

## Доклинические исследования эффективности специализированного продукта спортивного питания для коррекции физической работоспособности и психофизиологического состояния при интенсивных нагрузках

<sup>1</sup>Т. А. ПУШКИНА, <sup>2</sup>Э. С. ТОКАЕВ, <sup>3</sup>Т. С. ПОПОВА, <sup>4</sup>А. Н. МУРАШЕВ, <sup>3</sup>Н. С. ТРОПСКАЯ,  
<sup>3</sup>Е. А. КИСЛЯКОВА, <sup>3</sup>И. Г. ШАШКОВА, <sup>3</sup>А. В. ЖЕРЕБЦОВ

<sup>1</sup>ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия

<sup>2</sup>ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т», Москва, Россия

<sup>3</sup>ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского  
Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

<sup>4</sup>ФГБУН Институт биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН,  
Москва, Россия

### Сведения об авторах:

Пушкина Татьяна Анатольевна – ассистент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Токаев Энвер Саидович – генеральный директор ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т», проф., д.т.н.

Попова Тамара Сергеевна – заведующий научной лабораторией экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы, проф., д.б.н.

Мурашев Аркадий Николаевич – руководитель лаборатории биологических испытаний ФГБУН ФИБХ им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, проф., д.б.н.

Тропская Наталья Сергеевна – ведущий научный сотрудник научной лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы, д.б.н.

Кислякова Екатерина Александровна – младший научный сотрудник научной лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы, к.б.н.

Шашкова Ирина Геннадьевна – лаборант-исследователь научной лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы

Жеребцов Алексей Вячеславович – лаборант-исследователь научной лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы

## Non-clinical studies of the effectiveness of specialized sports nutrition product for correction of physical efficiency and psycho-physiological condition during intensive loads

<sup>1</sup>T. A. PUSHKINA, <sup>2</sup>E. S. TOKAEV, <sup>3</sup>T. S. POPOVA, <sup>4</sup>A. T. MURASHEV, <sup>3</sup>N. S. TROPSKAYA,  
<sup>3</sup>E. A. KISLYAKOVA, <sup>3</sup>I. G. SHASHKOVA, <sup>3</sup>A. V. ZHEREBTSOV

<sup>1</sup>A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

<sup>2</sup>«ACADEMY-T» CJSC Innovation Company, Moscow, Russia

<sup>3</sup>N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

<sup>4</sup>M.M. Shemyakin and Yu.A. Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Science, Moscow, Russia

### Information about the authors:

Tatyana Pushkina – M.D., Assistant of the Department of Restorative Medicine, Sports Medicine, Balneology and Physiotherapy of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia

Enver Tokaev – D.Sc. (Technics), Prof., CEO of the «ACADEMY-T» CJSC Innovation Company

Tamara Popova – D.Sc. (Biology), Prof., Head of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Arkady Murashev – D.Sc. (Biology), Prof., Director of the Laboratory of Biological Testing of the M.M. Shemyakin and Yu.A. Ovchinnikov Institute of Biorganic Chemistry of the Russian Academy of Science

Nataliya Tropkaya – D.Sc. (Biology), Leading Researcher of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Ekaterina Kislyakova – Ph.D. (Biology), Junior Researcher of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Irina Shashkova – Laboratory Assistant of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Aleksey Zharebtsov – Laboratory Assistant of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

**Цель исследования:** изучить влияние нового продукта специализированного спортивного питания, включающего экстракт пихты сибирской, супероксиддисмутазу, холин и олигомерные проантоцианидины на компенсаторно-приспособительные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, показатели физической работоспособности и психофизиологического состояния у самцов крыс при интенсивных физических нагрузках. **Материалы и методы:** эксперименты проводили на 40 крысах-самцах линии Wistar. Контрольным группам животных однократно ежедневно на протяжении 21 суток вводили в желудок дистиллированную воду, опытным группам – тестируемый продукт в дозе 60 мг/кг. Эксперименты выполняли в два этапа. На I этапе животные подвергались физической нагрузке в виде подвешивания на хвосте с последующим бегом на тредмиле до отказа в 1-й, 10-й и 20-й дни эксперимента. До и после нагрузки регистрировали электрокардиограмму и пневмограмму. На II этапе животных подвергали плаванию до отказа с последующим измерением силы хватки в 1-й, 10-й и 20-й дни эксперимента. На 21-й день эксперимента после теста плавания и измерения силы хватки у животных оценивали локомоторную активность и навигационную память. **Результаты:** у животных, получающих специализированное питание, выявлены особенности: а) после сочетанной нагрузки в виде теста подвешивания за хвост с последующим бегом на тредмиле наблюдалось снижение фоновых значений частоты дыхания (ЧД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) к 20-му дню эксперимента с увеличением прироста ЧД и ЧСС после нагрузки; б) увеличивалось время вынужденного (предельного) плавания, а также повышалась локомоторная активность и сила хватки; в) обнаружена ярко выраженная тенденция к увеличению времени захода в норку, что косвенно указывало на снижение уровня тревожности и повышение уровня навигационной памяти. **Выводы:** выявлена эффективность исследуемого продукта специализированного спортивного питания для усиления компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также в отношении коррекции показателей физической работоспособности и психофизиологического состояния самцов крыс при интенсивных физических нагрузках.

**Ключевые слова:** доклинические исследования; физическая нагрузка; физическая работоспособность; психофизиологическое состояние; спортивное питание.

**Для цитирования:** Пушкина Т.А., Токаев Э.С., Попова Т.С., Мурашев А.Н., Тропская Н.С., Кислякова Е.А., Шашкова И.Г., Жеребцов А.В. Доклинические исследования эффективности специализированного продукта спортивного питания для коррекции физической работоспособности и психофизиологического состояния при интенсивных нагрузках // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 5-13. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.5.

**Objective:** to study the impact of new specialized sports nutrition product with Siberian fir extract, superoxide dismutase, choline and oligomericproanthocyanidins on compensatory and adaptive capacities of the cardiovascular and respiratory systems, indicators of physical efficiency and psycho-physiological state in male rats during intense physical exertion. **Materials and methods:** experiments were performed on 40 male rats of the Wistar line. Control groups of animals received distilled water orally once a day every day for 21 days, experimental groups – the test product with dosage of 60 mg / kg. The experiments were performed in two stages. At the first stage the animals were subjected to exercise stress in form of a tail suspension, followed by jogging on a treadmill prior to failure on the 1st, 10th and 20th days of the experiment. Before and after the load, an electrocardiogram and a pneumogram were recorded. At the second stage the animals were subjected to swimming to failure with the subsequent measurement of grip strength on the 1st, 10th and 20th days of the experiment. On the 21st day of the experiment, after a swim test and measurement of the grip strength locomotor activity and navigational memory of the animals was evaluated. **Results:** animals receiving specialized nutrition had following features: a) after combined load included tail suspension and jogging on a treadmill a decrease of baseline values of breathing rate (BR) and heart rate (HR) and an increase of BR and HR after a physical load was observed by the 20th experimental day; B) the time of forced (limiting) swimming increased, and the locomotor activity and grip strength increased; C) a pronounced tendency to the time increment of entering the burrow was found, which indirectly indicated a decrease of the level of anxiety and an increase of the level of navigational memory. **Conclusions:** the effect of the tested specialized sports nutrition product was proved to enhance the compensatory abilities of the cardiovascular and respiratory systems, as well as for correction of indicators of physical efficiency and psycho-physiological state of male rats during intense physical exertion.

**Key words:** non-clinical studies; physical activity; physical efficiency; psychophysiological state; sports nutrition.

**For citation:** Pushkina TA, Tokaev ES, Popova TS, Murashev AT, Tropkaya NS, Kislyakova EA, Shashkova IG, Zharebtsov AV. Non-clinical studies of the effectiveness of specialized sports nutrition product for correction of physical efficiency and psycho-physiological condition during intensive loads. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):5-13. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.5.

### Введение

Спорт высоких достижений, как правило, сопряжен с экстремальными физическими и эмоциональными нагрузками, предъявляющими повышенные требования к состоянию здоровья, работоспособности и выносливости спортсменов. Согласно современной концепции развития спорта, огромное значение в расширении адаптации организма к предельной мобилизации душевных и физических сил в преодолении боли и усталости, направленной на получение высоких результатов имеет персонификация фармакологической и фармаконутриентной поддержки спортсменов [1].

Работами зарубежных и отечественных специалистов доказано, что успешное применение высококвалифицированными спортсменами фармакологических препаратов и специальных нутриентов при экстремальных тренировочных и соревновательных нагрузках способствует достижению рекордных результатов на спортивных мероприятиях самого высокого уровня [2].

Однако, несмотря на достигнутые успехи, поиск средств, позволяющих расширить возможности приспособления организма к чрезвычайно большим требованиям спорта высших достижений, продолжают. Большое внимание в последнее время уделяется научному обоснованию использования в составе вновь создаваемых препаратов средств, повышающих не только работоспособность и выносливость, но и корригирующих психофизиологическое состояние и нейромышечную передачу при интенсивных нагрузках у высококвалифицированных спортсменов [3].

На сегодня основным направлением создания новых специализированных продуктов для снижения воздействия стресса на организм спортсменов и повышения уровня работоспособности в экстремальных условиях является разработка сложных комплексов биологически активных веществ, которые обладая различными механизмами действия, оптимизируют достижение высоких результатов [4].

В настоящем сообщении представлены результаты доклинической оценки эффективности использования нового специализированного продукта, предназначенного для увеличения работоспособности и улучшения психоэмоционального состояния высококвалифицированных спортсменов сложнокоординированных видов спорта при интенсивных нагрузках. Продукт разработан ЗАО «Академия-Т» и включает в себя ряд инновационных субстратов: экстракт пихты сибирской (Пренолит), супероксиддисмутазу, холин, олигомерные проантоцианидины (Винитрокс, Серенцо).

*Экстракт пихты сибирской* представляет собой натуральный клеточный сок пихтовой хвои, содержащий целый комплекс полезных веществ: витамин С, витамины В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, провитамин В (каротин), флавоноиды, большое количество макро- и микроэлементов, включая цинк, магний, марганец. Ценным компонентом экстракта является мальтол – сильнейший природный

антиоксидант, который содержится в комплексе с двухвалентным железом и хорошо усваивается организмом. По данным ряда авторов [5, 6] экстракт пихты повышает физическую работоспособность, стимулирует иммунную систему и служит эффективной защитой при стрессовых нагрузках. Проявляет стресспротекторное, антигипоксическое, противовоспалительное, кардиопротекторное действие. Экстракт обладает антиоксидантной активностью, которая лежит в основе многих его полезных эффектов и, в первую очередь, препятствует гибели клеток в результате радикального окисления, усиливающегося на фоне повышенных нагрузок, стрессорных и техногенных воздействий на организм.

Супероксиддисмутаз (СОД) наряду с другими антиоксидантными ферментами играет ключевую роль в снижении оксидативного стресса в естественных условиях. Оксидативный стресс, развивающийся при многих патологических состояниях, является нарушением баланса между прооксидантами и антиоксидантными защитными механизмами организма [7].

Результаты исследований на нескольких экспериментальных моделях и на различных тканях-мишенях со всей очевидностью показали, что пероральная добавка СОД запускает каскад событий из кишечника, которые в конечном итоге вызывают экспрессию трех главных эндогенных антиоксидантных ферментов (СОД, каталазы, глутатионпероксидазы) [8].

Последние данные по изучению механизмов действия СОД свидетельствуют о том, что перорально вводимая СОД активирует иммунный ответ, приводящий к индукции Nrf2, фактора транскрипции, стимулирующего синтез первичных антиоксидантных ферментов в организме [9]. Индукция 3 ключевых антиоксидантных ферментов позволяет избежать ослабления естественной антиоксидантной защиты организма [10].

*Холин* – предшественник нейромедиатора ацетилхолина, образуется в организме из метионина, является необходимым компонентом питания и рассматривается как витамин. Потребность здорового человека в холине составляет 0,5-1,5 г в сутки. Суточная потребность спортсменов в холине составляет 1-2 г. Холин ускоряет метаболизм жиров, а также нормализует выделение желчи, облегчая усвоение пищи. Он достаточно эффективен в высоких дозах. Содержание холина в организме обычного человека является достаточным для повседневной жизни. При увеличении интенсивности физической нагрузки, как показали ряд исследователей, содержание холина в организме резко снижается, что приводит к появлению усталости и снижению работоспособности. Установлено, что при высоких физических нагрузках в организме снижается содержание холина в плазме крови, что способствует снижению образования ацетилхолина [11, 12].

*Олигомерные проантоцианидины (ОП)* – содержатся в больших количествах в таких растениях как яблоки, виноград и известны достаточно высокой антиок-

сидантной активностью. За последние годы проведено большое количество исследований показывающих, что ОП обладают высокой стресс-протекторной, антиатерогенной и гепатопротекторной активностью. Экстракты виноградной косточки и яблока (Винитрокс) защищают клетки от окислительного повреждения стресса, снижают массовую долю креатинфосфокиназы в клетках и увеличивают в плазме крови уровень гемоглобина, образовавшийся усиленный кровоток улучшает передачу нервного импульса.

Недавно эти компоненты приобрели новый статус – фармакологические компоненты, перспективные для развития новых лекарственных препаратов, препятствующих, и/или снижающих стрессовые состояния в организме. Значительным антистрессовым действием обладает относящийся к таким веществам – лимонен, содержащийся в кожуре цитрусовых. Серенцо, входящий в состав разработанного продукта, получен из кожуры красных апельсинов. При добавлении Серенцо к основному рациону, это природное вещество может действовать на вегетативную и центральную нервную системы и помогает поддерживать или восстанавливать ее функции.

**Цель исследования:** изучить влияние нового продукта специализированного спортивного питания на компенсаторно-приспособительные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, показатели физической работоспособности и психофизиологического состояния при интенсивных физических нагрузках.

#### **Материалы и методы исследования**

Исследования проводили в лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ Скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы и в центре доклинических испытаний лекарственных средств ФИБХ РАН (МО, г. Пущино). Эксперименты по исследованию продукта спортивного питания выполнены на 40 крысах-самцах Wistar (масса тела 200-300 г). Крысы были получены из лицензированного источника, имеющего действующую АААЛАС аккредитацию – НПП «Питомник лабораторных животных» ФИБХ РАН (МО, г. Пущино). Животные содержались в стандартных условиях вивария, получали воду и сбалансированный рацион питания (стандартный гранулированный корм). Световой режим: 12-часовой. Условия содержания соответствовали стандарту «ГОСТ Р 53434–2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики».

Эксперимент выполняли в два этапа. На I этапе изучали влияние нового продукта спортивного питания на компенсаторно-приспособительные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем у самцов крыс при интенсивных физических нагрузках. На II этапе определяли влияние исследуемого продукта на физическую работоспособность и психофизиологическое состояние крыс при интенсивных физических нагрузках.

**Дизайн эксперимента I этапа.** На I этапе 20 самцов крыс разделили на 2 группы: 1 группа (контрольная) (n=10) получала дистиллированную воду, 2 группа (опытная) (n=10), получала тестируемый продукт в дозе 60 мг/кг. Предварительно (-1-й и 0-й дни) животные проходили обучение бегу на дорожке тредмила (модель LE8700, Panlab, Harvard). Животных, отказывающихся от бега, из дальнейшего исследования исключали. Животных обеих групп подвергали интенсивной физической нагрузке в виде подвешивания на хвосте с последующим бегом на тредмиле до отказа в 1-й, 10-й и 20-й дни эксперимента. До и после нагрузки на приборе Вiorac MP36 регистрировали электрокардиограмму с хлорсеребряных накожных электродов и пневмограмма с использованием термометрического назального датчик TRSense. После обработки сигналов рассчитывали физиологические параметры – частоту сердечных сокращений (ЧСС) и частоту дыхания (ЧД).

**Дизайн эксперимента II этапа.** На II этапе другие 20 самцов крыс разделили на 2 группы: 1 группа (контрольная) (n=10) получала дистиллированную воду, 2 группа (опытная) (n=10), получала тестируемый продукт в дозе 60 мг/кг. Предварительно (0-й день) отбирались в эксперимент животные, проявляющие активность в тесте «Плавание». Животные, отказывающиеся плавать, были отбракованы. Животные обеих групп подвергали интенсивной физической нагрузке в виде плавания до отказа с последующим измерением силы хватки с помощью прибора Grip-strengthmeter в 1-й, 10-й и 20-й дни эксперимента. На 21-й день эксперимента после теста плавания и измерения силы хватки у животных оценивали локомоторную активность (в тесте «открытое поле») и навигационную память (в лабиринте «Барнс»).

Тестируемый продукт в виде суспензии в воде в дозе 60 мг/кг и дистиллированную воду вводили зондом в желудок. Расчетный объем введения составлял 10 мл/кг и определялся индивидуально для каждого животного, учитывая последнее значение массы тела. Дозу вводили животному раз в сутки на протяжении 21 дня в одно время суток (в период 9:00-11:00) согласно графику процедур и листу введения доз. При отборе доз зондом из флакона производили постоянное перемешивание суспензии на магнитной мешалке. Использовали отдельный зонд на группу.

#### **Статистическая обработка результатов исследований**

На всех этапах эксперимента у каждой группы животных для всех изученных показателей рассчитывали медиану и перцентили – Me (25;75)% и для статистического анализа использовали непараметрические критерии – Friedman ANOVA и U-критерий Манна-Уитни. Статистически значимыми считались значения с  $p < 0.05$ .

#### **Результаты и обсуждение**

**I этап эксперимента.** Изменения ЧД перед интенсивной физической нагрузкой в виде подвешивания на хвосте с последующим бегом на тредмиле до отказа в 1-й, 10-й и 20-й день тестирования представлены на рисунке 1.



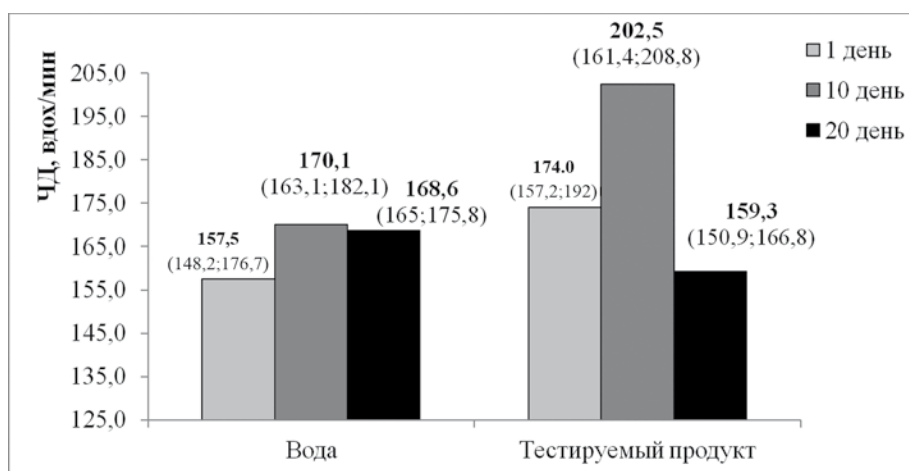


Рис. 1. ЧД до интенсивной физической нагрузки (вдох/мин, Ме (25;75%)) в различные дни эксперимента  
 Рис. 1. BR before intensive physical activity (breath/min, IU (25;75%)) at different days of experiment

Как видно из рисунка, в контрольной группе до нагрузки от 1-го к 10-му дню наблюдалась тенденция к увеличению ЧД с сохранением повышенных значений к 20-ому дню. В опытной группе также наблюдалась тенденция к увеличению ЧД до нагрузки от 1-го к 10-му дню. Однако к 20-му дню эксперимента ЧД до нагрузки снижалась ниже значений 1-го дня эксперимента.

В таблице 1 представлены изменения ЧД (разница до- и после интенсивной физической нагрузки) в 1-й, 10-й и 20-й день эксперимента. Прирост ЧД на нагрузку в контрольной группе в 20-й день эксперимента имели тенденцию к повышению, однако статистически значимо не отличались от 1-го дня. При этом в опытной группе в 20-й день эксперимента прирост ЧД на нагрузку были статистически значимо выше, чем в 1-й день.

Таблица 1

**Изменение частоты дыхания в ответ на интенсивную физическую нагрузку в различные дни эксперимента (вдох/мин, Ме (25;75%))**

Table 1

**The change in breathing rate in response to strenuous exercise at different days of the experiment (breath/min, IU (25;75%))**

Группа	1 день	10 день	20 день
Контрольная группа (Вода)	8,5 (-8,1;20,8)	1,0 (-5,45;24,25)	25,5 (18,5;38,85)
Опытная группа (тестируемый продукт)	18,4 (7,6;40,85)	16,2 (-1,35;27,6)	43,8# (19,1;65,45)

#-  $p < 0,05$  отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня внутри группы

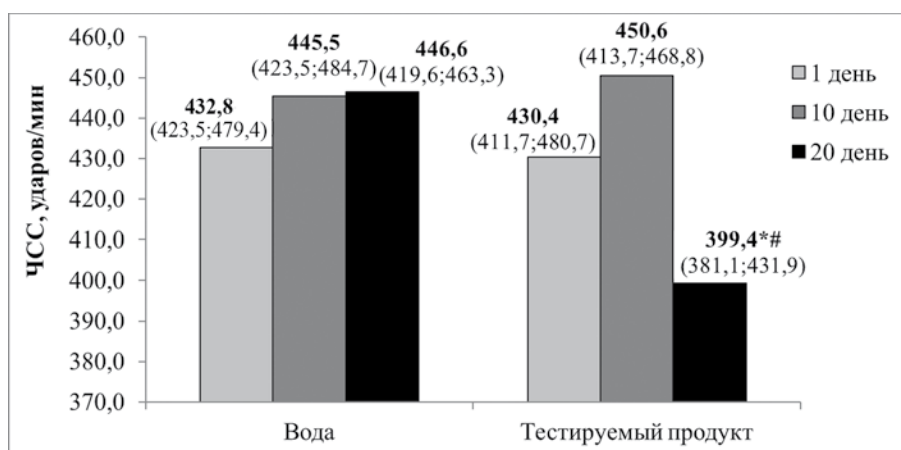
Таким образом, снижение фоновой ЧД и статистически значимое увеличение прироста ЧД на интенсивную физическую нагрузку в виде теста подвешивания за хвост с последующим бегом на тредмиле может свиде-

тельствовать об усилении компенсаторных возможностей дыхательной системы и вследствие этого, большей тренированности животных опытной группы по сравнению с контрольной.

Изменения ЧСС перед интенсивной физической нагрузкой (фоновые значения) в 1-й, 10-й и 20-й день тестирования представлены на рисунке 2. Как видно из графика, в контрольной группе до нагрузки от 1-го к 10-му дню наблюдали тенденцию к увеличению ЧСС с сохранением повышенных значений к 20-ому дню. В опытной группе также была тенденция к увеличению ЧСС до нагрузки от 1-го к 10-му дню. Однако к 20-му дню эксперимента ЧСС до нагрузки статистически значимо уменьшалась ниже значений 1-го дня эксперимента. Кроме того, выявлены статистически значимые отличия между контрольной и опытной группой на 20-й день эксперимента – значения ЧСС до нагрузки у животных, получающих продукт, были существенно ниже, чем в контрольной группе.

В таблице 2 представлены изменения ЧСС (разница до- и после нагрузки) в 1-й, 10-й и 20-й день эксперимента. Значения прироста ЧСС на нагрузку в контрольной группе в 20-й день эксперимента имели тенденцию к повышению, однако статистически значимо не отличались от 1-го дня. При этом в опытной группе в 20-й день эксперимента значения прироста ЧСС на нагрузку были статистически значимо выше, чем в 1-й день.

Таким образом, после сочетанной нагрузки в виде теста подвешивания за хвост с последующим бегом на тредмиле в группе животных, получающих продукт, наблюдалось статистически значимое снижение фоновой ЧСС на 20-й день тестирования и статистически значимое увеличение ЧСС на нагрузку по сравнению с 1-ым днем, что может свидетельствовать о развитии физиологической брадикардии при физических нагрузках и увеличении компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой системы в опытной группе животных.



\*  $p < 0,05$  отличия статистически значимы в сравнении опытной группы с контрольной в различные дни эксперимента

#  $p < 0,05$  отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня, внутри группы

Рис. 2. ЧСС до нагрузки (ударов/мин, Ме (25;75%)) в различные дни эксперимента

Pic. 2. Heart rate before physical load (beats/min, IU (25;75%)) at different days of experiment

Таблица 2

**Изменение ЧСС в ответ на интенсивную физическую нагрузку в различные дни эксперимента (вдох/мин, Ме (25;75%))**

Table 2

**The changes in heart rate in response to strenuous exercise at different days of the experiment (breath/min, IU (25;75%))**

Группа	1 день	10 день	20 день
Вода	11,6 (-36,6;30,6)	4,6 (-42,3;25,3)	27,8 (13,2;35,6)
Тестируемый продукт	-6,7 (-18,64;26,15)	38,6 (19,02;59,35)	36 # (27,52;59,07)

#  $p < 0,05$  отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня, внутри группы

*II этап эксперимента.* Для изучения влияния тестируемого продукта на показатели физической выносливости и работоспособности животным давали сочетанную нагрузку в виде вынужденного плавания с последующим измерением мышечной силы. Оценивали общее время плавания (до отказа) и мышечную силу хватания.

Результаты общего времени плавания в 1-й, 10-й и 20-й день тестирования представлены на рисунке 3. В контрольной группе наблюдали слабую повышательную тенденцию к увеличению общего времени плавания. В опытной группе уже на 10-й день тестирования происходило статистически значимое существенное увеличение общего времени плавания с сохранением высоких значений на 20-й день тестирования.

Результаты исследований мышечной силы хватания представлены на рисунке 4. В контрольной группе на-

блюдали слабую повышательную тенденцию к увеличению мышечной силы хватания к 20-му дню эксперимента. В опытной группе выявлялось более существенное увеличение мышечной силы хватания, при этом к 20-му дню тестирования происходило статистически значимое увеличение мышечной силы хватания по сравнению с 1-ым днем.

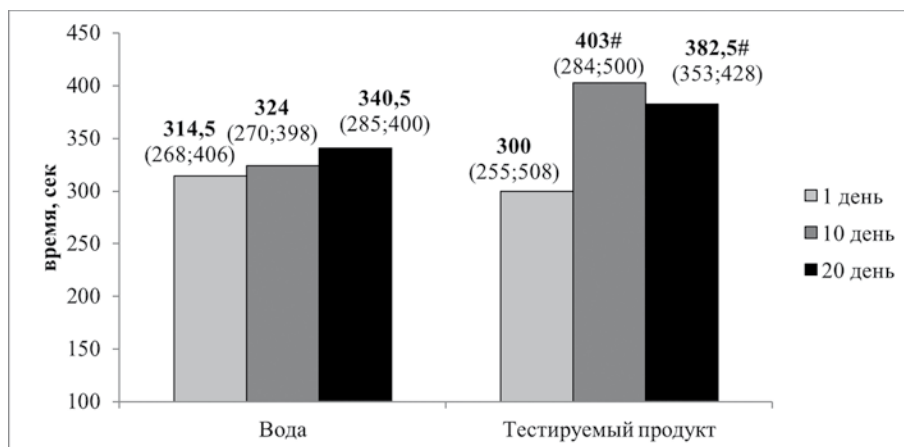
Для оценки психофизиологического состояния на 21-й день после теста плавания до отказа и измерения силы хватки у животных изучали поведение и психоэмоциональное состояние в тестах: «Открытое поле» (локомоторная активность) и «Лабиринт Барнс» (навигационная память).

Результаты исследования локомоторной активности представлены на рисунках 5 и 6. В опытной группе имелась выраженная тенденция к увеличению локомоторной активности по сравнению с контрольной группой: наблюдалось увеличение времени перемещения, уменьшение времени неподвижности и увеличение пройденной дистанции.

Результаты исследования навигационной памяти (тест «Лабиринт Барнс») представлены на рисунке 7. В опытной группе имелась выраженная тенденция к увеличению времени захода в норку по сравнению с контрольной, что может косвенно указывать на снижение уровня тревожности и повышения уровня навигационной памяти у животных опытной группы.

### Заключение

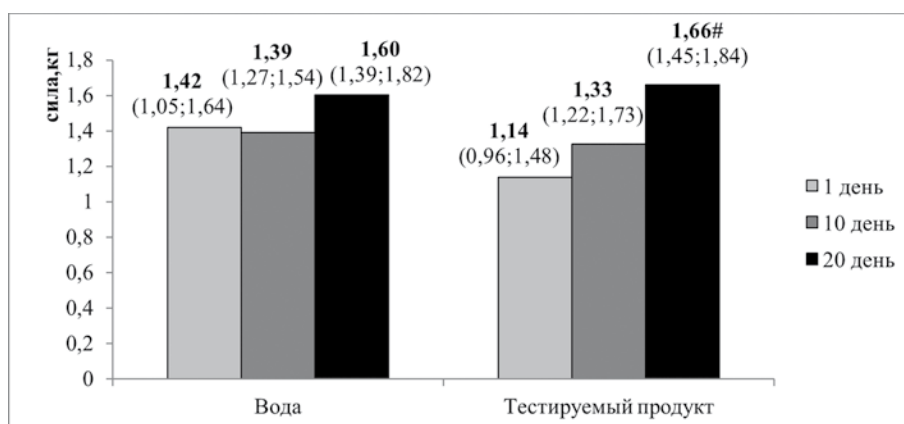
Изучение влияние нового продукта спортивного питания на компенсаторно-приспособительные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем у самцов крыс при интенсивных физических нагрузках в виде теста подвешивания за хвост с последующим бегом на тредмиле показало, что у животных, получавших продукт, происходило снижение ЧД и ЧСС до нагрузки



# p<0,05 отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня, внутри группы

Рис. 3. Общее время плавания в различные сроки эксперимента

Pic. 3. Total time of swimming in different periods of the experiment



# p<0,05 отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня, внутри группы

Рис. 4. Мышечная сила хватания в различные сроки эксперимента

Pic. 4. Muscle grip strength in different periods of the experiment

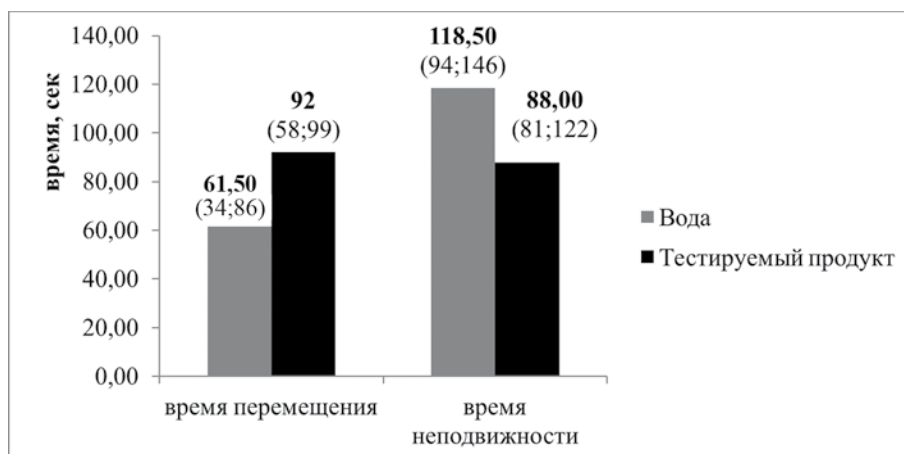


Рис. 5. Время перемещения и неподвижности в тесте «Открытое поле»

Pic. 5. Moving and immobility time in the «Open field» test

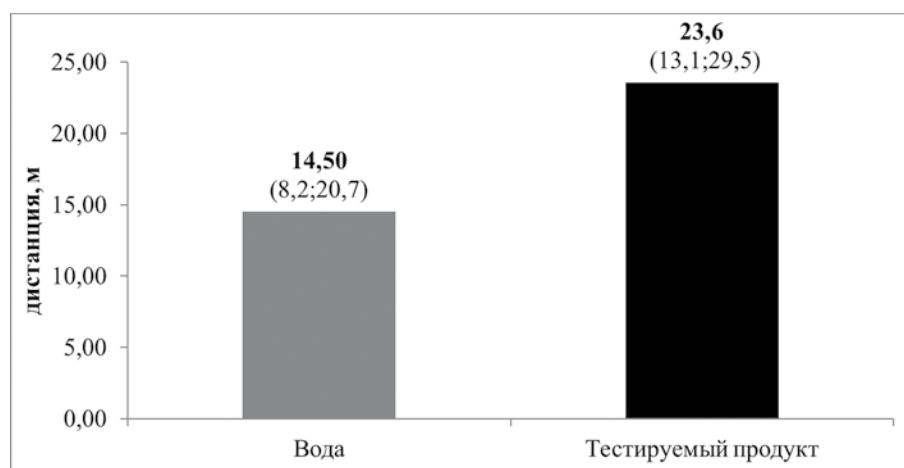


Рис. 6. Пройденная дистанция в тесте «Открытое поле»

Pic. 6. Distance covered in the «Open field» test

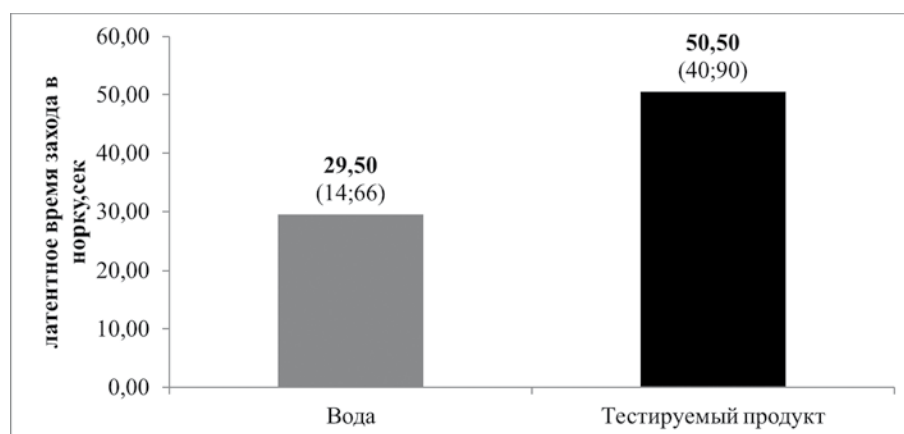


Рис. 7. Исследование навигационной памяти в тесте «Лабиринт Барнс»

Pic. 7. Study of navigational memory in the «Barnes maze» test

с одновременным увеличением прироста ЧД и увеличением ЧСС после нагрузки. Такая динамика показателей может свидетельствовать о переходе животных, получающих продукт на экономичное дыхание и развитие у них физиологической брадикардии покоя, усиление компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, и вследствие этого, повышении тренированности животных. Действительно, у животных, получавших продукт, повышалось время вынужденного (предельного) плавания, а также увеличивалась локомоторная активность и сила хватки, что свидетельствовало о повышении физической выносливости и работоспособности.

Кроме того, у животных, получавших продукт, психофизиологическое состояние после интенсивных физических нагрузок было более устойчивое по сравнению с контрольной группой. При исследовании навигационной памяти выявлена ярко выраженная тенденция к увеличению времени захода в норку, что может косвенно указывать на снижение уровня тревожности и повы-

шения уровня навигационной памяти у животных, получавших продукт.

#### Вывод

Полученные данные свидетельствуют об эффективности изучаемого продукта для спортивного питания для усиления компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также в отношении коррекции показателей физической работоспособности и психофизиологического состояния у самцов крыс при интенсивных физических нагрузках.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки

**Funding:** the study had no sponsorship

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest



### Список литературы/References:

1. Дондуковская Р.Р., Гольберг Н.Д. Спортивное питание. СПб.: Издательство «Реноме», 2010. 110 с. / Dondukovskaya RR, Golberg ND. Sportivnoe pitanie. Saint-Petersburg, Izdatelstvo «Renome», 2010. 110 p. (in Russian).
2. Леутко В.К. Основы спортивного питания. Могилев: УО «МГУ им. А.А. Кулешова», 2012. 56 с. / Leutko VK. Osnovy sportivnogo pitaniya Mogilev, UO «MGU im. A.A. Kuleshova», 2012. 56 p. (in Russian).
3. Токаев Э.С., Ледовский С.М., Назаров О.Н., Некрасов Е.А., Хасанов А.А., Краснова И.С. Клинические исследования эффективности специализированного продукта для спортивного питания «Антистресс» // Спортивная медицина: наука и практика. 2014. №4. С. 81-89. / Tokaev ES, Ledovskoy SM, Nazarov ON, Nekrasov EA, Khasanov, Krasnova IS. Clinical research of the efficiency of the «Antistress» (sports supplement). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2014;(4):81-89. (in Russian).
4. Абрамова М.А., Гаппарова К.М., Азизбекян Г.А., Чехонина Ю.Г., Зилова И.С., Никитюк Д.Б. Оценка фактического питания и физического статуса высококвалифицированных спортсменов-тяжелоатлетов // Спортивная медицина: наука и практика. 2012. №3. С. 22-25. / Abramova MA, Gapparova KM, Azizbekyan GA, Chekhonina YuG, Zilova IS, Nikityuk DB. Estimation of actual nutrition and physical state by highly skilled weight-lifting athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2012;(3):22-25. (in Russian).
5. Костеша Н.Я., Стрелис А.К., Лукьяненко П.И., Матвеева Л.А., Чердынцева Н.В. Экстракт пихты сибирской АБИСИБ и его применение в медицине и ветеринарии. Томск, 2005. С. 143 / Kostesha NYa, Strelis AK, Lukyanenok PI, Matveeva LA, Cherdyntseva NV. Ekstrakt pikhty sibirskoy ABISIB i ego primeneniye v meditsine i veterinarii. Tomsk, 2005. P. 143. (in Russian).
6. Отчет о научно-исследовательской работе «Об экспериментальном изучении влияния водной фракции углекислотного экстракта пихты сибирской на физическую работоспособность и гипоксию». МЗ РФ НИИ гигиены, Новосибирск, 2012. / Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote «Ob eksperimentalnom izuchenii vliyaniya vodnoy fraktsii uglekislотного экстракта пихты сибирской на физическую работоспособность и гипоксию». MZ RF NII gigieny, Novosibirsk, 2012. (in Russian).
7. Шанин Ю.Н., Шанин В.Ю., Зиновьев Е.В. Антиоксидантная терапия в клинической практике. СПб.: ЭЛБИ-СПб., 2003. 128 с. / Shanin YuN, Shanin VYu, Zinovyev EV. Antioksidantnaya

terapiya v klinicheskoy praktike. Saint-Petersburg, ELBI-SPb., 2003. 128 p. (in Russian).

8. Lalles JP, Lacan D, David JC. A melon pulp concentrate rich in superoxide dismutase reduces stress proteins along the gastrointestinal tract of pigs. Nutrition. 2011;27(3):358-363.

9. Juurlink BH. Dietary Nrf2 activators inhibit atherogenic processes. Atherosclerosis. 2012;225(1):29-33.

10. Nelson SK, Bose SK, Grunwald GK, Myhill P, McCord JM. The induction of human superoxide dismutase and catalase in vivo: A fundamentally new approach to antioxidant therapy. Free Radic. Biol. Med. 2006;40(2):341-347.

11. Buchman AL, Awal M, Jenden D, Roch M, Seung-Ho Kang. The effect of lecithin supplementation on plasma choline concentrations during a marathon. Journal of the American College of Nutrition. 2000;19(6):768-770.

12. Buchman AL, Jenden DJ, Roch M. Plasma free, phospholipid-bound and urinary free choline all decrease during a marathon run and may be associated with impaired performance. J. Am Coll Nutr. 1999;18(6):598-601.

### Ответственный за переписку:

**Пушкина Татьяна Анатольевна** – ассистент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Адрес: 123182, Россия, г. Москва, ул. Живописная, д. 46

Тел. (раб): +7 (499) 190-73-74

Тел. (моб): +7 (916) 134-05-74

E-mail: pushkina18@yandex.ru

### Responsible for correspondence:

**Tatyana Pushkina** – M.D., Assistant of the Department of Restorative Medicine, Sports Medicine, Balneology and Physiotherapy of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia

Address: 46, Zhivopisnaya St., Moscow, Russia

Phone: +7 (499) 190-73-74

Mobile: +7 (916) 134-05-74

E-mail: pushkina18@yandex.ru

*Дата направления статьи в редакцию: 17.01.2017*

*Received: 17 January 2017*

*Статья принята к печати: 06.02.2017*

*Accepted: 6 February 2017*