

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.23

УДК: 615.324

Влияние композиции «маточное молочко-убихинон-10-мёд» на вариабельность сердечного ритма и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов

А. Н. Овчинников¹, Е. В. Крылова¹, К. Н. Конторщикова^{1,2}, В. Н. Крылов¹

¹ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Министерство образования и науки РФ, г. Нижний Новгород, Россия

²ФГБОУ ВО Нижегородская государственная медицинская академия, Министерство здравоохранения РФ, г. Нижний Новгород, Россия

РЕЗЮМЕ

В работе исследована динамика показателей вариабельности сердечного ритма и маркеров прооксидантно-антиоксидантного статуса в ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов в ответ на выполнение физических упражнений при добавлении в пищевую рацион пчелиного маточного молочка и убихинона-10, суспендированных в мёде. **Цель исследования:** изучение влияния композиции «мёд-маточное молочко-убихинона-10» на вегетативный и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов при выполнении физических упражнений. **Материалы и методы:** для изучения показателей прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза использованы следующие методы: индуцированной биохемилюминесценции, определения содержания продуктов ПОЛ, энзиматический-метод определения концентрации лактата и активности лактатдегидрогеназы в ротовой жидкости. Для обработки кардиоритмограмм применяли метод вариационной пульсометрии, статистический метод оценки вариабельности сердечного ритма и метод спектрального анализа кардиоинтервалов. **Результаты:** прием композиции «маточное молочко-убихинон-10-мёд» испытуемыми инициирует снижение активности симпатического отдела ВНС, повышение тонуса блуждающего нерва, улучшение нейрогуморальной регуляции сердечного ритма, а также уменьшает концентрацию лактата, снижает интенсивность свободнорадикальных процессов, тормозит образование конечных продуктов ПОЛ и увеличивает физическую работоспособность. **Выводы:** сочетанное применение мёда, пчелиного маточного молочка и убихинона-10 способствует мобилизации резервных возможностей организма.

Ключевые слова: маточное молочко пчёл, убихинон-10, вариабельность сердечного ритма, окислительный стресс, ротовая жидкость, физическая нагрузка

Для цитирования: 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. Т.8, №1. С. 23-31. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.23.

Effects of «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition on heart rate variability and prooxidant/antioxidant homeostasis of elite athletes

Aleksandr N. Ovchinnikov¹, Elena V. Krylova¹, Claudia N. Kontorshchikova^{1,2}, Vasilii N. Krylov¹

¹Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

²Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod, Russia

ABSTRACT

The article demonstrates the dynamics of heart rate variability and markers of prooxidant-antioxidant status in oral fluid of elite athletes in response to physical exercises with addition of royal jelly and coenzyme Q10 suspended in honey to the food ration. **Objective:** to study of the effects of «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition on heart rate variability (HRV) and prooxidant/antioxidant homeostasis of the elite athletes during physical exercise. **Materials and methods:** the following methods were used to investigate prooxidant/antioxidant homeostasis indices: induced biochemiluminescence, determination of lipid peroxidation products content, enzymatic method of measuring the concentration of lactate and the activity of lactate dehydrogenase in the oral fluid. Cardiorhythmogram was tested by means of variation pulsometry, statistical method to estimate HRV and spectral analysis of cardio intervals. **Results:** «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition reduces activity of the sympathetic nervous system, enhances tone of nervusvagus, improves neurohumoral regulation of the heart rate, reduces concentration of lactate, decreases intensification of free radical processes, inhibits the formation of lipid peroxidation products and increases the physical performance in athletes. **Conclusions:** «royal jelly-coenzymeQ10-honey» composition contributes to mobilize organism's reserve capacity.

Key words: royal jelly, coenzyme Q10, heart rate variability, oxidative stress, oral fluid, physical workload.

For citation: Ovchinnikov AN, Krylova EV, Kontorshchikova CN, Krylov VN. EEffects of «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition on heart rate variability and prooxidant/antioxidant homeostasis of elite athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):23-31. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.23.

1.1 Введение

Одними из приоритетных направлений научных исследований в современной физиологии спорта и спортивной медицине являются: с одной стороны – поиск неинвазивных скрининговых методов комплексного обследования организма при выполнении физических упражнений [1-6], а с другой – фармакологическая коррекция пищевого рациона спортсмена с применением недопинговых соединений природного происхождения, лишенных многих негативных побочных эффектов синтетических препаратов. Такими веществами, обладающими широким спектром биологической активности, а также взаимопотенцирующими действие друг друга, могут быть пчелиное маточное молочко (ММ) и убихинон-10 (Q10) [7-10]. Однако работ, посвященных анализу сочетанного влияния названных веществ на показатели variability сердечного ритма, свободнорадикального окисления липидов у высококвалифицированных спортсменов при выполнении физических упражнений, нами практически не обнаружено. В свою очередь следует отметить, что неинвазивный скрининг показателей прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза, анализ variability сердечного ритма позволяют на ранней стадии диагностировать признаки физического переутомления, микроповреждения тканей, функциональные и структурные сдвиги адаптационных процессов под влиянием физических нагрузок и с учетом изменения этих показателей корректировать многоуровневую систему подготовки спортсменов [7].

Цель настоящего исследования – изучение влияния композиции «мёд-маточное молочко-убихинона-10» на вегетативный и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов при выполнении физических упражнений.

1.2 Материалы и методы

В исследовании приняли участие 24 представителя циклических видов спорта (легкая атлетика, плавание), имеющих спортивное звание мастера спорта России или спортивный разряд кандидата в мастера спорта. Средний возраст спортсменов составил $18,7 \pm 0,7$ лет. В соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации все испытуемые были предварительно проинформированы о цели и методике проведения исследования и дали добровольное согласие на участие в эксперименте [11].

Контрольное тестирование спортсменов было представлено в виде серии отрезков 3×100 метров гладким бегом с активным отдыхом между ними 45 с – для легкоатлетов, и 4×50 метров основным стилем плавания с активным отдыхом между отрезками 45 с – для пловцов. По результатам предварительного тестирования, учитывая среднее время преодоления установленной дистанции, были сформированы 2 группы испытуемых со сходными морфофункциональными показателями. В группе А (контрольная группа) спортсмены ежеднев-

но в течение 10 суток получали мёд (плацебо) в дозе 10 г/сут, в группе Б (основная группа) – композицию: мёд + нативное маточное молочко + убихинон-10 в дозе 10 г/сут, включая 400 мг/сут нативного маточного молочка и 60 мг/сут убихинона-10. Приём веществ осуществлялся сублингвально. Назначение, дозировка и продолжительность приема веществ были предварительно оговорены и согласованы с главным тренером и спортивным врачом испытуемых. Пчелиное маточное молочко и мёд были получены в ОППХ «Краснополянское» РАСХН. Убихинон-10 синтезирован на ОАО «Кстовский ОПЗ БВК» по технологии, разработанной в НИИ «Синтезбелок» АН РФ.

Анализ показателей variability сердечного ритма проводился с помощью аппаратно-программного комплекса «Поли-Спектр-Ритм» (ООО «Нейрософт», Россия). ЭКГ-сигнал регистрировали во II стандартном отведении в положении лежа на спине до получения и на 10 сутки приема веществ. Для анализа кардиоритмограмм применяли метод вариационной пульсометрии, статистический метод оценки variability сердечного ритма (BCP) и метод спектрального анализа кардиоинтервалов [1, 3, 4]. По данным вариационной пульсометрии вычислялся ряд первичных [(мода – Мо); амплитуда моды (АМо); вариационный размах динамического ряда RR-интервалов (BP) и вторичных показателей сердечного ритма (индекс напряжения регуляторных систем (ИН); индекс вегетативного равновесия (ИВР); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР); вегетативный показатель ритма (ВПР)]. Рассчитывались следующие статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов: среднее значение интервалов RR (RRNN), стандартное отклонение NN-интервалов (SDNN), квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN (RMSSD), процентное отношение NN-интервалов, разностные характеристики которых ($RR_i - RR_{i-1}$) > 50 мс, к общему количеству NN-интервалов (pNN50) [9]. При спектральном анализе BCP выделяли три основных диапазона частот в спектре колебаний ритма сердца: HighFrequency (HF) – высокие (0,40 – 0,15 Гц), LowFrequency (LF) – низкие (0,15 – 0,04 Гц), VeryLowFrequency (VLF) – очень низкие (0,04 – 0,003 Гц) частоты. Обозначения спектральных составляющих BCP приводятся с учетом опубликованных рекомендаций Европейского кардиологического общества и Североамериканской ассоциации электрофизиологии и кардиостимуляции [12].

С целью анализа влияния изучаемых веществ на состояние прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у испытуемых были собраны образцы ротовой жидкости. Забор образцов ротовой жидкости осуществлялся путем сплевывания в пластиковую микроцентрифужную пробирку типа эппендорф объемом 2 мл без дополнительной стимуляции до и после выполнения контрольного испытания на первые и одиннадцатые сутки исследова-

ния. Во время проведения контрольного тестирования собранные образцы ротовой жидкости хранились в портативной морозильной камере («Ezetil», Германия) при температуре -18°C и далее транспортировались в лабораторию для проведения биохимического скрининга.

Потенциальную интенсивность свободнорадикального процесса и уровень его компенсаторных механизмов в ротовой жидкости измеряли с помощью программно-методического комплекса биохемилюминесцентного анализа «БХЛ-07» (ООО «Медозонс», Россия) методом индуцированной биохемилюминесценции [13]. Интенсивность хемилюминесценции определяли по кинетическим параметрам кривой хемилюминесцентной реакции и оценочным показателям: максимальная интенсивность выделения квантов света (I_{\max}), светосумма хемилюминесценции за 30 секунд измерения (S), угол наклона кривой ($\text{tg}(-2\alpha)$), S/I_{\max} (Z). Содержания первичных продуктов – диеновых конъюгатов (ДК), триеновых конъюгатов (ТК) и конечных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) – оснований Шиффа (ОШ) в ротовой жидкости определяли на спектрофотометре СФ-2000 (АОЗТ «ОКБ СПЕКТР», г. Санкт-Петербург, Россия) в изопропанол-гептановой смеси по методу И.А. Волчегорского [14]. Определение концентрации лактата в ротовой жидкости проводили с помощью набора реагентов Vital («Витал ДевелопментКорпорейшн», Россия) на биохимическом анализаторе Statfax 1904 Plus (AwarenessTechnology, США) энзиматическим колориметрическим методом. Определение общей активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) выполняли с использованием набора реагентов LDH DiaS DGKC (DiaSys, Германия) на биохимическом анализаторе Clima MC-15 (RAL, Испания) оптимизированным кинетическим УФ-методом в диапазоне 5–1200 Me/л.

Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием программных приложений MicrosoftExcel 2013 и Statistica 13.0. Полученные результаты представлены в виде среднего арифметического значения и величины стандартной ошибки среднего ($M \pm m$). Проверку распределения на предмет соответствия нормальному закону выполняли путем вычисления критерия Шапиро-Уилка. Выявлено, что не по всем изучаемым параметрам вид распределения полученных данных соответствует нормальному, в связи с чем последующий анализ на предмет наличия статистически значимых различий проводили с применением U-критерия Манна-Уитни и критерия Вилкоксона.

1.3 Результаты и их обсуждение

В ходе исследования показано, что ответная реакция организма на предъявленное контрольное испытание в 1 сутки исследования определяется следующими динамическими изменениями физиологических механизмов регуляции сердечного ритма и биохимических процессов у испытуемых обеих групп: усиливается тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы

(ВНС) с характерным напряжением центрального контура регуляции кровообращения, возрастает общая активность ЛДГ, увеличивается уровень первичных и конечных продуктов ПОЛ в ротовой жидкости. Известно, при интенсивной двигательной деятельности продолжительного характера покрытие энерготрат организма происходит, преимущественно, за счет гликолитического механизма ресинтезааденозинтрифосфата (АТФ), характерной особенностью которого, в случае дефицита кислорода, является рост активности ЛДГ с соответствующим повышением концентрации молочной кислоты в тканях [2]. Так, общая активность ЛДГ в ответ на предъявленное контрольное испытание статистически значимо повысилась в обеих группах исследования на 41,74% и 43,87%. Увеличение активности ЛДГ в условиях выполнения физических упражнений до индивидуальных предельно допустимых значений указывает на повышение мощности и метаболической ёмкости гликолитического механизма энергообразования, а также в случае прогрессивного роста спортивных результатов на рост уровня физической подготовленности атлетов [10]. При невыполнении последнего условия, вышеуказанная динамика является результатом несоответствия физических нагрузок достигнутому уровню физической подготовленности спортсмена, последствием которого может быть срыв адаптационных процессов в организме с последующим развитием преморбидных патологических состояний [10].

Исследование влияния контрольного тестирования на состояние системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» в ротовой жидкости показало статистически значимое снижение всех параметров кривой хемилюминесцентной реакции по сравнению с данными, полученными в состоянии покоя (рис. 1).

Так, индексы биохемилюминограммы S и I_{\max} статистически значимо уменьшились на 22,29% и 14,73% соответственно. При этом, несмотря на более низкую потенциальную способность к свободнорадикальному окислению, содержание ТК и ОШ в ротовой жидкости в постнагрузочном состоянии было статистически значимо выше на 40,01 и 89,23%, соответственно, что свидетельствует о низкой степени реактивности системы антиоксидантной защиты у испытуемых (рис. 2).

Полученные результаты убедительно свидетельствуют об интенсификации развития оксидативного стресса. По-видимому, гипоксическое состояние, вызванное несоответствием кислородного запроса текущему его потреблению, через стимуляцию симпатoadренальной системы инициировало интенсивное образование реакционно-активных форм кислорода с последующим развертыванием свободно-радикальных и перекисных реакций в тканях [15]. Известно, что продукты окислительной модификации макромолекул, имея высокую реакционную способность и избирательность биологического действия, могут быть звеном, лимитирующим устойчивость организма к выполнению интенсивных физических упражнений [2, 7].

Применяемая с профилактической целью комбинированная композиция на основе мёда с добавлением пчелиного ММ и убихинона-10 существенно ослабила напряжение надсегментарных уровней регуляции кровообращения, увеличив общий диапазон распределения RR-интервалов на гистограмме. Так, после выполнения контрольного тестирования индекс напряжения регуляторных систем (ИН) в группе Б достоверно уменьшился на 28,65%, а вариационных размах (ВР) статистически значимо увеличился на 142,86% в сравнении с плацебо (табл. 1).

Рост мощности спектра в VLF-диапазоне на фоне статистически значимого увеличения ТР может свидетельствовать о мобилизации энергетических и метаболических резервов в организме в ответ на прием исследуемой композиции. Так, абсолютная мощность VLF-колебаний ВСР в группе Б после выполнения контрольного тестирования статистически значимо увеличилась на 364,16% на фоне достоверного роста показателя ТР в 4,66 раза относительно значений группы плацебо.

Вместе с тем показано, что прием композиции «ММ-Q10-мёд» корригирует вагосимпатический баланс испытуемых, синхронно усиливая парасимпатическую регуляцию сердечного ритма и угнетая активность симпатического отдела ВНС в постнагрузочном состоянии. После выполнения контрольного испытания показатели SDNN и RMSSD в группе Б были статистически значимо выше на 187,37% и 441,49% соответственно. Результаты, возможно, объясняются синергизмом действия компонентов исследуемых веществ, которые, по-видимому, опосредованно оптимизируют тоническую активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС по принципу функциональной синергии, что находит подтверждение в ряде аналогичных исследований [8, 9].

При анализе состояния прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза на 10 сутки приема изучаемой композиции установлено достоверное снижение всех параметров кривой хемилюминесцентной реакции в сравнении с данными, полученными в группе плацебо. Так, после выполнения контрольного испытания индексы биоchemилуминограммы S и I_{max} статистически значимо уменьшились на 25,32% и 31,68% (табл. 2).

Также существенной кинетике подверглись индикаторы окислительного стресса: концентрация лактата и уровень ОШ в ротовой жидкости у испытуемых группы Б в постнагрузочном состоянии были статистически значимо ниже на 7,19% и 34,33% соответственно в сравнении с испытуемыми группы плацебо (табл. 3).

По-видимому, убихинон-10 встраивается в поврежденные при окислительном стрессе мембраны митохондрий, действуя как модулятор липидного состава мембран, предотвращая возникновение неконтролируемой цепной реакции ПОЛ с последующими метаболическими сдвигами. Данный факт находит подтверждение в исследовании Ali A.M. и соавт., где обнаружено статистически значимое снижение содержания лактата и уровня малонового диальдегида в сыворотке крови у квалифицированных каратистов вследствие 60-дневного приема убихинона-10 в дозе 30 мг/сут [16]. Похожие результаты были получены в исследовании Armanfar M. и соавт., которые показали уменьшение концентрации молочной кислоты и продуктов ПОЛ у квалифицированных легкоатлетов после преодоления тестовой дистанции 3000 метров в случае превентивного использования убихинона-10 в дозе 5 мг/кг/сут в течение 14 суток [17, 18]. Можно предполагать, что встраивание убихинона-10 в мембраны органелл, влияние на белок-липидные взаимодействия и заряд мембран препятствует поврежде-

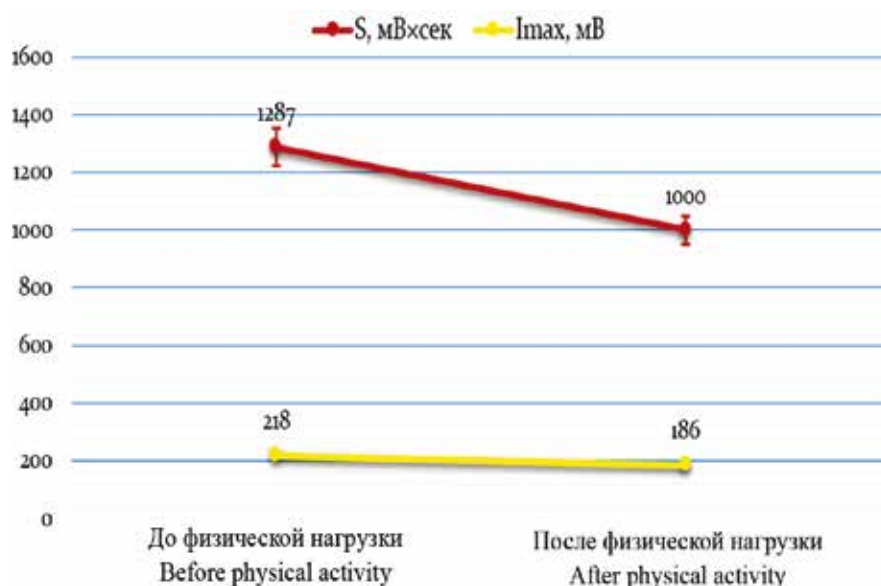


Рис. 1. Параметры биоchemилуминограммы ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов до приема веществ (n=24, M±m)
Pic. 1. Parameters of oral fluid biochemiluminogram of the highly qualified athletes before taking the substances (n=24, M±m)

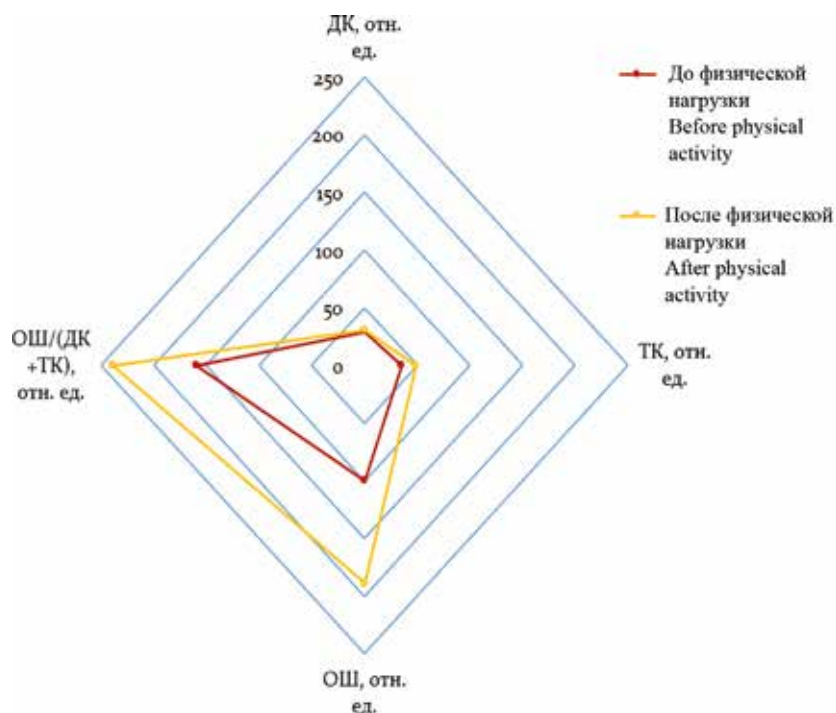


Рис. 2. Содержание продуктов перекисного окисления липидов в ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов до приема веществ (n=24, M±m)
 Рис. 2. Content of lipid peroxidation products in the oral fluid of the highly qualified athletes before taking the substances (n=24, M±m)

Таблица 1

Показатели вариабельности сердечного ритма высококвалифицированных спортсменов после приема веществ (M±m)

Table 1

Parameters of heart rate variability of the highly qualified athletes after taking the substances

Показатель, единица измерения/Index, UM	Группа А/Group A n=12		Группа Б/Group B n=12	
	До физической нагрузки (5)/Before exercise	После физической нагрузки (6)/After exercise	До физической нагрузки (7)/Before exercise	После физической нагрузки (8)/After exercise
ЧСС, уд/мин/HR, BPM	69.29±2.72	100.57±1.82*	68.75±2.05	97.51±2.68**x
RRNN, мс/msec	886.43±21.64	606.71±7.15*	873.13±24.03	649.75±9.47**x
SDNN, мс/msec	90.29±3.07	24.71±2.06*	111.13±2.11*	71.01±3.01**x
RMSSD, мс/msec	100.86±2.37	15.86±2.83*	128.75±3.59*	85.88±3.73**x
pNN50, %	43.15±2.94	11.61±1.28*	42.69±2.67	19.86±1.54**x
TP, мс ² /msec ²	9167.14±985.99	1595.21±514.84*	15473.25±750.78*	9023.75±870.37**x
HF, %	47.03±2.35	17.98±2.34*	43.99±2.51	33.61±2.33**x
LF, %	38.83±2.16	40.16±3.55	30.65±2.08*	32.08±1.85**#
VLF, %	14.16±2.07	41.84±2.75*	25.35±2.52*	34.31±3.32**x
Mo, c/sec	0.91±0.05	0.59±0.03*	0.87±0.03*	0.63±0.03**x
AMo, %	33.46±3.06	76.24±3.36*	30.69±2.64	74.76±3.58**x
BP, c/sec	0.57±0.04	0.14±0.03*	0.71±0.05*	0.34±0.02**x
ИВР, усл. ед./VBI, SU	78.01±3.26	676.24±29.57*	63.97±2.79*	508.17±22.59**x
ПАПР, усл. ед./IARP, SU	39.39±2.88	128.26±4.92*	36.34±2.29	115.38±5.66**x
ВПР, усл. ед./KVI, SU	2.32±0.17	12.45±1.85*	2.57±0.21	5.94±1.07**x
ИН, усл. ед./SI, SU	42.61±3.68	652.59±28.65*	33.51±2.99*	465.61±19.21**x

* - p≤0,01 по отношению к группе А (5)/in relation to Group A

- p≤0,01 по отношению к группе А (6)/in relation to Group A

x - p≤0,01 по отношению к группе Б (7)/in relation to Group B

нию мембранных структур – от изменения проницаемости и барьерной функции мембран до лизиса и апоптоза клетки [19]. Вместе с тем, наличие в маточном молочке пептидов и короткоцепочечных ненасыщенных жирных кислот может также играть существенную роль в дезактивации свободных радикалов и торможении процесса ПОЛ [7, 8, 20]. Так, после выполнения контрольного испытания, коэффициент ОШ/(ДК+ТК), характеризующий направленность цепных реакций свободнорадикального окисления липидов статистически значимо снизился на 29,88% в сторону уменьшения содержания ОШ в ротовой жидкости испытуемых группы Б сравнительно с группой плацебо. Полученные результаты свидетельствуют о корригирующем действии изучаемой композиции на прооксидантно-антиоксидантный гомеостаз испытуемых, которое характеризуется торможе-

нием скорости развития оксидативного стресса за счет активации системы антиоксидантной защиты.

Выявленные положительные изменения вегетативного и прооксидантно-антиоксидантного статуса, по-видимому, обусловили рост результативности спортсменов, принимавших композицию «ММ-Q10-мёд»: на 10-е сутки исследования среднее время преодоления установленной дистанции в группе Б на 1,61% сократилось в сравнении с аналогичным показателем в группе А, что согласуется с данными литературы [21]. Логично предположить, что влияние на кинетику указанного параметра оказывает в том числе увеличение мощности и метаболической емкости механизмов энергообеспечения компонентами композиции, препятствуя риску развития энергодефицитных состояний. Известно, что одним из ключевых звеньев патогенеза гипоксии органов и тка-

Таблица 2

Параметры биохемилуминограммы ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов после приема веществ (M±m)

Table 2

Parameters of oral fluid bioluminogram of the highly qualified athletes after taking the substances (M±m)

Показатель, единица измерения/Index, UM	Группа А/Group A n=12		Группа Б/Group B n=12	
	До физической нагрузки (5)/Before exercise	После физической нагрузки (6)/After exercise	До физической нагрузки (7)/Before exercise	После физической нагрузки (8)/After exercise
S, мВ×сек/mV×sec	1020,66±15,32	861,72±17,36*	889,86±17,18*	643,55±13,01**×
I _{max} , мВ/mV	247,53±7,23	197,45±7,02*	226,14±6,21*	134,89±4,35**×
tg (-2α)	109,86±3,77	102,99±3,21	132,74±3,06*	107,71±3,31
Z, отн. ед./R.U.	4,38±0,06	4,82±0,07*	4,48±0,09	4,59±0,05**×

* - p≤0,01 по отношению к группе А (5)/in relation to Group A

- p≤0,01 по отношению к группе А (6)/in relation to Group A

× - p≤0,01 по отношению к группе Б (7)/in relation to Group B

Таблица 3

Содержание лактата и продуктов перекисного окисления липидов в ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов после приема веществ (M±m)

Table 3

Content of lactate and lipid peroxidation products in the oral fluid of the highly qualified athletes after taking the substances (M±m)

Показатель, ед. измерения/Index, UM	Группа А/Group A n=12		Группа Б/Group B n=12	
	До физической нагрузки (5)/Before exercise	После физической нагрузки (6)/After exercise	До физической нагрузки (7)/Before exercise	После физической нагрузки (8)/After exercise
ДК, отн. ед./DC/R.U.	0,27±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01
ТК, отн. ед./TC/R.U.	0,34±0,02	0,35±0,03	0,34±0,02	0,31±0,01
ОШ, отн. ед./SB, R.U.	106,41±5,71	139,32±6,09*	109,65±6,65	91,49±4,48**×
ОШ/(ДК+ТК), отн. ед./SB/(DC+TC), R.U.	174,44±5,31	221,14±4,47*	176,85±5,31	155,07±3,16**×
Лактат, ммоль/л/ Lactate, mmol/L	0,54±0,01	1,67±0,01*	0,56±0,01	1,55±0,02**×

* - p≤0,01 по отношению к группе А (5)/in relation to Group A

- p≤0,01 по отношению к группе А (6)/in relation to Group A

× - p≤0,01 по отношению к группе Б (7)/in relation to Group B

нейв условиях дефицита кислорода является нарушение энергетического обмена, что сопровождается снижением интенсивности тканевого дыхания, уменьшением содержания в клетках АТФ и креатинфосфата [19]. Можно предположить, что Q10, выступая в качестве акцептора и промежуточного переносчика электронов в процессе митохондриального фосфорилирования, в случае превентивного приема увеличивает скорость потребления кислорода клетками, тем самым лимитируя аккумуляцию лактата в скелетных мышцах и крови при выполнении физических упражнений высокой интенсивности, а также, активируя АТФ-азу, стимулирует синтез АТФ, что повышает энергетический ресурс миокарда и скелетной мускулатуры [10, 22-24]. При этом доказано, что добавление Q10 к митохондриям снижает разобщающий эффект классических ингибиторов окислительного фосфорилирования и ведет к активации биосинтеза эндогенного убихинона [10, 19]. В свою очередь, за счет ММ и мёда происходит увеличение количества энергетических субстратов одновременно с компенсацией и восполнением веществ неогликогенеза, ограничивая процессы переаминирования [8, 10, 20].

Таким образом, анализируя динамику изучаемых показателей, можно судить о достижении положительного адаптационного эффекта у спортсменов в ответ на прием композиции «ММ-Q10-мёд», что позволяет говорить

об эргогенном действии указанной комбинации веществ [10].

1.4 Выводы

1. Компоненты композиции «ММ-Q10-мёд» оказывают системное влияние на разные уровни вегетативной регуляции сердечного ритма в соответствии с принципом функциональной синергии и повышают способность организма к мобилизации и использованию резервных возможностей на стадии срочной адаптации путем расширения диапазона регуляторных воздействий ВНС на синусовый ритм, лимитируя при этом негативные последствия сдвигов вегетативного гомеостаза.

2. Сочетанное применение мёда, пчелиного маточного молочка и убихинона-10 приводит к снижению скорости образования свободных радикалов и уменьшению концентрации лактата и конечных продуктов перекисного окисления липидов у высококвалифицированных спортсменов при выполнении интенсивных физических упражнений.

3. Ротовая жидкость является доступным высокоинформативным биологическим объектом неинвазивного исследования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза спортсменов при выполнении регулярных скрининговых тестов на всех этапах учебно-тренировочного и соревновательного процесса.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семенов Ю.Н., Федоров В.Ф., Флейшман А.Н., Медведев М.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации // Вестник аритмологии. 2001. №24. С.65-87.
2. 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. №3. С.82-86. DOI: 10.17691/stm2017.9.3.11
3. Михайлов В.М. Variability ритма сердца. Опыт практического применения метода. Иваново, 2000. 200 с.
4. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Удмуртский университет, 2009. 259 с.
5. 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, №1. P.811. DOI: 10.1515/cclm-2017-5022.
6. Sant'anna M.L., Casimiro-Lopes G., Boaventura G., Farinha Marques S.D., Sorenson M.M., Simao R., Pinto V.S. Anaerobic exercise affects the saliva antioxidant/oxidant balance in high-performance pentathlon athletes // Human Movement. 2016. Vol.17, №1. P.50-55. DOI:10.1515/humo-2016-0003.
7. Конторщикова К.Н., Крылов В.Н., Овчинников А.Н., Тихомирова Ю.Р., Колегова Т.И., Торшаква Г.А. Оценка

References

1. Baevskiy RM, Ivanov GG, Chireykin LV, Gavrilushkin AP, Dvlgalevskiy PY, Kukushkin YuA, Mironova TF, Priluckiy DA, Semenov YuN, Fedorov VE, Fleishman AN, Medvedev MM. Analysis of heart rate variability using the different electrocardiographic systems: method. Recommendations. Vestnik aritmologii. 2001;(24):65-87. Russian.
2. Kontorshchikova KN, Tihomirova YuR, Ovchinnikov AN, Kolegova TI, Churkina NN, Kuznecova SYu, Krylov VN. Indices of Free Radical Oxidation in the Oral Fluid as Markers of Athletes' Functional State. Sovremennye tehnologii v medicine. 2017;(3):82-6. DOI: 10.17691/stm2017.9.3.11. Russian.
3. Mihaylov VM. Heart rate variability. The experience of practical application of the method. Ivanovo; 2000. Russian.
4. Shlyk NI. The heart rate and the type of regulation in children, adolescents and athletes. Izhevsk: Udmurt University; 2009. Russian.
5. 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;55(1):811. DOI: 10.1515/cclm-2017-5022
6. Sant'anna M.L., Casimiro-Lopes G., Boaventura G., Farinha Marques S.D., Sorenson M.M., Simao R., Pinto V.S. Anaerobic exercise affects the saliva antioxidant/oxidant balance in high-performance pentathlon athletes. Human Movement. 2016;17(1): 50-5. DOI:10.1515/humo-2016-0003
7. Kontorshchikova KN, Krylov VN, Ovchinnikov AN, Tihomirova YuR, Kolegova TI, Torshakova GA. Evaluation

влияния фармакологической композиции «мёд-маточное молочко-убихинон-10» на прооксидантно-антиоксидантный гомеостаз спортсменов // Медицинский альманах. 2017. №2. С.104-107. DOI: 10.21145/2499-9954-2017-2-104-107

8. **Крылов В.Н., Агафонов А.В., Кривцов Н.И., Лебедев В.И., Бурмистрова Л.А., Ошевенский Л.В., Сокольский С.С.** Теория и средства апитерапии. М.: Комильфо. 2007. 296 с.

9. **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.

10. **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.

11. **World Medical Association Declaration of Helsinki.** Recommendation guiding physicians in biomedical research involving human subjects // Journal of the American Medical Association. 1997. Vol.277, №11. P.925-926. DOI: 10.1001/jama.1997.03540350075038.

12. **Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology.** Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // Circulation. 1996. Vol.93, №5. P.1043-1065. DOI: 10.1161/01.CIR.93.5.1043.

13. **Кузьмина Е.И., Нелюбин А.С., Щенникова М.К.** Применение индуцированной хемилюминесценции для оценки свободнорадикальных реакций в биологических субстратах. Межвузовский сборник: Биохимия и биофизика микроорганизмов. Горький, 1983. С.179-183.

14. **Волчегорский И.А., Налимов А.Г., Яровинский Б.Г., Лифшиц Р.И.** Сопоставление различных подходов к определению продуктов ПОЛ в гептан-изопропанольных экстрактах крови // Вопросы медицинской химии. 1989. №1. С.127-131.

15. **Гунина Л.М.** Окислительный стресс и адаптация: метаболические аспекты влияния физических нагрузок // Наука в олимпийском спорте. 2013. №4. С.19-25.

16. **Ali A.M., Awaad A.G.** Protective effect of coenzyme q10 against exercise-induced oxidative stress-mediated muscle fatigue in professional sportsmen // Pharmanest. 2014. Vol.5, №3. P.2011-2018.

17. **Armanfar M., Jafari A., Dehghan G.R., Abdizadeh L.** Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of inflammatory indicators and blood lactate in male runners // Medical Journal of the Islamic Republic of Iran. 2015. Vol.29. P.202.

18. **Armanfar M., Jafari A., Dehghan G.R.** Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of oxidative stress and muscle damage indicators in male runners // Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2015. Vol.17, №8. P.29-33. DOI: 10.17795/zjrms1023.

19. **Крылов В.Н., Лукьянова Л.Д.** Антигипоксическое действие экзогенного убихинона (коэнзима Q). В моногр.: Проблемы гипоксии: молекулярные, физиологические и медицинские аспекты. М., 2004. С.488-513.

20. **El-Hanoun A.M., Elkomy A.E., Fares W.A., Shahien E.H.** Impact of royal jelly to improve reproductive performance of male rabbits under hot summer conditions // World Rabbit Science. 2014. Vol.22. P.241-248. DOI: 10.4995/wrs.2014.1677.

21. **Leelarungrayub D., Sawattikanon N., Klaphajone J., Pothongsunan P., Bloomer R.J.** Coenzyme Q10 supplementation

of effect of pharmacological composition «Honey-Royal Jelly-Ubiquinone-10» on prooxidative-antioxidative homeostasis of sportsmen. Medicinskij al'manah. 2017;(2):104-7. DOI: 10.21145/2499-9954-2017-2-104-107.Russian.

8. **Krylov VN, Agafonov AV, Krivcov NI, Lebedev VI, Burmistrova LA, Oshevenskij LV, Sokolskij SS.** Theory and means of apitherapy. Moscow: Komilfo; 2007. Russian.

9. **Krylova EV, Kopylova SV, Kuznecova SV, Ovchinnikov AN.** The effects of royal jelly and ubiquinone-10 on heart rate variability of qualified swimmers during physical load. Theory and Practice of Physical Culture. 2015;(1):23-6.Russian.

10. **Ovchinnikov AN, Seleznyov VV, Krylova EV, Krylov VN.** Effect of royal jelly and ubiquinone-10 on blood hemoglobin and lactate levels of elite swimmers in pre-season.Theory and Practice of Physical Culture. 2016;(11):29-31.Russian.

11. **World Medical Association Declaration of Helsinki.** Recommendation guiding physicians in biomedical research involving human subjects. Journal of the American Medical Association. 1997;277(11):925-6. DOI: 10.1001/jama.1997.03540350075038.

12. **Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology.** Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation. 1996;93(5):1043-65. DOI: 10.1161/01.CIR.93.5.1043.

13. **Kuzmina EI, Nelyubin AS, Shchennikova MK.** The use of induced chemiluminescence to assess free radical reactions in biotic substrates. In: Biochemistry and biophysics of microorganisms. Gorky; 1983:179-83.Russian.

14. **Volchegorskiy IA, Nalimov AG, Yarovinskiy BG, Lifshic RI.** Comparison of various approaches to determination of lipid peroxidation products in heptane-isopropanol extracts of blood. Voprosy meditsinskoy khimii. 1989;(1):12731.Russian.

15. **Gunina LM.** Oxidative stress and adaptation: metabolic aspects of physical activity impact. Nauka v olimpiyskom sporte. 2013;(4):19-25. Russian.

16. **Ali AM, Awaad AG.** Protective effect of coenzyme q10 against exercise-induced oxidative stress-mediated muscle fatigue in professional sportsmen. Pharmanest. 2014;5(3):2011-8.

17. **Armanfar M, Jafari A, Dehghan GR, Abdizadeh L.** Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of inflammatory indicators and blood lactate in male runners. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran. 2015;29:202.

18. **Armanfar M, Jafari A, Dehghan GR.** Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of oxidative stress and muscle damage indicators in male runners. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2015;17(8):29-33.DOI: 10.17795/zjrms1023

19. **Krylov VN, Lukyanova LD.** Antihypoxic effect of exogenous ubiquinone (coenzyme Q). In: Problems of hypoxia: molecular, physiological and medical aspects. Moscow; 2004. Russian.

20. **El-Hanoun AM, Elkomy AE, Fares WA, Shahien EH.** Impact of royal jelly to improve reproductive performance of male rabbits under hot summer conditions. World Rabbit Science. 2014;22:241-8.DOI: 10.4995/wrs.2014.1677

21. **Leelarungrayub D, Sawattikanon N, Klaphajone J, Pothongsunan P, Bloomer RJ.** Coenzyme Q10 supplementation decreases oxidative stress and improves physical performance in

decreases oxidative stress and improves physical performance in young swimmers: a pilot study // The Open Sports Medicine Journal. 2010. Vol.4. P.1-8. DOI: 10.2174/1874387001004010001.

22. **Demirci N.** The impact of coenzyme Q10 supplement on the indicators of muscle damage in young male skiing athletes // Educational Research and Reviews. 2015. Vol.10. №1. P.75-80. DOI: 10.5897/ERR2014.1978.

23. **Khanvari T., Rezaei B., Sardari F., Safaeipour S.** The effect of 14 days coenzyme Q10 supplementation on muscle damage markers and fatigue in inactive male // International Journal of Sport Studies. 2016. Vol.6. №4. P.220-226.

24. **Demirci N., Beytut E.** Effects of oral coenzyme Q10 on preventing the accumulation of lactic acid developing during the exercise performances of endurance skiing athletes // American Journal of Sports Science. 2014. Vol.2, №3. P.65-70.

young swimmers: a pilot study. The Open Sports Medicine Journal. 2010;4:1-8.DOI: 10.2174/1874387001004010001.

22. **Demirci N.** The impact of coenzyme Q10 supplement on the indicators of muscle damage in young male skiing athletes. Educational Research and Reviews. 2015;10(1):75-80.DOI: 10.5897/ERR2014.1978.

23. **Khanvari T, Rezaei B, Sardari F, Safaeipour S.** The effect of 14 days coenzyme Q10 supplementation on muscle damage markers and fatigue in inactive male. International Journal of Sport Studies. 2016;6(4):220-6.

24. **Demirci N, Beytut E.** Effects of oral coenzyme Q10 on preventing the accumulation of lactic acid developing during the exercise performances of endurance skiing athletes. American Journal of Sports Science. 2014;2(3):65-70.

Сведения об авторах:

Овчинников Александр Николаевич, аспирант Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского Минобрнауки России. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7527-3503>. (+7 (904) 066-44-57, alexander_ovchinnikov91@mail.ru)

Крылова Елена Валерьевна, доцент кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского Минобрнауки России, к.б.н., доцент. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4210-5068>

Конторщикова Клавдия Николаевна, заведующая кафедрой клинической лабораторной диагностики ФГБОУ ВО НижГМА Минздрава России, профессор кафедры молекулярной биологии и иммунологии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского Минобрнауки России, д.б.н., профессор. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1385-2443>

Крылов Василий Николаевич, профессор кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского Минобрнауки России, д.б.н., профессор. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4391-709X>

Information about the authors:

Aleksandr N. Ovchinnikov, Postgraduate Student of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7527-3503>. (+7 (904) 066-44-57, alexander_ovchinnikov91@mail.ru)

Elena V. Krylova, Ph.D. (Biology), Associate Professor of the Department of Physiology and Anatomy of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4210-5068>

Claudia N. Kontorshchikova, D.Sc. (Biology), Prof., Head of the Department of Clinical Laboratory Diagnostics of the Nizhny Novgorod State Medical Academy, Prof. of the Department of Molecular Biology and Immunology of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1385-2443>

Vasily N. Krylov, D.Sc. (Biology), Prof., Professor of the Department of Physiology and Anatomy of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4391-709X>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 07.02.2018

Принята к публикации: 21.02.2018

Received: 7 February 2018

Accepted: 21 February 2018