

*На правах рукописи*

**ОВЧИННИКОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ**

**ДЕЙСТВИЕ КОМПОЗИЦИИ ПЧЕЛИНОГО МАТОЧНОГО МОЛОЧКА И  
ЭКЗОГЕННОГО КОЭНЗИМА Q10 НА ПОКАЗАТЕЛИ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ  
В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

03.03.01 – физиология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Нижний Новгород – 2019

Работа выполнена на кафедре физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Научный руководитель: **Дерюгина Анна Вячеславовна**,  
доктор биологических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Спицин Анатолий Павлович**,  
доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий кафедрой патофизиологии  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Кировский государственный  
медицинский университет» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации

**Самарцев Виктор Николаевич**,  
доктор биологических наук, профессор,  
профессор кафедры биохимии, клеточной  
биологии и микробиологии федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Марийский государственный  
университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Московская государственная  
академия физической культуры»

Защита состоится 26 декабря 2019 года в 15:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.166.21 при ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, корп. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» и на сайте: <https://diss.unn.ru/files/2019/973/diss-Ovchinnikov-973.pdf>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



Е.А. Соколова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность исследования**

Доминирующее значение в настоящее время среди всего комплекса проводимых медико-биологических обследований спортсменов приобретает совершенствование неинвазивных скрининговых методов исследования функционального состояния организма наряду с его фармакологической коррекцией (Perini, Veicsteinas, 2003; Staizel, 2004; Шлык, 2009; Deminice et al., 2010; Tékus et al., 2012; Damirchi, Zareei, Saririb, 2015; Guilhem et al., 2015; Sant'Anna et al., 2016). Однако необходимо учитывать, что особую значимость при решении подобных задач несёт в себе факт наличия антидопингового контроля. Иными словами, реализуемые в практике спортивной подготовки методы и средства не должны содержать структур, компонентов, манипуляций, отнесённых Всемирным антидопинговым агентством (ВАДА) к перечню запрещённых (World Anti-Doping Agency, 2019). Среди незапрещённых ВАДА веществ особенно следует выделить класс адаптогенов – биомодуляторов с минимальным побочным действием, корригирующих функциональное состояние организма спортсменов за счёт влияния на метаболические процессы. Механизмы, лежащие в основе действия адаптогенов на организм, остаются недостаточно выясненными до сих пор. Предполагается, что вещества данного класса способны как опосредованно влиять через внеклеточные регуляторные системы на эффекторные исполнительные органы, так и непосредственно действовать на клеточные структуры (рецепторы, биомембраны), активируя внутриклеточные сигнальные каскады (Кулиненко, 2007). Одними из таких, незапрещённых ВАДА биологически активных соединений являются пчелиное маточное молочко (ММ) и экзогенный коэнзим Q10 (Q10) (Крылов, Сокольский, 2000; Rosenfeldt et al., 2003; Shinde, Patil, Tendolkar, 2005; Navas, Villalba, de Cabo, 2007; Littarru, Tiano, 2010; Pavel et al., 2011; Bogdanov, 2012; Alvarez-Suarez, 2017), целесообразность использования которых в качестве полифункциональных биомодуляторов в практике подготовки спортсменов обоснована экспериментально-клиническими исследованиями (Крылов и др., 2007; Cooke et al., 2008; Gokbel et al., 2010; Leelarungrayub et al., 2010; Joksimovic et al., 2011; Gharahdaghi et al., 2013; Ali, Awaad, 2014; Demirci, 2015; Armanfar, Jafari, Dehghan, 2015; Armanfar et al., 2015; Emami et al., 2018). При этом возможность совместного применения названных веществ для оптимизации функционального состояния спортсменов, так же, как и механизмы их сочетанного действия не изучены, что определяет актуальность работы. Между тем, при проведении исследований на животных в модельных системах с различной физической нагрузкой показано, что в случае совместного их введения биологическая активность и эффекты действия на организм могут взаимопотенцироваться (Крылова, Холодова, 2018; Дубкова, Прокофьева, Крылова, 2019; Холодова, Храмова, Крылова, 2019). Вышеизложенное определило цель исследования.

### **Цель и задачи работы**

Целью работы явилось исследование сочетанного действия ММ и Q10 на показатели функционального состояния организма спортсменов при физических нагрузках.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать влияние смеси ММ и Q10 на показатели variability сердечного ритма спортсменов в условиях физических нагрузок.

2. Оценить совместное действие ММ и Q10 на процессы липопероксидации в сыворотке крови и ротовой жидкости спортсменов при физических нагрузках.

3. Выявить влияние композиции ММ и Q10 на содержание эритроцитов, уровень гемоглобина, концентрацию лактата в крови и активность креатинкиназы в ротовой жидкости спортсменов в условиях выполнения физических упражнений.

4. Проанализировать корреляционную зависимость между клинико-лабораторными показателями и показателями вариабельности сердечного ритма у спортсменов при физических нагрузках.

5. Определить эффективность влияния композиции ММ и Q10 на результативность выполнения функциональных тестов спортсменами через коррекцию физиолого-биохимических параметров организма.

#### **Научная новизна работы**

Впервые установлено комплексное действие совместного применения ММ и Q10 на показатели вариабельности сердечного ритма и клинико-лабораторные характеристики спортсменов, реализующееся повышением результативности выполнения физических упражнений.

Впервые показано, что приём композиции ММ и Q10 спортсменами уменьшает напряжение регуляторных систем, усиливает тонус парасимпатического и угнетает активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) в постнагрузочном периоде, стимулирует кислородтранспортную функцию крови за счёт увеличения количества эритроцитов и гемоглобина, что сочетается со снижением процессов липопероксидации в сыворотке крови и ротовой жидкости, уменьшением концентрации лактата в крови и активности креатинкиназы в ротовой жидкости при физических нагрузках.

При проведении корреляционного анализа показателей липопероксидации в периферической крови и ротовой жидкости спортсменов впервые показана целесообразность использования смешанной слюны в качестве биологического субстрата неинвазивного исследования концентрации продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в условиях физических нагрузок. Впервые установлена сильная статистическая взаимосвязь между показателями вариабельности сердечного ритма (ВСР) и маркерами окислительного стресса у спортсменов при выполнении функциональных тестов.

С использованием главных компонент впервые установлены корреляции, показывающие, что совместное применение ММ и Q10 повышает результативность выполнения контрольных упражнений спортсменами через формирование более выгодного функционального состояния, характеризующегося модификацией показателей ВСР, подавлением окислительного стресса и метаболического ацидоза.

#### **Научно-практическая значимость исследования**

Полученные результаты позволяют обосновать целесообразность совместного применения ММ и Q10 в практике фармакологического обеспечения процесса спортивной подготовки как вегетомодулирующего, антиоксидантного, антигипоксического, эргогенного средства. Приём композиции ММ и Q10 следует рекомендовать в предсоревновательном периоде при профилактике развития дезадаптивных состояний у спортсменов, связанных с высоким напряжением регуляторных систем, усилением свободнорадикальных процессов, индуцирующих генерацию токсичных продуктов липопероксидации. Вместе с тем, использование смеси ММ и Q10 может быть показано для стимуляции кислородно-транспортной функции крови, ограничения развития метаболического ацидоза и структурно-

функциональных нарушений мышечной ткани у спортсменов в условиях интенсификации учебно-тренировочной деятельности. Кроме того, результаты исследований процессов липопероксидации в крови и ротовой жидкости позволяют рекомендовать анализ уровня продуктов ПОЛ в смешанной слюне в качестве неинвазивного объективного критерия окислительного стресса у спортсменов. Результаты исследования используются в учебном процессе Института биологии и биомедицины и Факультета физической культуры и спорта Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Совместное употребление ММ и Q10 спортсменами инициирует модификацию показателей ВСР в постнагрузочном периоде за счёт усиления парасимпатических влияний на ритм сердца и угнетения активности симпатического отдела ВНС.

2. Снижение оксидативного стресса при приёме смеси ММ и Q10 показано одновременно в сыворотке крови и ротовой жидкости спортсменов в условиях выполнения функциональных тестов. Неспецифический характер изменений позволяет рекомендовать использование ротовой жидкости для анализа окислительного стресса в организме высококвалифицированных спортсменов.

3. Совместное применение ММ и Q10 увеличивает количество эритроцитов и уровень гемоглобина в периферической крови, лимитирует развитие гиперлактатемии, а также уменьшает активность креатинкиназы в ротовой жидкости спортсменов при выполнении физических упражнений.

4. Повышение результативности выполнения функциональных тестов спортсменами при сочетанном приёме ММ и Q10 достигается интеграцией физиолого-биохимических реакций спортсменов, опосредованных уменьшением напряжения систем регуляции сердечного ритма, снижением липопероксидации, уровня лактата в крови и активности креатинкиназы в ротовой жидкости в условиях физической нагрузки.

#### **Апробация результатов исследования**

Основные результаты диссертационной работы представлены на XVIII Всероссийской научной конференции «Апитерапия сегодня: успехи апитерапии» (Рыбное, 2016), XV Всероссийской научно-практической конференции «Оптимизация учебно-тренировочного процесса» (Нижний Новгород, 2016), Всероссийской научно-практической конференции «Лабораторная диагностика – клинической медицине: традиции и новации» (Санкт-Петербург, 2016), Всероссийской научно-практической конференции «Физическое воспитание и спорт: актуальные вопросы теории и практики» (Ростов-на-Дону, 2017), XXII Всероссийской научно-методической конференции «Подготовка кадров для силовых структур: современные направления и образовательные технологии» (Иркутск, 2017), XXII Европейском конгрессе клинической химии и лабораторной медицины «Euromedlab 2017» (Афины, Греция, 2017), XXXXVI Международном пчеловодческом конгрессе «Arimondia» (Стамбул, Турция, 2017), Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы взаимодействия образовательных организаций и практических подразделений правоохранительных органов России в ходе профессионального обучения» (Нижний Новгород, 2018), I Всероссийской научно-практической конференции «Аписфера: научные достижения в пчеловодстве и апитерапии»

(Нижний Новгород, 2019), XXIII Европейском конгрессе клинической химии и лабораторной медицины «Euromedlab 2019» (Барселона, Испания, 2019).

### **Публикации**

По теме диссертации опубликована 21 научная работа, из которых 7 в реферируемых журналах, рекомендованных ВАК России для публикации результатов кандидатских диссертаций, и рецензируемых научных изданиях, входящих в международные системы цитирования.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, описания методики и организации исследования, изложения результатов и их обсуждения, заключения, выводов и списка литературы. Полный объем диссертации составляет 135 страниц печатного текста, включая 18 рисунков и 12 таблиц. Библиографический список содержит 215 источников, из которых 161 иностранный.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Методика и организация исследования**

Работа выполнена на кафедре физиологии и анатомии ННГУ им. Н.И. Лобачевского при содействии кафедры клинической лабораторной диагностики ПИМУ, ГБПОУ «Нижегородское областное училище олимпийского резерва имени В.С. Тишина», МБОУ ДОД «ДЮСШ «Полёт», ГБОУ ДОД ДЮЦ НО «Олимпиец».

В исследовании приняло участие 70 квалифицированных спортсменов мужского пола в возрасте от 16 до 20 лет, специализирующихся в циклических видах спорта (легкая атлетика, плавание). Контрольные упражнения для спортсменов представляли серию отрезков 3×100 метров гладким бегом с отдыхом между ними 45 секунд – для легкоатлетов, и 4×50 метров ведущим стилем плавания с отдыхом между отрезками 45 секунд – для пловцов. Основываясь на результатах предварительного тестирования, по каждому виду контрольного упражнения были сформированы 2 группы спортсменов со сходными морфофункциональными показателями. В контрольных группах спортсмены ежедневно в течение 10 суток получали мёд (плацебо) в дозе 10 г/сут, в исследуемых группах в аналогичный период – композицию: мёд + ММ + Q10 в дозе 10 г/сут, включая 400 мг/сут ММ и 60 мг/сут Q10. Приём веществ осуществлялся сублингвально. Препарат Q10 получен методом микробиологического синтеза на ОАО «Кстовский ОПЗ БВК» по технологии, разработанной в НИИ «Синтезбелок» РАН и НПО «Витамины». Мёд и ММ получены в Федеральном научном центре пчеловодства.

ВСР анализировали на основе регистрации ЭКГ-сигнала во втором стандартном отведении. Запись кардиоритмограммы осуществляли в течение 5 минут в положении лежа на спине до и после выполнения контрольного упражнения за 1 сутки до употребления и на 10 сутки приёма веществ.

Объектом исследования клинико-лабораторных показателей являлась кровь и смешанная слюна (ротовая жидкость) спортсменов. Ротовую жидкость собирали в пластиковую микроцентрифужную пробирку без дополнительной стимуляции. Забор образцов крови производился из пальца и локтевой вены.

Перед участием в исследовании каждый спортсмен был ознакомлен с его условиями и подписал форму добровольного информированного согласия. Исследование было организовано и проводилось в соответствии с этическими нормами, установленными Хельсинкской декларацией (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1997).

## Методы исследования

Анализ ВСП проводили с использованием аппаратно-программного комплекса «Поли-Спектр-Ритм» («Нейрософт», Россия). По данным вариационной пульсометрии вычислялся ряд первичных ( $M_0$ ,  $AM_0$ ,  $BP$ ) и вторичных показателей ВСП (ИН, ИВР, ВПР, ПАПР). Рассчитывались статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов: RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50. При спектральном анализе ВСП вычисляли абсолютную мощность спектра (TP), выделяли три диапазона частот (HF, LF, VLF) с расчётом их абсолютной и относительной мощности в спектре колебаний ритма сердца (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996).

Уровень диеновых конъюгатов (ДК), триеновых конъюгатов (ТК) и оснований Шиффа (ОШ) определяли на спектрофотометре «СФ-2000» («ОКБ СПЕКТР», Россия) по методу Волчегорского И.А. (Волчегорский и др., 1989). Измерение концентрации лактата в периферической крови проводили экспресс-методом с применением портативного лактометра «StatStrip Lactate Xpress» («NOVA Biomedical», США). Содержание эритроцитов в крови регистрировали импедансным методом, уровень гемоглобина – фотометрическим методом на гематологическом анализаторе «Abacus Junior 30» («Diatron Messtechnik GmbH», Австрия). Активность креатинкиназы (КК) в ротовой жидкости оценивали энзиматическим кинетическим методом в диапазоне 1-1100 Ед/л на биохимическом анализаторе «Clima MC-15» («RAL», Испания) с использованием набора реагентов СК-НАС DiaS (Германия).

Уровень физической подготовленности спортсменов оценивали по времени выполнения контрольного упражнения. С целью унификации результатов пловцов среднее время выполнения контрольного упражнения переводили в соответствующее количество очков по системе оценки Международной федерации плавания (FINA).

Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием программных приложений Microsoft Excel 2013, Statistica 12, R. Полученные результаты представлены в виде среднего арифметического  $\pm$  стандартная ошибка среднего ( $M \pm m$ ) или медианы  $\pm$  интерквартильное расстояние ( $Me \pm 25$ -й перцентиль). Анализ на предмет определения статистически значимых различий проводили с применением критерия Манна–Уитни и критерия Вилкоксона. С целью установления статистических взаимосвязей между исследуемыми показателями проводили корреляционный анализ. Для оценки линейной регрессии использовали метод наименьших квадратов. Применяли метод главных компонент (МГК). При проведении регрессионного анализа полученные данные представляли в виде изменений (сдвигов) по каждому изучаемому показателю при выполнении контрольных упражнений спортсменами (разница между величиной показателя в постнагрузочном состоянии и его значением в преднагрузочном периоде). Проверка условий (допущений) для проведения регрессионного анализа показала их соблюдение для изучаемых сдвигов показателей. Используемые в работе доверительные интервалы для обозначения статистической значимости следующие:  $p > 0,05$  – данные не различаются;  $p < 0,05$  (\*<sup>##</sup>);  $p < 0,01$  (\*\*);  $p < 0,001$  – данные различаются (\*\*\*)

## Результаты исследования и их обсуждение

### 1. Действие композиции ММ и Q10 на показатели ВСП спортсменов в условиях физических нагрузок

В ходе исследования было показано, что принимаемая спортсменами в течение 10 суток композиция ММ и Q10 существенно уменьшила напряжение надсегментарных уровней регуляции ритма сердца после выполнения контрольного

упражнения. У пловцов, принимавших плацебо, ответная реакция организма на физическую нагрузку сохранялась с повышением симпатической активности и выраженным преобладанием центральных механизмов регуляции сердечного ритма над автономными (табл. 1, 2).

Таблица 1. Показатели ВСР пловцов до употребления и на 10 сутки приёма плацебо ( $M \pm m$ ) (n=40)

Показатель, ед. измерения	Группа А (до приёма плацебо) n=20		Группа А1 (10 сутки приёма плацебо) n=20	
	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки
RRNN, мс	957,25±30,87	558,55±7,09*	959,91±30,65	566,11±9,34 <sup>×</sup>
SDNN, мс	89,41±9,25	33,65±1,47*	74,05±4,73	34,65±0,96 <sup>×</sup>
RMSSD, мс	93,95±10,47	19,05±2,15*	82,05±7,61	20,71±2,25 <sup>×</sup>
pNN50, %	45,92±3,39	6,18±0,95*	45,73±4,01	4,89±0,91 <sup>×</sup>
TP, мс <sup>2</sup>	9129,05±1899,61	1955,71±179,43*	6343,05±662,97	1777,61±102,33 <sup>×</sup>
HF, мс <sup>2</sup>	4010,34±823,07	385,63±56,88*	3311,99±544,52	330,3±49,82 <sup>×</sup>
LF, мс <sup>2</sup>	2656,78±634,26	307,41±21,22*	1623,37±126,03	328,38±27,33 <sup>×</sup>
VLF, мс <sup>2</sup>	2461,93±628,57	1262,15±217,35	1406,65±162,98	1119,1±144,68
HF, %	44,41±1,17	23,16±3,02*	48,33±2,65	20,35±2,78 <sup>×</sup>
LF, %	28,72±1,54	19,16±2,27*	28,37±1,69	19,93±1,86 <sup>×</sup>
VLF, %	26,88±2,33	57,67±4,85*	23,31±1,86	59,74±4,57 <sup>×</sup>
ИБВ, усл. ед.	0,65±0,03	1,29±0,22*	0,63±0,05	1,63±0,28 <sup>×</sup>
ИЦ, усл. ед.	1,28±0,06	13,16±4,78*	1,17±0,10	14,36±4,63 <sup>×</sup>
Мо, с	0,94±0,03	0,55±0,01*	0,93±0,03	0,56±0,01 <sup>×</sup>
АМо, %	32,09±2,23	54,38±2,61*	31,43±1,78	55,85±1,72 <sup>×</sup>
ВР, с	0,47±0,05	0,15±0,01*	0,44±0,02	0,16±0,01 <sup>×</sup>
ИВР, усл. ед.	83,27±9,66	378,28±27,35*	77,86±6,79	361,78±10,88 <sup>×</sup>
ПАПР, усл. ед.	35,07±2,49	99,72±5,39*	34,89±2,42	100,46±3,66 <sup>×</sup>
ВПР, усл. ед.	2,75±0,23	12,55±0,49*	2,66±0,17	11,78±0,44 <sup>×</sup>
ИН, усл. ед.	45,99±5,05	347,53±26,88*	43,67±4,29	327,04±13,46 <sup>×</sup>

Примечание: \* -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа А); <sup>×</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа А1); # -  $p < 0,05$  по отношению к значениям после физ. нагрузки (группа А); тест Вилкоксона

Отмечено, что у спортсменов после приема смеси ММ и Q10 (группа Б1) в ответ на физическую нагрузку наблюдался менее выраженный рост показателей ВСР, характеризующих увеличение активности симпатического отдела ВНС и доминирование центрального контура регуляции сердечного ритма: динамика ИВР и ИН составила 331,29% и 554,80% в группе Б1 против 476,29% и 775,68% в группе Б (табл. 2).

Таблица 2. Показатели ВСР пловцов до употребления и на 10 сутки совместного приёма ММ и Q10 ( $M \pm m$ ) (n=40)

Показатель, ед. измерения	Группа Б (до приёма ММ+Q10) n=20		Группа Б1 (10 сутки приёма ММ+Q10) n=20	
	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки
RRNN, мс	918,71±23,53	555,11±6,55*	929,55±24,12	563,15±4,53 <sup>×</sup>
SDNN, мс	88,01±8,44	27,35±1,55*	96,35±8,01	45,55±2,12 <sup>×#</sup>
RMSSD, мс	94,75±12,62	21,51±2,28*	109,65±11,51*	32,57±3,21 <sup>×</sup>

pNN50, %	48,36±4,27	6,85±0,76*	55,23±3,29	14,33±1,66 <sup>×#</sup>
TP, мс <sup>2</sup>	8833,61±1564,42	1432,75±155,79*	10153,21±1468,37	4157,01±274,67 <sup>×#</sup>
HF, мс <sup>2</sup>	4698,97±1175,18	389,6±52,33*	5710,42±1149,82	1342,69±139,05 <sup>×#</sup>
LF, мс <sup>2</sup>	2094,35±229,26	299,25±33,64*	1969,25±301,75	946,64±85,37 <sup>×#</sup>
VLF, мс <sup>2</sup>	2039,62±310,87	743,93±97,46*	2473,8±170,63	1867,65±64,97 <sup>×#</sup>
HF, %	44,22±3,59	25,61±2,41*	50,61±2,55*	29,57±2,36 <sup>×#</sup>
LF, %	29,17±2,29	20,89±1,79*	20,35±1,63*	21,44±1,55
VLF, %	26,61±3,33	53,51±4,11*	29,06±1,82*	48,99±3,71 <sup>×</sup>
ИБВ, усл. ед.	0,79±0,11	1,05±0,14	0,44±0,05*	0,78±0,05 <sup>×</sup>
ИЦ, усл. ед.	1,67±0,29	8,52±3,33*	1,06±0,09*	4,02±1,11 <sup>×#</sup>
Мо, с	0,89±0,03	0,56±0,01*	0,93±0,04	0,57±0,01 <sup>×</sup>
АМо, %	29,93±2,11	60,13±1,77*	26,67±1,75*	49,77±1,57 <sup>×#</sup>
ВР, с	0,45±0,03	0,14±0,01*	0,53±0,04*	0,2±0,01 <sup>×#</sup>
ИВР, усл. ед.	76,04±7,84	438,21±12,74*	58,23±6,91*	251,14±11,57 <sup>×#</sup>
ПАПР, усл. ед.	35,11±3,01	108,98±4,26*	30,48±2,63*	88,26±3,19 <sup>×#</sup>
ВПР, усл. ед.	2,83±0,21	13,24±0,39*	2,36±0,21*	8,89±0,24 <sup>×#</sup>
ИН, усл. ед.	45,11±4,95	395,02±12,75*	34,07±4,62*	223,09±11,39 <sup>×#</sup>

Примечание: \* - p<0,05 по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа Б); × - p<0,05 по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа Б1); # - p<0,05 по отношению к значениям после физ. нагрузки (группа Б); тест Вилкоксона

Показатели ВСР, увеличение которых указывает на преобладание парасимпатических влияний и преимущество автономных механизмов регуляции в управлении ритмом сердца (SDNN, pNN50, HF и ВР), у спортсменов группы Б1 имели более высокие значения в постнагрузочном периоде относительно данных группы Б. Более того, у пловцов группы Б1 к 10 суткам приёма композиции отмечено меньшее снижение TP и абсолютной мощности VLF-колебаний ВСР в ответ на физическую нагрузку по сравнению с группой Б, что связано с коррекцией метаболических процессов и указывает на менее выраженное энергодефицитное состояние организма в постнагрузочном периоде по сравнению с группами сравнения.

Сходная динамика ВСР регистрировалась у легкоатлетов в исследуемых группах. У спортсменов, употреблявших плацебо, наблюдалось неизменное уменьшение активности автономного контура регуляции и повышенное включение в управление синусовым ритмом надсегментарных структур после физической нагрузки (табл. 3).

Таблица 3. Показатели ВСР легкоатлетов до употребления и на 10 сутки приёма плацебо (M±m) (n=30)

Показатель, ед. измерения	Группа В (до приёма плацебо) n=15		Группа В1 (10 сутки приёма плацебо) n=15	
	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки
RRNN, мс	896,47±34,17	611,53±20,26*	890,8±32,46	615,6±21,98 <sup>×</sup>
SDNN, мс	90,4±8,27	20,27±2,42*	90,2±7,11	20,67±2,15 <sup>×</sup>
RMSSD, мс	101,13±12,89	11,01±1,39*	98,93±10,45	10,67±1,32 <sup>×</sup>
pNN50, %	43,86±6,33	0,68±0,31*	45,04±4,62	0,73±0,33 <sup>×</sup>
TP, мс <sup>2</sup>	9069,53±1259,84	767,05±190,1*	9016,93±913,26	768,19±138,47 <sup>×</sup>
HF, мс <sup>2</sup>	4487,87±769,61	133,83±54,37*	4422,59±621,51	138,81±35,5 <sup>×</sup>
LF, мс <sup>2</sup>	3309,66±446,29	362,1±92,55*	3370,79±334,27	334,85±62,37 <sup>×</sup>
VLF, мс <sup>2</sup>	1274,5±315,75	271,09±48,25*	1224,85±222,35	294,54±49,35 <sup>×</sup>
HF, %	47,02±3,38	12,92±1,94*	47,02±3,12	14,45±1,56 <sup>×</sup>

LF, %	39,01±2,01	41,02±4,19	38,79±1,77	41,43±2,99
VLF, %	13,99±1,95	46,05±5,08*	14,2±2,07	44,12±3,85 <sup>×</sup>
ИВВ, усл. ед.	0,9±0,08	4,01±0,52*	0,91±0,08	3,19±0,3 <sup>×</sup>
ИЦ, усл. ед.	1,25±0,12	10,54±2,17*	1,26±0,15	7,17±0,88 <sup>×</sup>
Мо, с	0,93±0,04	0,61±0,02*	0,93±0,04	0,61±0,02 <sup>×</sup>
АМо, %	33,06±3,85	77,03±4,42*	33,26±3,97	77,3±2,72 <sup>×</sup>
ВР, с	0,57±0,05	0,1±0,01*	0,56±0,05	0,1±0,01 <sup>×</sup>
ИВР, усл. ед.	76,22±16,07	1119,82±241,23*	82,14±22,42	1078,94±240,73 <sup>×</sup>
ПАПР, усл. ед.	39,02±7,11	130,61±10,51*	39,78±7,51	131,35±9,18 <sup>×</sup>
ВПР, усл. ед.	2,36±0,37	23,35±4,46*	2,48±0,47	23,01±4,69 <sup>×</sup>
ИН, усл. ед.	46,32±11,68	999,88±239,48*	53,8±18,58	976,78±247,65 <sup>×</sup>

Примечание: \* - p<0,05 по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа В); <sup>×</sup> - p<0,05 по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа В1); # - p<0,05 по отношению к значениям после физ. нагрузки (группа В); тест Вилкоксона

Между тем, приём смеси ММ и Q10 легкоатлетами в течение 10 суток значительно ослабил доминирование центральных механизмов регуляции сердечного ритма над автономными в постнагрузочном периоде (табл. 4).

Таблица 4. Показатели ВСР легкоатлетов до употребления и на 10 сутки совместного приёма ММ и Q10 (M±m) (n=30)

Показатель, ед. измерения	Группа Г (до приёма ММ+Q10) n=15		Группа Г1 (10 сутки приёма ММ+Q10) n=15	
	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки
RRNN, мс	872,47±17,53	601,73±17,79*	920,13±27,36*	621,33±15,84 <sup>×#</sup>
SDNN, мс	94,13±10,08	23,6±4,53*	111,33±15,35	31,8±4,42 <sup>×#</sup>
RMSSD, мс	107,27±15,59	21,07±5,24*	129,47±15,55	30,8±4,72 <sup>×</sup>
pNN50, %	42,01±5,55	1,54±0,49*	46,89±6,55	7,13±0,77 <sup>×#</sup>
TP, мс <sup>2</sup>	9820,33±1738,74	1031,8±334,18*	16305,2±2687,28*	2477,4±270,26 <sup>×#</sup>
HF, мс <sup>2</sup>	4705,71±987,96	541,45±217,56*	8470,28±1556,89*	1055,3±203,67 <sup>×#</sup>
LF, мс <sup>2</sup>	2515,92±391,77	320,56±101,17*	3365,55±457,7	748,64±88,94 <sup>×#</sup>
VLF, мс <sup>2</sup>	2598,2±530,53	169,91±34,6*	4448,16±927,19*	673,52±132,15 <sup>×#</sup>
HF, %	43,34±3,22	33,09±6,14	48,03±2,25	39,31±5,05
LF, %	30,97±3,69	33,81±4,03	27,18±3,37*	31,45±3,31
VLF, %	25,68±3,28	33,08±7,03	24,71±1,96	29,23±6,29
ИВВ, усл. ед.	0,89±0,22	2,4±0,65*	0,64±0,12*	1,5±0,5 <sup>×</sup>
ИЦ, усл. ед.	1,57±0,27	6,68±2,04	1,16±0,13	4,65±1,97
Мо, с	0,87±0,02	0,61±0,02*	0,92±0,02*	0,64±0,01 <sup>×</sup>
АМо, %	30,81±2,66	79,81±4,58*	29,25±2,62	69,83±3,23 <sup>×#</sup>
ВР, с	0,57±0,08	0,1±0,01*	0,7±0,11	0,18±0,02 <sup>×#</sup>
ИВР, усл. ед.	83,44±18,65	1187,76±204,61*	58,65±10,54*	517,02±82,01 <sup>×#</sup>
ПАПР, усл. ед.	36,26±3,85	134,57±10,77*	32,74±3,69*	110,52±6,14 <sup>×#</sup>
ВПР, усл. ед.	2,79±0,44	23,53±3,75*	2,04±0,27	11,39±1,51 <sup>×#</sup>
ИН, усл. ед.	50,47±12,05	1041,23±201,91*	33,51±6,51*	416,62±69,26 <sup>×#</sup>

Примечание: \* - p<0,05 по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа Г); <sup>×</sup> - p<0,05 по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа Г1); # - p<0,05 по отношению к значениям после физ. нагрузки (группа Г); тест Вилкоксона

Так, на 10 сутки приёма композиции показатели SDNN, pNN50 и ВР, увеличение которых указывает на рост вагусной активности и ослабление симпатической регуляции сердечного ритма, у спортсменов группы Г1 в

постнагрузочном периоде были статистически значимо больше на 34,75%, 362,99% и 80% соответственно относительно данных группы Г. Более того, у легкоатлетов группы Г1 установлены более высокие значения ТР как до, так и после физической нагрузки на 66,04% и 140,10% сравнительно с данными группы Г. При расчёте ИВВ и ИЦ для спортсменов группы Г1 показано менее выраженное их увеличение в условиях физической нагрузки сравнительно с кинетикой названных спектральных коэффициентов в группе Г: 134,38% и 300,86% против 169,66% и 325,48% соответственно.

## 2. Влияние композиции ММ и Q10 на показатели ПОЛ в сыворотке крови и ротовой жидкости спортсменов при физических нагрузках

В условиях физической нагрузки наблюдалось усиление процессов ПОЛ, которое ограничивалось применением смеси ММ и Q10. В свою очередь, выполнение контрольного упражнения пловцами, принимавшими в течение 10 суток плацебо, приводило к неизменной интенсификации цепных реакций свободнорадикального окисления липидных субстратов (табл. 5).

Таблица 5. Содержание продуктов ПОЛ у пловцов до употребления и на 10 сутки приёма плацебо ( $M \pm m$ ) (n=40)

Показатель, ед. измерения	Группа А (до приёма плацебо) n=20			Группа А1 (10 сутки приёма плацебо) n=20		
	Ротовая жидкость		Кровь	Ротовая жидкость		Кровь
	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	После физ. нагрузки	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	После физ. нагрузки
ДК, отн. ед.	0,28±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01
ТК, отн. ед.	0,35±0,01	0,37±0,01*	0,36±0,01	0,35±0,01	0,37±0,01 <sup>×</sup>	0,37±0,01
ОШ, отн. ед.	125,81±5,81	148,67±7,71*	146,67±7,59	123,68±3,72	147,21±3,87 <sup>×</sup>	150,91±5,29

Примечание: \* -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа А); <sup>×</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа А1); # -  $p < 0,05$  по отношению к значениям в ротовой жидкости после физ. нагрузки (группа А); <sup>^</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям в крови после физ. нагрузки (группа А); тест Вилкоксона

На 10 сутки приёма композиции ММ и Q10 концентрация ДК, ТК и ОШ в ротовой жидкости спортсменов группы Б1 была статистически значимо меньше на 3,57%, 5,71% и 11,96% в преднагрузочном периоде и на 3,57%, 13,51% и 20,62% в постнагрузочном состоянии относительно данных группы Б (табл. 6).

Таблица 6. Содержание продуктов ПОЛ у пловцов до употребления и на 10 сутки совместного приёма ММ и Q10 ( $M \pm m$ ) (n=40)

Показатель, ед. измерения	Группа Б (до приёма ММ+Q10) n=20			Группа Б1 (10 сутки приёма ММ+Q10) n=20		
	Ротовая жидкость		Кровь	Ротовая жидкость		Кровь
	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	После физ. нагрузки	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	После физ. нагрузки
ДК, отн. ед.	0,28±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01	0,27±0,01*	0,27±0,01 <sup>#</sup>	0,28±0,01
ТК, отн. ед.	0,35±0,01	0,37±0,01*	0,36±0,01	0,33±0,01*	0,32±0,01 <sup>×#</sup>	0,28±0,01 <sup>^</sup>
ОШ, отн. ед.	128,65±3,74	145,81±5,93*	146,27±6,37	113,26±2,74*	115,75±1,24 <sup>#</sup>	121,22±1,85 <sup>^</sup>

Примечание: \* -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа Б); <sup>×</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа Б1); # -  $p < 0,05$  по отношению к значениям в ротовой жидкости после физ. нагрузки (группа Б); <sup>^</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям в крови после физ. нагрузки (группа Б); тест Вилкоксона

В условиях выполнения функционального теста легкоатлетами, употреблявшими плацебо, также показано статистически значимое увеличение уровня молекулярных продуктов ПОЛ в постнагрузочном периоде в сравнении с преднагрузочными значениями (табл. 7).

Таблица 7. Содержание продуктов ПОЛ у легкоатлетов до употребления и на 10 сутки приёма плацебо ( $M \pm m$ ) ( $n=30$ )

Показатель, ед. измерения	Группа В (до приёма плацебо) $n=15$			Группа В1 (10 сутки приёма плацебо) $n=15$		
	Ротовая жидкость		Кровь	Ротовая жидкость		Кровь
	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	После физ. нагрузки	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	После физ. нагрузки
ДК, отн. ед.	0,28±0,01	0,29±0,01*	0,31±0,01	0,28±0,01	0,29±0,01 <sup>×</sup>	0,31±0,01
ТК, отн. ед.	0,33±0,01	0,34±0,01	0,36±0,01	0,34±0,01	0,34±0,01	0,36±0,01
ОШ, отн. ед.	91,53±4,76	144,02±13,87*	154,07±14,7	90,47±4,36	141,39±12,38 <sup>×</sup>	151,45±13,2

Примечание: \* -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа В); <sup>×</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа В1); # -  $p < 0,05$  по отношению к значениям в ротовой жидкости после физ. нагрузки (группа В); <sup>^</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям в крови после физ. нагрузки (группа В); тест Вилкоксона

Между тем, приём смеси ММ и Q10 легкоатлетами способствовал ингибированию процессов окислительной деградации липидов при физической нагрузке, о чем свидетельствует уровень ТК и ОШ в сыворотке крови и ротовой жидкости спортсменов группы Г1 в постнагрузочном периоде в сравнении с данными группы Г (табл. 8).

Таблица 8. Содержание продуктов ПОЛ у легкоатлетов до употребления и на 10 сутки совместного приёма ММ и Q10 ( $M \pm m$ ) ( $n=30$ )

Показатель, ед. измерения	Группа Г (до приёма ММ+Q10) $n=15$			Группа Г1 (10 сутки приёма ММ+Q10) $n=15$		
	Ротовая жидкость		Кровь	Ротовая жидкость		Кровь
	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	После физ. нагрузки	До физ. нагрузки	После физ. нагрузки	После физ. нагрузки
ДК, отн. ед.	0,28±0,01	0,29±0,01	0,31±0,01	0,26±0,01*	0,28±0,01 <sup>×</sup>	0,30±0,01
ТК, отн. ед.	0,33±0,01	0,34±0,01	0,36±0,01	0,31±0,01	0,31±0,01 <sup>#</sup>	0,33±0,01 <sup>^</sup>
ОШ, отн. ед.	87,01±5,46	139,64±6,31*	149,51±6,57	84,35±4,45	88,99±6,87 <sup>#</sup>	95,29±7,31 <sup>^</sup>

Примечание: \* -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа Г); <sup>×</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям до физ. нагрузки (группа Г1); # -  $p < 0,05$  по отношению к значениям в ротовой жидкости после физ. нагрузки (группа Г); <sup>^</sup> -  $p < 0,05$  по отношению к значениям в крови после физ. нагрузки (группа Г); тест Вилкоксона

### 3. Совместное действие ММ и Q10 на некоторые клинико-лабораторные показатели спортсменов при выполнении физических упражнений

На 10 сутки приёма композиции ММ и Q10 уровень лактата в периферической крови пловцов группы В1 после выполнения контрольного упражнения был статистически значимо меньше на 12,44% относительно данных группы В и на 13,04% в сравнении с группой спортсменов, употреблявших плацебо (рис. 1).

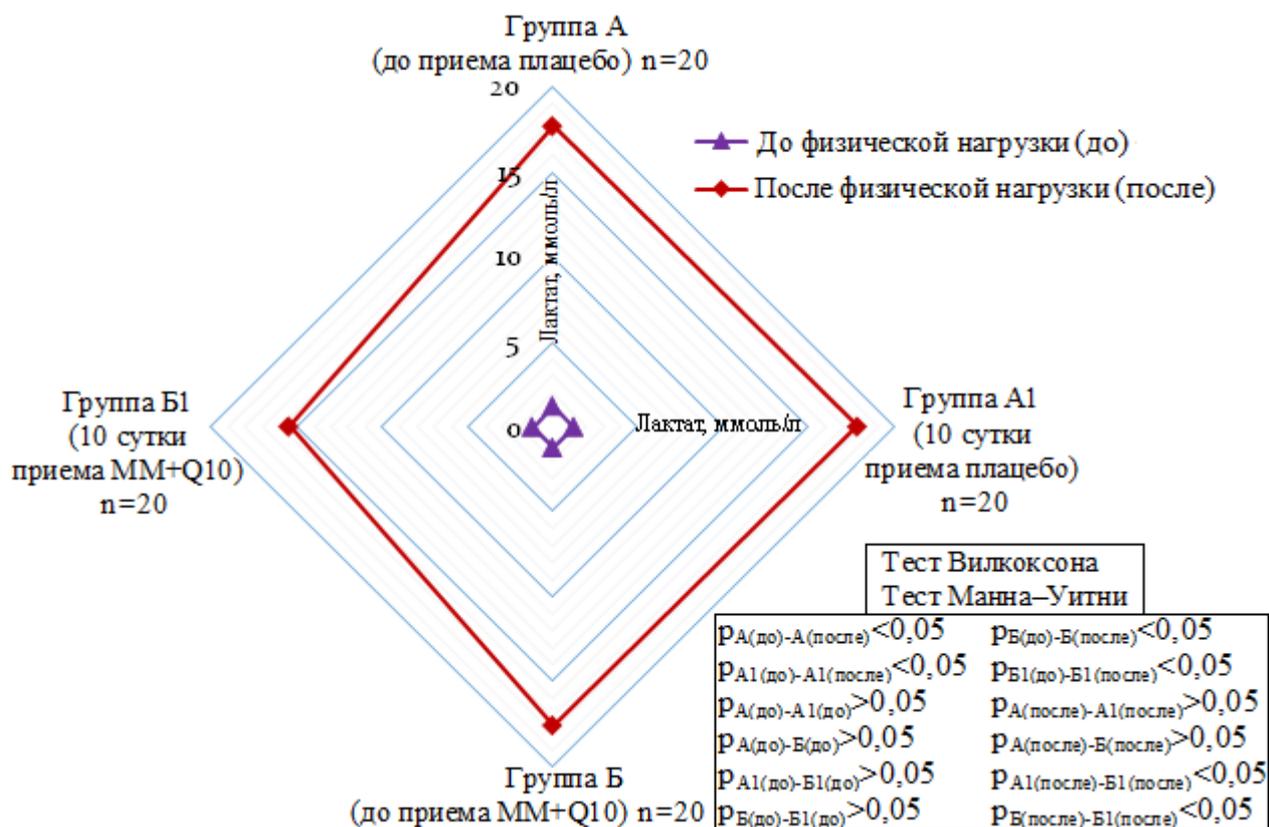


Рис. 1. Содержание лактата в крови пловцов до употребления и на 10 сутки приёма веществ ( $M \pm m$ ) ( $n=40$ )

Вместе с тем, количество эритроцитов и содержание гемоглобина в крови пловцов группы Б1 было статистически значимо больше на 4,87% и 7,35% сравнительно с данными группы Б и на 5,07% и 8,25% по отношению к спортсменам группы А1 (рис. 2).

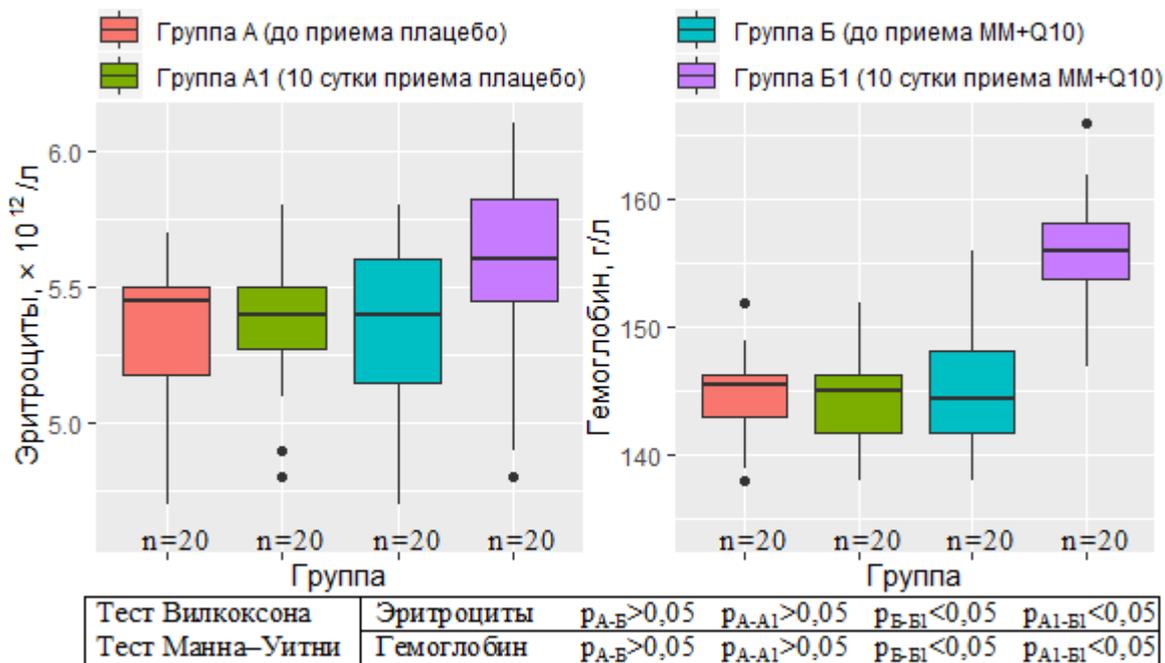


Рис. 2. Концентрация эритроцитов и уровень гемоглобина в периферической крови пловцов до употребления и на 10 сутки приёма веществ ( $Me \pm 25$ -й процентиль) ( $n=40$ )

Боле того, после физической нагрузки концентрация лактата в крови легкоатлетов группы Г1 была также статистически значимо ниже на 11,33% в

сравнении с данными группы Г и на 11,38% относительно группы легкоатлетов, принимавших в течение 10 суток плацебо (рис. 3).

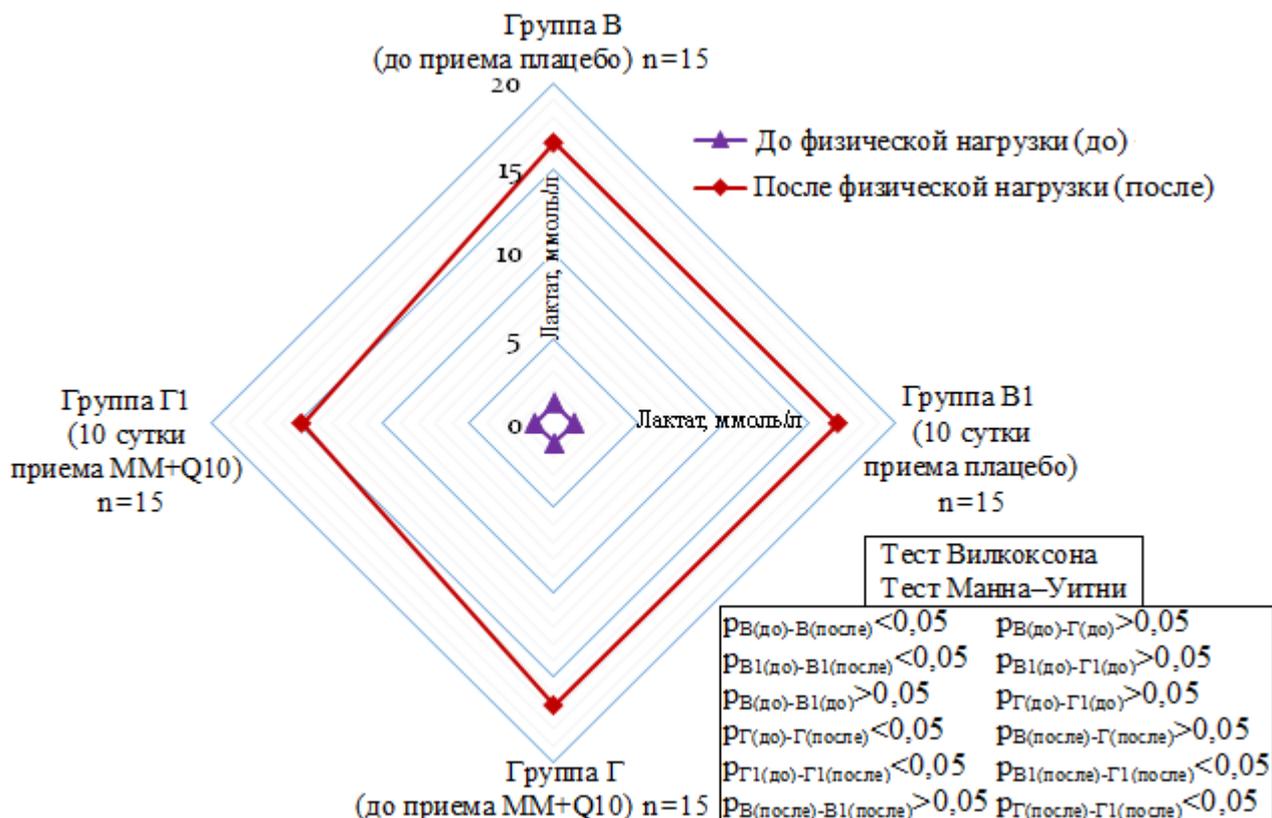


Рис. 3. Содержание лактата в крови легкоатлетов до употребления и на 10 суток приёма веществ ( $M \pm m$ ) (n=30)

В свою очередь содержание эритроцитов и уровень гемоглобина в крови спортсменов группы Г1 были больше на 3,94% и 6,47% относительно данных группы Г и на 5,12% и 6,52% выше значений легкоатлетов группы В1 (рис. 4).

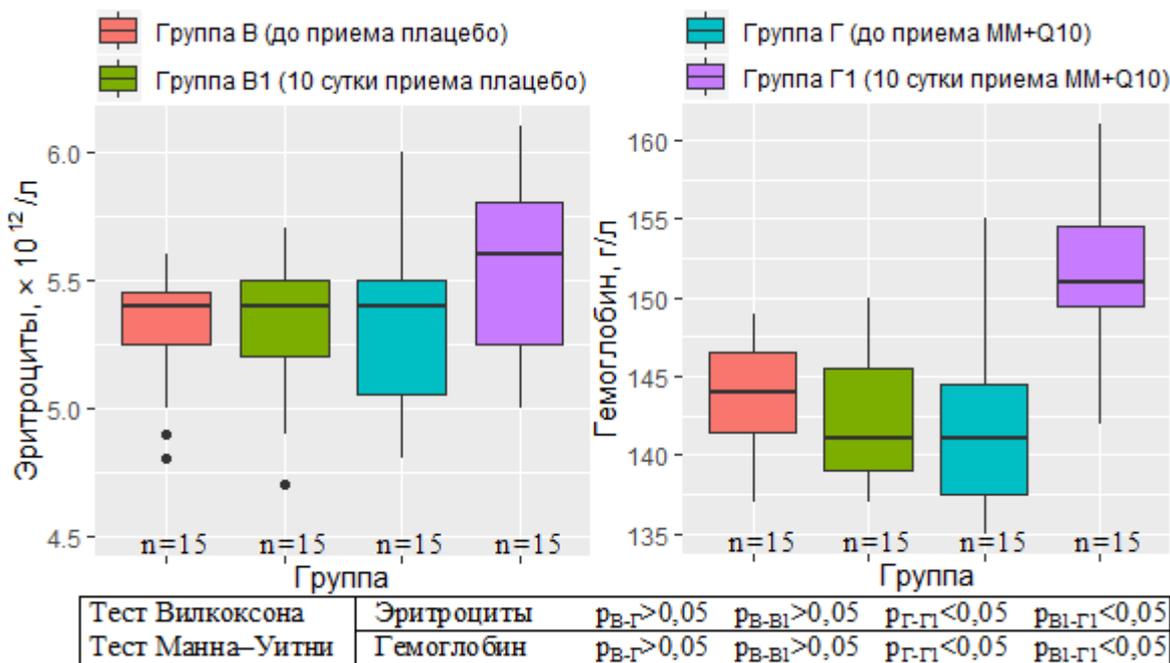


Рис. 4. Концентрация эритроцитов и уровень гемоглобина в периферической крови легкоатлетов до употребления и на 10 суток приёма веществ ( $Me \pm 25$ -й процентиль) (n=30)

При этом активность КК в ротовой жидкости легкоатлетов группы Г1 была статистически значимо ниже в сравнении с данными группы Г и группы В1 (рис. 5).

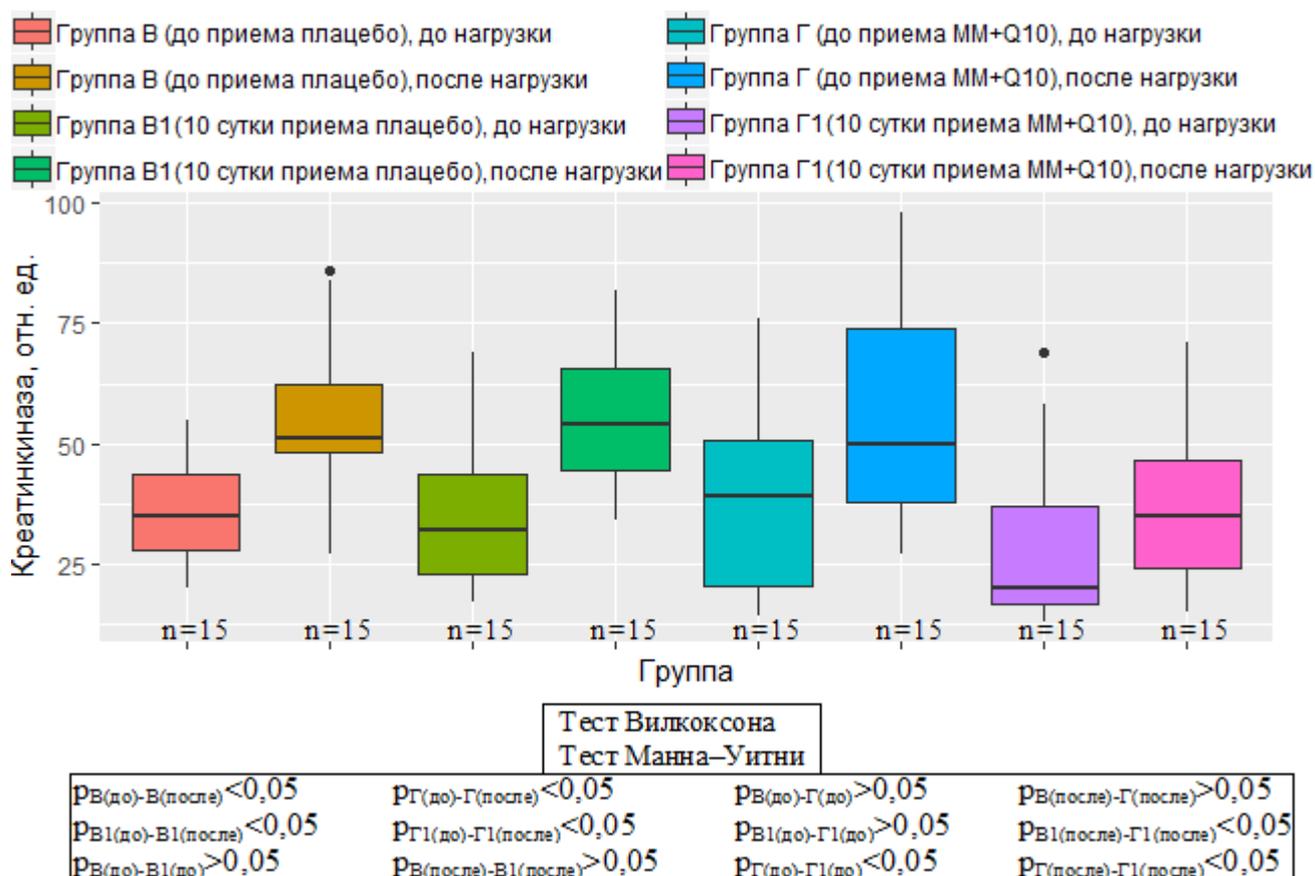


Рис. 5. Активность креатинкиназы в ротовой жидкости легкоатлетов до употребления и на 10 сутки приёма веществ (Me±25-й перцентиль) (n=30)

#### 4. Уровень физической подготовленности спортсменов до и после приёма композиции ММ и Q10

На 10 сутки совместного приёма ММ и Q10 пловцами результат выполнения контрольного упражнения, выраженный количеством очков FINA, на 7,08% превышал значение аналогичного показателя в группе А1 и на 7,69% был выше относительно данных группы Б. У легкоатлетов, принимавших в течение 10 суток композицию ММ и Q10, установлено сокращение времени выполнения контрольного упражнения на 0,54% ( $p=0,13$ ) в сравнении со значениями спортсменов группы В1 и на 0,72% ( $p=0,02$ ) относительно результатов в группе Г (рис. 6).

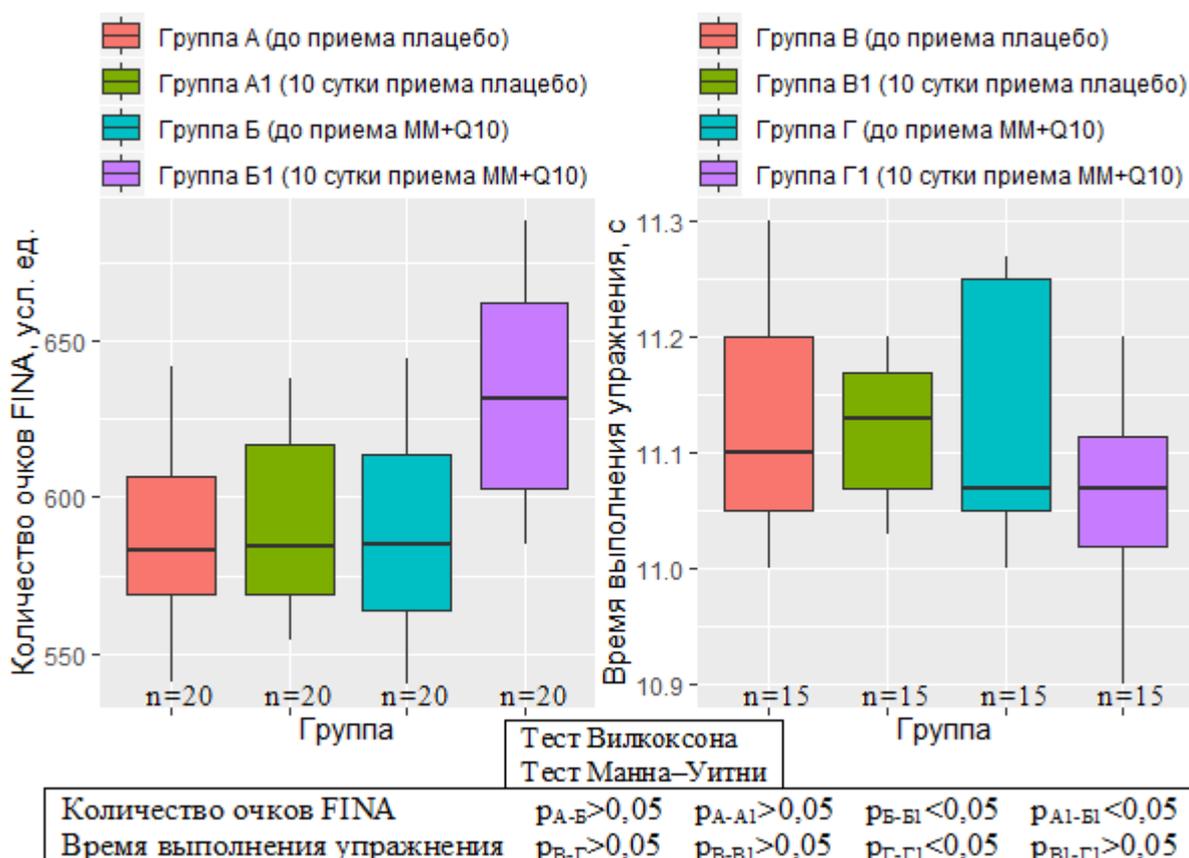


Рис. 6. Результат выполнения контрольного упражнения спортсменами до употребления и на 10 сутки приёма веществ (Me±25-й процентиль) (n=70)

### 5. Корреляционный анализ

При проведении корреляционного анализа установлена сильная прямая статистическая связь между показателями ПОЛ в сыворотке крови и смешанной слюне спортсменов в условиях физических нагрузок (рис. 7).

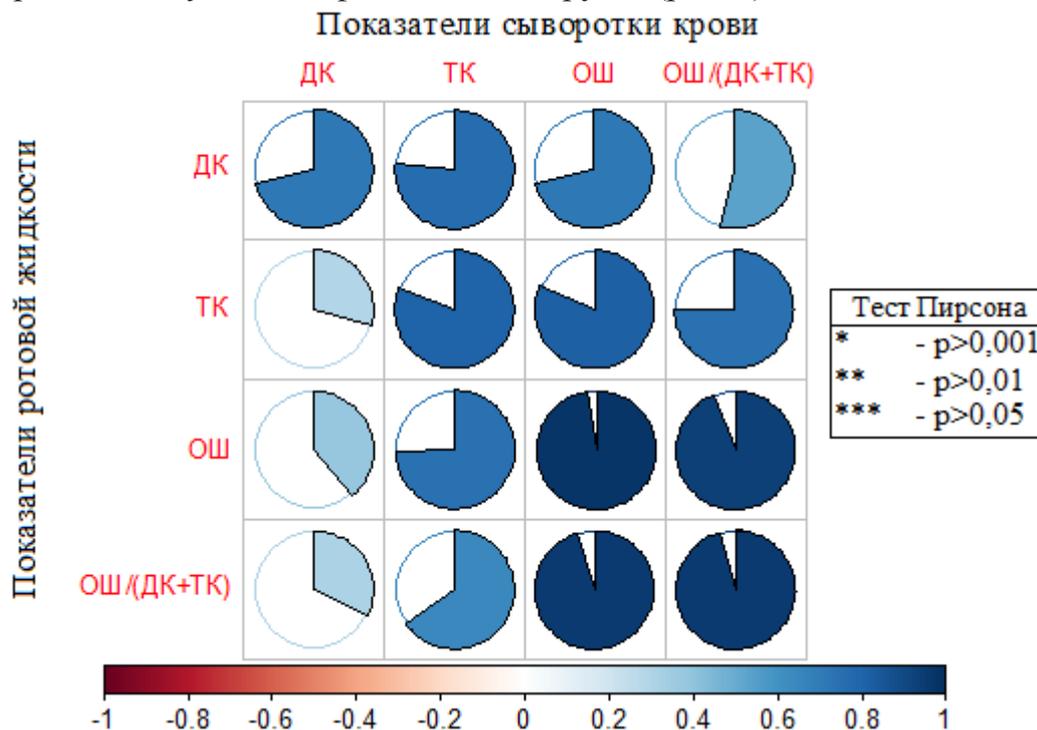


Рис. 7. Корреляционная матрица маркеров окислительного стресса в сыворотке крови и ротовой жидкости спортсменов (n=70)

Боле того, тесная прямая корреляция установлена между показателями ВСР, рост которых характеризует доминирование центральных механизмов регуляции сердечного ритма над автономными, и клинико-лабораторными показателями спортсменов, увеличение которых свидетельствует об интенсификации процессов липопероксидации и развитии метаболического ацидоза (рис. 8).

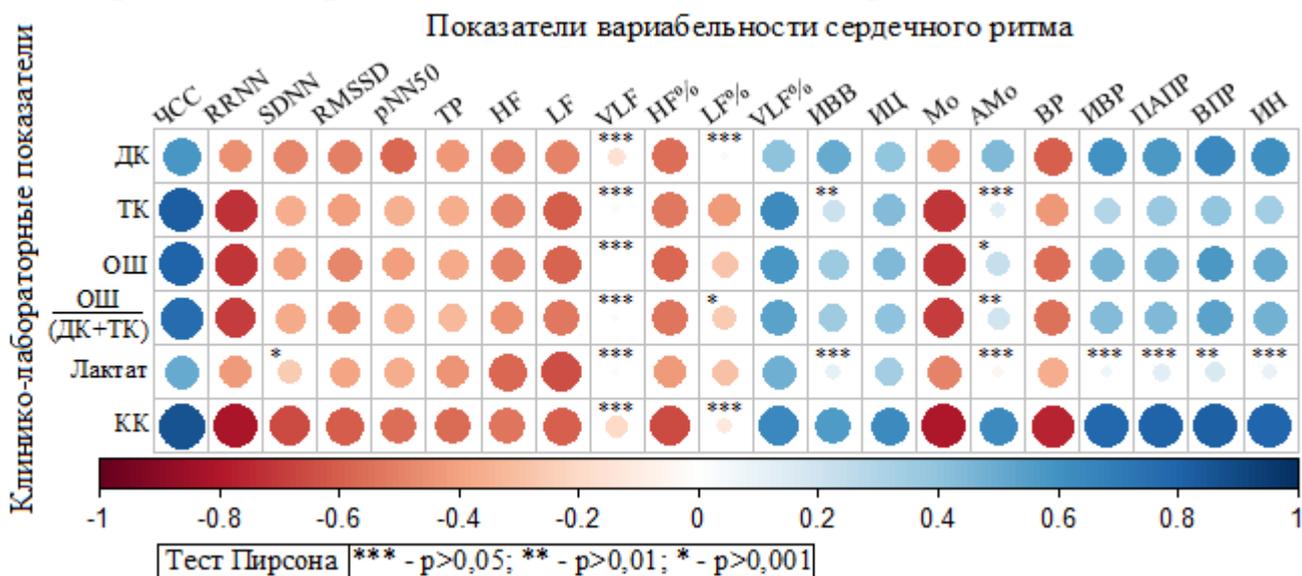


Рис. 8. Корреляционная матрица анализируемых физиолого-биохимических показателей у спортсменов (n=70)

Напротив, сильная отрицательная статистическая зависимость установлена между показателями ВСР, увеличение которых отражает преобладание парасимпатических влияний над симпатическими, и показателями оксидативного стресса.

### 6. Регрессионный анализ. Метод главных компонент

Для оценки влияния композиции ММ и Q10 на динамику изучаемых показателей при выполнении контрольных упражнений были построены регрессионные модели следующего вида:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 Dummy + \varepsilon. \quad (1)$$

Где  $Y$  – зависимая переменная;  $Dummy$  – фиктивная переменная со значениями 0 или 1 в зависимости от приёма вещества (0 = плацебо, 1 = композиция ММ и Q10);  $\beta_0$  и  $\beta_1$  – оцениваемые параметры регрессии;  $\varepsilon$  – модельная ошибка.

Полученные модели показали, что приём смеси ММ и Q10 статистически значимо влияет на динамику LF%, VLF%, ИВВ, ИЦ, ИВР, ВПР, ИИ, ОШ/(ДК+ТК), уровня ДК, ТК, ОШ и лактата при выполнении функционального теста пловцами. Вместе с тем, применение композиции ММ и Q10 статистически значимо влияет на изменение HF%, VLF%, ИВВ, ИВР, ВПР, ИИ, ОШ/(ДК+ТК), концентрации ОШ и лактата, активности креатинкиназы в условиях выполнения контрольного упражнения легкоатлетами (рис. 9).

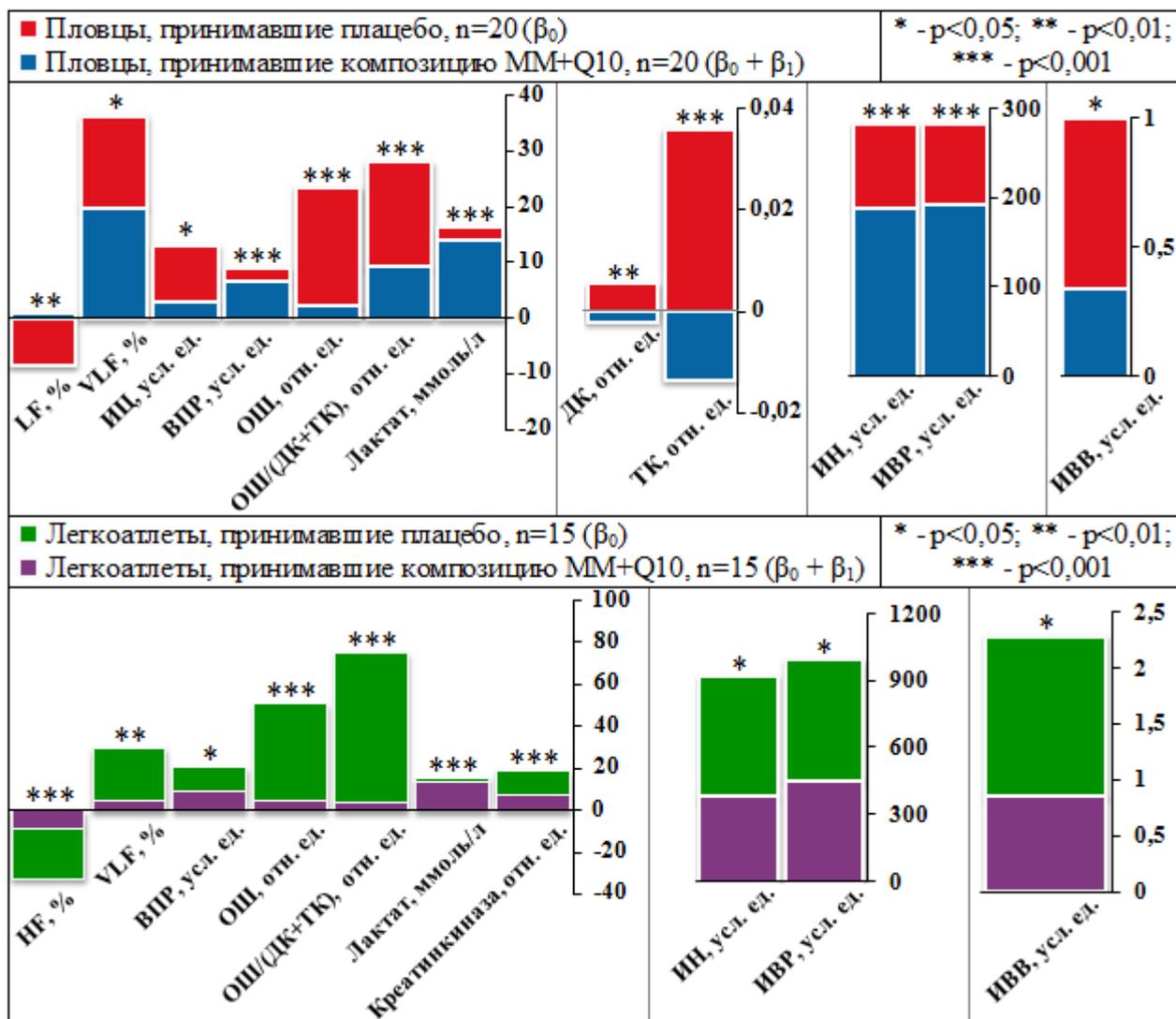


Рис. 9. Результаты моделирования влияния композиции ММ и Q10 на динамику физиолого-биохимических показателей спортсменов при физической нагрузке (n=70)

Применение МГК показало, что пловцы, принимавшие смесь ММ и Q10, сгруппированы в отдельный кластер. При этом величина главной компоненты 1 (ГК1) у пловцов, употреблявших композицию ММ и Q10, меньше сравнительно с группой плацебо, что в целом соответствует меньшему приросту VLF%, ИВВ, ИЦ, ИВР, ВПР, ИН, ОШ/(ДК+ТК), концентрации ДК, ТК, ОШ и лактата в ответ на физическую нагрузку. Между тем важно отметить присутствие тесной обратной статистической связи между ГК1 и количеством очков FINA ( $R = -0,742$ ). Направление и сила статистической связи между ГК1 и результатом выполнения функционального теста пловцами позволяет обоснованно полагать, что применение композиции ММ и Q10 вносит значимый вклад в повышение результативности выполнения контрольного упражнения посредством уменьшения приращения VLF%, ИВВ, ИЦ, ИВР, ВПР, ИН, ОШ/(ДК+ТК), уровня ДК, ТК, ОШ и лактата в ответ на физическую нагрузку. На рисунке 10 также отчетливо видно картину кластеризации легкоатлетов, принимавших в течение 10 суток композицию ММ и Q10.

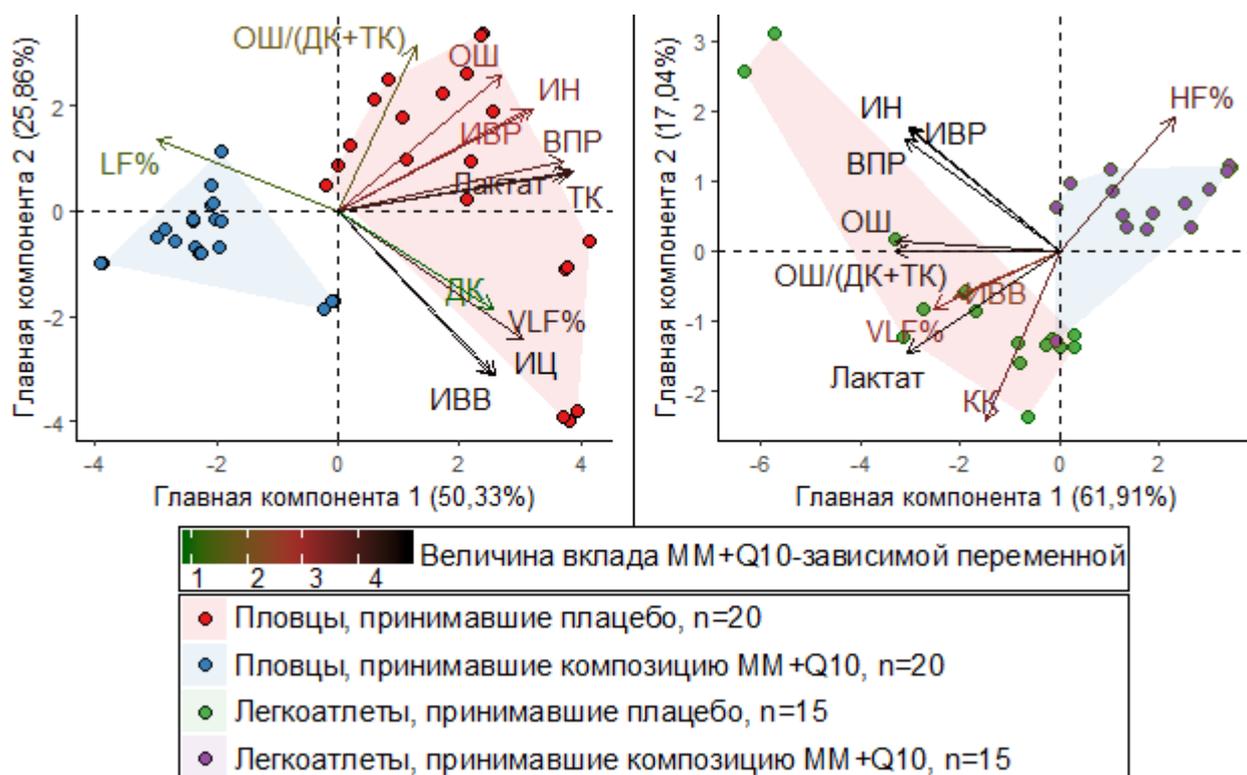


Рис. 10. Результаты применения МГК к набору ММ+Q10-зависимых переменных у спортсменов (n=70)

При этом значения ГК1 у легкоатлетов, принимавших смесь ММ и Q10, больше в сравнении с группой плацебо, что соответствует меньшему приросту VLF%, ИВВ, ИВР, ВПР, ИН, ОШ/(ДК+ТК), концентрации ОШ, КК и лактата в ответ на физическую нагрузку. Вместе с тем, много значит наличие сильной обратной корреляции между ГК1 и временем выполнения контрольного упражнения легкоатлетами ( $R=-0,745$ ). Таким образом, следует считать допустимым тот факт, что применение композиции ММ и Q10 вносит существенный вклад в повышение результативности выполнения функционального теста легкоатлетами за счёт уменьшения прироста VLF%, ИВВ, ИВР, ВПР, ИН, ОШ/(ДК+ТК), уровня ОШ, КК и лактата в условиях физической нагрузки.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило выявить, что совместный приём ММ и Q10 оказывает корригирующее действие на показатели ВСР и красной крови, маркеры оксидативного стресса и метаболического ацидоза в крови и ротовой жидкости, что сопровождается повышением функциональных возможностей организма и результативности выполнения контрольных упражнений спортсменами. Анализ показателей ВСР свидетельствует, что курсовое применение композиции ММ и Q10 приводит к увеличению вклада автономного контура регуляции в процесс управления активностью синусовым узлом в пострегуляционном состоянии спортсменов. При этом происходит уменьшение симпатических влияний на ритм сердца в восстановительном периоде, что ограничивает продолжительный контроль со стороны центральных механизмов регуляции вегетативных функций и лимитирует соответствующее напряжение регуляторных систем. Вместе с тем, показаны статистически значимо более высокие значения абсолютной мощности спектра в HF, LF и VLF диапазонах ВСР у спортсменов, употреблявших смесь ММ и Q10, в сравнении со спортсменами, принимавшими плацебо, что позволяет утверждать о



С использованием методов математической статистики показано, что коррекция анализируемых физиолого-биохимических параметров организма спортсменов применением смеси ММ и Q10 выразилась повышением результативности выполнения контрольных упражнений, как квалифицированными пловцами, так и легкоатлетами. Полученные результаты свидетельствуют об эргогенном действии композиции ММ и Q10. При этом в группах спортсменов, принимавших плацебо, вышеуказанные изменения не выявлены. Следовательно, можно констатировать эффективность совместного приёма ММ и Q10 благодаря реализации взаимодополняющих и взаимоопотенцирующих векторов действия на показатели ВСР, содержание продуктов ПОЛ, количество эритроцитов, уровень гемоглобина и концентрацию лактата в крови, активность креатинкиназы в ротовой жидкости спортсменов в условиях физической нагрузки.

При проведении корреляционного анализа показана тесная прямая статистическая связь между содержанием продуктов ПОЛ в сыворотке крови и ротовой жидкости спортсменов в условиях физических нагрузок. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование ротовой жидкости спортсменов в практике медико-диагностического обеспечения спортивной подготовки при оценке интенсивности процессов свободнорадикального окисления липидных субстратов.

## **ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

### **Выводы**

1. Употребление смеси ММ и Q10 спортсменами приводит к модификации показателей ВСР, характеризующейся уменьшением напряжения регуляторных систем, угнетением симпатических и усилением парасимпатических влияний на ритм сердца в постнагрузочном периоде, оптимизацией нейрогуморальной и метаболической регуляции сердечного ритма.

2. Совместный приём ММ и Q10 ограничивает процессы ПОЛ в сыворотке крови и ротовой жидкости спортсменов при выполнении заданных функциональных тестов. Интенсивность процессов окислительной деградации липидных субстратов у спортсменов целесообразно оценивать по уровням продуктов липопероксидации в ротовой жидкости.

3. Совместное применение ММ и Q10 увеличивает концентрацию эритроцитов и уровень гемоглобина в периферической крови, сдерживает развитие гиперлактатемии и уменьшает активность креатинкиназы в ротовой жидкости спортсменов в условиях физических нагрузок.

4. Повышение результативности выполнения контрольных упражнений спортсменами при приёме композиции ММ и Q10 в течение 10 суток достигается комплексом взаимосвязанных физиолого-биохимических процессов, характеризующихся уменьшением напряжения надсегментарных и увеличением вклада автономных механизмов регуляции в управление ритмом сердца в постнагрузочном периоде, снижением интенсивности реакций перекисного окисления липидов, активности креатинкиназы в ротовой жидкости и концентрации лактата в крови в условиях физической нагрузки.

### **Рекомендации**

Обнаруженные в ходе исследования эффекты действия композиции ММ и Q10 на анализируемые физиолого-биохимические показатели квалифицированных спортсменов обуславливают целесообразность ее курсового приема во время учебно-тренировочных сборов в предсоревновательном периоде.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### 1. Публикации в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России:

1. **Овчинников А.Н.**, Дерюгина А.В. Влияние композиции убихинона-10 и маточного молочка на физиолого-биохимические корреляты повышения результативности физической деятельности высококвалифицированных спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 2 (принято к печати).
2. **Овчинников А.Н.**, Дерюгина А.В. Ротовая жидкость как высокоинформативный субстрат неинвазивного исследования процессов липопероксидации и повреждения мышечной ткани у высококвалифицированных спортсменов в условиях физических нагрузок // Клиническая лабораторная диагностика. – 2019. – Т. 64, № 7. – С. 405-408.
3. **Ovchinnikov A.**, Deryugina A., Kontorschikova C., Okrut I. Effects of 10-day royal jelly and coenzyme Q10 supplementation on functional condition in highly qualified athletes // Clinica Chimica Acta. – 2019. – Vol. 493, № S1. – P. 494.
4. Kontorschikova K., Tikhomirova J., **Ovchinnikov A.**, Okrut I., Krylov V., Kolegova T. The evaluation of highly qualified sportsmen's biochemical homeostasis // Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. – 2017. – Vol. 55, № S1. – P. 811.
5. Конторщикова К.Н., Тихомирова Ю.Р., **Овчинников А.Н.**, Колегова Т.И., Чуркина Н.Н., Кузнецова С.Ю., Крылов В.Н. Использование показателей свободнорадикального окисления в ротовой жидкости в качестве маркеров функционального состояния спортсменов // Современные технологии в медицине. – 2017. – Т 9, № 3. – С. 82-86.
6. **Овчинников А.Н.**, Селезнёв В.В., Крылова Е.В., Крылов В.Н. Влияние пчелиного маточного молочка и убихинона-10 на содержание гемоглобина и лактата в крови высококвалифицированных пловцов в предсоревновательном периоде // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 11. – С. 29-31.
7. Крылова Е.В., Копылова С.В., Кузнецова С.В., **Овчинников А.Н.** Влияние маточного молочка пчёл и убихинона-10 на вариабельность сердечного ритма квалифицированных пловцов в период физических нагрузок // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 1. – С. 23-26.

### 2. Статьи в реферируемых журналах, статьи и тезисы докладов в материалах конференций:

1. **Овчинников А.Н.**, Дерюгина А.В. Анализ состояния периферической крови спортсменов при применении маточного молочка пчёл и убихинона-10 // Аписфера: научные достижения в пчеловодстве и апитерапии: сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции. – Н. Новгород: ННГУ, 2019. – С. 29-34.
2. Копылова С.В., **Овчинников А.Н.**, Шабалин М.А., Дерюгина А.В., Крылов В.Н., Кузьмин В.Г., Воронин Д.И., Шабалина О.В. Исследование совместного действия кофермента Q10 и маточного молочка на некоторые гематологические и спирометрические показатели высококвалифицированных спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. – 2018. – № 3. – С. 20-27.
3. **Овчинников А.Н.**, Дерюгина А.В. Исследование показателей вариабельности сердечного ритма в качестве маркеров функционального состояния организма спортсменов // Актуальные вопросы взаимодействия образовательных организаций и практических подразделений правоохранительных органов России в ходе профессионального обучения: материалы Международной научно-практической конференции. – Н. Новгород: НА МВД России, 2018. – С. 116-121.

4. **Овчинников А.Н.**, Крылова Е.В., Конторщикова К.Н., Крылов В.Н. Влияние композиции «маточное молочко-убихинон-10-мёд» на вариабельность сердечного ритма и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. – 2018. – № 1. – С. 23-31.
5. Krylov V.N., **Ovchinnikov A.N.**, Kontorshchikova K.N. Royal jelly and coenzyme Q10 affect the saliva prooxidant/antioxidant balance in highly qualified athletes // Apimondia: 45th International Apicultural Congress. – Istanbul, 2017. – P. 15.
6. Krylov V.N., **Ovchinnikov A.N.** The mixture of honey, royal jelly and coenzyme Q10 improves the indicators of heart rate variability in elite athletes // Apimondia: 45th International Apicultural Congress. – Istanbul, 2017. – P. 15.
7. **Овчинников А.Н.**, Крылов В.Н. Оценка влияния физической нагрузки на вариабельность сердечного ритма высококвалифицированных спортсменов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 36. – С. 64-66.
8. Конторщикова К.Н., Крылов В.Н., **Овчинников А.Н.**, Тихомирова Ю.Р., Колегова Т.И., Торшакова Г.А. Оценка влияния фармакологической композиции «мёд-маточное молочко-убихинон-10» на прооксидантно-антиоксидантный гомеостаз спортсменов // Медицинский альманах. – 2017. – № 2. – С. 104-107.
9. **Овчинников А.Н.** Влияние анаэробной интервальной физической нагрузки на состояние системы «перекисное окисление липидов-антиоксидантная защита» в ротовой жидкости высококвалифицированных легкоатлетов // Подготовка кадров для силовых структур: современные направления и образовательные технологии: материалы XXII Всероссийской научно-методической конференции. – Иркутск: ВСИ МВД России, 2017. – С. 129-132.
10. **Овчинников А.Н.**, Крылов В.Н. Высокоинформативный неинвазивный способ оценки вегетативного статуса спортсменов // Физическое воспитание и спорт: актуальные вопросы теории и практики: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону: РЮИ МВД России, 2017. – С. 81-84.
11. Конторщикова К.Н., Крылов В.Н., Тихомирова Ю.Р., **Овчинников А.Н.**, Колегова Т.И. Влияние анаэробной интервальной физической нагрузки на состояние про- и антиоксидантной системы защиты ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов // Лабораторная диагностика – клинической медицине: традиции и новации: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2016. – С. 21-22.
12. **Овчинников А.Н.** Влияние анаэробной интервальной физической нагрузки на состояние системы «перекисное окисление липидов-антиоксидантная защита» в ротовой жидкости высококвалифицированных легкоатлетов // Физическая культура и спорт в структуре профессионального образования: материалы Межведомственного круглого стола. – Иркутск: ВСИ МВД России, 2016. – С. 261-264.
13. **Овчинников А.Н.** Влияние композиции «маточное молочко-убихинон-10-мёд» на вегетативный статус высококвалифицированных легкоатлетов в предсоревновательном периоде // Оптимизация учебно-тренировочного процесса: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции. – Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – С. 61-65.
14. Крылова Е.В., Ошевенский Л.В., **Овчинников А.Н.** Влияние маточного молочка и убихинона-10 на вегетативный статус пловцов в период физических нагрузок // Апитерапия сегодня: успехи апитерапии: материалы XVIII Всероссийской научной конференции – Рыбное: НИИП, 2016. – С. 65-68.

**Список сокращений**

- АМо – амплитуда моды  
ВАДА – Всемирное антидопинговое агентство  
ВНС – вегетативная нервная система  
ВПР – вегетативный показатель ритма  
ВР – вариационный размах  
ВСР – вариабельность сердечного ритма  
ГК – главная компонента  
ДК – диеновые конъюгаты  
ИВВ – индекс вагосимпатического взаимодействия  
ИВР – индекс вегетативного равновесия  
ИН – индекс напряжения регуляторных систем  
ИЦ – индекс централизации  
КК – креатинкиназа  
МГК – метод главных компонент  
ММ – маточное молочко пчёл  
Мо – мода  
ОШ – основания Шиффа  
ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции  
ПОЛ – перекисное окисление липидов  
ТК – триеновые конъюгаты  
FINA – Federation Internationale de Natation  
HF – power in high frequency range of heart rate variability  
LF – power in low frequency range of heart rate variability  
pNN50 – number of pairs of adjacent NN intervals differing by more than 50 ms in the entire recording by the total number of all NN intervals  
Q10 – coenzyme Q10 (коэнзим Q10, убихинон-10)  
RMSSD – the square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent NN intervals  
RRNN – mean duration of RR intervals  
SDNN – standard deviation of all NN intervals  
TP – total power of heart rate variability  
VLF – power in very low frequency range of heart rate variability