

Влияние биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок на микроциркуляцию и обмен веществ у лыжников-гонщиков

Ф.Б. Литвин¹, Т.М. Брук¹, П.А. Терехов¹, И.А. Прохода², Д.Б. Никитюк³, С.В. Клочкова⁴

¹ФГБОУ ВО Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Министерство спорта РФ, г. Смоленск, Россия

²ФГБОУ ВО Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, Министерство образования и науки РФ, г. Брянск, Россия

³ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии, Министерство образования и науки РФ, г. Москва, Россия

⁴ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Министерство здравоохранения РФ, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить влияние биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок на микроциркуляцию и обмен веществ у лыжников-гонщиков. **Материалы и методы:** обследовано 58 лыжников-гонщиков мужского пола 18-20 лет, уровня 1 разряд – КМС/ Лыжники основной группы (30) на протяжении 21-го дня ежедневно употребляли гомогенат трутневых личинок в расчете 10 мг/кг массы тела. Спортсмены из группы сравнения (28) принимали картофельный крахмал (плацебо). Исследование системы микроциркуляции проводили лазерным анализатором капиллярного кровотока «ЛАКК-М». Запись проводили до приема, в 1-й, 10-й и 21-й дни исследования и через 30 дней после окончания приема. **Результаты:** в экспериментальной группе в системе микроциркуляции обнаружено достоверное на 121% ($p<0,05$) повышение перфузии, обусловленное увеличением на 149% ($p<0,05$) вазодилатации прекапиллярных сфинктеров. Выявлен экономизирующий эффект по использованию кислорода, что сопровождалось снижением на 148% потребления кислорода тканями и ростом на 125% ($p<0,05$) сатурации кислорода. Адаптогенный эффект проявляется с 10 дня, достигает максимального уровня на 21 день и сохраняется на 30 день после завершения приема. **Выводы:** анализ полученных результатов показал целесообразность включения гомогената трутневых личинок в спортивное питание.

Ключевые слова: спорт, апипродукт, микроциркуляция, регуляция, обмен кислорода

Для цитирования: Литвин Ф.Б., Брук Т.М., Терехов П.А., Прохода И.А., Никитюк Д.Б., Клочкова С.В. Влияние биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок на микроциркуляцию и обмен веществ у лыжников-гонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №3. С. 88-95. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.88.

Effect of biologically active additives based on the homogenate of drone larvae on microcirculation and metabolism in Nordic skiers

Fedor B. Litvin¹, Tatyana M. Bruk¹, Pavel A. Terekhov¹, Irina A. Prokhoda², Dmitry B. Nikityuk³, Svetlana V. Klochkova⁴

¹Smolensk State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Smolensk, Russia

²Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, Bryansk, Russia

³Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

⁴Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the effect of biologically active additives (BAA) based on the homogenate of drone larvae on microcirculation and metabolism in Nordic skiers. **Materials and methods:** 58 male skiers at the age of 18-20 years ranging from 1 category to CMS were divided into two groups: the main group (30 athletes) and the comparison group (28 athletes). The skiers of the main group used the homogenate of drone larvae daily at a dose of 10 mg/kg of body weight during 21 days. Athletes from the comparison group received potato starch (placebo). The study of the microcirculation system was performed with a laser analyzer of the capillary blood flow «LAKK-M» before the BAA administration, at the 1st, 10th and 21st days of the study and 30 days after the end of the BAA administration. **Results:** A significant increase in perfusion was observed in the experimental group (121%, $p<0.05$) due to an increase in vasodilation of precapillary sphincters by 149% ($p<0.05$). The oxygen consumption became more economical: tissue oxygen

consumption decreased by 148% and oxygen saturation increased by 125% ($p < 0.05$). The adaptogenic effect started from 10th day, reached a maximum level on 21st day and persisted for 30 days after completion of the reception. **Conclusions:** analysis of the results showed the feasibility of including the homogenate of drone larvae in sports nutrition.

Key words: sport, apiproduct, microcirculation, regulation, oxygen exchange

For citation: Litvin FB, Bruk TM, Prokhoda IA, Nikityuk DB, Klochkova SV. Effect of biologically active additives based on the homogenate of drone larvae on microcirculation and metabolism in Nordic skiers. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* (Sports medicine: research and practice). 2018;8(3):88-95. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.88.

1.1. Введение

Действие природных адаптогенов имеет полифункциональную направленность от повышения специфического и неспецифического иммунитета, [1-12] до оптимизации работы регулирующих систем, стимуляции ангиогенеза, сбалансированной активации энергетического и пластического обмена, оптимизации основных ферментных систем. Адаптогены повышают активность антиоксидантной системы и угнетают процессы образования активных форм кислорода. Особенность их воздействия выражается в «подтягивании» высоких и низких функциональных и психологических показателей к определенному «гомеостатическому коридору», индивидуальному для каждого спортсмена. Использование адаптогенов способствует более быстрому развитию тренированности и ускорению восстановления после тренировок [13-15].

В литературе последних лет значительное внимание уделяется продуктам пчеловодства (апипродукты), которые улучшают адаптивную способность организма к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, снижают утомление, отрицательное действие эмоциональных нагрузок, стресс-факторов. В подавляющем числе работ [16-18] изучено профилактическое и регулирующее действие апипродуктов на функции органов и систем ослабленного или болеющего организма. И только единичные работы освещают использование апипродуктов в спорте как актопротекторного, иммуностимулирующего, иммуномодулирующего, восстанавливающего после физических нагрузок, средства [19]. Перспективным из большого многообразия продуктов пчеловодства является гомогенат трутневых личинок (трутневое молочко), содержащий широкий спектр органических и неорганических биологически активных веществ. В единичных работах на экспериментальных животных показано положительное актопротекторное действие трутневого молочка на организм. В частности в работе Бурмистровой Л.А., [20] показано, что после курсового приема трутневого молочка повышаются объемы выполняемых интенсивных физических нагрузок, наблюдаются биохимические изменения в крови, характерные для проявления данного эффекта. Немаловажным является факт ускоренного восстановления концентрации тестостерона после физических нагрузок. Одним из преимуществ использования трутневого гомогената в спортивном питании перед разрешенными синтетическими фармпрепаратами, является его высокая функциональная активность. Он действует мягче, физиологичнее, не вызывает побочных отклонений.

Цель исследования: изучить влияние биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок на микроциркуляцию и обмен веществ у лыжников-гонщиков.

Задачи исследования:

1. Проанализировать влияние биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок на характеристики системы микрогемодициркуляции.
2. Выявить сроки эффективного воздействия биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок на работу системы микрогемодициркуляции.
3. Установить возможности по расширению адаптационного потенциала важнейших систем организма в условиях курсового применения биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок

1.2 Материалы и методы

В исследовании приняли участие 58 лыжников-гонщиков мужского пола в возрасте 18-20 лет (уровень спортивной квалификации 1 разряд – КМС), которые были распределены на две группы: основная группа (30 спортсменов) и группа сравнения (28 спортсменов). Лыжники основной группы на протяжении 21-го дня ежедневно употребляли гомогенат трутневых личинок (апипродукт «Билар», Россия) в расчете 10 мг/кг массы тела. Прием апипродукта осуществлялся утром, натощак. Спортсмены из группы сравнения принимали картофельный крахмал (плацебо). Все участники эксперимента были проинформированы о целях, методах, возможных побочных эффектах, продолжительности исследования. После этого у лыжников-гонщиков было получено письменное согласие на их участие в эксперименте. Исследование системы микроциркуляции проводили лазерным анализатором капиллярного кровотока «ЛАКК-М» («ЛАЗМА», РФ). Продолжительность записи ЛДФ-граммы на ладонной поверхности 4 пальца кисти правой руки составляла 5 мин. Анализировали следующие показатели: параметр микроциркуляции (ПМ) в перфузионных единицах (п.е.) с автоматическим расчетом его среднего значения, отражающего количество эритроцитов и среднюю скорость эритроцитов в зондируемом объеме ткани. Амплитудно-частотный анализ осцилляций кровотока был выполнен с помощью программы вейвлет-анализа. По результатам амплитудно-частотного анализа колебаний кровотока рассчитывали показатели активного механизма контроля микрогемодинамики ((нейрогенный (Ан), миогенный (Ам) и эндотелийзависимый (Аэ) компоненты тонуса (п.е.)), а

также максимальную амплитуду колебаний кровотока в диапазоне дыхательных экскурсий (Ад) и кардиоритма (Ас) (п.е.), представляющие пассивные механизмы регуляции. Методом оптической тканевой оксиметрии, применяемым в данном приборе, оценивали уровень сатурации кислорода (SO₂, %) и величину удельного потребления кислорода (U, y.e.). Лазерная флуоресцентная диагностика позволяет оценить интенсивность излучения спектров флуоресценции восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотида (НАДН) и окисленной формы флавинадениндинуклеотида (ФАД). Уровень утилизации кислорода оценивали по величине флуоресцентного показателя потребления кислорода (ФПК) коферментов, участвующих в дыхательной цепи, как отношение НАДН к ФАД: ФПК = АНАДН / АФАД. Расчет всех показателей проводили с помощью специального пакета программ (версия 2.0.0.423, НПП «ЛАЗМА», Россия).

Регистрацию данных проводили до приема гомогената трутневых личинок в 1-й, 10-й и 21-й дни исследования, а также через 30 дней после окончания приема апипродукта.

Полученные результаты исследований были обработаны статистически с использованием пакета прикладных программ SPSS 13.0 для Windows. Результаты представлены в виде средних величин и стандартной ошибки средней величины ($M \pm m$). Оценка достоверности различий средних величин проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Уровень значимости считали достоверным при $p < 0,05$.

Характеристика гомогената трутневых личинок (апипродукта «Билар»). Гомогенат трутневых личинок получают методом вакуумного высушивания биомассы. Он характеризуется как желтое, порошкообразное вещество со сладковатым, хлебным вкусом и специфиче-

ским запахом (табл. 1), не содержит механических примесей и полностью растворяется в воде, не токсичен и не патогенен.

Содержание белка в гомогенате составляет 51,2%, в состав которого входят 16 общих и 28 свободных аминокислот (табл. 2).

Из жирных кислот в гомогенате представлены: миристиновая, пентадекановая, пальмитиновая, стеариновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая, деценовая. Таким образом, липиды представлены в основном мононасыщенными (50%), насыщенными (45%) и полиненасыщенными (5%) жирными кислотами.

В состав гомогената входят макро- и микроэлементы, представленные в таблице 3.

В апипродукте содержится следующие витамины: (мг/100мл): β -j – токоферол – 600; α -токоферол – 370; витамины группы В (В1, В2, В3, В5, В6); β – каротин. В апипродукте также присутствуют желчные кислоты (мкг/мл): холестерол – 0,13, дезоксихолевая – 1,35, урсодезоксихолевая – 0,043, литохолевая – 1,3 [Прохода И.А., 2009]. В трутневом расплоде содержится 0,307 \pm 0,015 нмоль/100 г тестостерона; 410,0 \pm 65,4 нмоль/100 г пролактина; 51,32 \pm 8,69 нмоль/100 г прогестерона и 677,6 \pm 170,3 нмоль/100 г эстрадиола [13].

1.3 Результаты и их обсуждение

Выполненные исследования выявили разнонаправленный функциональный эффект после курсового гомогената трутневых личинок, который находился в зависимости от продолжительности его приема. Так, у спортсменов основной группы в отличие от группы сравнения на 10-й день приема наблюдалось достоверное снижение на 23% интенсивности микроциркуляции ($p < 0,05$) (табл. 4). У спортсменов группы сравнения на протяжении 10 дней тренировочных занятий данный

Таблица 1

Органолептические и физико-химические показатели гомогената трутневых личинок (продукта «Билар»)

Table 1

Organoleptic and physico-chemical parameters of the homogenate of drone larvae («Bilar» product)

Цвет/Colour	Желтый
Запах/Smell	Специфический
Вкус/Taste	Хлебный
pH/pH	7,0 \pm 0,67
Растворимость в воде/Solubility in water	Полностью
Механические примеси/Mechanical impurities	Отсутствуют
Массовая доля сухих веществ, %/Mass fraction of dry substances, %	95
- титрованные кислоты/Titrated acids	0,80 \pm 0,04
- белок/protein	51,2 \pm 2,01
- сахара/sugar	30,0 \pm 1,5
- жиры/fats	4,8 \pm 0,5

Таблица 2

Содержание аминокислот

Table 2

The amino acid profile

Заменимые аминокислоты/ Nonessential amino acids	Содержание, %/ Content, %	Незаменимые аминокислоты/ Essential amino acids	Содержание, %/ Content, %
Аргинин/Arginine	1,73	Валин/Valine	2,25
Цистин/Cystine	0,22	Гистидин/Histidine	0,90
Тирозин/Tyrosine	1,93	Лизин/Lysine	2,32
Пролин/Proline	2,67	Треонин/Threonine	1,62
Серин/Serin	1,59	Метионин/Methionine	0,77
Аланин/Alanin	2,04	Фенилаланин/Phenylalanine	1,56
Глицин/Glycine	1,48	Изолейцин+лейцин/Isoleucine + leucine	4,76
Глутаминовая кислота/Glutamic acid	2,25	-	-
Аспаргиновая кислота/Aspartic acid	2,32	-	-

Таблица 3

Минеральный состав гомогената трутневых личинок, мкг/г

Table 3

Mineral composition of the homogenate of drone larvae, µg/g

Элемент/Element	Ca	K	Fe	Mn	Zn	Cu	Se	J
Содержание, мкг/г/Content, µg/g	470,00	5558,50	24,00	2,44	65,30	14,73	0,49	3,93
Элемент/Element	Br	Ni	S	Sr	As	Pb	Cd	Cr
Содержание, мкг/г/Content, mcg/g	1,42	0,66	1955,00	0,34	0,53	0,48	0,08	3,30

Таблица 4

Динамика параметров микроциркуляторного русла у спортсменов ЭГ 18-20 лет (n=30) при приеме апипродукта (M±m)

Table 4

Dynamics of the parameters of the microcirculatory bloodstream in athletes of experimental group from 18 to 20 years old (n=30) taking apiproduct (M±m)

Показатели микроциркуляции/ Indices of microcirculation	До приема апипродукта/ Before taking apiproduct (1)	Применение апипродукта/ Application of apiproduct		Через 30 дней после окончания приема/ 30 days after the end of admission (4)	P* < 0,05
		10 день/ 10th day (2)	21 день/ 21th day (3)		
ПМ, п.е./MI	12,92±0,45	10,53±0,38	14,37±0,56	13,85±0,40	P1:2;P1:3;P2:3; P2:4.
SO ₂ , %	60,80±1,56	62,60±2,08	71,70±3,44	64,30±2,07	P1:3;P2:3.
SpO ₂ , %	96,80±0,56	98,30±0,41	99,00±0,01	98,00±0,50	P1:2;P1:3.
УЕ.	1,64±0,09	1,57±0,10	1,37±0,07	1,55±0,05	P1:3.
ФПК/FOC	3,09±0,10	3,03±0,15	3,03±0,07	3,14±0,12	-
Аэ, п.е./Ae	15,43±1,02	13,64±1,46	22,42±2,38	7,21±0,21	P1:3;P2:3; P1:4;P2:4; P3:4.
Ан, п.е./An	11,89±1,16	12,95±1,17	20,84±2,53	12,76±1,38	P1:3; P2:3; P3:4.
Ам, п.е./Am	6,51±0,85	8,10±0,68	10,86±0,49	7,73±0,87	P1:3;P2:3.
Ад, п.е./Ab	3,55±0,10	4,72±0,21	3,66±0,18	4,25±0,16	P1:2; P2:3; P1:4.
Ас, п.е./Ac	3,90±0,52	5,45±0,76	6,13±1,08	4,90±0,43	P1:2;P1:3.

*P – достоверность различий/significance of differences

показатель перфузии на 12% достоверно повысился по сравнению с исходным значением ($p < 0,05$) (табл. 5). В результате к 10-му дню исследования различия по уровню перфузии между лыжниками основной группы и группы сравнения увеличились на 38% ($p < 0,05$).

Из этого следует, что после 10-ти дневного приема гомогената трутневых личинок механизмы обеспечения пластического и энергетического обмена у спортсменов основной группы начинают функционировать с меньшим напряжением, а, значит, обеспечивают адекватную микрогемодинамику при меньших затратах энергии и с меньшим расходом адаптационного потенциала. Выявленная динамика показателя перфузии в значительной мере определяется работой механизмов регуляции кровотока, среди которых подавляющее большинство исследователей выделяют активный и пассивный механизмы. Сравнительный анализ активных механизмов регуляции показал определенную взаимосвязь между уровнем перфузии и вкладом каждого из контуров регуляции (табл. 4). Применение гомогената трутневых личинок в первые 10 дней сопровождалось незначительным на 13% повышением тонуса эндотелийзависимого механизма и снижением тонуса нейрогенного и миогенного механизмов регуляции. При этом, если тонус симпатического отдела ВНС недостоверно снижался на 9% ($p > 0,05$), то вазодилаторный эффект прекапиллярных сфинктеров достоверно увеличился на 24% ($p < 0,05$). За этот период времени в группе сравнения вклад эндотелийзависимого контура регуляции достоверно снизился на 34%, нейрогенного - недостоверно на 12%, а миогенного незначительно вырос на 14%.

Анализ участия пассивных механизмов в регуляции микроциркуляции у лыжников основной группы продемонстрировал статистически ненадежное повышение вклада респираторного механизма на фоне достоверного на 57% ($p < 0,05$) увеличения вклада пульсового механизма к 21 дню исследования. Очевидно, можно предполагать, что вазодилатация микрососудов, вызванная работой активных механизмов облегчает проникновение в микроциркуляторное русло пульсовых колебаний, задаваемых систолой сердечной мышцы. По данным оптической тканевой оксиметрии у лыжников основной группы к 10-му дню происходит усиление кислородтранспортной функции крови на уровне крупных сосудов. В результате показатель насыщения кислородом артериальной крови увеличился на 1,5%. В системе микроциркуляции, напротив, отмечается снижение потребления кислорода, о чем свидетельствует повышение на 4,4% показателя сатурации кислорода в смешанной крови микроциркуляторного русла. На снижение интенсивности обмена веществ у лыжников основной группы указывает и уменьшение на 4,5% величины потребления кислорода тканями, тогда как у спортсменов группы сравнения данный показатель повышается на 3,5%. По данным лазерной флуоресцентной диагностики у спортсменов обеих групп уровень утилизации кислорода в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в митохондриях клеток по данным ФПК на 10-й день исследования незначительно снижается без видимых различий.

К окончанию приема исследуемого апипродукта происходит кардинальная перестройка в работе систе-

Таблица 5

Динамика параметров микроциркуляторного русла у спортсменов КГ 18-20 лет ($n=28$) при приеме плацебо ($M \pm m$)

Table 5

Dynamics of the parameters of the microcirculatory bloodstream in athletes of control group from 18 to 20 years old ($n=28$) taking placebo ($M \pm m$)

Показатели микроциркуляции/ Indices of microcirculation	До приема апипродукта/ Before taking aproduct (1)	Применение апипродукта/ Application of aproduct		Через 30 дней после окончания приема/ 30 days after the end of admission (4)	P* < 0,05
		10 день/10th day (2)	21 день/21th day (3)		
ПМ, п.е./MI	13,02 ± 0,48	14,53 ± 0,41	11,92 ± 0,61	12,42 ± 0,31	P1:2; P2:3; P2:4.
SO ₂ , %	58,69 ± 1,15	61,30 ± 2,48	57,30 ± 1,25	52,20 ± 2,85	P1:4; P2:4; P3:4.
SpO ₂ , %	95,90 ± 0,41	96,40 ± 0,45	98,30 ± 0,15	97,30 ± 0,15	P1:4; P2:3.
UE	1,73 ± 0,05	1,79 ± 0,07	2,03 ± 0,09	2,08 ± 0,14	P1:3; P1:4; P2:3.
ФПК/FOC	3,01 ± 0,07	2,98 ± 0,09	2,95 ± 0,08	2,81 ± 0,11	
Аэ, п.е./Ae	16,09 ± 0,67	12,01 ± 1,20	18,23 ± 2,29	16,81 ± 0,31	P1:2; P2:3; P2:4.
Ан, п.е./An	10,24 ± 1,15	9,12 ± 1,33	18,46 ± 1,39	12,35 ± 1,32	P1:3; P2:3; P3:4.
Ам, п.е./Am	8,07 ± 1,14	9,19 ± 1,44	7,29 ± 0,23	7,13 ± 1,21	
Ад, п.е./Ab	4,09 ± 0,22	3,51 ± 0,21	4,47 ± 0,27	4,69 ± 0,23	P2:4.
Ас, п.е./Ac	4,10 ± 0,23	4,95 ± 1,27	5,18 ± 0,33	4,12 ± 0,24	

*P - достоверность различий/significance of differences

мы микроциркуляции, которая, по всей видимости, направлена на дальнейшее расширение адаптационного потенциала и росту функциональной избыточности организма. На 21-й день у лыжников основной группы статистически надежно повышается величина перфузии как по сравнению с исходным состоянием (на 11%), так и по сравнению с 10-м днем приема (на 36%). В группе сравнения отмечается усиление дефицита микрокровотока с понижением показателя перфузии на 9% по сравнению с началом исследования и на 22% по сравнению с 10-м днем эксперимента ($p < 0,05$). Активное участие в повышении перфузии принимают местные механизмы регуляции. По данным вейвлет-анализа у лыжников основной группы вклад эндотелийзависимого механизма достоверно возрастает на 45% по сравнению с исходным уровнем и на 64% по сравнению с 10-м днем ($p < 0,05$). Отмеченный вазодилаторный эффект, по всей вероятности, определяется повышенным содержанием в продукте аминокислоты аргинина, которая является предшественником оксида азота, мощнейшего вазодилатора микрососудов. Очевидно, можно предполагать, что применение гомогената трутневых личинок снижает активность симпатического звена ВНС, о чем свидетельствует повышение вклада нейрогенного механизма в перфузию на уровне микроциркуляторного русла. К завершению исследования тонус симпатических нервов уменьшился на 75% по сравнению с исходным состоянием и на 61% по отношению к величине на 10-й день исследования. На сегодняшний день достаточно доказательств того, что путь аргинин – оксид азота – цГМФ играет важнейшую нейромодулирующую роль в функционировании сердечно автономной нервной системы - увеличивает вагусное влияние и ингибирует симпатический компонент. Вазодилаторный эффект на уровне прекапиллярных сфинктеров оказался более консервативным. В частности, показатель снижения тонуса прекапилляров увеличился на 67% по сравнению с исходной величиной и на 34% по отношению к величине на 10-й день приема гомогената трутневых личинок ($p < 0,05$). По всей видимости, при воздействии применяемой величины тренировочной нагрузки объем притекаемой в обменное звено крови, достаточный для обеспечения адекватного кровотока. В этих условиях прекапиллярные сфинктеры, умеренно сокращаясь, избыток крови направляют по системе анастомозов, минуя капилляры. На случай повышения объема и интенсивности физических нагрузок, прекапилляры, снижая тонус, способны увеличить дополнительный приток крови в обменное звено, что свидетельствует о функциональной надежности и избыточности системы микроциркуляции в целом. У лыжников из группы сравнения за период исследования статистически надежно повысился вклад нейрогенного механизма, тогда как активность эндотелийзависимого контура регуляции тенденциозно по-

вышалась, а миогенного незначительно снижалась. На этом фоне за время эксперимента у лыжников группы сравнения достоверных изменений в работе пассивных механизмов не обнаружено. Повышение экономичности в работе системы микроциркуляции у лыжников основной группы проявляется снижением показателя удельного потребления кислорода к 21 дню на 20% ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем и на 15% по сравнению с показателем 10-го дня исследования. Соответственно в смешанной крови микроциркуляторного русла за указанный период на 17% достоверно увеличился показатель сатурации кислорода. Минимальной оказалась и величина участия кислорода в окислительно-восстановительных реакциях.

У лыжников группы сравнения за время эксперимента в системе микроциркуляции отмечался рост напряженности, который выражался повышением уровня потребления кислорода на 17% относительно исходного значения % и на 17% по сравнению с 10-м днем исследования ($p < 0,05$). Это сопровождалось снижением на 7% содержания кислорода в смешанной крови микроциркуляторного русла и повышением на 2% использования кислорода в окислительно-восстановительных реакциях на уровне митохондрий.

Таким образом, курсовое применение гомогената трутневых личинок приводило к нарастанию кумулятивного эффекта в системе микроциркуляции, который сопровождался потенциальным нарастанием функциональных резервных возможностей организма с одновременным повышением экономичности в работе в условиях тренировочного режима. В этой связи неподдельный интерес вызывал вопрос о возможности пролонгированного действия апипродукта после завершения его приема. С этой целью нами проводилось дополнительное исследование через 30 дней после завершения приема гомогената трутневых личинок. Был отмечен сохраняющийся по сравнению с исходными показателями повышенный на 7% уровень перфузии, на 6% показатель сатурации кислорода, пониженное на 6% удельное потребление кислорода тканями. Из механизмов регуляции обращает внимание стремительное снижение на 114% ($p < 0,05$) вклада эндотелийзависимого механизма на фоне восстановления нейрогенного и миогенного механизмов. Предположительно резкое снижение вклада эндотелийзависимого механизма обусловлено прекращением поступления аргинина после завершения приема апипродукта. Существенных изменений в работе пассивных механизмов не обнаружено.

В группе сравнения через 30 дней после завершения эксперимента продолжалось незначительное снижение интенсивности микроциркуляции, достоверное снижение на 12% ($p < 0,05$) показателя сатурации кислорода, повышение на 20% величины удельного потребления кислорода и на 7% участие кислорода в окислительно-

восстановительных реакциях. Реактивность микрососудов по данным активных и пассивных механизмов регуляции соответствовала исходному уровню.

1.4 Выводы

По результатам исследования доказана целесообразность применения апипродукта на основе гомогената

Список литературы

1. **Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П., Молибога Е.А.** Современное состояние и перспективы развития производства специализированных продуктов для питания спортсменов // Вопросы питания. 2017. Т.86, №2. С. 100-6.
2. **Бальхаев И.М., Шантанова Л.Н., Тулесонова А.С.** Актопротекторная активность адаптогенов природного происхождения // Сибирский медицинский журнал. 2014. №1. С. 100-3.
3. **Morente-Sánchez J, Zabala M.** Doping in sport: a review of elite athletes' attitudes, beliefs, and knowledge // Sports Medicine. 2013. Vol.43, №2. P. 395-411.
4. **Thakare V, Patel B.** Potential targets for the development of novel antidepressants: future perspectives // CNS neurol disord drug targets. 2015. Vol.14. P. 270-81.
5. **Bennett A.** Innovation trends in food and beverage filtration applications // Journal Filtration and Separation. 2015. Vol.52. P. 28-33.
6. **Liutkevičius A, Speičienė V, Kaminskas A, Jablonskienė V.** Development of a functional whey beverage, containing calcium, vitamin D, and prebiotic dietary fiber, and its influence on human health // Journal of Food. 2017. Vol.14, №2. P. 309-16.
7. **Донченко О.А., Донченко Н.А., Коптев В.Ю.** Особенности применения адаптогенов при наличии и отсутствии стресс-факторов у животных и птиц // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2013. №3. С. 95-100.
8. **Oliveira B, Vieira da Silva et al.** Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies // Trends in Food Science & Technology. 2016. Vol.50, №2. P. 144-58.
9. **Yavari A, Javadi M, Mirmiran P.** Exercise-induced oxidative stress and dietary antioxidants // Asian. J. Sports Med. 2015. Vol.6, №1. P. 35-40.
10. **Panossian A, Wikman G.** Effects of adaptogens on the central nervous system and the molecular mechanisms associated with their stress-protective activity // Pharmaceuticals. 2010. №3. P. 188-224.
11. **Калинина И.В., Фаткуллин Р.И., Попова Г.С.** Биологически активные ингредиенты в разработке пищевых продуктов с адаптогенными свойствами // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018. №1. С. 32-9.
12. **Szopa A, Ekiert R, Ekiert H.** Current knowledge of Schisandra chinensis (Turcz.) Baill. (Chinese magnolia vine) as a medicinal plant species: a review on the bioactive components, pharmacological properties, analytical and biotechnological studies // Phytochem. Rev. 2017. Vol.16, №3. P. 195-218.
13. **Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Безуглов Э.Н.** Медико-биологические аспекты восстановления в профессиональном и любительском спорте // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2018. Т.13, №1. С. 126-32.
14. **Гумеров Т.Ю., Решет О.А.** Роль природных адаптогенов при оценке качества напитков спортивного и функцио-

нутренних личинок в качестве эффективного средства расширения адаптационного потенциала и повышения функциональной надежности организма спортсменов в условиях тренировочных и соревновательных физических нагрузок. Показано, что апипродукт обладает умеренным пролонгированным действием.

References

1. **Gavrilova NB, Shchetinin MP, Moliboga EA.** Current state and prospects for the development of the production of specialized products for athlete nutrition. Voprosy pitaniya (Nutrition issues). 2017;86(2):100-6. Russian.
2. **Balkhayeve IM, Shantanova LN, Tulesonova AS.** Actoprotective activity of adaptogens of natural origin. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Siberian Medical Journal). 2014;(1):100-3. Russian.
3. **Morente-Sánchez J, Zabala M.** Doping in sport: a review of elite athletes' attitudes, beliefs, and knowledge. Sports Medicine. 2013;43(6):395-411. DOI. 10.1007/s40279-013-0037-x.
4. **Thakare V, Patel B.** Potential targets for the development of novel antidepressants: future perspectives. CNS neurol disord drug targets. 2015;14(2):270-81. DOI: 10.2174/1871527313666140806121648.
5. **Bennett A.** Innovation trends in food and beverage filtration applications. Journal Filtration and Separation. 2015;52:28-33. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.03.040.
6. **Liutkevičius A, Speičienė V, Kaminskas A, Jablonskienė V.** Development of a functional whey beverage, containing calcium, vitamin D, and prebiotic dietary fiber, and its influence on human health. Journal of Food. 2017;14(2):309-16. DOI: 10.1080/19476337.2015.1108366.
7. **Donchenko OA, Donchenko NA, Koptev VYu.** Features of the application of adaptogens in the presence and absence of stress factors in animals and birds. Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. (Siberian bulletin of agricultural science). 2013;(3):95-100. Russian.
8. **Oliveira B, Vieira da Silva et al.** Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. Trends in Food Science & Technology. 2016;50(2):144-58. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.12.007.
9. **Yavari A, Javadi M, Mirmiran P.** Exercise-induced oxidative stress and dietary antioxidants. Asian. J. Sports Med. 2015;6(1): 35-40. DOI: 10.5812/asjism.24898.
10. **Panossian A, Wikman G.** Effects of adaptogens on the central nervous system and the molecular mechanisms associated with their stress-protective activity. Pharmaceuticals. 2010;(3): 188-224. DOI: 10.3390/ph3010188.
11. **Kalinina IV, Fatkullin RI, Popova GS.** Biologically active ingredients in the development of food products with adaptogenic properties. Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii. (Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology). 2018;(1):32-9. Russian.
12. **Szopa A, Ekiert R, Ekiert H.** Current knowledge of Schisandra chinensis (Turcz.) Baill. (Chinese magnolia vine) as a medicinal plant species: a review on the bioactive components, pharmacological properties, analytical and biotechnological studies. Phytochem. Rev. 2017;16(3):195-218. DOI: 10.1007/s11101-016-9470-4.
13. **Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bezuglov EN.** Medicobiological aspects of recovery in professional and amateur sports. Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza (The medical bulletin of the North Caucasus). 2018;13(1):126-32. Russian.
14. **Gumerov TYu, Reshet OA.** The role of natural adaptogens in assessing the quality of sports and functional drinks. Vestnik

нального назначения // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №2. С. 219-23.

15. **Каркищенко В.Н., Каркищенко Н.Н., Касинская Н.В.** Экспериментальная оценка адаптогенной активности препарата «МиоАктив Форсаж» в тесте принудительного плавания // Биомедицина. 2013. №4. С. 70-6.

16. **Козырева З.К., Гонтарев С.Н., Козырев К.М.** Комплексная восстановительная терапия при хронических гингивитах // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т.25, №1. С. 14-24.

17. **Шорманов И.С., Лось М.С., Шорманова Н.С.** Применение адаптогенов после резекции почки в условиях печеночной недостаточности // Урологические ведомости. 2017. Т.7, №1. С. 135.

18. **Матханов И.Э., Герасименко М.Ю., Агасаров Л.Г.** Новое адаптогенное средство «Фитоцент» для санаторно-курортного лечения больных // Вестник новых медицинских технологий. 2017. №4. С. 159-164.

19. **Лавриненко С.В., Выборная К.В., Кобелькова И.В., Соколов А.И., Жуклова Л.А., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б.** Использование специализированных продуктов для питания спортсменов в подготовительном периоде спортивного цикла // Вопросы питания. 2017. Т.86, №4. С. 99-103.

20. **Бурмистрова Л.А.** Физико-химический анализ и биохимическая оценка биологической активности трутневого расплода: Автореф. канд. дисс. Рязань, 1999. 17 с.

Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. (Bulletin of Kazan Technological University). 2013;(2):219-23. Russian.

15. **Karkishchenko VN, Karkishchenko NN, Kasinskaya NV.** Experimental evaluation of the adaptogenic activity of the preparation «MyoActiv Forsage» in the forced swimming test. Biomeditsina (Biomedicine). 2013;(4):70-6. Russian.

16. **Kozyreva ZK, Gontarev SN, Kozyrev KM.** Complex restorative therapy for chronic gingivitis. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Bulletin of new medical technologies). 2018;25(1):14-24. Russian.

17. **Shormanov IS, Los MS, Shormanova NS.** Application of adaptogens after resection of the kidney in conditions of hepatic insufficiency. Urologicheskiye vedomosti. (Urological statements). 2017;7(1);135. Russian.

18. **Matkhanov IE, Gerasimenko MYu, Agasarov LG.** New adaptogenic agent «Phytocenter» for sanatorium-and-spa treatment of patients. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Bulletin of new medical technologies). 2017;(4):159-64. Russian.

19. **Lavrinenko SV, Vybornaya KV, Kobelkova IV, Sokolov AI, Zhukova LA, Klochkova SV, Nikityuk DB.** Use of specialized products for athletes in the preparatory period of the sports cycle. Voprosy pitaniya (Nutrition issues). 2017;86(4):99-103. Russian.

20. **Burmistrova LA.** Fiziko-khimicheskiy analiz i biokhimicheskaya otsenka biologicheskoy aktivnosti trutneвого расплода. Avtoref. kand. diss. Ryazan, 1999:17. Russian.

Сведения об авторах:

Литвин Федор Борисович, профессор кафедры спортивных дисциплин ФГБОУ ВПО Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма Минспорта России, д.б.н. ORCID ID: 0000-0003-2281-8757 (+7 (952) 969-96-54, bf-litvin@yandex.ru)

Брук Татьяна Михайловна, заведующая кафедрой биологических дисциплин ФГБОУ ВПО Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма Минспорта России, д.б.н., проф. ORCID ID: 0000-0003-1023-6642

Терехов Павел Александрович, старший преподаватель кафедры биологических дисциплин ФГБОУ ВПО Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма Минспорта России, к.б.н. ORCID ID: 0000-0003-3579-6048

Прохода Ирина Алексеевна, профессор кафедры экономики и управления Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, доктор сельскохозяйственных наук. ORCID ID: 0000-0002-2725-3687

Никитюк Дмитрий Борисович, директор ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии, д.м.н., проф., член-корреспондент РАН. ORCID ID: 0000-0002-4968-4517

Клочкова Светлана Валерьевна, профессор кафедры анатомии человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), д.м.н. ORCID ID: 0000-0003-2041-7607

Information about the authors:

Fedor B. Litvin, D.Sc. (Biology), Professor of the Department of Sports Disciplines of the Smolensk State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism. ORCID ID: 0000-0002-2281-8757. (+7 (952) 969-96-54, bf-litvin@yandex.ru)

Tatyana M. Brook, D.Sc. (Biology), Prof., Head of the Department of Biological Disciplines of the Smolensk State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism. ORCID ID: 0000-0003-1023-6642

Pavel A. Terekhov, Ph.D. (Biology), Senior Lecturer of the Department of Biological Disciplines of the Smolensk State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism. ORCID ID: 0000-0003-3579-6048

Irina A. Prokhoda, D.Sc. (Agriculture), Professor of the Department of Economics and Management of the Bryansk State University named after Academician IG. Petrovsky. ORCID ID: 0000-0002-2725-3687

Dmitriy B. Nikityuk, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0002-4968-4517

Svetlana V. Klochkova, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Human Anatomy of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). ORCID ID: 0000-0003-2041-7607

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 21.06.2018

Принята к публикации: 17.07.2018

Received: 21 June 2018

Accepted: 17 July 2018