко, О. Г. Словарь физиологических терминов / О. Г. Газенко. – М.: Наука, 1987. – 446 с.

82. Галица, В. И. Инструментальные средства и методы для диагностики уровня функциональной реакции спортсмена на нормированную физическую нагрузку / В. И. Галица, П. А. Качанов, А. И. Любиев // Scientific Journal «ScienceRise». – 2015. – № 6/2 (11). – С. 117–121.

83. Ганеева, Л. А. Оценка некоторых биохимических параметров энергетического обмена у студентов-легкоатлетов после продолжительной нагрузки / Л. А. Ганеева, В. С. Скрипова, Л. В. Касатова, Р. М. Набиуллина [и др.]. / Ученые записки казанского университета. – 2013. – Т. 155, кн. 1. – С. 40–49.

84. Гейниц, А. В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии / А. В. Гейниц, С. В. Москвин. – М. – Тверь: Триада, 2010. – 400 с.

85. Гизатуллин, Р. З. Недопинговые психолого-педагогические, медико-биологические методы восстановления и повышения работоспособности спортсменов-единоборцев / Р. З. Гизатуллин, И. Ш. Мутаева, А. М. Мутаев // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2019. – Т. 14, № 4. – С. 41–47.

86. Глазачев О.С. Интервальное гипоксическое кондиционирование: опыт и перспективы применения в программах кардиореабилитации / О.С. Глазачев, Н.П. Лямина, Г.К. Спирина // Российский кардиологический журнал. – 2021. - Т. 26, № 5. – С. 156-162.

87. Глазачев, О. С. Функциональное состояние микроциркуляторного кровотока и нейровегетативной регуляции у молодых людей с различным уровнем субъективно переживаемого психологического стресса / О. С. Глазачев, Е. Н. Дудник // Физиология человека . – 2012. – Т. 38, № 5. – С. 50–57.

88. Голощапова, С. С. Влияние апипродукта, полученного из трутневого расплода, на морфометрические показатели поперечнополосатой мышечной ткани мышцей / С. С. Голощапова, Ф. Б. Литвин // Концепт. – 2015. – Т. 13. – С. 3586–3590.

89. Горлов, И. Ф. Методология производства и использования комплексной пищевой добавки компенсаторного и корректирующего действия

для повышения биологической ценности мясных продуктов / И. Ф. Горлов, И. А. Семенова, М. И. Сложенкина, П. С. Андреев-Чадаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 10 (156). – С. 157–161.

90. Гостюхина, А.А. Влияние курсового применения пантовых ванн на адаптивные реакции организма крыс с хронической физической нагрузкой / А.А. Гостюхина, Т.А. Замощина, К.В. Зайцев, О. Б. Жукова // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т2(1). – С. 62-70.

91. Гребенюк, Л. А. Микроциркуляция в коже конечностей при увеличении продольных размеров сегментов по методу Илизарова и у девушек-легкоатлеток с циклическим типом тренировочных воздействий Л. А. Гребенюк, А. В. Грязных, Р. В. Кучин // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. – С. 128.

92. Грец, Г. Н. Возможности персонифицированного капилляроскопического контроля обмена веществ в системе микроциркуляции у спортсменов высшего уровня мастерства / Г. Н. Грец, Т. М. Брук, Ф. Б. Литвин, В. В. Баранов // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 1. – С. 25–27.

93. Грибанов, А. В. Распределение церебральных энергетических процессов у молодых людей, постоянно проживающих в Арктическом регионе / А. В. Грибанов, Н. Ю. Аникина, О. Н. Котцова // Журнал медико-биологических исследований. – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 118–123. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.118.

94. Гунина, Л. М. Безопасность и эффективность янтарной кислоты при использовании спортсменами для стимуляции работоспособности / Л. М. Гунина // Здоровье для всех. – 2014. – № 2. – С. 10–14.

95. Гунина, Л. М. Нутрициологическое и фармакологическое обеспечение подготовки спортсменов: проблемы науки, практики и образовательной сферы / Л. М. Гунина, Л. В. Кудина // Педагогико-

психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2019. – Т. 14, № 1. – С. 198–206.

96. Гурова, О. А. Микроциркуляция крови в коже конечностей у детей 6-7 лет по данным лазерной доплеровской флоуметрии / О. А. Гурова, В. Н. Сахаров, В. И. Козлов, В. В. Сидоров // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23, № S3. – С. 50-51.

97. Давиденко, Д. Н. Основы психофизиологии функциональных состояний: прикладной аспект [Текст] / Д. Н. Давиденко, В. Ю. Карпов, Е. А. Митин, М. М. Филиппов. – Самара: СГПУ, 2006. – 328 с.

98. Даутова, М.Б. Кардиомаркеры сердце для прогнозирование сердечно-сосудистых заболеваний в экспериментальной биологии / М.Б. Даутова, А.М. Бауедимова, С.О. Осикбаева, М.С. Журунова, Е.А. Ерлан // Вестник КазНМУ. – 2017. – № 2. – С. 229-235.

99. Деревоедов, А. А. Биологически активные добавки в спорте: современный взгляд / А. А. Деревоедов, Ю. В. Мирошникова, Т. А. Пушкина, А. В. Жолинский [и др.]. // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2018. – № 4 (148). – С. 10–19.

100. Дерюгина, А. В. Влияние различных режимов действия низкоинтенсивного лазерного излучения на биофизические показатели мембраны и окислительный метаболизм эритроцитов при стрессе / А. В. Дерюгина, А. Г. Самоделкин, М. Н. Иващенко, П. С. Игнатьев [и др.]. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2019. – № 1 (41). – С. 3–6.

101. Диденко, Т. П. Мониторинг функциональной подготовленности в единоборствах и силовых видах спорта / Т. П. Диденко, Н. В. Губарева, С. Л. Зверев, С. В. Матук // Известия ТулГУ, Физическая культура. Спорт. – 2018. – № 4. – С. 182–188.

102. Дмитриев, А. В. Основы спортивной нутрициологии: моногр. / А. В. Дмитриев, Л. Н. Гунина. – СПб: ООО «РА» «Русский Ювелир», 2018. – 560

с.

103. Дудченко, А.М. Регуляторная роль аденилатного пула в механизме чувствительности клетки к дефициту кислорода // Патогенез. – 2008. – Т. 6. № 3. – С. 57-58.

104. Дышко, Б. А. Эргогенные средства «точечной» направленности в циклических видах спорта / Б. А. Дышко, А. Б. Кочергин, А. И. Головачев // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 6. – С. 76–82.

105. Дятлов, И. М. Управление спортивной деятельностью самбистов. Проблемы психологического контроля / И. М. Дятлов // Наука, образование, культура. – 2018. – № 1 (25). – С. 81–84.

106. Епишкина, Ю. М. Спортивное питание и вред от неадекватного выбора режима его употребления // Ю. М. Епишкина, А. С. Журавлёва, М. Б. Рощина, Г. И. Тараканова // Успехи в химии и химической технологии. – 2017. – Т. XXXI, № 14. – С. 107–109.

107. Ермакова, Е. Г. Спортивное питание. Критерии выбора спортивного питания. вред и польза организму занимающихся физической культурой и спортом / Е. Г. Ермакова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – Т. 5, № 1. – С. 37–39.

108. Забодалова, Л. А. Разработка комплексных кисломолочных напитков для спортивного питания. Часть 1. / Л. А. Забодалова, Е. П. Сучкова, Д. А. Петров, А. С. Критченков // Вестник МАХ. – 2019. – № 2. – С. 55–61.

109. Загородный, Г. М. Профилактика десинхроноза в спорте / Г. М. Загородный // Спортивная медицина: наука и практика. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 79–90.

110. Загурский, Н. С. Комплексный тест для оценки интегральной подготовленности биатлонистов / Н. С. Загурский, Я. С. Романова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 10 (152). – С. 64–71.

111. Зайкина, А. О. Признаки усталости, утомления и переутомления, их причины и профилактика. Восстановление / А. О. Зайкина, О. О. Куралева // Academy. – 2018. – № 12(39). – С. 70–71.
112. Захарова, Л. М. Кисломолочный продукт для спортивного питания / Л. М. Захарова, И. Н. Пушмина, В. В. Пушмина, М. Д. Кудрявцев, [и др.]. // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № S1. – С. 128–136.
113. Заходякина, К. Ю. Восстановление физической работоспособности человека посредством применения синергетичных физических средств / К. Ю. Заходякина, Д. В. Шатов, А. С. Багдасарьян // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 6 (172). – С. 83–88.
114. Зверева, М. А. Скрининг сердечной деятельности студентов института физкультуры методом дисперсионного картирования ЭКГ / М. А. Зверева, С. Н. Бобкова, Ж. Т. Исакова // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 58-2. – С. 93–97.
115. Зорина, А. С. Массаж, виды массажа. Влияние массажа на функциональное состояние организма / А. С. Зорина, И. С. Москаленко, Ю. И. Логинов // Символ науки. – 2017. – № 04-3. – С. 136–140.
116. Зотова, Ф. Р. Некоторые аспекты оценки анаэробной работоспособности спортсменов-единоборцев / Ф. Р. Зотова, Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко, И. А. Земленухин [и др.]. // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 80–87.
117. Зубовская, Т. М. Физиотерапевтические методы и средства локального воздействия на мышечный аппарат спортсмена / Т. М. Зубовская, И. М. Мазаник, Д. К. Зубовский // Прикладная спортивная наука. – 2017. – № 1(5). – С. 91–100.
118. Зубовский, Д. К. Введение в спортивную физиотерапию / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик. – Минск: БГУФК, 2009. – 235 с.

119. Зубовский, Д. К. Средства физической медицины в период подготовки спортсменов к XXIII зимним олимпийским играм (анализ, некоторые собственные результаты) / Д. К. Зубовский // Прикладная спортивная наука. – 2017. – № 2 (6). – С. 88–99.

120. Зубовский, Д. К. Физические средства в подготовке спортсменов: практ. пособие / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик, Н. Г. Кручинский. – Минск: НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, 2012. – 72 с.

121. Ильин, В. Н. Феномен хронического утомления у спортсменов / В. Н. Ильин, А. Алвани, М. М. Филиппов, С. Б. Коваль // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2015. – № 3. – С. 108–116.

122. Ильинич, В. И. Физическая культура студента и жизнь: учеб. / В. И. Ильинич. - М.: Гардарики, 2008. – 366 с.

123. Илькевич, Т. Г. Массаж как важное средство профилактики «закисления» и восстановления организма спортсменов / Т. Г. Илькевич, В. Д. Медведков, К. Б. Илькевич, Н. И. Медведкова // Ученые записки университета П.Д. Лесгафта. – 2015. – № 2 (120) – С. 53–60.

124. Иорданская, Ф. А. Функциональная подготовленность спортсменов академической гребли в процессе подготовки и отбора к ответственным соревнованиям / Ф. А. Иорданская, Т. Ф. Абрамова, Е. В. Бучина // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 4. – С. 25–29.

125. Исаев, А. П. Моделирование в системе адаптации и управления спортивной подготовкой / А. П. Исаев, Р. Я. Абзалилов, В. В. Рыбаков // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 42–51.

126. Исрафилова, Г. Ю. Применение саморегуляции эмоциональных состояний студентов в процессе тренировок и спортивных соревнований / Г. Ю. Исрафилова, Д. М. Панягин // Инновационная наука. – 2017. – № 6. – С. 103–105.

127. Калабин, О. В. Особенности variability сердечного ритма пауэрлифтеров при воздействии тренировочного стресса / О. В. Калабин, А. П. Спицин // Якутский медицинский журнал. – 2018. – № 1 (61). – С. 30–32.
128. Камчатников, А. Г. Оптимизация функциональной подготовленности спортсменов посредством биологически активных добавок: моногр. / А. Г. Камчатников, Н. В. Серединцева, Н. Н. Сентябрёв. – Волгоград: ВГАФК, 2008. – 103 с.
129. Капилевич, Л. В. Биохимия спорта с основами спортивной фармакологии: учебн. пос. / Л. В. Капилевич, Е. Ю. Дьякова, Е. В. Кошельская, В. И. Андреев. – М.: Юрайт, 2019. – 151 с.
130. Капилевич, Л. В. Физиология человека. Спорт: учеб. пос. для вузов / Л. В. Капилевич. – М.: Юрайт, 2021. – 141 с.
131. Карандашов, В. И. Влияние оптического излучения синего диапазона на психофизиологические характеристики спортсменов в восстановительном периоде после максимальной нагрузки / В. И. Карандашов, Е. В. Линде, Н. П. Александрова // Лазерная медицина. – 2018. – Т. 22, № 1. – С. 5–8.
132. Караулова, Л. К. Физиология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Л. К. Караулова, Н. А. Красноперова, М. М. Расулов. – М.: Академия, 2009. – 384 с.
133. Каркищенко Н. Н. Очерки спортивной фармакологии. Том 4. Векторы энергообеспечения / Н. Н. Каркищенко, В. В. Уйба, В. Н. Каркищенко, Е. Б. Шустов [и др.]. – М., СПб.: Айсинг, 2014. – 296 с.
134. Каркищенко, В. Н. Эргогенное спортивное питание: политика доказанной эффективности / В. Н. Каркищенко, В. С. Новиков, Е. Б. Шустов // Вестн. образования и развития науки Рос. акад. естеств. наук. – 2017. – № 1. – С. 15–26.

135. Карлова, Н. А. Дополнительные пути повышения общей работоспособности легкоатлетов на этапах начальной и углубленной специализации / Н. А. Карлова, С. Н. Жуков // Материалы Всероссийской с международным участием очно-заочной научно-практической конференции «Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе». – Воронеж: Научная книга, 2016. – С. 370–374.

136. Карнаухов, В. Н. Люминесцентный анализ клеток: учеб. пос. / В. Н. Карнаухов. – Пушкино: ИБК РАН, 2002. – 131 с.

137. Карпман, В. Л. Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов: сборник / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков, С. В. Хрущев [и др.]. – М.: Советский спорт, 2012. – 189 с.

138. Кизько, А. П. Теоретическое обоснование критерия оптимальности чередования тренировочного воздействия и отдыха / А. П. Кизько // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 6 (136). – С. 81–89.

139. Ким, В. Н. Коррекция эндотелийзависимых нарушений микроциркуляции, биохимических показателей крови, уровня работоспособности, вегетативного и психоэмоционального статуса у юных и молодых спортсменов с использованием апифитопродукции / В. Н. Ким, Г. Б. Кривулина, В. М. Шевелев // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12, № 3. – С. 30–37.

140. Ким, В. Н. Новый способ и набор апифитопродукции для нутритивной поддержки в детско-юношеском спорте: многомерная статистика и отдаленные результаты / В. Н. Ким, И. П. Хисматуллина, В. П. Леонов, Ю. Н. Федосов [и др.]. // Спортивная медицина: наука и практика. – 2015. – № 1. – С. 42–51.

141. Кириллова, Е. Б. Влияние новейших технологий на спортивный результат (анализ зарубежной и отечественной литературы) / Е. Б. Кириллова, Е. Ю. Иванова // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2017. – № 1 (19). – С. 41–50.
142. Кирсанова, И. В. Баня и сауна, как эффективное средство восстановительной медицины в спорте высших достижений / И. В. Кирсанова // Символ науки. – 2019. – № 7. – С. 53–58.
143. Классина, С. Я. Влияние произвольного гиповентиляционного дыхания в сочетании с физическими нагрузками на кардиореспираторные показатели человека / С. Я. Классина, Н. А. Фудин // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. - Т. 25. № 2. – С. 142–148. doi: 10.24411/1609-2163-2018-16055.
144. Классина, С. Я. Кислородное обеспечение миокарда у велосипедистов при различных гипоксигенных воздействиях / С. Я. Классина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 8 (186). – С. 141–147. doi: 10.34835/issn.2308-1961.2020.8.p141-147.
145. Классина, С. Я. Состояние центральной и вегетативной нервной системы человека в восстановительный период после отказа от интенсивной физической нагрузки / С. Я. Классина, Н. А. Фудин // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – Т. 22, № 3. – С. 122–127.
146. Клебанов, Г. И. Антиоксидантная активность сыворотки крови / Г. И. Клебанов, Ю. О. Теселкин, И. В. Бабенкова, О. Б. Любицкий [и др.]. // Вестник РАМН. □ 1999. – Т. 99, № 2. □ С. 15–22.
147. Козлов, В. И. Изменчивость микроциркуляции крови в коже стоп с разной высотой сводов / В. И. Козлов, О. А. Гурова, Т. В. Кокорева // Морфология. – 2020. – Т. 157. № 2–3. – С. 102.

148. Козлов, В. И. Индивидуально-типологические особенности микроциркуляции у человека / В. И. Козлов, Г. А. Азизов, Р. Х. Ибрагим // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2005. – № 1. – С. 77–78.
149. Козлов, В. И. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови: метод пос. / В. И. Козлов, Г. А. Азизов, О. А. Гурова, Ф. Б. Литвин. – М.: РУДН, 2012. – 31 с.
150. Козлов, В. И. Лазерная фотостимуляция кровотока в пиальных микрососудах / В. И. Козлов, Ф. Б. Литвин, С. М. Рыжакин // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2016. – № 2. – С. 90–93.
151. Козлов, В. И. Лазеры и микроангиология: диагностика и коррекция микроциркуляторных расстройств / В. И. Козлов // Лазерная медицина. – 2016. – Т. 20, № 3. – С. 104.
152. Козлов, В. И. Механизмы лазерной фотобиостимуляции / В. И. Козлов, В. В. Асташов // Морфология. – 2018. – Т. 153, № 3. – С. 137–138.
153. Козлов, В. И. Микроциркуляторное русло при лазерной фотобиостимуляции / В. И. Козлов, В. В. Асташов // Материалы научной конференции «Современные проблемы морфологии», посвященной памяти академика РАН, профессора Л.Л. Колесникова. – Воронеж: Научная книга, 2020. – С. 104–107.
154. Козлов, В. И. Модуляция кровотока в системе микроциркуляции и ее расстройство при хронической венозной недостаточности [Текст] / В. И. Козлов, Г. А. Азизов // Лазерная медицина. – 2003. – № 3. – С. 55–60.
155. Козлов, В. И. Морфофункциональные особенности микроциркуляторного русла в разных областях десны / В. И. Козлов, Р. Х. Ибрагим, О. А. Гурова / Морфология. – 2018. – Т. 153, № 2. – С. 24–30.
156. Козлов, В. И. Система микроциркуляции крови: клинимоρφологические аспекты изучения / В. И. Козлов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – № 1. – С. 84–101.

157. Козлов, В. И. Расстройства тканевого кровотока, их патогенез и классификация / В. И. Козлов, О. А. Гурова, Ф. Б. Литвин // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2007. – № 1. – С. 75–76.

158. Козлова, В.В. Митохондриальная дисфункция гепатоцитов при экспериментальном моделировании метаболического синдрома / В.В. Козлова, Д.И. Поздняков // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6, № 1(18). – С. 15-22. doi: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_3

159. Коломиец, А. П. Применение психологических средств восстановления работоспособности в тренировке юных футболистов / А. П. Коломиец // Наука-2020. – 2016. – № 2(8). – С. 185–192.

160. Коломиец, О. И. Особенности функционального состояния центральной нервной системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса / О. И. Коломиец, Н. П. Петрушкина, Е. В. Быков, И.А. Якубовская // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2017. – Т. 12, № 2. – С. 217–225. doi: 10.14526/01_2017_225

161. Комар, Е. Б. Влияние физических нагрузок различной направленности на показатели морфометрии сердца спортсменов-легкоатлетов / Е. Б. Комар // Вестник бурятского государственного университета. – 2012. – № 3. – С. 102–106.

162. Кончугова, Т. В. Перспективы нейротропной электротерапии в повышении адаптивных возможностей спортсменов (обзор литературы) / Т. В. Кончугова, Д. Б. Кульчицкая, Л. Г. Агасаров // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2019. – № 3. – С. 169–176.

163. Конькова, Е.П. Перенос энергии в молекуле НАДН / Е.П. Конькова, М.Б. Белоненко // Наносистемы: физика, химия, математика. – 2012. – Т.3, № 2. – С. 69-75.

164. Коняева, М. А. Эффективность восстановительного психотренинга в системе аэробной тренировки при формировании здоровьесберегающих компетенций у студентов вузов культуры и искусств / М. А. Коняева // Здоровье и образование в XXI веке. – 2016. – Т. 18, № 3. – С. 68–73.

165. Корепанова, Ю. А. Педагогические критерии вегетативных нарушений в системе подготовки юных спортсменов / Ю. А. Корепанова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2016. – Т. 11, № 3 – С. 160-167.

166. Корнякова, В. В. Использование биологически активных добавок с антиоксидантными свойствами при физическом утомлении и для повышения работоспособности в спорте / В. В. Корнякова, В. А. Бадтиева, М. Ю. Баландин // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 3. – С. 86–96. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10032

167. Корнякова, В. В. Проблема физического утомления в спорте / В. В. Корнякова, В. А. Бадтиева, М. Ю. Баландин, И. В. Ашвиц // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 142–149.

168. Корягин, А. С. Основы эндокринологии: учебно-методическое пособие / А. С. Корягин, Е. А. Грачева. – Н. Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2016. – 109 с.

169. Корягина, Ю. В. Физиологические эргогенные средства: современные тенденции применения в подготовке спортсменов / Ю. В. Корягина, Е. А. Реуцкая, Л. Г. Роголева [и др.]. // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 4. – С. 14–17.

170. Косорыгина, К. Ю. Оценка кумулятивного эффекта низкоинтенсивного лазерного излучения для оптимизации функционального состояния и специальной работоспособности высококвалифицированных спортсменов-велосипедистов : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Косорыгина

Кристина Юрьевна. - Смоленск, 2015. – 24 с.

171. Костюченков, В. Н. Физическая культура в медицинском вузе: учеб. пос. / В. Н. Костюченков, В. Н. Иванов. – Смоленск: СГМА, 2011. – 89 с.

172. Котов, А.В. Адаптационно-компенсаторные процессы — толкование, методология изучения, философские, общебиологические и медицинские аспекты / А.В. Котов, В.С. Шабаев // Вестник новгородского государственного университета. – 2019. - №3(115). – С. 8-10. doi: 10.34680/2076-8052.2019.3(115).8-10

173. Красноперова, Т. В. Особенности адаптации к физическим нагрузкам квалифицированных легкоатлетов-паралимпийцев в различных мезоциклах (на примере скоростно-силовых видов) / Т. В. Красноперова, Е. А. Киселева, И. Н. Ворошин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 5 (171). – С. 177–180.

174. Красноперова, Т. В. Функциональные особенности нервно-мышечного аппарата у спортсменов-легкоатлетов с нарушением зрения и интеллектуальными нарушениями / Т. В. Красноперова, И. Г. Иванова, А. С. Гальдикас // Адаптивная физическая культура. – 2021. – Т. 86, № 2. – С. 51–52.

175. Криволапчук, И. А. Интегральные показатели функционального состояния детей 6-7 лет при физических нагрузках разной интенсивности / И. А. Криволапчук, А. А. Герасимова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 8 (174). – С. 111–116.

176. Криволапчук, И. А. Типологические особенности энергетического обеспечения мышечной деятельности девочек и мальчиков 9-10 лет / И. А. Криволапчук, Д. В. Мельников, М. Б. Чернова, Р. М. Васильева // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 14–22.

177. Кривошеков, С. Г. Стресс, функциональные резервы и здоровье /

С. Г. Кривошеков // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 9. – С.104–109.

178. Крупаткин, А. И. Диагностические показатели состояния микроциркуляторно-тканевой системы для медицинской практики / А. И. Крупаткин, В. В. Сидоров // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23, № S3. – С. 52–53.

179. Крупаткин, А. И. Значение колебательных процессов в диагностике состояния микроциркуляторно-тканевых систем / А. И. Крупаткин // Физиология человека – 2018. – Т. 44, № 5. – С. 103–114.

180. Крыжановская, С.Ю. Адаптивные изменения показателей системной гемодинамики и энерготрат молодых мужчин в курсе процедур пассивной гипертермии / С.Ю. Крыжановская, М.А. Запара, Е.Н. Дудник, О.С. Глазачев // Физиология человека. – 2022. – Т. 48, № 2. – С. 61-70.

181. Кудря, О. Н. Влияние однократного сеанса транскраниальной электростимуляции на процесс восстановления лыжников-гонщиков / О. Н. Кудря, Е. А. Шигина // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 124–129.

182. Кузнецов, А. С. Исследование психолого-физиологических показателей спортсменов различных специализаций на этапах преодоления кризисов спортивной карьеры / А. С. Кузнецов, Е. Н. Усманова, О. В. Коломыцева // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2019. – Т. 14, № 2. – С. 89–96.

183. Кузнецова, З. М. Усталость – биомеханическая категория / З. М. Кузнецова, Ю. Д. Овчинников // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 178–183.

184. Кулиненко, О. С. Биохимия в практике спорта. / О. С. Кулиненко, И. А. Лапшин. – М.: Спорт, 2020. – 184 с.

185. Кун, С. Развитие утомления и средства его компенсации в процессе тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов в гребле академической / С. Кун, А. Дьяченко // Наука в олимпийском спорте. – 2018. – № 1. – С. 18–27.

186. Курашвили, В. А. Детерминанты перетренированности спортсменов (обзор зарубежной литературы) / В. А. Курашвили // Наука в олимпийском спорте. – 2020. – № 4. – С. 46–51. doi: 10.32652/olympic2020.4_5

187. Курзанов, А. Н. Функциональные резервы организма [Текст]: моногр. / А. Н. Курзанов, Н. В. Заболотских, Д. В. Ковалев. – М.: Академия естествознания, 2016. – 95 с.

188. Курманалина, А. К. Современные средства восстановления работоспособности в спорте / А. К. Курманалина // Вопросы студенческой науки. – 2017. – № 8. – С. 6–8.

189. Кутасин, А. Н. Средства восстановления работоспособности спортсмена после физических нагрузок: учеб. пос. / А. Н. Кутасин, Н. В. Морозова, Н. Н. Устюхова. – Н. Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2019. – 54 с.

190. Кылосова, И.А. Изучение влияния водного извлечения из овса посевного на представителей микробиоты человека / И.А. Кылосова, В.А. Несчисляев, А.В. Курицын, М.Д. Хохрякова, Е.В. Орлова // Пульс. – 2020. – Т. 22, № 10. – С. 33-37. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-10-33-37

191. Лабещенков, О. В. Влияние психорегулирующей тренировки на функциональное состояние курсантов при занятиях воздушно-десантной подготовкой / О. В. Лабещенков // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2018. – Т. 13, № 4. – С. 87–94.

192. Лавриненко, С. В. Использование специализированных продуктов для питания спортсменов в подготовительном периоде спортивного цикла / С.

В. Лавриненко, К. В. Выборная, И. В. Кобелькова, А. И. Соколов [и др.]. // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 99–103.

193. Лавриченко, В. В. Исследование информативного потенциала футбольного спринт-теста bangsbo при оценке функциональных возможностей организма футболистов 17-18 лет / В. В. Лавриченко, М. А. Рубин, С. К. Григорьев // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 5 (147). – С. 96–102.

194. Лапкин, М. М. П.К. Анохин – Создатель теории функциональной системы (к 120-летию со дня рождения академика Петра Кузьмича Анохина) / М. М. Лапкин, В. А. Кирюшин, Н. А. Козеевская // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2018. – Т. 26, № 1. – С. 47–58.

195. Левшин, И. В. Мониторинг функционального состояния спортсменов высокой квалификации и курсантов на этапах тренировочно-соревновательного цикла / И. В. Левшин, Е. Н. Курьянович, Е. Д. Марцинкевич, Е. А. Борисова // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. – 2021. – № 2. – С. 210–216.

196. Лернер, В. Л. Структура и содержание физической реабилитации танцоров при повреждении мениска / В. Л. Лернер, Г. И. Дерябина, С. А. Калмыков // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2019. – Т. 4, № 2. – С. 114–121.

197. Лидов, П. И. Анализ системы питания спортсменов сборных команд существующей в Российской Федерации / П. И. Лидов, Б. А. Поляев // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 3. – С. 139–140.

198. Литвин, Ф. Б. Влияние апипродукта «Билар» на транспорт кислорода в системе микроциркуляции у юных лыжников-гонщиков / Ф. Б. Литвин, С. С. Голощапова, О. С. Журавков // Тромбоз, гемостаз и реология. – 2016. – № 3, Прил. 1. – С. 252–253.

199. Литвин, Ф. Б. Влияние биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок на микроциркуляцию и обмен веществ у лыжников-гонщиков / Ф. Б. Литвин, Т. М. Брук, П. А. Терехов, И. А. Прохода, Д. Б. Никитюк [и др.]. // Спортивная медицина: наука и практика. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 88–95.
200. Литвин, Ф. Б. Воздействие биопродукта на организм легкоатлетов в макроцикле подготовительного периода / Ф. Б. Литвин, А. И. Калоша, М. В. Рудин, А. М. Цыгановский [и др.]. // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 12 (142). – С. 76–80.
201. Литвин, Ф. Б. Комплексное применение природных биостимуляторов в тренировочном процессе высококвалифицированных легкоатлетов / Ф. Б. Литвин, Т. М. Брук, П. А. Терехов, Н. В. Осипова [и др.]. // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 5. – С. 135–139.
202. Литвин, Ф. Б. Морфофункциональная перестройка микроциркуляторного русла и особенности микроциркуляции крови в мягкой оболочке головного мозга белой крысы в постнатальном онтогенезе: дис. ... канд. биол. наук / Литвин Федор Борисович. - М, 1987. – 191 с.
203. Литвин, Ф. Б. Сердечный ритм и система микроциркуляции у лыжников в предсоревновательном периоде спортивной подготовки / Ф. Б. Литвин, И. П. Аносов, П. О. Асямолов, Г. В. Васильева [и др.]. // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о земле. – 2012. – № 1. – С. 67–74.
204. Литвин, Ф. Б. Функциональные изменения микроциркуляции крови и тканевой метаболизм при функциональных пробах у велосипедистов ВМХ / Ф. Б. Литвин // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского Биология. Химия. – 2019. – Т. 5 (71), № 4. – С. 61–68.

205. Лифке, М. В. Динамика гормонального статуса спортсменов различной квалификации, выполняющих физическую нагрузку умеренной интенсивности на фоне лазерного воздействия: дис. ... канд. мед. наук / Лифке Марина Викторовна. - Смоленск, 2009. – 151 с.

206. Лиходеева, В. А. Диагностика функционального состояния спортсменов в лабораторных и естественных условиях: моногр. / В. А. Лиходеева, В. Б. Мандриков, А. А. Спасов, И. Б. Исупов. – Волгоград: ВолгГМУ, 2012. – 132 с.

207. Лобанов, Ю. Я. Показатели аэробных возможностей как характеристика физического здоровья студентов / Ю. Я. Лобанов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 10 (164). – С. 178–181.

208. Ловягина, А. Е. Показатели спортивного травматизма у представителей экстремальных видов спорта с разными особенностями психической саморегуляции / А. Е. Ловягина, Е. Е. Хвацкая, Д. Н. Волков // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 117–123.

209. Лойко, Т. В. Физиология спорта в схемах и таблицах: пос. / Т. В. Лойко. – Минск: БГУФК, 2015. – 108 с.

210. Мавлиев, Ф. А. Аэробная работоспособность юных гребцов / Ф. А. Мавлиев, А. О. Васильев, А. С. Назаренко // Наука и спорт: современные тенденции. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 95–100.

211. Мавлиев, Ф. А. Прогнозирование анаэробной производительности легкоатлетов / Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко, Е. А. Мухаева, Н. Ш. Хаснутдинов [и др.]. // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 9 (175). – С. 175–178.

212. Макарова, Г. А. Факторы риска возникновения синдрома перетренированности у спортсменов / Г. А. Макарова, С. А. Локтев, Л. Н.

Порубайко // Междунар. журнал эксперимент. образования. – 2014. – № 4 (1). – С. 170–172.

213. Максимова, А. А. Диагностические возможности нейроэнергокартирования при гипоксических поражениях головного мозга / А. А. Максимова, Ю. М. Силина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 1 (103). – С. 46–51. doi: 10.23670/IRJ.2021.103.1.062.

214. Малах, О. Н. Физиология спорта: курс лекций / О. Н. Малах. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2021. – 131 с.

215. Малкин, В. Р. Психотехнологии в спорте: учеб. пос. / В. Р. Малкин, Л. Н. Рогалева. – Екатеринбург: УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2013. – 96 с.

216. Мартыненко, А.В. Вариабельность сердечного ритма: классификация и анализ динамической системы // А.В. Мартыненко, Н.И. Яблчанский // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия Медицина. – 2005. – № 10. – С. 109-114.

217. Масленникова, О. М. Функциональное состояние организма у лиц, занимающихся спортом / О. М. Масленникова, В. Ю. Фирсакова, Т. Б. Маркова, М. И. Пацких [и др.]. // Материалы II-й Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции «Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура». – Сочи, 2011. – С. 48–49.

218. Матвеев, Ю. А. Полиморфизм ферментов метаболизма ангиотензина и их значение в межклеточной сигнализации (обзор литературы) / Ю. А. Матвеев // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 4. – С. 30–33.

219. Медведев, Д. В. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность человека в процессе многолетней адаптации

к специфической мышечной деятельности: дис. ... канд. биол. наук / Медведев Денис Владиславович. - Волгоград, 2007. – 140 с.

220. Мельникова, Е. И. Применение гидролизата β-лактоглобулина для снижения аллергенности продуктов для спортивного питания / Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2018. – № 1 (22). – С. 35–36.

221. Мехдиева, К. Р. Функциональная готовность спортсменов высокой квалификации в игровых видах спорта / К. Р. Мехдиева, А. В. Захарова // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 5–13.

222. Мирзоев, О. М. Хронобиологические аспекты организации системы подготовки легкоатлетов в спринтерском и барьерном беге / О. М. Мирзоев, А. В. Алленова // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2013. – № 1. – С. 211–220.

223. Миронов, Д. Л. Подготовка легкоатлетов-спринтеров в условиях искусственной управляющей среды (исторический экскурс) / Д. Л. Миронов // Известия ТГУ. Физическая культура. Спорт. – 2013. – № 1. – С. 221–229.

224. Михайлов, П. В. Возрастные изменения микроциркуляции: роль регулярной физической активности / П. В. Михайлов, А. В. Муравьев, И. А. Осетров, А. А. Муравьев // Научные результаты биомедицинских исследований. – 2019. – Т. 5, № 3. – С. 82–91.

225. Михайлов, П. В. Структура взаимосвязей показателей аэробной работоспособности, центральной гемодинамики, микроциркуляции и реологии крови / П. В. Михайлов, А. В. Муравьев, И. А. Осетров, Р. С. Остроумов [и др.]. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2021. – Т. 20, № 1 (77). – С. 84–90.

226. Михайлов, С. С. Спортивная биохимия: учебн. / С. С. Михайлов. – М.: Советский спорт, 2009. – 346 с.

227. Михайлова, А. В. Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов: моногр. / А. В. Михайлова, А. В. Смоленский. – М.: Спорт, 2019. – 122 с.

228. Мишин, Н. П. Влияние соревновательной физической нагрузки на показатели variability ритма сердца у спортсменов-гиревиков с разным исходным типом вегетативной регуляции / Н. П. Мишин, Т. Н. Кузьменко // Сборник тезисов участников IV научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых. – Симферополь: КФУ им. В.И. Вернадского, 2018. – С. 998–1000.

229. Молотков, О. В. Оптимизация периферического кровообращения как элемент защиты миокарда при инфаркте / О. В. Молотков, О. В. Халепо, С. Л. Ешкина // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2008. – Т. 7. № 2 (26). – С. 38–39.

230. Москвин, С. В. Лазерная акупунктура: основные принципы, методические подходы и параметры методик / С. В. Москвин, Л. Г. Агасаров // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2019. – № 1. – С. 161–178.

231. Московченко, О.Н. Индивидуально-дифференцированный подход к физической нагрузке студентов на основе психофизиологической адаптации / О.Н. Московченко, О.А. Катцин, Д.А. Шубин, Т.С. Иванова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. doi: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_19

232. Мостовая, Т. Н. Средства восстановления физической работоспособности / Т. Н. Мостовая, С. А. Ильина // Наука-2020. – 2017. – № 1 (12). – С. 29–33.

233. Мосягин, И. Г. Динамика психофизиологических показателей легкоатлетов и лыжников в течение сезонов года на европейском севере

России / И. Г. Мосягин, Е. В. Масько, И. М. Бойко // Экология человека. – 2016. – № 6. – С. 33–38.

234. Муллер, Т. А. Особенности активации лобной коры головного мозга у детей 7-10 лет с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью / Т. А. Муллер, Н. А. Лисова, С. Н. Шилов // Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19, № 4. – С. 116–119.

235. Муравьев, А. В. Влияние газотрансмиттера монооксида углерода на микрореологию и эластичность мембран эритроцитов / А. В. Муравьев, И. А. Тихомирова, С. В. Булаева, Е. П. Петроченко [и др.]. // Биологические мембраны. – 2021. – Т. 38, № 3. – С. 217–224.

236. Мурик, С. Э. Оценка функционального состояния организма человека. В 2 ч. Ч. 1. Теоретические основы: учеб. пос. / С. Э. Мурик. – Иркутск: ИГУ, 2013. – 159 с.

237. Мутаева, И. Ш. Пути индивидуализации подготовки бегунов на короткие дистанции на основе учёта типологических особенностей кровообращения / И. Ш. Мутаева, Ч. А. Гизатуллина // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2012. – № 2 (23). – С. 111–119.

238. Назаров, В. Б. Инновации в системе медико-биологического обеспечения спортсменов сборных команд Российской Федерации / В. Б. Назаров, А. П. Серeda, М. С. Ключников, А. С. Самойлов // Медицина экстремальных ситуаций. – 2015. – № 4 (54). – С. 33–37.

239. Найн, А. А. Воспитание эмоциональной устойчивости на этапе спортивного совершенствования спортсменов тяжелой атлетики / А. А. Найн, П. М. Жолнин, А. Я. Найн // Современная высшая школа: инновационный аспект. – 2017. – Т. 9, № 3 (37). – С. 65–72.

240. Находкин, В. В. Роль психорегулирующей тренировки в реализации индивидуальной программы подготовки стрелка к соревнованиям

/ В. В. Находкин // Ученые записки университета П.Ф. Лесгафта. – 2010. – № 4 (62). – С. 71–77.

241. Неборский, С. А. Современные средства восстановления и повышения физической и психоэмоциональной подготовленности спортсменов / С. А. Неборский // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 5. – С. 83–86.

242. Немцев, О. Б. Влияние кофеина на результат и технику бега на различных участках спринтерской дистанции / О. Б. Немцев, Б. М. Гогодзе, А. Б. Бгуашев, А. М. Доронин [и др.]. // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 6 (172). – С. 177–181.

243. Никитюк, Д. Б. Природные биологически активные комплексы в решении приоритетных задач спортивного питания / Д. Б. Никитюк, Н. Ю. Латков, Н. И. Суслов, В. М. Позняковский // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 64–76.

244. Никитюк, Д. Б. Спортивное питание как модель максимальной индивидуализации и реализации интегративной медицины / Д. Б. Никитюк, И. В. Кобелькова // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 4. – С. 203–210.

245. Новиков, В. Ф. Эргогенные средства в системе спортивной подготовки / В. Ф. Новиков, А. Г. Хайруллин, О. И. Федоренко, А. В. Танеева // Вестн. Казан. гос. энергет. ун-та. – 2013. – № 1 (16). – С. 131–141.

246. Новокшанова, А. Л. Подбор ингредиентов рецептуры белково-углеводного геля для питания спортсменов на основе концентрата творожной сыворотки, полученного нанофильтрацией / А. Л. Новокшанова, В. А. Шохалов, Н. О. Матвеева, А. А. Абабкова [и др.]. // Молочно-хозяйственный вестник. – 2019. – № 3 (35). – С. 140–149.

247. Носовский, А. М. Математические методы оценки variability сердечного ритма (обзор) / А. М. Носовский, С. В. Поздняков, Е. В. Каминская //

NorwegianJournalofdevelopmentoftheInternationalScience. – 2018. – № 16. – С. 22–39.

248. Нюняев, И. В. Показатели функциональных и адапционных резервов организма студентов на занятиях по физическому воспитанию / И. В. Нюняев // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2015. – № 4 (37). – С. 131–135.

249. Оборин, В. А. Экспериментальное и клиническое изучение эффективности применения энергопротекторов, приготовленных на основе янтарной кислоты и бад «Рекицена-РД» в различных видах спорта / В. А. Оборин, Л. М. Кулемин // Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации. – 2017. – № 7. – С. 176.

250. Оганджанов, А. Л. Лимитирующие факторы в специальной подготовке высококвалифицированных легкоатлетов-прыгунов / А. Л. Оганджанов, Д. Л. Миронов, М. Б. Саламатов // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2018. – № 3. – С. 115–127.

251. Огуй, В. О. Исследование эффективности виброакустического тибетского массажа для снижения уровня тревожности / В. О. Огуй, А. А. Тарасенко, Е. Н. Свирщ // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание. – 2019. – № 6. – С. 82–90.

252. Ожиганова, Е. В. Оценка микробиологических показателей молочной сыворотки в производстве продуктов для спортивного питания / Е. В. Ожиганова, С. В. Иванова, А. Л. Новокшанова // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 1 (5). – С. 42–46.

253. Оковитый, С. В. Работоспособность. Утомление. Коррекция: моногр. / С. В. Оковитый, Е. Б. Шустов, В. Ц. Болотова – М.: КноРус, 2021. – 330 с.

254. Опарина, О. Н. «Цена» адаптации к мышечной работе / О. Н. Опарина, Е. Ф. Кочеткова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 2-1 (21). – С. 59–60.
255. Орлов, Р.С. Нормальная физиология: учебн. / Р.С. Орлов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 832 с.
256. Осипова, Г. Е. Биохимия спорта: учеб. пос. / Г. Е. Осипова, И. М. Сычева, А. В. Осипов. – М.: Юрайт, 2021. – 135 с.
257. Осипова, Н. В. Сравнительная характеристика влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на уровень физической работоспособности студентов различных специализаций спортивного вуза: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Осипова Наталья Владимировна. - СПб, 2008. – 26 с.
258. Павлов, С. Е. Лазерная стимуляция в медико-биологическом обеспечении подготовки квалифицированных спортсменов: моногр. / С. Е. Павлов, А. Н. Разумов, А. С. Павлов. – М.: Спорт, 2017. – 342 с.
259. Панов, С. Ф. Влияние парной бани на динамику процессов восстановления скоростных и скоростно-силовых способностей футболистов / С. Ф. Панов, И. П. Панова // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура и спорт. – 2016. – №. 1. – С. 200–205.
260. Пантелеева, Г.В. Антиципация, внимание и память – три психологических составляющих спортивных побед / Г.В. Пантелеева, И.А. Воронов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 4 (182). – С. 571-575. doi: 10.34835/issn.2308-1961.2020.4.p571-575.
261. Парфёнов, М. В. Восстановление функциональных резервов сердечнососудистой системы у баскетболистов 17-18 лет / М. В. Парфёнов, Г. М. Сикорская, И. В. Григорьева, О. В. Ильичёва [и др.]. // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта – 2016. – № 1 (131). – С. 167–171.

262. Паршакова, В. М. Польза и значение спортивного массажа / В. М. Паршакова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 75–77.

263. Перикова, Е. И. Психическая саморегуляция студентов в трудных жизненных ситуациях / Е. И. Перикова, В. М. Бызова, А. Е. Ловягина // Вестник Вятского государственного университета. – 2019. – № 2 (132). – С. 99–106.

264. Петрищев, Н. Н. COVID-19 и сосудистые нарушения (обзор литературы) / Н. Н. Петрищев, О. В. Халепо, Ю. А. Вавиленкова, Т. Д. Власов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2020. – Т. 19, № 3 (75). – С. 90–98.

265. Петрищев, Н. Н. Эффекты фотодинамического воздействия на сосуды микроциркуляторного русла / Н. Н. Петрищев, Г. В. Папаян, И. А. Михайлова, Т. Г. Гришачева [и др.]. // Biomedical Photonics. – 2015. – Т. 4, № S1. – С. 5.

266. Петрова, Т. Г. Особенности нейрофизиологического статуса и аэробных возможностей спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса / Т. Г. Петрова, Т. В. Челышкова, Н. Н. Хасанова // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 8. – С. 17–21.

267. Пешков, В. Ф. Обоснование содержания восстановительно-профилактической направленности для учебных дисциплин факультетов физической культуры и спорта / В. Ф. Пешков // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. – 2019. – № 6 (28). – С. 172–177.

268. Пищалов, Е. В. Эффект применения ночной нормобарической гипоксии для улучшения экономичности бега и роста гематологических показателей / Е. В. Пищалов, С. П. Глушков // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – № 2 (51). – С. 242–245.

269. Платонов, В. Н. Теории адаптации и функциональных систем в

развитии системы знаний в области подготовки спортсменов / В. Н. Платонов // Наука в олимпийском спорте. – 2017. – № 1. – С. 29–47.

270. Плешкова, Н. Н. Особенности нейроэндокринного статуса у лиц различных спортивных специализаций в аспекте первичной профилактики потребления психоактивных веществ: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Плешкова Наталия Николаевна. - СПб., 2006. – 28 с.

271. Погодина, С. В. Адаптация и функциональное состояние высококвалифицированных спортсменов в возрастном и половом аспектах / С. В. Погодина, Г. Д. Алексанянц // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 10. – С. 72–74.

272. Подрезов, И. Н. Влияние занятий физическими упражнениями на функциональное состояние организма человека и уровень его здоровья / И. Н. Подрезов, С. А. Моськин // Наука-2020. – 2018. – № 6 (22) – С. 23–28.

273. Полевщиков, М. М. Оценка утомления при занятиях физической культурой и спортом / М. М. Полевщиков, А. М. Шрага, В. Е. Афоншин, В. В. Роженцов // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 7. – С. 75–78.

274. Пономарева, И. А. Физиология физической культуры и спорта: учеб. пос. / И. А. Пономарева. – Ростов-на-Дону, Таганрог: ЮФУ, 2019. – 212 с.

275. Пономаренко, Г. Н. Физиотерапия: национальное руководство / Г. Н. Пономаренко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 864 с.

276. Португалов, С. Н. Перспективы развития спортивной фармакологии как направления экстремальной медицины / С. Н. Португалов // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 5. – С. 87–90.

277. Постникова, Л. Б. Возможности кардиопульмонального нагрузочного тестирования в оценке физической работоспособности и функционального состояния дыхательной системы у здоровых лиц / Л. Б.

Постникова // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – № 1 (8). – С. 35–40.

278. Потолицына, Н. Н. Витаминный статус у представителей различных видов спорта перед соревнованиями / Н. Н. Потолицына, А. В. Нутрихин, Е. Р. Бойко // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 20–27.

279. Приезжев, А.В. Лазерная биофотоника / А.В. Приезжев, А.Е. Луговцов, М.Ю. Кириллин, В.В. Тучин // Квантовая электроника. – 2021. – Т. 51. № 1. – С. 1.

280. Прокопюк, З. Н. Устойчивость организма спортсменов к гипоксии и ее коррекция низкоинтенсивным лазерным воздействием: на примере циклических видов спорта: дис. ... канд. биол. наук / Прокопюк Зинаида Николаевна. - Смоленск, 2010. – 164 с.

281. Прохода, И. А. Нетрадиционные апипродукты с иммуномодулирующими свойствами / И. А. Прохода, Д. В. Свиридов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). – 2020. – Т. 74, № 5. – С. 19–22.

282. Раджабкадиев, Р. М. Содержание некоторых витаминов в рационе питания и сыворотке крови высококвалифицированных спортсменов / Р.М. Раджабкадиев, О.А. Вржесинская, Н.А. Бекетова // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 5. – С. 43–51.

283. Расулов, З. П. Методы и средства психологической подготовки спортсменов / З. П. Расулов // Проблемы педагогики. – 2019. – № 4 (43). – С. 69–71.

284. Рахманов, Р. С. Оценка функциональной надежности спортсменов по показателям обменных процессов организма / Р. С. Рахманов, С. А. Разгулин, Т. В. Блинова [и др.]. // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 1. – С. 44–48.

285. Речкалов, А. В. Спортивная эндокринология: учеб. пос. / А. В.

Речкалов, О. Л. Пшеничникова. – Курган: КГУ, 2007. – 86 с.

286. Родичкин, П. В. Регуляция моторных функций у спортсменов высокого класса и ее оптимизация с помощью адаптогенов, антигипоксантов и гипербарической оксигенации: дис. ... докт. мед. наук / Родичкин Павел Васильевич. - СПб, 2004. – 321 с.

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

288. Ростовцев В. Л. Изменение физиологических показателей организма элитных спортсменов под воздействием многолетнего специфического метаболизма физических нагрузок / В. Л. Ростовцев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2008. – № 2. – С. 123–128.

289. Румянцева, Э. Р. Особенности адаптации нервно-мышечного аппарата бадминтонистов к асимметричным нагрузкам в тренировочном процессе / Э. Р. Румянцева, Е. В. Тарасова // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 69–77.

290. Рыжков, И. А. Морфологические и функциональные характеристики миокарда и микроциркуляторного русла кожи через 24 часа после отравления клозапино / И. А. Рыжков, А. С. Бабкина, З. И. Цоколаева, С. Н. Калабушев, [и др.]. // Общая реаниматология. – 2020. – Т. 16, № 5. – С. 56–64. doi: 10.15360/1813-9779-2020-5-56-64.

291. Рыжов, А. С. Восстановление организма после занятий физическими упражнениями / А. С. Рыжов // Наука 2020. – 2017. – № 2 (13). – С. 81–93.

292. Савельев, А. В. Компенсаторно-адаптивный механизм кардиореспираторной системы у спортсменов в состоянии утомления / А. В.

Савельев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2019. – Т. 24, № 179. – С. 98–104.

293. Самикулин, П. Н. Изменения variability ритма сердца в ответ на мышечную нагрузку и их взаимосвязь с концентрацией стероидных гормонов у юношей с различной спецификой тренированности / П. Н. Самикулин, А. В. Грязных, Р. В. Кучин, Н. Д. Нененко // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 33–45.

294. Самойлов, В.О. Медицинская физика: учеб. / В.О. Самойлов. - СПб.: Спецлит, 2007. - 560 с.

295. Сарсембаев, Х.С. Комбинированный кисломолочный продукт для спортивного питания / Х.С. Сарсембаев, Ю.А. Синявский, Е.А. Дерипаскина, Д.Н. Туйгунов, А.С. Торгаутов // Человек. Спорт. Медицина. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 148-154.

296. Сарычев, Ю. Ф. Адаптивные механизмы коррекции вегетативного баланса в условиях мышечной деятельности / Ю. Ф. Сарычев // Вестник ТГПУ. – 2009. – № 8 (86). – С. 132–134.

297. Сатаркулова, А. М. Функциональное состояние и адаптационный потенциал у иностранных студентов с различным типом вегетативной регуляции в процессе обучения / А. М. Сатаркулова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2020. – № 1. – С. 118–126. doi: 10.34014/2227-1848-2020-1-118-126.

298. Сафарова, Д. Д. Сравнительная характеристика морфологических показателей телосложения бегунов в зависимости от дистанционной специализации / Д. Д. Сафарова, Б. Ж. Ядгаров, М. Ш. Исмаилова // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 39–46.

299. Севостьянова, Е. В. Влияние типа функциональной межполушарной асимметрии головного мозга на формирование устойчивости организма человека к экстремальным геоэкологическим

факторам / Е. В. Севостьянова, В. И. Хаснулин // Бюллетень СО РАМН. – 2010. – Т. 30, № 5. – С. 113–119.

300. Сейфулла, Р. Д. Возможности применения комбинированного адаптогена Леветон П / Р. Д. Сейфулла, Т. С. Потупчик, П. А. Полубояринов // Врач. – 2018. – Т. 10, № 29. – С. 37–44. doi: 10.29296/25877305-2018-10-10.

301. Селезнева, И. С. Биохимические изменения при занятиях физкультурой и спортом: учеб. пос. / И. С. Селезнева, М. Н. Иванцова. – Екатеринбург: УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2019. – 162 с.

302. Семенов, Ю. Н. Оценка функционального состояния организма по результатам математического анализа ритма сердца с использованием аппаратно-программного комплекса «Варикард» / Ю. Н. Семенов // Материалы XVII Всероссийского симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». – М.: РУДН, 2017. – С. 196–197.

303. Сентябрёв, Н. Н. Направленная релаксация при напряженной мышечной деятельности человека: моногр. / Н. Н. Сентябрёв. – Волгоград: ВГАФК, 2004. – 142 с.

304. Сентябрев, Н. Н. Эргогенические средства. Поиск новых путей / Н. Н. Сентябрев, С. С. Мирошникова, Е. П. Горбанева, А. Г. Камчатников // Сборник материалов Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Физическая культура и спорт в XXI веке: актуальные проблемы и их решения». – Волгоград: ВГАФК, 2020. – С. 361–365.

305. Серёгина, Е.К. Сравнительная оценка влияния адаптогенов на поведенческие реакции лабораторных животных / Е.К. Серёгина, Л.П. Ларионов // Здоровье и образование в XXI Веке. – 2010. – Т.12, №4. – С. 539-540.

306. Серединцева, Н. В. Динамика функционального состояния объемно – емкостных показателей дыхания юных легкоатлетов под воздействием естественных эргогенических веществ / Н. В. Серединцева, Д. В. Медведев // Инновации в науке. – 2012. – № 13-1. – С. 33–38.

307. Сидоренко, Г. Н. Оценка механизмов действия и эффективности сочетанного действия фото- и магнитотерапии (обзор литературы) / Г. Н. Сидоренко, О. В. Кузьменко, Б. И. Лаптев, Н. П. Горленко [и др.]. // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. – 2020. – № 6. – С. 100–109.

308. Сидоров, В. В. Диагностический подход для оценки состояния микроциркуляторно-тканевой системы с использованием лазерных технологий и температурной функциональной пробы / В. В. Сидоров, Ю. А. Рыбаков, В. М. Гукасов // Инноватика и экспертиза: научные труды. – 2018. – Т. 1, № 22. – С.135–142.

309. Симонова, Е. А. Моделирование тренировочного процесса бегунов на короткие дистанции / Е. А. Симонова, Т. Г. Котова // Вестник Томского государственного университета. – 2019. – № 439. – С. 185–194. doi: 10.17223/15617793/439/26.

310. Синявский, Ю.А. Разработка и экспериментальная оценка эффективности нового специализированного продукта на основе сухого кобыльего молока при физической нагрузке / Ю.А. Синявский, Х.С. Сарсембаев // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 6. – С. 91–103. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10082

311. Ситдииков, Ф. Г. Физиологические основы диагностики функционального состояния организма: учеб. пос. / Ф. Г. Ситдииков, Н. И. Зиятдинова, Т. Л. Зефиоров. – Казань: КФУ, 2019. – 105 с.

312. Скворчевская, Н. С. Аэробная подготовленность бегунов высокой квалификации, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции / Н. С. Скворчевская // Вестник спортивной науки. – 2017. – № 5. – С. 66–70.

313. Склерова, И. В. Педагогические средства восстановления работоспособности спортсменов сборной команды Вуза / И. В. Склерова // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2015. – № 1 (10). – С. 334–339.

314. Скобелкин, О. К. Применение лазерных хирургических аппаратов «Ланцет» в медицинской практике: пос. для врачей / О. К. Скобелкин, В. И. Козлов, А. В. Гейниц, Н. А. Данилин [и др.]. – М.: Практическая медицина, 2002. – 91 с.

315. Слепенкова, Е. А. Адаптогены и антидепрессанты растительного происхождения / Е. А. Слепенкова // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. – 2019. – Т. 9, № 2. – С. 73.

316. Соколов, А. В. Теория и практика диагностики функциональных резервов организма / А. В. Соколов, Р. Е. Калинин, А. В. Стома. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2015. – 176 с.

317. Соколова, Л. П. Нейрометаболизм мозга при додементных когнитивных расстройствах / Л. П. Соколова, В. И. Шмырев // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2018. – № S3. – С. 161.

318. Соколова, Ф. М. Коррекция функционального состояния центральной нервной системы у легкоатлетов при использовании электромагнитного устройства / Ф. М. Соколова, Г. С. Торшин, Т. А. Маркова, Т. И. Улицкая // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – № 12 (94) – С. 119–124.

319. Сокунова С. Ф. Современные подходы к оценке выносливости / С. Ф. Сокунова, В. П. Косихин // В сборнике трудов конференции «Отечественная и зарубежная наука в сфере физической культуры и спорта:

реальное состояние и конкретные проблемы», посвящ. 155-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: Перспектива, 2021. – С. 18–20.

320. Соловьев, М. М. Роль лёгкоатлетических средств и методов в тренировочном процессе мини-футболистов / М. М. Соловьев, П. Б. Святченко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 4 (82). – С. 112–114.

321. Солодков, А. С. Особенности утомления и восстановления спортсменов / А. С. Солодков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 6 (100). – С. 131–143.

322. Солодков, А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М.: Спорт, 2017. – 624 с.

323. Солодков, А. С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы её коррекции (часть 1) / А. С. Солодков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 3 (109). – С. 148–158.

324. Солонщикова, В. С. Методические аспекты проведения вингейт-теста и их теоретическое обоснование / В. С. Солонщикова, Ф. А. Мавлиев, А. З. Манина // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 75–81.

325. Солопов, И. Н. Функциональная подготовленность спортсменов (теоретические и практические аспекты) / И. Н. Солопов // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2019. – № 1 (27). – С. 109–122.

326. Сонькин, В. Д. Возрастная динамика двигательных возможностей школьников 8-17 лет по данным популяционного исследования / В. Д. Сонькин, Т. М. Параничева, Л. В. Макарова, С. П. Левушкин // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 71–79.

327. Сонькин, В. Д. Проблема оценки физической работоспособности / В. Д. Сонькин // Вестник спортивной науки. – 2010. – № 2. – С. 37–42.

328. Сонькин, В.Д. Нелинейность процесса адаптации к аэробной циклической нагрузке / В. Д. Сонькин, А. В. Якушкин // Материалы VI всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Безопасный спорт-2019». – СПб.: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2019. – С. 110–111.

329. Станишевская, Т. И. Суточная динамика показателей микроциркуляции крови у девушек-студенток / Т. И. Станишевская, О. И. Горная, А. С. Бережняк, Д. Д. Горбань // Педагогика. Психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2015. – № 6. – С. 23–29. doi: 10.15561/18189172.2015.0604.

330. Странадко, Е. Ф. Фотодинамическая терапия в лечении рака кожи критических анатомических локализаций / Е. Ф. Странадко, М. В. Рябов, В. А. Дуванский // Медицинская физика. – 2019. – № 1 (81). – С. 59–60.

331. Стрелычева, К. А. Особенности функционального состояния организма высококвалифицированных шорттрековиков при воздействии специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Стрелычева Ксения Александровна. - СПб, 2019. – 23 с.

332. Стрелычева, К. А. Оценка некоторых биохимических показателей крови у высококвалифицированных шорт-трековиков при сочетанном действии специфической физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения / К. А. Стрелычева, Т. М. Брук, Н. В. Осипова // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2018. – № 1 (61). – С. 108–110.

333. Стрельникова, И. В. Срочное влияние циклических упражнений на изменение энергетического метаболизма головного мозга студентов / И. В. Стрельникова, М. А. Овсянникова, Г. В. Гелерт, Д. А. Марьянкова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 3 (145). – С. 188–192.

334. Судаков, К. В. Геометрические закономерности когерентных взаимодействий биопотенциалов в разных диапазонах частот ЭЭГ при целенаправленном поведении человека / К. В. Судаков, Т. Д. Джебраилова, И. И. Коробейникова, Н. А. Каратыгин // Неврология и поведенческая физиология. – 2015. – Т. 45, № 4. – С. 423–430. DOI: 10.1007/s11055-015-0092-x.

335. Судаков, К. В. Теория функциональных систем: основы интегративной биологии / К. В. Судаков // Монографии когнитивных систем. – 2015. – Т. 25. – С. 153–173.

336. Судаков, С. К. Физиологические механизмы предвидения будущего результата целенаправленного поведения / С. К. Судаков // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2019. – Т. 105, № 1. – С. 36–42. doi.org/10.1134/S0869813919010084.

337. Судаков, С. К. Формирование патологического влечения после периодического употребления раствора глутамата натрия, но не сахарозы или хлорида натрия / С. К. Судаков, Н. Г. Богданова, Е. В. Алексеева, Г. А. Назарова // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2020. – Т. 169, № 3. – С. 296–299.

338. Сяоцюань, Ч. Реабилитация спортсменов после трансплантации ахиллова сухожилия с помощью электростимуляции нервно-мышечного аппарата / Ч. Сяоцюань, Ч. Цзянь, Г. Юйлун // Вестник экспериментального образования. – 2016. – № 2 (5). – С. 65–83.

339. Талибов, А. Х. Закономерности адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов к физическим нагрузкам на различных этапах многолетней подготовки: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Талибов Абсет Хакиевич. - СПб, 2014. – 41 с.

340. Тамбовцева, Р. В. Динамика энергетических субстратов и гормонов у легкоатлетов высокой квалификации и нетренирующихся

спортсменов при выполнении дозированной физической нагрузки / Р. В. Тамбовцева, И. А. Никулина // *Sciences of Europe*. – 2019. – № 39. – С. 19–22

341. Танканаг, А. В. Анализ фазовых взаимосвязей между колебательными процессами в сердечно-сосудистой системе человека / А. В. Танканаг, А. А. Гриневич, И. В. Тихонова, Н. К. Чемерис // *Биофизика*. – 2020. – Т. 65, № 1. – С. 184–189.

342. Тер-Акопов, Г. Н. Новые технологии восстановления спортсменов на учебно-тренировочной базе в условиях среднегорья / Г. Н. Тер-Акопов // *Современные вопросы биомедицины*. – 2017. – № 1 (1). – С. 4–16.

343. Терехов, П. А. Оценка показателей анаэробной работоспособности спортсменов и ее повышение низкоинтенсивным лазерным излучением: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Терехов Павел Александрович. - Смоленск, 2012. – 25 с.

344. Терехов, П. А. Современные методы функциональной диагностики спортсменов в подготовительном периоде подготовки / П. А. Терехов, А. А. Терехова, И. Е. Баранов // *Сборник статей открытой научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий «Физическая культура, спорт, олимпизм: проблемы и перспективы»*. – Великие Луки, 2021. – С. 195–200.

345. Титов, В. А. Маркеры оценки функционального состояния организма спортсменов и его потенцирование низкоинтенсивным лазерным излучением: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Титов Вячеслав Александрович. - Смоленск, 2012. – 26 с.

346. Тихомирова, И. А. Возможности метода лазерной доплеровской флоуметрии в оценке возрастных особенностей функционирования системы микроциркуляции / И. А. Тихомирова, Н. В. Бабошина, С. С. Терехин // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. – 2018. – Т. 17, № 3 (67). – С. 80–86.

347. Тихонова, И. В. Возрастные изменения в системе колебательных процессов в микрососудистом русле кожи человека в норме и при сосудистых патологиях / И. В. Тихонова // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2018. – Т. 17, № 3 (67). – С. 42–57.

348. Токарев, А. Р. К проблеме немедикаментозной коррекции спортивного стресса / А. Р. Токарев, Н. А. Фудин, А. А. Хадарцев // Терапевт. – 2018. – № 11. – С. 41–46.

349. Толмачев, О. А. Специализированный продукт для нутриентно-метаболической поддержки опорно-двигательной системы при занятиях физкультурой и спортом / О. А. Толмачев, А. Н. Австриевских, А. Т. Быков, В. М. Позняковский // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4, № 1. – С. 14–22. doi: 10.29141/2500-1922-2019-4-1-2.

350. Тошев, А. Д. Перспективы использования рапсового жмыха в питании спортсменов / А. Д. Тошев, Н. Д. Журавлева, Е. С. Ярыгина, М. Т. Велямов [и др.]. // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 115–124. doi: 10.14529/hsm180110.

351. Трибрат, Н. С. Модуляция микроциркуляторных процессов с помощью низкоинтенсивного миллиметрового излучения: дис. ... канд. биол. наук / Трибрат Наталья Сергеевна. - Симферополь, 2010. – 198 с.

352. Трофимов, А. М. Факторы, определяющие возможности физической выносливости спортсменов / А. М. Трофимов, Н. В. Австриевских, С. В. Шеменёва // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 2 (168). – С. 352–357.

353. Трушина, Э. Н. Эффективность использования аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА) в питании спортсменов-единоборцев / Э. Н. Трушина, В. Д. Выборнов, Н. А. Ригер, О. К. Мустафина // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 4. – С. 48–56.

354. Тутельян, В. А. Здоровое питание для общественного здоровья / В. А. Тутельян // Общественное здоровье. – 2021. – Т. 1, № 1. – С. 56–64. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64
355. Тутельян, В. А. Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство / В. А. Тутельян, Д. Б. Никитюк. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 656 с.
356. Тучин, В.В. Оптическая биомедицинская диагностика: учеб. пос. / В.В. Тучин. – 2021. Ай Пи Ар Медиа. - 463 с.
357. Улащик, В. С. Физико-химические свойства кожи и действие лечебных физических факторов / В. С. Улащик // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2018. – Т. 95, № 1. – С. 4–13.
358. Умурзакова, А. А. Эффективность комплексного использования педагогических и биомеханических эргогенных средств / А. А. Умурзакова, Т. В. Бушуева // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2018. – Т. 3, № 3. – С. 67–74.
359. Фатеева, И. Л. Особенности распределения церебральных энергетических процессов у пожилых женщин с высокой тревожностью, проживающих в Арктическом регионе / И. Л. Фатеева, А. В. Грибанов // Журнал медико-биологических исследований. – 2019. – Т. 7, № 4. – С. 491–495. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.491.
360. Федорова, Е. Ю. Особенности функционирования атфазных транспортных систем эритроцитов крови человека / Е. Ю. Федорова, А. Н. Налобина, А. Е. Сизов // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № S 1. – С. 61–67.
361. Федорович, А. А. Современные возможности неинвазивного контроля микроциркуляции и обмена веществ у человека // А. А. Федорович,

А. Г. Багдасарян, И. Г. Учкин, Г. Н. Соболева [и др.]. // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 7–18.

362. Филимонов, В. И. Физиологические основы психофизиологии: моногр. / В. И. Филимонов. – М.: МЕДпресс-информ, 2003. – 320 с.

363. Флейшман, А. Н. Сложная структура и нелинейное поведение very low frequency variability ритма сердца: модели анализа и практические приложения / А. Н. Флейшман, Т. В. Кораблина, С. А. Петровский, И. Д. Мартынов // Известия вузов «Прикладная нелинейная динамика». – 2014. – Т. 22, № 1. – С. 55–70. doi: 10.18500/0869-6632-2014-22-1-55-70.

364. Фокин, В. Ф. Сосудистая реактивность, вызванная когнитивной нагрузкой, у больных с дисциркуляторной энцефалопатией / В. Ф. Фокин // Асимметрия. – 2014. – № 3. – С. 4–22.

365. Фокин, В. Ф. Энергетическая физиология мозга: учеб. пос. / В. Ф. Фокин, Н. В. Пономарёва. – М.: Антидор, 2003. – 288 с.

366. Фудин, Н. А. Анализ спортивной деятельности с позиции теории функциональных систем / Н. А. Фудин, Ю. Е. Вагин // Сеченовский вестник. – 2016. - № 3(25). – С. 34–45.

367. Фудин, Н. А. Транскраниальная электростимуляция и лазерофорез серотонина у спортсменов при сочетании утомления и психоэмоционального стресса / Н. А. Фудин, А. А. Хадарцев, С. В. Москвин // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2019. – Т. 96, № 1. – С. 37–42.

368. Хабибуллин, Р.М. Применение адаптогенов растительного и животного происхождения на фоне повышенной физической нагрузки в тесте «плавание» / Р.М. Хабибуллин, И.В. Миронова, И.М. Хабибуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2022. – Т. 249, № 1. – С. 229-233. doi

369. Хайт, Г.Я. Концепция системного подхода анализа и оценки электрофизиологических механизмов электрического поля сердца человек / Г.Я. Хайт, В.М. Яковлев // Вестник Ставропольского ГУ. – 2004. - № 37. – С. 35-38.

370. Халиков, Г. З. Модернизация подготовки бегунов на основе комплексной оценки функционального состояния / Г. З. Халиков // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2013. – № 4 (29). – С. 184–194.

371. Харин, А. В. Изменение микрогемодиализации при воздействии велоэргометрической пробы у лиц с различным уровнем толерантности к физической нагрузке / А. В. Харин // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 14–19.

372. Хаспекова, Н. Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца / Н. Б. Хаспекова // Интернет-журнал по функциональной диагностике. – 2013. – № 23. – С. 54.

373. Хисматуллина, И. П. Современная технология на основе комплексного применения апифитопродукции для детско-юношеского спорта: дис. ... канд. мед. наук / Хисматуллина Ирина Петровна. - М., 2016. – 131 с.

374. Хусанов, Э. У. Влияние инфракрасного лазерного излучения повышенной интенсивности на микроструктуру кожи крыс / Э. У. Хусанов, Ш. О. Коржавов // Достижения науки и образования. – 2019. – № 12 (53). – С. 71–74.

375. Чёмов, В. В. Методология и технология интеграции тренирующих воздействий и эргогенических средств в различных видах легкой атлетики: моногр. / В. В. Чёмов. – Волгоград: ВГАФК, 2013. – 318 с.

376. Чернопольская, Н. Л. Биотехнология специализированного пищевого продукта на основе молока для питания спортсменов / Н. Л. Чернопольская, Н. Б. Гаврилова // Пищевая промышленность. – 2019. – № 10. – С. 20–24.

377. Чеченина, С. В. Применение пищевых добавок в индустрии спортивного питания / С. В. Чеченина, В. И. Курдюков // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. – 2017. – № 3 (89). – С. 101–105.

378. Чуян, Е. Н. Изменение болевой чувствительности крыс при действии низкоинтенсивного миллиметрового излучения и электромагнитного экранирования / Е. Н. Чуян, Э. Р. Джелдубаева, Н. С. Трибрат // Биофизика. – 2020. – Т. 65, № 3. – С. 594–604.

379. Чуян, Е. Н. Показатели кардиореспираторной системы крыс при действии 1-гидроксиэтан-1,1-дифосфоновой кислоты // Е. Н. Чуян, М. Ю. Раваева, А. И. Придатко, И. В. Черетаев [и др.]. // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2019. – Т. 5 (71), № 1. – С. 179–192.

380. Шарыкин, А. С. Спортивная кардиология: руководство для кардиологов, педиатров, врачей функциональной диагностики и спортивной медицины, тренеров / А. С. Шарыкин, В. А. Бадтиева, В. И. Павлов. – М.: ИКАР, 2017. – 328 с.

381. Шевцов, А. В. Запредельные реакции, резервные возможности, шкалы и персональные характеристики функциональной системы подростков-спортсменов / А. В. Шевцов, Д. О. Малеев, А. П. Исаев, Ю. Б. Кораблева // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 20, № S2. – С. 7–12. doi: 10.14529/hsm20s201.

382. Шептикина, Т. С. Способ ускорения восстановления баланса кардиоритма после физических упражнений / Т. С. Шептикина, С. А.

Шептикин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 4 (134). – С. 311–315.

383. Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значений $MxDMn$ у лыжниц-гонщиц в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 83–96.

384. Шлык, Н. И. Динамические исследования вариабельности сердечного ритма и гемодинамики у легкоатлетов с разными типами регуляции в предсоревновательный период / Н. И. Шлык // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы теории и практики спортивной медицины и физической реабилитации». – Набережные челны: КамГАФКСиТ, 2009. – С. 268–273.

385. Шлык, Н. И. Индивидуальный подход к анализу тренировочного процесса по данным вариабельности сердечного ритма у легкоатлетов-бегунов в условиях среднегорья / Н. И. Шлык, А. Е. Алабужев, И. И. Шумихина // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 1. – С. 15–18.

386. Шлык, Н. И. К вопросу о методических подходах к анализу вариабельности сердечного ритма / Н. И. Шлык, Е. Н. Сапожникова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2008. – Т. 3, № 1. – С. 33–40.

387. Шлык, Н. И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма у исследуемых 16-21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции / Н. И. Шлык, Э. И. Зуфарова // Вестник удмуртского университета. – 2013. – № 4. – С. 96–105.

388. Шлык, Н. И. О новом подходе к индивидуальному анализу вариабельности сердечного ритма в тренировочном процессе спортсменов (на примере лыжников-гонщиков) / Н. И. Шлык // Материалы VII

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение в спорте и массовой физкультуре». – Ижевск: Удмуртский университет, 2021. – С. 37–50.

389. Шлык, Н. И. Оценка качества тренировочного процесса у спортсменов на основе экспресс-анализа variability сердечного ритма с учётом индивидуально типа регуляции / Н. И. Шлык, Е. С. Лебедев, О. С. Вершинина // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 2. – С. 18–20.

390. Шлык, Н. И. Показатели variability сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения $MxDMn$ и их изменение у легкоатлетов-бегунов в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 8, № 4. – С. 46–66.

391. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: моногр. / Н. И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский университет, 2009. – 255 с.

392. Шлык, Н. И. Управление тренировочным процессом с учётом индивидуальных характеристик variability ритма сердца / Н. И. Шлык // Физиология человека. – 2016. – № 6. – С. 81–92.

393. Шлык, Н. И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа variability сердечного ритма) / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – № 4. – С. 5–15.

394. Шмырев, В. И. Нейроэнергокартирование (НЭК) – высокоинформативный метод оценки функционального состояния мозга: методические рекомендации / В. И. Шмырев, Н. К. Витько. – М.: Медицина, 2010. – 21 с.

395. Шорманов, И.С. Применение адаптогенов после резекции почки

в условиях печеночной недостаточности / И.С. Шорманов, М.С. Лось, Н.С. Шорманова / Урологические ведомости. – 2017. – Т. 7. – С. 135.

396. Шубина, Н. Г. Оптимизация процессов «срочного» восстановления у квалифицированных спринтеров / Н. Г. Шубина, Е. Ю. Барабанкина // Теория и методика спортивной тренировки. – 2015. – № 2. – С. 3–8.

397. Шумаков, А. В. Педагогический контроль в системе подготовки спортсменов / А. В. Шумаков, В. В. Иваницкий, Л. В. Захарова // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 58-1. – С. 299–302.

398. Шумихина, И. И. Вегетативный баланс и вегетативная реактивность у футболисток в микроциклах / И. И. Шумихина // Материалы Международной научно-практической конференции «Физическая культура, спорт, здоровый образ жизни в XXI веке». – Могилев: МГУ им А.А. Кулешова, 2021. С. 76–79.

399. Щеглов, В. Н. Средства восстановления в процессе подготовки юных бегунов на средние дистанции / В. Н. Щеглов, С. Н. Жуков, Т. С. Глушко // Материалы Всероссийской с международным участием очно-заочной научно - практической конференции «Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе». – Воронеж: Научная книга, 2016. – С. 520–524.

400. Щербина, А. Ф. Работоспособность и адаптация к учебно-тренировочным нагрузкам учащихся ДЮСШ легкоатлетов в связи с социэкологическими условиями Заполярья: дис. ... канд. пед. наук. / Щербина Анатолий Федорович. - М., 2000. – 111 с.

401. Яблчанский, Н.И. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу. / Н.И. Яблчанский, А.В. Мартыненко. – Харьков: КНУ, 2010 - 131 с.

402. Яковлев, Б. П. Исследования влияния комплекса методов психокоррекции на восстановительные процессы лыжников-гонщиков 14-16 лет в специфических условиях соревновательного периода подготовки / Б. П. Яковлев, Д. С. Ушакова, Н. Р. Усаева // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 4. – С. 83–87.

403. Яманова, Г. А. Тип регуляции сердечного ритма как критерий адаптации к условиям обучения / Г. А. Яманова // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, №. 1. – С. 62–70.

404. Ярышева, В. Б. Генетические предикторы адаптации сердечно-сосудистой системы подростков к физическим нагрузкам / В. Б. Ярышева, Д. З. Шибкова // Казанский медицинский журнал. – 2017. – Т. 98, № 1. – С. 63–66. doi: 10.17750/KMJ2017-63.

Списокиностранной литературы

405. Abrahamse, H. Regenerative medicine, stem cells, and low-level laser therapy: future directives / H. Abrahamse // Photomed. Laser Surg. – 2012. – Vol. 30, № 12. – P. 681–682. doi: 10.1089/pho.2012.9881.

406. Addison, P. Wavelet transforms and the ECG: a review / P. Addison // Phys. Meas. – 2005. – Vol. 26, № 5. – P. 155–199. doi: 10.1088/0967-3334/26/5/R01.

407. Albuquerque-Pontes, G. M. Effect of pre-irradiation with different doses, wavelengths, and application intervals of low-level laser therapy on cytochrome c oxidase activity in intact skeletal muscle of rats / G. M. Albuquerque-Pontes, R. P. Vieira, S. S. Tomazoni et al. // Lasers Med. Sci. – 2015. Vol. 30, № 1. – P. 59–66. doi: 10.1007/s10103-014-1616-2.

408. Ali, G. Loads of Training Geared to the Pattern of Daily BioRhythm on Some Vital Functions and Development of 800-meter Runners / G. Ali // *World Journal of Sport Sciences*. – 2010. – № 3 (S). – P. 1250–1254.
409. Astorino, T. A. Assessment of anaerobic power to verify VO₂max attainment / T. A. Astorino, A. C. White // *Clin Physiol Funct Imaging*. – 2010. – Vol. 30, № 4. – P. 294–300. doi: 10.1111/j.1475-097X.2010.00940.x.
410. Aubry, A. The Development of Functional Overreaching Is Associated with a Faster Heart Rate Recovery in Endurance Athletes / A. Aubry, C. Hausswirth, J. Louis et al. // *PLoS ONE*. – 2015. – Vol. 10, № 10. – P. 1–16. doi: 10.1371/journal.pone.0139754.
411. Baltzell, A. Qualitative study of the mindfulness meditation training for sport / A. Baltzell, N. Caraballo, K. Chipman // *Journal of Clinical Sport Psychology*. – 2014. – Vol. 8, № 3. – P. 221–244. doi:10.1123/jcsp.2014-0030.
412. Bangsbo, J. The Yo-Yo intermittent recovery test / J. Bangsbo, F. M. Iaia, P. Krstrup // *Sports Medicine*. – 2008. – Vol. 38, № 1. – P. 37–51. doi: 10.2165/00007256-200838010-00004.
413. Bell, W. Effect of individual time to peak power output on the expression of peak power output in the 30-s Wingate Anaerobic Test / W. Bell, D. M. Cobner // *International Journal of Sports Medicine*. – 2007. – Vol. 28., Iss. 2. – P. 135–139. doi: 10.1055/s-2006-924148.
414. Beneke, R. How anaerobic is the wingate anaerobic test for humans? / R. Beneke, C. Pollmann, I. Bleif // *European Journal of Applied Physiology*. – 2002. – Vol. 87, Iss. 4–5. – P. 388–392. doi: 10.1007/s00421-002-0622-4.
415. Boegli, Y. Endurance training enhances vasodilation induced by nitric oxide in human skin / Y. Boegli // *Journal of investigative dermatology*. – 2003. – Vol. 121, № 5. – P. 1197–1204. doi: 10.1046/j.1523-1747.2003.12518.x.

416. Brancaccio, P. Biochemical markers of muscular damage / P. Brancaccio, G. Lippi, N. Mafulli // *Clin. Chem. Lab. Med.* – 2010. – Vol. 48, № 6. – P. 757–767. doi: 10.1515/CCLM.2010.179.

417. Brent, G. A. Mechanisms of Thyroid Hormone Action / G. A. Brent // *J. Clin. Invest.* – 2012. – Vol. 122, № 9. – P. 3035–3043. doi: 10.1172/JCI60047.

418. Britton, D. M. Validating a self-report measure of student athletes' perceived stress reactivity: associations with heart-rate variability and stress appraisals. / D. M. Britton, E. J. Kavanagh, R. C. Polman // *J Front Psychol.* – 2019. – Vol. 10. – P. 1083–10088. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01083.

419. Brun, J. F. Exercise hemorheology: Moving from old simplistic paradigms to a more complex picture. / J. F. Brun, E. Varlet-Marie, A. J. Romain, et al. // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* – 2013. – Vol. 55, № 1. – P. 15–27. doi: 10.3233/CH-131686.

420. Burke, L. M. Practical Issues in Evidence-Based Use of Performance Supplements: Supplement Interactions, Repeated Use and Individual Responses / L. M. Burke // *Sports Med.* – 2017. – Vol. 47, Suppl. 1. – P. 79–100. doi: 10.1007/s40279-017-0687-1.

421. Bylisma, G. W. Treatment of age-related macular degeneration with photodynamic therapy / G. W. Bylisma, R. H. Guymer // *Arch Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 88, № 5. – P. 322–334. doi: 10.1111/j.1444-0938.2005.tb06716.x.

422. Cadenas-Sanchez, C. Physical fitness reference standards for preschool children: the prefit project. / C. Cadenas-Sanchez, T. Intemann, I. Labayen // *J Sci Med Sport.* – 2019. – Vol. 22, № 4. – P. 430–437. doi: 10.1016/j.jsams.2018.09.227.

423. Camm, A. J. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical

Use / A. J. Camm, M. Malik, J. T. Bigger, G. Breithardt et al. // *Circulation*. - 1996. - V.83, P.1043-1065. <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>.

424. Cardoos, N. Overtraining syndrome / N. Cardoos // *Curr. Sports Med. Rep.* – 2015. - Vol. 14, № 3. – P. 157–158. doi: 10.1249/JSR.0000000000000145.

425. Carlomagno, D. Physiological determinants of YoYo intermittent recovery tests in male soccer players / D. Carlomagno, F. M. Impellizzeri // *Eur J Appl Physiol*. – 2010. – Vol. 108, № 2. – P. 401–409. doi: 10.1007/s00421-009-1221-4.

426. Chandel, N.S. Mitochondria as signaling organelles / N.S.Chandel // *BMC Biology*. – 2014. – № 2. – P. 2-7.

427. Charlton, G. A. Physiologic consequences of training / G. A. Charlton, M. H. Orawford // *Cardiol. Clin.* – 2007. – Vol. 15, № 3. – P. 345–354. doi: 10.1016/s0733-8651(05)70344-1.

428. Cheng, W. A. Comprehensive model for estimating heat vulnerability of young athletes. / W. A. Cheng, J. O. Spengler, R. D. Brown // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2020. – Vol. 17, № 17. – P. 6156. doi: 10.3390/ijerph17176156.

429. Cometti, G. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, sub-elite and amateur French soccer players. / G. Cometti, N. A. Maffiuletti, M. Pousson et al. // *Int J Sports Med*. – 2001. – Vol. 22, № 1. – P. 45–51. doi: 10.1055/s-2001-11331.

430. Cowden, R. Mental toughness and success in sport: a review and prospect / R. Cowden // *The Open Sports Sciences Journal*. – 2017. – Vol. 11. – P. 1–14. doi: 10.2174/1875399X01710010001.

431. Cox, A. J. Oral administration of the probiotic *Lactobacillus fermentum* VRI-003 and mucosal immunity in endurance athletes / A. J. Cox, D. B. Pyne, P. U. Saunders et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2010. – Vol. 44, № 4. – P. 222–226. doi: 10.1136/bjism.2007.044628.

432. Damirchi, A. Salivary antioxidants of male athletes after aerobic exercise and garlic supplementation on: A randomized, double blind, placebo-controlled study / A. Damirchi, A. S. Zareei, R. Sariri // *J. Oral Biol Craniofac.* – 2015. – Vol. 5(3). – P. 146-152. doi: 10.1016/j.jobcr.2015.08.001.
433. de Zambotti, M. Sex- and Age-Dependent Differences in Autonomic Nervous System Functioning in Adolescents / M. de Zambotti, H. Javitz, P. L.Franzen // *Journal of Adolescent Health.* – 2018. – Vol. 62, № 2. – P. 184. doi: 10.1016/j.jadohealth.2017.09.010.
434. Delextrat, A. Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness / A. Delextrat, D. Cohen // *J Strength Cond Res.* – 2008. – Vol. 22, № 4. – P. 1066–1072. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181739d9b.
435. Deminice, R. Blood and salivary oxidative stress biomarkers following an acute session of resistance exercise in humans / R. Deminice, T. Sicchieri, P.O. Payão, A.A. Jordão // *Int J Sports Med.* – 2010. – Vol. 31(9) – P. 599-603. doi: 10.1055/s-0030-1255107.
436. Dennis, M. A 10-year review of sudden death during sporting activities / M. Dennis, A. Elder, C. Semsarian et al. // *Heart Rhythm.* – 2018. – Vol. 15. – Iss. 10. – P. 1477–1483. doi: 10.1016/j.hrthm.2018.04.019.
437. Deschodt-Arsac, V. Effects of heart rate variability biofeedback training in athletes exposed to stress of university examinations / V. Deschodt-Arsac, R. Lalanne, B. Spiluttini et al. // *PLoS One.* – 2018. – Vol. 13, № 7. – P. 1–13. doi: 10.1371/journal.pone.0201388.
438. Deus, L.A. Heart rate variability in middle-aged sprint and endurance athletes. / L.A. Deus, C.V. Sousa, T.S. Rosa, J.M.S. Filho, P.A. Santos, et al. // *Physiol Behav.* – 2019. – Vol. 205. – P. 39–43. doi: 10.1016/j.physbeh.2018.10.018.

439. Dotan, R. The Wingate anaerobic test's past and future and the compatibility of mechanically versus electromagnetically braked cycle ergometers / R. Dotan // *Eur J Appl Physiol Publ.* – 2006. – Vol. 98, № 1. – P. 113–116. doi: 10.1007/s00421-006-0251-4.

440. Drezner, J. A. Survival after exercise-related sudden cardiac arrest in young athletes: can we do better? / J. A. Drezner, D. F. Peterson, D. M. Siebert et al. // *Sports Health.* – 2019. – Vol. 11, № 1. – P. 91–98. doi: org/10.1177/1941738118799084.

441. Ducloux, G. Cutaneous circulation in sportsmen. A laser Doppler study / G. Ducloux, H. Ducloux, C. Conri // *Archives des maladies du coeur et des vaisseaux.* – 1989. – Iss. 82. – P. 35–37. PMID: 2510690.

442. Durmic, T. The training type influence on male elite athletes' ventilatory function. / T. Durmic, B. Lazovic Popovic, M. Zlatkovic Svenda // *British Medical Journal Open Sport & Exercise Medicine.* – 2017. – Vol. 3, № 1. – P. 1–5. doi: 10.1136/bmjsem-2017-000240.

443. Ehrman, J. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription / J. Ehrman. – Baltimore (MD): Lippincott Williams & Wilkins 2009, – 83 p.

444. Elsayy, G. Effect of choline supplementation on rapid weight loss and biochemical variables among female taekwondo and judo athletes / G. Elsayy, O. Abdelrahman, A. Hamza // *J. Hum. Kinet.* – 2014. – Vol. 40, № 1. – P. 77–82. doi: 10.2478/hukin-2014-0009.

445. Elste, V. Emerging evidence on neutrophil motility supporting its usefulness to define vitamin C intake requirements / V. Elste, B. Troesch, M. Eggersdorfer et al. // *Nutrients.* – 2017. – Vol. 9, № 5. – P. 503. doi: 10.3390/nu9050503

446. Emery, M. S. Sudden cardiac death in athletes / M. S. Emery, R. J. Kovacs // *JACC Heart Fail.* – 2018. – Vol. 6, № 1. – P. 30–40. doi: 10.1016/j.jchf.2017.07.014.
447. Enfield, J. In vivo imaging of the microcirculation of the volar forearm using correlation mapping optical coherence tomography (cmOCT) / J. Enfield, E. Jonathan, M. Leahy // *Biomed Opt Express.* – 2011. – Vol. 2, №. 5 – P. 1184–1193. doi: 10.1364/BOE.2.001184
448. Eppinger, H. Die Vagotonie. Sammlung beim Abhandlung uber Pathologie und Therapie / H. Eppinger, L. Hess, Berlin: Hrsg. von G. Noorden, 1910. 67 s.
449. Fan, S. Going global by adapting local: a review of recent human adaptation / S. Fan, M. E. Hansen, Y. Lo et al. // *Science.* – 2016. – Vol. 354. – P. 54-59. doi: 10.1126/science.aaf5098.
450. Ferraresi, C. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. / C. Ferraresi, T. de Brito Oliveira, L. de Oliveira Zafalon et al. // *Lasers Med. Sci.* – 2011. – Vol. 26, № 3. – P. 349–358. doi: 10.1007/s10103-010-0855-0.
451. Ferreti, G. Oxygen transport system before and after exposure to chronic hypoxia / G. Ferreti, U. Boutellier, D. R. Pendergast // *Int. J. Sports Med.* – 1990. – № 1. – P. 15–20. doi: 10.1055/s-2007-1024848.
452. Filippin, L. Stable interactions between mitochondria and endoplasmic reticulum allow rapid accumulation of calcium in a subpopulation of mitochondria. / L. Filippin, P. J. Magalhães, G. di Benedetto // *J Biol Chem.* – 2003. – Vol. 278, № 40. – P. 39224–39234. doi: 10.1074/jbc. M302301200.
453. Finocchiaro, G. Etiology of Sudden Death in Sports Insights from a United Kingdom Regional Registry / G. Finocchiaro, M. Papadakis, J. L. Robertus et al. // *Journal of the American College of Cardiology.* – 2016. – Vol. 67, №. 18. – P. 2108–2115. doi: 10.1016/j.jacc.2016.02.062.

454. Flannery, M. D. Sudden death and ventricular arrhythmias in athletes: screening, de-training and the role of catheter ablation / M. D. Flannery, A. L. Gerche // *Heart, Lung and Circulation*. – 2018. – Vol. 28, № 1. – P. 155–163. doi: 10.1016/j.hlc.2018.10.004.
455. Foss, M. L. *Physiological Basis for Exercise and Sport*. / M. L. Foss, S.J. Keteyian // Boston, Massachusetts: McGraw-Hill. – 1998. – 620 p.
456. Fox, E. L. General physiology and physiology of exercises // *Sport Medicine* / E. L Fox, D. K. Mathwess, eds. – Boston: IBU College Publ. – 2006. – P. 355–362.
457. Frahm, J. Dynamic uncoupling and recoupling of perfusion and oxidative metabolism during focal brain activation in man / J. Frahm, G. Krger, K. D. Merboldt et al. // *Magn. Reson. Med.* – 1996. – Vol. 35, № 2. – P. 143–148. doi: 10.1002/mrm.1910350202.
458. Fredriksson, I. Machine learning for direct oxygen saturation and hemoglobin concentration assessment using diffuse reflectance spectroscopy / I. Fredriksson, M. Larsson, T. Strömberg // *J Biomed Opt.* – 2020. – Vol 25, № 11. – P. 112-205. doi: 10.1117/1.JBO.25.11.112905.
459. Garnefski, N. The cognitive emotion regulation questionnaire: Psychometric features and prospective relationships with depression and anxiety in adults / N. Garnefski, V. Kraaij // *European Journal of Psychological Assessment*. – 2007. – V. 23. – P. 141–149. doi: 10.1027/1015-5759.23.3.141.
460. Garthe, I. *Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives*. / I. Garthe, R. J. Maughan // *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* – 2018. – Vol. 28, № 2. – P. 126–138. doi: 10.1123/ijsnem.2017–0429.
461. Gillen, Z. The relationship between aerobic and anaerobic performance in recreational runners / Z. Gillen, F. Wyatt, J. Winchester // *International Journal of Exercise Science*. – 2016. – Vol. 9, № 5. – P. 625–634. PMID: PMC5154721.

462. Green, D. J. Vascular adaptation to exercise in humans: Role of hemodynamic stimuli / D. J. Green // *Physiol. Rev.* – 2017. – Vol. 97, № 2. – P. 495–528. doi: 10.1152/physrev.00014.2016.
463. Guilhem, G. Salivary hormones response to preparation and pre-competitive training of world-class level athletes / G. Guilhem, C. Hanon, N. Gendreau, D. Bonneau, A. Guével // *Front Physiol.* – 2015. – Vol. 16. – P. 326–333. doi: 10.3389/fphys.2015.00333.
464. Guilkey, J. P. Heart rate recovery and parasympathetic modulation in boys and girls following maximal and submaximal exercise / J. P. Guilkey, M. Overstreet, A. D. Mahon // *Eur J Appl Physiol.* – 2015. – Vol. 115, № 10. – P. 2125–2133. doi: 10.1007/s00421-015-3192-y.
465. Gupta, L. Does Elite Sport Degrade Sleep Quality? A Systematic Review / L. Gupta, K. Morgan, S. Gilchrist // *Sports Med.* – 2017. – Vol. 47, № 7. – P.1317–1333. doi: 10.1007/s40279-016-0650-6.
466. Hackett, D. A. Lung function and respiratory muscle adaptations of endurance- and strength-trained males / D. A. Hackett // *Sports.* – 2020. – Vol. 8, № 12. – P. 160. doi: 10.3390/sports8120160.
467. Hackney, A. C. Clinical management of immuno-suppression in athletes associated with exercise training: sports medicine considerations / A. C. Hackney // *Acta Med. Iran.* – 2013. – Vol. 51, № 11. – P. 751–756. PMID: 24390943.
468. Halson, S. L. Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep / S. L. Halson // *Sports Med.* – 2014. – Vol. 44, № 1. – P. 13–23. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0248-1>.
469. Hamlin, S.K. Basic concepts of hemorheology in microvascular hemodynamics / S. K. Hamlin, P. S. Benedik // *Crit. Care Nurs. Clin. North Am.* – 2014. – Vol. 26, № 3. – P. 337–344. doi: 10.1016/j.ccell.2014.04.005.

470. Hecksteden, A. Blood-borne markers of fatigue in competitive athletes - results from simulated training camps / A. Hecksteden, S. Skorski, S. Schwindling, et al. // *PloS one.* – 2016; – Vol. 11. – P. 112–115.
471. Hector, A. J. Protein recommendations for weight loss in elite athletes: a focus on body composition and performance / A. J. Hector, S. M. Phillips // *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* – 2018. – Vol. 28, № 2. – P. 170–177. doi: 10.1123/ijsem.2017-0273.
472. Ho, J. Y. L-Carnitine 1-tartrate supplementation favorably affects biochemical markers of recovery from physical exertion in middleaged men and women / J. Y. Ho, W. J. Kraemer, J. S. Volek et al. // *Metabolism.* – 2010. – Vol. 59, № 8. – P. 1190–1199. doi: 10.1016/j.metabol.2009.11.012.
473. Hoge, E. A. Loving-Kindness Meditation practice associated with longer telomeres in women. / E. A. Hoge, M. M. Chen, E. Orr // *Brain, Behavior, and Immunity.* – 2013. – Vol. 32. – P. 159–163. doi: 10.1016/j.bbi.2013.04.005.
474. Hou, J. F. In vitro effects of low-level laser irradiation for bone marrow mesenchymal stem cells: proliferation, growth factors secretion and myogenic differentiation / J. F. Hou, H. Zhang, X. Yuan et al. // *Lasers Surg. Med.* – 2008. – Vol. 40, № 10. – P. 726–733. doi: 10.1002/lsm.20709.
475. Hu, D. Blood vessel adaptation with fluctuations in capillary flow distribution / D. Hu, D. Cai, A. V. Rangan // *PLoS One.* – 2012. – Vol. 7, № 9. – P 1–13. doi: 10.1371/journal.pone.0045444
476. Ingvar, D. N. Cerebral blood flow and metabolism related to EEG and cerebral functions / D. N. Ingvar // *Acta Anesthesiol.Scand.* – 2011. – Vol. 15, № 45. – P. 110–114. doi: 10.1111/j.1399-6576.1971.tb00664.x.
477. Intaglietta, M. Capillary Flow motion / M. Intaglietta // *Int. J. Microcirculation.* – 2002. – Vol. 14 (suppl. 1). – P. 3–15.

478. Jacques, S.L. Optical properties of biological tissues: a review / S.L. Jacques // *Physics Medicine Biology*. – 2013. – Vol. 58, № 1. – P. R 37-R61. doi: 10.1088/0031-9155/58/11/R37.

479. Janse van Rensburg, D. Practical tips to manage travel fatigue and jet lag in athletes. / D. Janse van Rensburg, P. Fowler, S. Racinais // *Br. J. Sports Med.* – 2020. – Vol. 55, № 15, – P. 821–822. doi: 10.1136/bjsports-2020-103163.

480. Johnson, J. M. Thermoregulatory and thermal control in the human cutaneous circulation / J. M. Johnson // *Front Biosci. (Schol. Ed.)*. – 2010. – Vol. 2. – P. 825–853. doi: 10.2741/s105.

481. Kaczor, J. J. Anaerobic and aerobic enzyme activities in human skeletal muscle from children and adults / J. J. Kaczor, W. Ziolkowski, J. Popinigis et al. // *Pediatr Res.* – 2005. – Vol. 57, № 3. – P. 331–335. doi: 10.1203/01.PDR.0000150799.77094.

482. Karu, T. I. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation / T. I. Karu // *Photochem. Photobiol.* – 2008. – Vol. 84. – P. 1091–1099. doi: 10.1111/j.1751-1097.2008.00394.x.

483. Kellmann, M. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. *International journal of sports physiology and performance* / M. Kellmann, M. Bertollo, L. Bosquet et al. // *Int J Sports Physiol.* – 2018. – Vol. 13, № 2. – P. 240-245. doi: 10.1123/ijsp.2017-0759.

484. Klusiewicz, A. Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal and maximal exercise on a ski ergometer / A. Klusiewicz, J. Faff, J. Starczewska-Czapowska // *Biol. Sport.* – 2011. – Vol. 28. – P. 31–35. doi:10.5604/935870.

485. Knechtle, B. *Aktuelle Sportphysiologie: Leistung und Ernährung im Sport* / B. Knechtle. – Basel: Karger Medical and Scientific Publishers. – 2002. – 125 p.

486. Koenig, J. Sex differences in healthy human heart. rate variability: a meta-analysis. / J. Koenig, J. F. Thayer // *Neurosci. Biobehav. Rev.* – 2016. – Vol. 64. – P. 288–310. doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.03.007.
487. Kölling, S. Sleep-related issues for recovery and performance in Athletes / S. Kölling, R. Duffield, D. Erlacher et al. // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2019. – Vol. 14, № 2. – P. 144–148. doi: 10.1123/ijsp.2017-0746.
488. Korzeniewski, B. Theoretical studies on the regulation of anaerobic glycolysis and its influence on oxidative phosphorylation in skeletal muscle / B. Korzeniewski, P. Liguzinski // *Biophysical Chemistry.* – 2004. – Vol. 110, №. 1-2. – P. 147–169. doi: 10.1016/j.bpc.2004.01.011.
489. Kraemer, W. J. L-carnitine supplementation: influence upon physiological function / W. J. Kraemer, J. S. Volek, C. Dunn-Lewis, // *Curr. Sports Med. Rep.* – 2008. – Vol. 7, is. 4. – P. 218–223. doi: 10.1249/JSR.0b013e318180735c.
490. Krishnan, A. Comparison between Standing Broad Jump test and Wingate test for assessing lower limb anaerobic power in elite sportsmen / A. Krishnan // *Medical Journal Armed Forces India.* – 2017. – Vol. 73. – №. 2. – P. 140–145. doi: 10.1016/j.mjafi.2016.11.003.
491. Krstrup, P. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer / P. Krstrup, M. Mohr, L. Nybo et al. // *Med Sci Sports Exerc.* – 2006. – Vol. 38. – № 9. – P. 1666–1673. doi: 10.1249/01.mss.0000227538.20799.08.
492. Lakowicz, J.R. Principles of Fluorescence Spectroscopy / J.R. Lakowicz // Springer science & business media, 2007. – 496 p.
493. Lattore Roman, P. A. Physical fitness in preschool children: association with sex, age and weight status // P. A. Lattore Roman, R. Moreno Del Castillo; M. Lucena Zurita et al. / *Child Care Health and Development.* – 2017. – Vol. 43, № 2. – P. 267–273. doi: 10.1111/cch.12404.

494. Laughlin, M. H. Peripheral circulation / M. H. Laughlin, M. J. Davis, N. H. Secher et al. // *J. Compr. Physiol.* – 2012. – Vol. 2, № 1. – P. 321–447. doi: 10.1002/cphy.c100048.
495. Laughlin, M. H. The coronary circulation in exercise training / M. H. Laughlin, D. K. Bowles, D. J. Duncker // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* – 2012. – Vol. 302, № 1. – P. 10–23. doi: 10.1152/ajpheart.00574.2011.
496. Leahy, M. Special Section Guest Editorial: Advanced Laser Technologies for Biophotonics / M. Leahy, T. Keyes, V. Tuchin, A. Priezzhev // *J Biomed Opt.* – 2017. – Vol. 27, №. 22. – P. 09-15. doi: 10.1117/1.JBO.22.9.091501.
497. Leal Junior, E. C. Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to post-exercise recovery / E. C. Leal Junior, R. A. Lopes-Martins, L. Frigo et al. // *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* – 2010. – Vol. 40. – P. 524–532. doi: 10.2519/jospt.2010.3294.
498. Lee, E. C. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes / E. C. Lee, M. S. Fragala, S. A. Kavouras et al. // *J Strength Cond Res.* – 2017. – Vol. 31, № 10. – P. 2920–2937. doi: 10.1519/JSC.0000000000002122.
499. Lenasi, H. Regular physical activity alters the postocclusive reactive hyperemia of the cutaneous microcirculation. / H. Lenasi, M. Štrucl // *Clinical hemorheology and microcirculation.* – 2010. – Vol. 45, № 2–4. – P. 365–374. doi: 10.3233/CH-2010-1320.
500. Lepers, R. Master athletes are extending the limits of human endurance. / R. Lepers, P. J. Stapley // *Front. Physiol.* – 2016. – Vol. 7. – P. 613. doi: 10.3389/fphys.2016.00613.

501. Mahoney, P. The biorhythm of human skeletal growth / P. Mahoney, J. J. Miszkiewicz, S. Chapple et al. // *Journal of Anatomy*. – 2018. – Vol. 232, № 1. – P. 26–38. doi: 10.1111/joa.12709.
502. Malhotra, R. Sleep, Recovery, and Performance in Sports. / R. Malhotra // *Neurol. Clin.* – 2017. – Vol. 35, № 3. – P. 547–557. doi: 10.1016/j.ncl.2017.03.002.
503. Marcora, S. M. Mental fatigue impairs physical performance in humans / S. M. Marcora, W. Staiano, V. Manning // *Journal of Applied Physiology*. – 2009. – Vol. 106, № 3. – P. 857–864. doi: 10.1152/jappphysiol.91324.2008.
504. Martin, K. Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance / K. Martin, K. G. Thompson, R. Keegan // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2015. – Vol. 115, № 4. – P. 715–725. doi: 10.1007/s00421-014-3052-1.
505. Mathieu, N. The Variability of Sleep Among Elite Athletes / N. Mathieu, A. Aloulou, T. Meyer // *Duforez Sports Medicine Open*. – 2018. – Vol. 4, № 1. – P. 34. doi: 10.1186/s40798-018-0151-2.
506. Matos, B. Normative data of the Win-gate anaerobic test in 1-year age groups of male soccer players / B. Matos // *Frontiers in physiology*. – 2018. – Vol. 9. – P. 1619. doi: 10.3389/fphys.2018.01619.
507. Matthews, R. M. Changes in Functional Status in Chronic Fatigue Syndrome Over a Decade / R. M. Matthews, A. L. Komaroff // *J. of Chronic Fatigue Syndrome*. – 2007. – Vol. 14, № 1. – P. 33–42. doi: 10.1300/J092v14n01_04
508. Mattson, C. M. Sports genetics moving forward: lessons learned from medical research / C. M. Mattson, M. T. Wheeler, D. Waggott // *Physiological Genomics*. – 2016. – Vol. 48, № 3. – P. 175–182. doi: 10.1152/physiolgenomics.00109.2015.
509. Maughan, R. J. IOC Consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. / R. J. Maughan, L. M. Burke, J. Dvorak // *Br. J.*

Sports Med. – 2018. – Vol. 52, № 7. – P. 439–455. doi: 10.1136/bjsports-2018-099027

510. McGuigan, M. Monitoring Training and Performance in Athletes / M. McGuigan // Champaign, IL, Human Kinetics, 2017. – 264 p.

511. Meeusen, R. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine / R. Meeusen, M. Duclos, C. Foster et al. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2013. – Vol. 45, № 1. – P. 186–205. doi: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a.

512. Meglinski, I. Polarization and orbital angular momentum of light in biomedical applications: feature issue introduction / I. Meglinski, T. Novikova, K. Dholakia // Biomed Opt Express. – 2021. Vol. 12, №. 5. – P. 6255-6258. doi: 10.1364/BOE.442828.

513. Micklewright, D. Development and validity of the rating-of-fatigue scale. / D. Micklewright, St. C. A. Gibson, V. Gladwell, A. Salman // Sports Med. – 2017. – Vol. 47. – P. 2375-2393.

514. Mielgo-Ayuso, J. Evaluation of nutritional status and energy expenditure in athletes / J. Mielgo-Ayuso, B. Maroto-Sánchez, R. Luzardo-Socorro // Nutrition Hospitalaria. – 2015. – №. 31. – P. 227–236. doi: 10.3305/nh.2015.31.

515. Misigoj-Durakovic, M. Heart rate-corrected QT and JT intervals in electrocardiograms in physically fit students and student athletes / M. Misigoj-Durakovic, Z. Durakovic, I. Prskalo // Ann Noninvasive Electrocardiol. – 2016. – Vol. 21, № 6. – P. 595–603. doi: 10.1111/anec.12374.

516. Mitchell, J. H. Neural circulatory control during exercise: early insights. / J. H. Mitchell // Exp Physiol. – 2013. – Vol. 98, № 4. – P. 867–878. doi: 10.1113/expphysiol.2012.071001.

517. Montenegro, C. F. Betalain-rich concentrate supplementation improves exercise performance and recovery in competitive triathletes / C. F.

Montenegro, D. A. Kwong, Z. A. Minow et al. // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* – 2017. – Vol. 42, № 2. – P. 166–172. doi: 10.1139/apnm-2016-0452.

518. Montero, D. Microvascular dilator function in athletes: a systematic review and meta-analysis / D. Montero, G. Walther, C. Diaz-Canestro et al. // *Medicine and Science in Sports and Exercise.* – 2015. – Vol. 47, № 7. – P. 1485–1494. doi: 10.1249/MSS.0000000000000567.

519. Mujika, I. Quantification of training and competition loads in endurance sports: Methods and applications / I. Mujika, // *Int J Sports Physiol Perform.* – 2017. – Vol. 12. – P. 9–17.

520. Mvula, B. The effect of low level laser irradiation on adult human adipose derived stem cells. / B. Mvula, T. Mathope, T. Moore et al. // *Laser Med. Sci.* – 2008. – Vol. 23, № 3. – P. 277–282. doi: 10.1007/s10103-007-0479-1.

521. Nieman, D. C. Detection of Functional Overreaching in Endurance Athletes Using Proteomics / D. C. Nieman, A. J. Groen, A. Pugachev et al. // *Proteomes.* – 2018. – Vol. 6, № 3. – P. 33. doi: 10.3390/proteomes6030033.

522. Noland, R. C. Exercise and Regulation of Lipid Metabolism / R. C. Noland // *Prog Mol Biol Transl Sci.* – 2015. – Vol. 135, № 7. – P. 39–74. doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.06.017.

523. Nunes, C. L. Characterization and Comparison of Nutritional Intake between Preparatory and Competitive Phase of Highly Trained Athletes / C. L. Nunes, C. N. Matias, D. A. Santos et al. // *Medicina (Kaunas).* – 2018. – Vol. 54, № 3. – P. 41. doi: 10.3390/medicina54030041.

524. Ozkaya, O. The Test-Retest Reliability of New Generation Power Indices of Wingate All-Out Test. / O. Ozkaya, G. Aybars Balci, A. Hakan et al. // *J Sports Publ.* – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 31. doi: 10.3390/sports6020031.

525. Ozveren, Y. Talent selection and genetics in sport / Y. Ozveren, B. Ozcaldiran, B. Durmaz // *Turkish Journal of Sport and Exercise.* – 2014. – Vol. 16, № 2. – P. 1–8. doi: 10.15314/TJSE.201428098.

526. Padayatty, S. J. Vitamin C physiology: the known and the unknown and Goldilocks / S. J. Padayatty, M. Levine // *Oral Dis.* – 2016. – Vol. 22, № 6. – P. 463–493. doi: 10.1111/odi.12446.

527. Perini, R. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions / R. Perini, A. Veicsteinas // *Eur. J. Appl Physio.* – 2003. – Vol. 90 (3-4). – P. 317-325. doi: 10.1007/s00421-003-0953-9.

528. Perkins, S. E. Immediate and long term effects of endurance and high intensity interval exercise on linear and nonlinear heart rate variability. / S. E. Perkins, H. F. Jelinek, H. A. Al-Aubaidy et al. // *J Sci Med Sport.* – 2017. – Vol. 20, № 3. – P. 312–316. doi: 10.1016/j.jsams.2016.08.009.

529. Philpott, J.D. Applications of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for sport performance / J.D. Philpott, O.C. Witard, S.D.R. Galloway // *Research in Sports Medicine.* – 2018. – №. 27 (5). – P. 1–19. doi: 10.1080/15438627.2018.1550401

530. Plews, D.J. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. / D.J. Plews, P.B. Laursen, J. Stanley, A.E. Kilding, M. Buchheit // *Sports Med.* – 2013. – Vol. 43. – P. 773–781.

531. Pries, A. R. Physiological basis of the microcirculation: vascular adaptation / A. R. Pries // *Klin. Monbl. Augenheikd.* – 2015. – Vol. 232, № 2. – P. 127–132. doi: 10.1055/s-0034-1383394.

532. Prusik, K. Work and power in 60 seconds test in the context of lactate acid level in 16-17 years old middle distance runners / K. Prusik, B. Stankiewicz, M. Cieślicka et al. // *Pedagogy of physical culture and sports.* – 2010. – Vol. 7, Iss. 119–125.

533. Purdom, T. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation / T. Purdom, L. Kravitz, K. Dokladny et al. // *J Int Soc Sports Nutr.* – 2018. – Vol. 15, № 3. – P. 1–10. doi: 10.1186/s12970-018-0207-1.

534. Racinais, S. Consensus recommendations on training and competing in the heat / S. Racinais, J. M. Alonso, A. J. Coutts et al. // *J. Med. Sci. Sports.* – 2015. - Vol. 25, № 1. – P. 6–19. doi: 10.1111/sms.12467.

535. Rajan, V. Review of methodological developments in laser Doppler flowmetry / V. Rajan, B. Varghese, T. G. van Leeuwen et al. // *Lasers Med Sci* – 2009. – Vol. 24, № 2. – P. 269–283. doi: 10.1007/s10103-007-0524-0.

536. Ranchordas, M. K. Normative data on regional sweat-sodium concentrations of professional male team-sport athletes / M. K. Ranchordas, N. B. Tiller, G. Ramchandani, et al. // *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* – 2017. – Vol. 1. – P. 14–40. doi: 10.1186/s12970-017-0197-4.

537. Rave, G. Heart rate recovery and heart rate variability: use and relevance in European professional soccer / G. Rave, J-O. Fortrat, B. Dawson, F. Carre, G. Dupont, A. Saeidi, D. Boullosa, H. Zouhal // *International Journal of Performance Analysis in Sport.* – 2018. – Vol. 18, № 1. – P. 168–183, doi: 10.1080/24748668.2018.1460053

538. Rawson, E.S. Dietary Supplements for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes. / E. S. Rawson, M. P. Miles, D. E. LarsonMeyer // *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* – 2018. – Vol. 28, № 2. – P. 188–199. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0340.

539. Redondo, B. Associations between accommodative dynamics, heart rate variability and behavioural performance during sustained attention: a test-retest study / B. Redondo, J. Vera, A. Luque-Casado et al. // *Vision Res.* – 2019. – Vol. 163. – P. 24–32. doi: 10.1016/j.visres.2019.07.001.

540. Reinking, T. J. Reliability of oxygen consumption and heart rate as functions of power demand while roller skiing / T. J. Reinking, B. W. Reinking, D.

P. Heil // International Journal of Exercise Science: Conference Abstract Submissions. – 2013. – Vol. 8, I. 1. Article 30. – Режим доступа свободный [http:// digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol8/iss1/30](http://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol8/iss1/30).

541. Rogers, S. Assessments of mechanical stiffness and relationships to performance determinants in middle-distance runners / S. Rogers, C. Whatman, S. Pearson, A. Kilding // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2017. – Vol. 12, № 10. – P. 1329–1334. doi: 10.1123/ijsp.2016-0594.

542. Samuelsson, H. Intake of branched-chain or essential amino acids attenuates the elevation in muscle levels of PGC-1 α mRNA caused by resistance exercise / H. Samuelsson, M. Moberg, W. Apró, et al. // Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. – 2016. – Vol. 311, № 1. – P. E246–251. doi: 10.1152/ajpendo.00154.2016.

543. Sant'Anna, M.R. Triatomines (Hemiptera, Reduviidae) blood intake: Physical constraints and biological adaptations / M. R. Sant'Anna, A.C. Soares, R.N. Araujo, N.F. Gontijo, M.H. Pereira // J. Insect. Physiol. – 2017. – Vol. 97. – P. 20-26. doi: 10.1016/j.jinsphys.2016.08.004.

544. Santos, C. A multi-level analysis of individual- and school-level correlates of physical fitness in children. / C. Santos, A. Carolina Reyes, M. A. Moura-Dos-Santos, et al. // Ann Hum Biol. – 2018. – Vol. 45, № 6-8. – P. 470–477. doi: 10.1080/03014460.2018.1549684.

545. Santos, E. Low sampling rates bias outcomes from the Wingate test / E. Santos, J. Novaes, V. Reis et al. // Int J Sports Med Publ. – 2010. – Vol. 31, № 11. – P. 784–789. doi: 10.1055/s-0030-1262875.

546. Schmitt, L. Effects of different training intensity distributions between elite cross-country skiers and nordic-combined athletes during live high-train low / L. Schmitt, S.J. Willis, N. Couimy, G.P. Millet // Frontiers in physiology. – 2018. – Vol. 9. – P. 1–9. doi: 10.3389/fphys.2018.00932

547. Schmitt, L. Influence of training load and altitude on heart rate variability fatigue patterns in elite nordic skiers / L. Schmitt, J. Regnard, N. Coulmy, G.P. Millet // *Int J Sports Med.* – 2018. – Vol. 39, № 10. – P. 773–781. doi: 10.1055/a-0577-4429.

548. Schwab, L. R. Effectiveness of psychological intervention following sport injury / L. R. Schwab, R. Pittsinger, J. Yang // *Journal of Sport and Health Science.* – 2012. – Vol. 1. – P. 71–79. doi: 10.1016/j.jshs.2012.06.003

549. Schwelnus, M. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness / M. Schwelnus, T. Soligard, J-M. Alonso et al. // *Br. J. Sports Med.* – 2016. - Vol. 50, № 17. – P. 1043-1052. doi: 10.1136/bjsports-2016-096572.

550. Shei, R.J. Omega Polyunsaturated Fatty Acids in the Optimization of Physical Performance / R.J. Shei // *Military Medicine.* – 2014. – № 179. – pp. 144–156. doi: 10.1123/ijsnem.23.1.83

551. Simmons, G. H. Changes in the control of skin blood flow with exercise training: where do cutaneous vascular adaptations fit in? / G. H. Simmons, B. J. Wong, L. A. Holowatz et al. // *J. Exp. Physiol.* – 2011. – Vol. 96, № 9. – P. 822–828. doi: 10.1113/expphysiol.2010.056176.

552. Sliney, D. H. *Medical Lasers and Their Safe Use.* / D. H. Sliney, S. L. Trokel // New York etc.: Springer, 2013. – 131 p.

553. Smetana, P. Sex differences in cardiac autonomic regulation and in repolarisation electrocardiography / P. Smetana, M. Malik // *Pflugers Arch.* – 2013. – Vol. 465, № 5. – P. 699–717. doi: 10.1007/s00424-013-1228-x.

554. Smith, D. M. Neurophysiology of action anticipation in athletes: A systematic review / D. M. Smith // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews.* – 2016. – Vol. 60. – P. 115–120. doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.11.007.

555. Souza, N. H. Low level laser therapy suppresses the oxidative stressinduced glucocorticoids resistance in U937 cells: relevance to cytokine

secretion and histone deacetylase in alveolar macrophages / N. H. Souza, P. T. Marcondes, R. Albertini // *J Photochem Photobiol B.* – 2014. – Vol. 130. – P. 327–336. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2013.12.010.

556. Stanzel, F. Fluorescent bronchoscopy: contribution for lung cancer screening? / F. Stanzel // *Eur. J. Appl Physio.* – 2004. – Vol. 45, Suppl 2. – P. 29–37. doi: 10.1016/j.lungcan.2004.07.995.

557. Stefanovska, A. Coupled Oscillators: Complex but Not Complicated Cardiovascular and Brain Interactions / A. Stefanovska // *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine.* November/December. – 2007. – Vol. 26, № 6. – P. 25–29. doi: 10.1109/emb.2007.907088.

558. Szyguła, R. The changes in cutaneous microcirculation in judo athletes before the preparation period and in the competition period / R. Szyguła // *Medicina Sportiva.* – 2008. – Vol. 12, № 1. – P. 8–13.

559. Tékus, E. Comparison of blood and saliva lactate level after maximum intensity exercise / E. Tékus, M. Kaj, E. Szabó, N.L. Szénási, I. Kerepesi et al. // *Acta Biol Hung.* – 2012. – Vol. 63, Suppl 1. – P. 89–98. doi: 10.1556/ABiol.63.2012.Suppl.1.9.

560. Tessitore, A. Effects of different recovery interventions on anaerobic performances following preseason soccer training / A. Tessitore, R. Meeusen, C. Cortis et al. // *J. Strength. Cond. Res.* – 2007. – Vol. 21, № 3. – P. 745–750. doi: 10.1519/R-20386.1.

561. Thompson, C. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance / C. Thompson, A. Vanhatalo, H. Jell et al. // *Nitric Oxide.* – 2016. – Vol. 61. – P. 55–61. doi: 10.1016/j.niox.2016.10.006.

562. Thorpe, R.T. The Influence of changes in acute training load on daily sensitivity of morning-measured fatigue variables in elite soccer players. / R.T.

Thorpe, A.J. Strudwick, M. Buchheit, G. Atkinson // *Int J Sports Physiol Perform.* – 2017. – Vol. 12. – P. 107–113.

563. Tuby, H. Low-level laser irradiation (LLLI) promotes proliferation of mesenchymal and cardiac stem cells in culture. / H. Tuby, L. Maltz, U. Oron // *Lasers Surg. Med.* – 2007. – Vol. 39, № 4. – P. 373–378. doi: 10.1002/lsm.20492.

564. Urhausen, A. Blood hormones as markers of training stress and overtraining / A. Urhausen, H. H. Gabriel, W. Kindermann // *Sports Med.* – 1995. – Vol. 20, № 4. – P. 251–276. doi: 10.2165/00007256-199520040-00004.

565. Vale, R. Cortisol and physical exercise / R. Vale, G. Rosa, R. J. Nodari Junior, E. H. M. Dantas // Alonzo Esposito and Vito Bianchi (editors). *Cortisol: physiology, regulation and health implications.* – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2012. – P. 129–138.

566. Vesic, Z. The influence of acclimatization on stress hormone concentration in serum during heat stress. / Z. Vesic, V. Jakovljevic, T. Nikolic // *Mol. Cell Biochem.* – 2021. – Vol. 476, № 9. – P. 3229–3239. doi: 10.1007/s11010-021-04153-x.

567. Villela, N. R. Microcirculatory effects of changing blood hemoglobin oxygen affinity during hemorrhagic shock resuscitation in an experimental model / N. R. Villela, P. Cabrales, A. G. Tsai et al. // *Shock.* – 2008. - Vol. 31, № 6. – P. 645-652. doi: 10.1097/SHK.0b013e31818bb98a.

568. Vlahovich, N. Ethics of genetic testing and research in sport: a position statement from the Australian Institute of Sport / N. Vlahovich, P. A. Fricker, M. A. Brown et al. // *British Journal of Sports Medicine.* – 2017. – Vol. 51, № 1. – P. 5–11. doi: 10.1136/bjsports-2016-096661.

569. Vogel, H. G., *Drug discovery and evaluation pharmacological assays* / H.G. Vogel // Springer, 2008. – 2129 p.

570. Wallace D.C. A mitochondrial paradigm of metabolic and degenerative diseases, aging, and cancer: a dawn for evolutionary medicine / D.C. Wallace // *Annu. Rev. Genet.* – 2005. – Vol. 39. – P. 359-407.

571. Wardenaar, F. Micronutrient intakes in 553 Dutch elite and sub-elite athletes: prevalence of low and high intakes in users and non-users of nutritional supplements / F. Wardenaar, N. Brinkmans, I. Ceelen et al. // *Nutrients.* – 2017. – Vol. 9, № 2. – P. 142. doi: 10.3390/nu9020142.

572. Weiner, O. M. Test-Retest Reliability of Pediatric Heart Rate Variability: A Meta-Analysis / O. M. Weiner, J. J. McGrath // *Journal of psychophysiology.* – 2017. – Vol. 3, № 1. – P. 6–28. doi: 10.1027/0269-8803/a000161.

573. Wolfe, R. R. Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? / R. R. Wolfe // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* – 2017. – Vol. 14., № 30. – P. 30–41. doi: 10.1186/s12970-017-0184-9.

574. Woods, A. L. New approaches to determine fatigue in elite athletes during intensified training: Resting metabolic rate and pacing profile / A. L. Woods, L. A. Garvican-Lewis, B. Lundy // *PLoS One.* – 2017. – Vol. 12, № 3. – P. 1–17. doi: 10.1371/journal.pone.0173807.

575. Yu, H. The effectiveness of physical agents for lower-limb soft tissue injuries: A systematic review / H. Yu, K. Randhawa, P. Côté // *J Orthop Sports Phys Ther.* – 2016. – Vol. 46, № 7. – P. 523–554. doi: 10.2519/jospt.2016.6521.

576. Zacharogiannis, E. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. / E. Zacharogiannis, G. Paradisis, S. Tziortzis // *Med Sci Sports Exerc.* – 2004. – Vol. 36 – P. 116–119. doi:10.1249/00005768-200405001-00549.

577. Zagatto, A. M. Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances / A. M. Zagatto, W. R. Beck, C. A. Gobatto // *J Strength Cond Res.* – 2009. – Vol. 23, № 6. – P. 1820–1827. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3df32.

578. Zauner, A. Glutamate release and cerebral blood flow after severe human head injury. / A. Zauner, R. Bullock, A. J. Kuta // *Acta Neurochir.* – 2006. – № 67. – P. 40–44. doi: 10.1007/978-3-7091-6894-3_9.

579. Zembron-Lacny, A. Prooxidantantioxidant equilibrium in rowers: effect of a single dose of vitamin E / A. Zembron-Lacny, K. Szyszka, B. Sobanska, R. Pakula // *J. Sports Med. Phys. Fitness.* – 2006. – Vol. 46, № 2. – P. 257–264. PMID: 16823356.

580. Zhang, H. N. The relationship between reserve capacity of microcirculatory blood perfusion and related biochemical indices of male rowers in six weeks' pre-competition training / H. N. Zhang, B. H. Gao, H. Zhu // *Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi.* – 2017. – Vol. 33, № 2. – P. 112–116. doi: 10.12047/j.cjap.5429.2017.029.

ПРИЛОЖЕНИЯ

**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и Смоленская региональная общественная организация «Федерация легкой атлетики Смоленской области», в лице исполнительного директора Зайцева С.В.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Исполнительный директор
Федерации легкой атлетики
Смоленской области
С.В. Зайцев
«04» февраля 2021 г.



Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук



Подпись Т.М. Брук заверяю.
Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО «СГУС»
З.Т. Зуенко

АКТ

внедрения результатов научных исследований в практику

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и зав. кафедрой ТнМ легкой атлетики ФГБОУ ВО «СГУС», к.п.н., доцент, Усачева С.Ю.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внетренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Зав. кафедрой
ТнМ легкой атлетики

С.Ю. Усачева
« 15 » февраля 2021 г.
МП

Зав. кафедрой  Т.М. Брук



Подпись С.Ю. Усачевой, Т.М. Брук заверяю.
Начальник отдела кадров
«ФГБОУ ВО «СГУС»

З.Т. Зуенко

**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и директор федерального государственного бюджетного учреждения профессиональная образовательная организация «Смоленское государственное училище (техникум) олимпийского резерва», к.п.н., доцента Глебова Ю.А.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Директор ФГБУ ПОО «СГУОР»

Ю.А. Глебов

« 15 » марта 2021 г.

МП



Зав. кафедрой

Т.М. Брук

Подпись Т.М. Брук заверяю.

Начальник отдела кадров

«ФГБОУ ВО «СГУС»

З.Т. Зуенко



**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и директор комплексной спортивной школы на базе ФГБОУ ВО «СГУС», И.А. Щербаков.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Директор КСШ «СГУС»
И.А. Щербаков
« 31.08.2021 г.



Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук

Подпись Т.М. Брук заверяю.

Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО «СГУС»
З.Т. Зуенко



**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и директор федерального государственного бюджетного учреждения профессиональная образовательная организация «Брянское государственное училище (колледж) олимпийского резерва, Солонкин А.А.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Директор ФГБУ ПОФ «БГУОР»
А.А. Солонкин

« 30 » _____ 2021 г.

МП



Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук

Подпись Т.М. Брук заверяю.
начальник отдела кадров
«ФГБОУ ВО «СГУС»
З.Т. Зуенко



**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и декан факультета дополнительного образования ФГБОУ ВО «СГУС», к.п.н., доцент, Мазурина А.В.

, составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Декан ФДО ФГБОУ ВО «СГУС»

 А.В. Мазурина

« 9 » июня 2021 г.



 Т.М. Брук

Подписи А.В. Мазуриной, Т.М. Брук заверяю.

Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО «СГУС»

 З.Т. Зуенко

**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и директор ГБУ «Брянская областная спортивная школа олимпийского резерва по легкой атлетике, имени В.Д. Самотесова, заслуженный работник физической культуры РФ, Трубин Ю.Н.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Директор ГБУ «Брянская областная спортивная школа олимпийского резерва по легкой атлетике, имени В.Д. Самотесова», заслуженный работник физической культуры РФ, Трубин Ю.Н.



2021 г.

Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук



Начальник отдела кадров ФГБОУ ВО «СГУС» _____ З.Т. Зуенко

**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и декан факультета физической культуры Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского Рудин М.В.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Декан ФФК
БГУ им. акад. И.Г.Петровского
М.В. Рудин
« 20 / 10 2021 г.



Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук



Подпись Т.М. Брук заверяю.
Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО «СГУС»
З.Т. Зуенко

**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и председателя комитета по физической культуре и спорту, администрации г. Смоленска, Дударев Е.В.

*** составили настоящий акт, о том, что автор** диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Председатель комитета по ФК и С,
Администрации г. Смоленска
Дударев Е.В.
2021 г.



Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук

Подпись Т.М. Брук заверяю.
Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО «СГУС»
З.Т. Зуенко



**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и зав. кафедрой экологии и химии, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный университет», д. биол. н., профессора Гильденкова М.Ю.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Зав. кафедрой, экологии и химии
ФГБОУ ВО «СмолГУ»
М.Ю. Гильденков
«15» Июль 2021 г.
МП

Подпись Гильденкова М.Ю.
удостоверяю. Нач. отдела кадров СмолГУ



Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук



Подпись Т.М. Брук заверяю.
Начальник отдела кадров
«ФГБОУ ВО «СГУС»
З.Т. Зуенко

**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и зав. кафедрой нормальной физиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, д. м. н., профессора Евсеева А.В.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование механизмов применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Зав. кафедрой нормальной физиологии
ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России
А.В. Евсеев
2021 г.



Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук



Подпись Т.М. Брук заверяю.
Начальник отдела кадров
«ФГБОУ ВО «СГУС»
З.Т. Зуенко

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
МАЛОЕ ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«АПИПРОДУКТ»**

241036, г. Брянск
ул. Бежицкая, 16, корп. 2А



Телефон: +79208459400
Факс: +7(4832)666442
e-mail: irina.proxoda@yandex.ru

ИНН 3250528102 КПП 325701001 ОГРН 1113256023638
ОКПО 30327738 ОКВЭД 73.10

р/с 40702810308510018895, Банк получатель ОАО "ГАЗЭНЕРГОБАНК", г. Калуга
БИК 042908701 Корсчет 30101810600000000701

Официальное подтверждение

Продукт «Билар» не является допингом, не содержит запрещенных субстанций, а также вредных, ядовитых, психотропных и наркотических наполнителей, при производстве не применялись модифицированные материалы.

Документы, подтверждающие качество БАД: потребительский документ, соответствующий ГОСТ 51074 и СанПиН 2.3.2.1290-03 «Гигиенические требования производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)». Система регистрации основывалась на техническом регламенте Таможенного Союза на ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», имеется экспертное заключение Роспотребнадзора, подтверждающего, что добавки соответствуют единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям.

Директор ООО МИП «Апипродукт»
к.т.н., д.с.х.н., профессор



И.А. Прохода



Общество с ограниченной ответственностью «НПО Пробиа»

ИНН 3254511170 КПП 325701001 ОГРН 1113256010977

р/с 40702810187720000026 в ПАО «РосБанк»

к/с 3010181000000000256 БИК 044525256

адрес: 241019, г.Брянск, ул. 2-я.Почелская, стр.42/1 оф.2-69

Официальное подтверждение
отсутствия запрещенных субстанций в продукции

Продукт MDX не является допингом, не содержит запрещенных субстанций, а также вредных, ядовитых, психотропных и наркотических наполнителей, при производстве не применялись модифицированные материалы.

Документы, подтверждающие качество БАД: потребительский документ, соответствующий ГОСТ 51074 и [СанПиН 2.3.2.1290-03](#) «Гигиенические требования производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)». Система регистрации основывалась на техническом регламенте Таможенного Союза на ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», имеется экспертное заключение Роспотребнадзора, подтверждающего, что добавки соответствуют единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям.

Генеральный директор ООО «НПО Пробиа»

Кузьмич А.Н.





**АКТ
внедрения результатов научных исследований в практику**

Мы, нижеподписавшиеся, кафедра биологических дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» в лице зав. кафедрой биологических дисциплин, д. биол. н., профессора, Брук Т.М.

и Брянская региональная общественная организация «Федерация легкой атлетики», в лице президента Трубина Ю.Н.

составили настоящий акт, о том, что автор диссертационного исследования «Физиологическое обоснование применения внутренировочных средств для потенцирования физической работоспособности спортсменов» Терехов П.А. внес в практику в практику физкультурного образования, учебно-тренировочный процесс спортивной подготовки и массовой физической культуры следующие предложения и рекомендации:

Ф.И.О. автора	Наименование внедрения, краткая характеристика	Эффект от внедрения
Терехов П.А.	Проведение исследований по изучению эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов циклических видов спорта (на примере легкоатлетов-спринтеров).	Выявление эффективности комплексного применения эргогенных и физико-терапевтических средств потенцирования физической работоспособности с учетом индивидуальных особенностей и текущего функционального состояния квалифицированных спортсменов-легкоатлетов позволит создать базу данных и отслеживать изменения изучаемых параметров в тренировочном процессе в целях повышения его результативности.

Президент Брянской региональной общественной организации «Федерация легкой атлетики»

 Ю.Н. Трубин
 2022 г.



Зав. кафедрой _____ Т.М. Брук

 Подпись Т.М. Брук заверяю.
 Начальник отдела кадров
 ФГБОУ ВО «СГУС»
 З.Т. Зуенко

