

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.1>

УДК 616-009.861; 616-018; 796.015.6

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



## Сочетание повышенной ситуативной тревожности и дисфункции эндотелия у юных спортсменов как условие для спазма микроциркуляции: методы оценки и коррекция с помощью специализированного медового слитка-конфеты

Г.А. Просекин<sup>1\*</sup>, В.Н. Ким<sup>1</sup>, Г.Б. Кривулина<sup>1</sup>, Е.Н. Долгова<sup>2</sup>, С.А. Парастаев<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, Россия

<sup>2</sup> АУ «Югорский колледж-интернат олимпийского резерва», Ханты-Мансийск, Россия

<sup>3</sup> ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** изучение психоэмоционально-волевой сферы и эндотелийзависимых факторов кардиоваскулярного риска, уровня работоспособности и времени восстановления у спортсменов до и после 2-месячного приема специализированного продукта для питания спортсменов (СППС) медового слитка-конфеты Gold F25 ApiSpeis Light. **Материалы и методы.** Основная группа из 58 спортсменов (в возрасте до 18 лет) в течение 2-х месяцев использовала слиток-конфету. В группу контроля-1 вошли 32 школьника и студента, не спортсмены, для оценки возрастных границ эндотелийзависимой вазодилатации, состава крови и наличия факторов риска атеросклероза у юных спортсменов. В группу контроля-2 вошли 30 юных спортсменов до 18 лет без применения СППС для сравнения показателей в основной группе до и после приема слитка-конфеты. Психоэмоциональную сферу изучали с помощью шкалы тревожности Спилберга — Ханина и тестирования САН: Самочувствие, Активность и Настроение. Кроме этого, определялись максимально достигнутая нагрузка, максимальное потребление кислорода, время достижения до порога анаэробного обмена, систолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений, нейровегетативный индекс напряжения и время восстановления после нагрузки. Также выполнялись пробы с реактивной гиперемией (ПРГ) и гипервентиляцией (ПГВ) на плечевой артерии для оценки эндотелийзависимой вазодилатации и вазоконстрикции, биомикроскопия конъюнктивы на щелевой лампе с калиброметрией артериол и венул, общий и биохимический анализ крови. **Результаты.** Установлена нормализация ситуативной тревожности, психоэмоционального напряжения и гиперфункции симпатoadренальной системы. Отмечалось снижение уровней кортизола, нейровегетативного индекса напряжения, улучшение самочувствия, активности и настроения на фоне устранения дисфункции эндотелия, улучшения работоспособности и сокращения времени восстановления после работы. Анализ множественных канонических корреляций обнаружил тесную взаимосвязь психоэмоционального состояния, дисфункции эндотелия и спазма микроциркуляции ( $R = 0,86$ ;  $p < 0,0001$ ). **Заключение:** было доказано, что комбинация повышенной ситуативной тревожности, нейровегетативного перенапряжения, гиперфункции симпатoadренальной системы и дисфункции эндотелия может формировать спастический тип периферического кровообращения и провоцировать дебют артериальной гипертензии. Установлено, что курсовой прием медового слитка обладает антистрессовым, антиоксидантным, эритропоэтическим, вазодилатирующим и антиспастическим эффектами, улучшает работоспособность и восстановление после нагрузок. Слиток Gold F25 ApiSpeis Light включен в Формуляр ФМБА в качестве специализированного продукта для питания юных спортсменов сборных РФ.

**Ключевые слова:** ситуативная тревожность, дисфункция эндотелия, детский спорт, спазм микроциркуляции, кардиоваскулярный риск, медовый слиток-конфета

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

**Для цитирования:** Просекин Г.А., Ким В.Н., Кривулина Г.Б., Долгова Е.Н., Парастаев С.А. Сочетание повышенной ситуативной тревожности и дисфункции эндотелия у юных спортсменов как условие для спазма микроциркуляции: методы оценки и коррекция с помощью специализированного медового слитка-конфеты. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(4):43–54. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.1>

Поступила в редакцию: 31.10.2020

Принята к публикации: 7.12.2020

Online first: 11.01.2021

Опубликована: 11.03.2021

\* Автор, ответственный за переписку

## Combination of increased situational anxiety and endothelial dysfunction in young athletes as a condition for microcirculation spasm: assessment methods and correction using a specialized honey bar-candy

Georgii A. Prosekin<sup>1,\*</sup>, Vitaliy N. Kim<sup>1</sup>, Galina B. Krivulina<sup>1</sup>, Elena N. Dolgova<sup>2</sup>, Sergey A. Parastaev<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

<sup>2</sup> Yugorsky College-Boarding School of Olympic Reserve, Khanty-Mansiysk, Russia

<sup>3</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**Objective:** study of psychoemotional-volitional sphere and endothelium-dependent factors of cardiovascular risk, the level of performance and recovery time in athletes before and after a 2-month intake of a specialized athlete's nutrition product (SANP) honey bar-candy "Gold F25 ApiSpeis Light". **Materials and methods.** The main group of 58 athletes (under the age of 18) used SANP for 2 months. Control group-1 included 32 schoolchildren and students, not athletes, to assess the age limits of endothelium-dependent vasodilation, blood composition and the presence of risk factors for atherosclerosis in young athletes. The control group-2 included 30 young athletes under 18 years old without the use of SANP to compare the indicators in the main group before and after taking the honey bar. The psycho-emotional sphere was studied using the Spielberger-Hanin scale of anxiety and WAM testing: Well-being, Activity and Mood. In addition, the maximum achieved load, maximum oxygen consumption, time to reach the threshold of anaerobic metabolism, systolic blood pressure, heart rate, neurovegetative stress index and recovery time after exercise were determined. Also, tests with reactive hyperemia (TRH) and hyperventilation (TGV) on the brachial artery were performed to assess endothelium-dependent vasodilation and vasoconstriction, conjunctival biomicroscopy on a slit lamp with calibrometry of arterioles and venules, general and biochemical blood tests. **Results.** The normalization of situational anxiety, psychoemotional stress and hyperfunction of the sympathoadrenal system was established. There was a decrease in the levels of cortisol, neurovegetative stress index, improvement of well-being, activity and mood against the background of elimination of endothelial dysfunction, improved performance and reduced recovery time after work. The analysis of multiple canonical correlations revealed a close relationship between the psychoemotional state, endothelial dysfunction and microcirculation spasm ( $R = 0.86$ ;  $p < 0.0001$ ). **Conclusion:** it has been proven that a combination of increased situational anxiety, neurovegetative overexertion, hyperfunction of the sympathoadrenal system and endothelial dysfunction can form a spastic type of peripheral circulation and provoke the onset of arterial hypertension. It was found that the course intake of honey ingot has anti-stress, antioxidant, erythropoietic, vasodilating and antispastic effects, improves performance and recovery after stress. Ingot "Gold F25 ApiSpeis Light" is included in the FMBA Formulary as a specialized product for the nutrition of young athletes of the Russian national teams.

**Keywords:** situational anxiety, endothelial dysfunction, children's sports, microcirculation spasm, cardiovascular risk, honey candy bar

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

**For citation:** Prosekin G.A., Kim V.N., Krivulina G.B., Dolgova E.N., Parastaev S.A. Combination of excessive situational anxiety and endothelial dysfunction in young athletes as a condition for microcirculation spasm: assessment methods and correction using a specialized honey bar-candy. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):43–54 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.1>

**Received:** 31 October 2020

**Accepted:** 7 December 2020

**Online first:** 11 January 2021

**Published:** 11 March 2021

\* Corresponding author

### 1. Введение

Известно, что большинство поведенческих стереотипов закладывается в детском возрасте, приобретая в дальнейшем относительно стабильный характер. Поэтому превентивные мероприятия, осуществляемые в детском и подростковом возрасте, на этапе формирования основных поведенческих привычек, представляются более перспективной стратегией первичной профилактики формирования факторов риска атеросклероза (ФРА) и других неинфекционных заболеваний с целью последующего снижения заболеваемости и смертности от них [1]. Важность подобных профилактических мер для предупреждения развития артериальной гипертензии (АГ) была показана в ходе 32-летнего наблюдения за детьми начиная с 11–12-летнего возраста [2]. В работе подчеркивается неблагоприятное влияние избыточной массы тела в подростковом возрасте на развитие АГ

в будущем. В то же время в последние годы установлено, что в патогенезе АГ не последнюю роль играют психологические факторы. К примеру, как правило, недостаточно оцениваемый предиктор «тревожность» на деле оказался не только независимым фактором риска возникновения АГ, но также более значимым по своей прогностической ценности по сравнению с ожирением, курением и сопоставимым с депрессией [3]. Обусловлено это не только тем, что состояние тревоги сопровождается выбросом в кровь катехоламинов, секреция которых вызывает вазопрессорную реакцию, но также тем, что к настоящему времени накоплено достаточное количество исследований в пользу патологической активации нейромедиаторных систем и возникновения так называемой нейрогенной гипертензии [4], когда сочетание повышенной ситуативной и личностной тревожности может способствовать дебюту эссенциальной

АГ. Поэтому артериальную гипертензию и коронарную болезнь сердца относят к классической психосоматической патологии, в развитии которой выделяются три синдрома: тревожность, враждебность и жизненное истощение как психологические предпосылки возникновения острого инфаркта миокарда. Причем связь тревоги и острого коронарного синдрома была убедительно доказана N.M. Batelaan et al. (2016) в метаанализе исследований с числом участников 1,5 млн человек и периодом наблюдения от 1 до 24 лет [5].

Несмотря на то что занятия спортом особенно важны для роста и формирования детского растущего организма, спортивная деятельность тесно взаимосвязана с повышенной тревожностью и страхом, поэтому актуальность изучения и коррекции психологических факторов в детском спорте становится все более острой [6].

Так как повышенная тревожность может приводить к нарушению перцептивно-моторной и поведенческой сферы [7], но также, на фоне увеличения активности симпатoadренальной системы (САС), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и систолического артериального давления (САД), повышать сердечно-сосудистый риск и со временем трансформироваться в АГ [8]. Эта ситуация усугубляется тем, что наряду с психологическим стрессом у юных и молодых спортсменов на первое место выходит проблематика оксидативного стресса и дисфункции эндотелия (ДЭ) как факторов риска развития кардиомиопатии напряжения. В частности, сегодня установлено, что высокая физическая нагрузка, оксидативный стресс с интенсификацией перекисного окисления липидов, гиперактивация симпатoadренальной системы, АГ и ДЭ — это звенья одной цепи, в которой мишенью и триггером выступает ДЭ [9]. На фоне «чистых» коронарных артерий, особенно у реактивно- и личностно-тревожных молодых лиц с вегетативной дисфункцией и гипертрофией левого желудочка, может развиваться ангиоспазм вследствие микрососудистой дисфункции [10]. В тяжелых случаях возможно возникновение острой коронарной недостаточности из-за того, что объем крови, циркулирующей через коронарные артерии, становится недостаточным для удовлетворения потребности миокарда в кислороде [11].

В этой связи следует помнить, что только интактный эндотелий через гликокаликс способен «чувствовать» сдвиговое напряжение, создаваемое кровотоком, и уменьшать влияние ангиотензинпревращающего фермента [12]. И вот почему необходимо учитывать, что эндотелиоциты могут подвергаться перенапряжению и их чувствительность к сдвигу также может снижаться, провоцируя этим коронарospазм чистых сосудов. Эти результаты были получены в долгосрочном наблюдении (9–18 лет) за больными с микрососудистой стенокардией или «кардиальным синдромом X», в котором было установлено достоверное и независимое влияние ДЭ плечевой артерии на развитие неблагоприятных кардиальных событий в будущем [13].

Учитывая приведенные сведения, была выдвинута рабочая гипотеза, что с помощью потребления специализированных продуктов для питания спортсменов (СППС) на основе апифитопродуктов, обладающих антиоксидантным, липидокорректирующим, седативным и антистрессорным эффектами [14–17], включая другие природные биологически активные вещества, возможна коррекция психологических факторов сердечно-сосудистого риска и ДЭ у юных спортсменов олимпийского резерва.

Настоящее исследование выполнено в рамках прикладных научно-исследовательских работ на базе соглашения о сотрудничестве ФНКЦСМ ФМБА РФ, РНИМУ им. Н.И. Пирогова, СибГМУ, Югорского колледжа-интерната олимпийского резерва (ЮКИОР) и производителя СППС на основе апифитокомпонентов ООО «Тенториум» (Пермь).

**Цель работы.** Изучение психоэмоционально-волевого статуса, симпатoadренальной системы, нейровегетативного индекса напряжения, функции эндотелия, микроциркуляции, работоспособности и времени восстановления у спортсменов до и после использования специализированного продукта питания спортсменов медового слитка-конфеты Gold F25 ApiSpeis Light.

## 2. Материалы и методы

На площадке ЮКИОР г. Ханты-Мансийска проведено рандомизированное когортное контролируемое исследование среди юных спортсменов 15–18 лет. Предварительно было получено письменное информированное согласие на участие. Рандомизацию проводили с помощью случайных чисел согласно спискам обучающихся. Всего участвовало 120 детей, из которых 88 спортсменов и 32 здоровых школьника и студента. В основную группу вошли 58 спортсменов (17,1 ± 0,5 года; мужчин 85,4 %) с 2-месячным потреблением СППС: 16 хоккеистов, 14 пловцов, 15 лыжных гонщиков и 13 биатлонистов. В группу контроля-1 вошли 32 школьника и студента, не спортсмены (16,3 ± 1,1 года, мужчин 81 %) без приема СППС с нормальной эндотелийзависимой вазодилатацией (ЭЗВД) плечевой артерии (ПА) на пике пробы с реактивной гиперемией (ПРГ), равной 10 % и более к исходному диаметру [18]. Группа формировалась для сравнения возрастных границ ЭЗВД, показателей крови и наличия факторов риска атеросклероза у юных спортсменов. Также формировалась группа контроля-2, куда включили 30 спортсменов (16,8 ± 0,4 года; мужчин 83,1 %) без приема СППС: 8 хоккеистов, 7 пловцов, 8 лыжных гонщиков и 7 биатлонистов. Группа использовалась для сравнения показателей до и после приема СППС в основной группе. Доля спортсменов с квалификацией «кандидат в мастера спорта» и выше в основной группе составила 34,0 %, в контроле — 35 %. Сравнимые группы были полностью однородными по возрасту, полу, представительству от видов спорта и спортивному мастерству.

Изучение психической и эмоционально-волевой сферы спортсменов осуществляли с помощью шкалы тревожности Спилберга — Ханина и тестирования САН: Самочувствие, Активность и Настроение [19]. Определялись максимально достигнутая нагрузка ( $W_{max}$ ), максимальное потребление кислорода (МПК), время достижения до порога анаэробного обмена (ПАНО), уровни САД, ЧСС и нейровегетативного индекса напряжения (ИН) по Р. Баевскому (1979). Кроме того, проводилась проба с гипервентиляцией (ПГВ) на плечевой артерии для оценки эндотелийзависимой вазоконстрикции (ЭЗВК) [20], биомикроскопия конъюнктивы глаза с калиброметрией артериол и венул на щелевой лампе, с цифровой обработкой изображения и увеличением  $\times 32$ , общий и биохимический анализ крови. Все исследования производили до и после 2-месячного применения СППС Gold F25 ApiSpeis Light по 1 плитке (13 г) 3 раза в день (во время или после еды). СППС разработан в форме глазированного плиточка-конфеты (аналогия спортивного батончика), прошел испытания в ФИЦ питания и биотехнологии и рекомендован к приему спортсменами с 14 лет. Состав корпус/начинки глазированного плиточка-конфеты: перга, мед натуральный, орех кедровый, пыльца цветочная (пчелиная обножка), прополис, маточное молочко лиофилизированное, низкомолекулярный хитозан, кондитерская глазурь белая, сухое молоко, сухая молочная сыворотка, ароматизатор «Ванилин», краситель натуральный  $\beta$ -каротин и мумие (глицин 1,6 мг/100 г). В таблице 1 приведена пищевая и энергетическая ценность СППС.

Статистическая обработка и анализ данных производились с помощью пакетов SAS 9.4, Statistica 12, IBM-SPSS-24. За критическое значение статистической значимости принимали 0,05. Использовали анализ ANOVA, Краскела — Уоллиса и Ван дер Вардена. Все дескриптивные статистики приведены как  $M \pm m$ ,  $M$  — среднее,

$m$  — ошибка среднего. Кроме того, применяли коэффициент Спирмена и анализ канонических корреляций.

### 3. Результаты и их обсуждение

#### 3.1 Результаты исследования

Анализируя исходные данные до использования СППС (табл. 2), следует отметить, что практически у всех юных спортсменов в сравнении с группой контроля-1 (школьники и студенты — не спортсмены) обнаруживались более высокие показатели САД, ЧСС, ИН и кортизола, представляющие классические проявления гиперфункции симпатoadренальной системы и имеющие прямое отношение к психологическим факторам кардиоваскулярного риска. В частности, уровень ИН в основной группе был в 2,7 раза выше, чем в контроле-1 ( $111,7 \pm 10,2$  и  $42,1 \pm 8,7$  усл. ед;  $p = 0,0001$ ).

При этом уровень содержания кортизола в крови в основной группе ( $359,92 \pm 9,5$  нмоль/л) и контроле-2 ( $368,12 \pm 8,2$  нмоль/л) был более чем на 20 % выше, чем в контроле-1 ( $298,77 \pm 8,6$  нмоль/л;  $p = 0,0001$ ). В то же время у всех юных спортсменов наблюдались существенные отклонения в показателях ЭЗВД и ЭЗВК ПА, что свидетельствовало о наличии ДЭ: уровень ЭЗВД в основной группе — 7,8 % в контроле-2 — 7,0 %, в контроле-1 — 13 % ( $p = 0,0001$ ). Значение ЭЗВК, характеризующее готовность ПА к спазму, у спортсменов оказалось в 2,5 раза выше, чем в группе контроля-1 (соответственно -9,1 % в основной группе, -9,8 % в контроле-2 и -3,9 % в контроле-1;  $p = 0,0001$ ). Притом что показатель ЭЗВД у спортсменов был лишь в 1,6 раза ниже, чем в контроле-1. Кроме того, отмечалась более низкая скорость кровотока в ПА на пике ПГВ у спортсменов, чем у лиц в контроле-1 (48,3, 49,5 и 56,9 см/сек;  $p = 0,0001$ ), что указывало на ухудшение регионарной гемодинамики в условиях спастического состояния артерий смешанного типа.

Таблица 1

#### Пищевая, энергетическая ценность и химический состав СППС

Table 1

#### Nutritional, energy value and chemical composition of the SANP

Пищевая ценность / The nutritional value	В 100 г продукта / In 100 g of product	В суточной порции (39 г) / In a daily portion (39 g)
Углеводы, г / Carbohydrates, g	59,5	23,2
Жиры, г, в т.ч. ПНЖК / Fats, g, incl. polyunsaturated fatty acids	25,0	9,8
Флавоноиды / Flavonoids	4	1,6
Витамин А, мг (бета-каротин) / Vitamin A, mg (beta-carotene)	2,2 (13,2)	0,9 (5,2)
Витамин Е, мг / Vitamin E, mg	0,75	0,29
Кальций, мг / Calcium mg	135,0	53,0
Магний, мг / Magnesium mg	54,0	21,0
Пищевые волокна (нераств.), мг / Dietary fiber (undissolved), mg	54,0	21,0
Энергетическая ценность, ккал / Energy value, kcal	462	180

Таблица 2

Функциональные и лабораторные показатели у юных спортсменов и здоровых лиц до использования СППС ( $M \pm m$ )

Table 2

Functional and laboratory parameters in young athletes and healthy individuals before using SANP ( $M \pm m$ )

Показатели / Parameters	Основная группа / Main group, $n = 58$	Контроль-1 / Control-1, $n = 32$	Контроль-2 / Control-2, $n = 30$	$p$ — уровень значимости / significance level
САД, мм рт.ст. / Systolic blood pressure, mmHg	126,5 ± 2,3	110,6 ± 2,4	128,2 ± 3,1*	0,001
ЧСС, уд./мин / Heart rate, beats / min	82,7 ± 1,9	71,9 ± 1,7	80,9 ± 1,7*	0,001
Wmax, METS / The maximum achieved load, METS	15,4 ± 2,01	12,6 ± 1,71	14,9 ± 7,15*	0,0001
МПК, мл/мин / Maximum oxygen consumption, ml / min	50,8 ± 0,55	44,2 ± 0,87	51,1 ± 0,71*	0,0001
Время до ПАНО, мин) / The time to threshold anaerobic, min	10,58 ± 1,1	8,14 ± 0,6	10,92 ± 1,6*	0,0001
Время восстановления, мин / Recovery time, min	7,6 ± 0,3	8,9 ± 0,5	7,7 ± 0,4	0,0001
Индекс напряжения, усл. ед. / Nervous system stress index	111,7 ± 10,2	42,1 ± 8,7	97,1 ± 12,8*	0,0001
Кортизол, нмоль/л / Cortisol, nmol / l	359,9 ± 9,5	298,7 ± 8,6	368,1 ± 8,2*	0,0001
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$ / Erythrocytes, $\times 10^{12} / l$	4,94 ± 0,01	5,58 ± 0,01	4,8 ± 0,01*	0,0001
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g / l	140,7 ± 9,2	155,9 ± 8,4	137,0 ± 1,2*	0,0001
ЭЗВД ПА 75 сек ПРГ, % / EDVD BA75 sec. TRH, %	7,8 ± 0,7	13,0 ± 0,6	7,5 ± 0,9*	0,0001
Vps ПА 75 сек ПРГ, см/сек / Vps BA 75 sec. TRH, cm / sec	65,6 ± 4,9	48,8 ± 1,5	63,1 ± 5,1	0,0006
Сдвиг 15 сек ПРГ, дин/см <sup>2</sup> / Shear 15 sec. TRH, dyne / cm <sup>2</sup>	43,53 ± 6,1	44,67 ± 5,8	44,01 ± 5,7	0,45
ЭЗВК ПА 5 мин ПГВ, % / EDVC BA 5 min. THV, %	-9,1 ± 0,8	-3,9 ± 0,4	-9,8 ± 1,2	0,0001
Vps ПА 5 мин ПГВ, см/сек / Vps BA 5 min. THV, cm / sec	48,3 ± 1,8	56,9 ± 1,4	49,5 ± 2,1*	0,0001
Сдвиг 5 мин ПГВ, дин/см <sup>2</sup> / Shear 5 min THV, dyne / cm <sup>2</sup>	29,38 ± 4,8	28,05 ± 4,2	30,04 ± 3,5	0,79
Диаметр артериол 5 мин ПГВ, % / Arteriole diameter 5 min THV, %	-11,0 ± 0,3	-0,36 ± 0,09	-12,0 ± 0,4	0,0001
Диаметр венул 5 мин ПГВ, % / Venule diameter 5 min THV, %	-14,8 ± 0,6	2,0 ± 0,4	-13,9 ± 0,5	0,0001

Примечание: \* —  $p < 0,05$  в сравнении с группой контроля-1.  
Note: \* —  $p < 0,05$  in comparison with the control group-1.

Вместе с тем, и это важно, на пике ПГВ даже у юных спортсменов регистрировалось не только более значимое сужение диаметра ПА, но также более резкое сужение артериол и венул конъюнктивы глаза по сравнению с данными микроциркуляторного русла группы контроля-1. Так, изменение диаметра артериол у спортсменов основной группы составило -11,0 %, группы контроля-2 -12 % и группы контроля-1 -0,36 % ( $p < 0,0001$ ).

Сужение венул в основной группе составило -14,8 %, в контроле-2 -13,9 %, тогда как в контроле-1, напротив, венулы расширились на 2 % ( $p < 0,0001$ ). Таким образом, наблюдаемые результаты являлись четкой демонстрацией спастического типа периферической гемодинамики у спортсменов с ДЭ и гиперфункцией САС. На рисунке 1 представлен спазм микроциркуляции на фоне ПГВ.

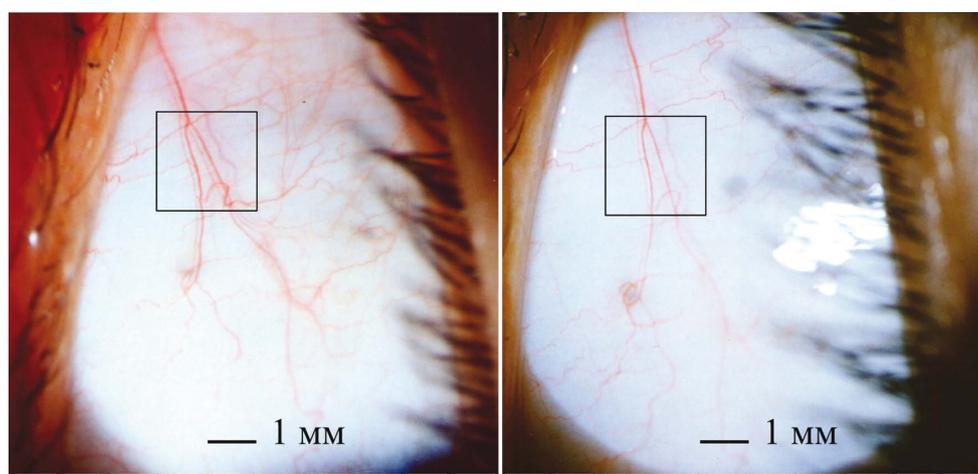


Рис. 1. Микроциркуляторная сеть конъюнктивы глаза у юных спортсменов до приема СППС: слева — исходное состояние; справа — на пике пробы с гипервентиляцией

Fig. 1. Microcirculatory network of the conjunctiva of the eye in young athletes before taking SANP: on the left — the initial state; on the right — at the peak samples with hyperventilation

При этом максимально достигнутая работа, МПК и ПАНО у всех юных спортсменов были закономерно выше, а время восстановления после больших нагрузок короче, чем в группе контроля-1 (не спортсменов), несмотря на более низкий уровень содержания эритроцитов ( $4,94 \times 10^{12}/л$  у лиц основной группы,  $4,8 \times 10^{12}/л$  в группе контроля-2 и  $5,58 \times 10^{12}/л$  в группе контроля-1;  $p < 0,0001$ ) и более низкий показатель гемоглобина ( $140,7 г/л$  у лиц основной группы,  $137,0 г/л$  в группе контроля-2 и  $155,9 г/л$  в группе контроля-1;  $p < 0,0001$ ).

Учитывая полученные результаты, свидетельствующие о наличии у спортсменов ДЭ и гиперактивации САС, было проведено психологическое тестирование спортсменов до и после применения СППС. В таблице 3 представлены результаты тестирования, которое четко указывало на исходный повышенный уровень показателей психоэмоциональной и волевой сферы и их положительную динамику после 2-месячного курсового потребления СППС.

Так, в сравнении с исходным статусом было обнаружено повышение показателей «общего самочувствия» с 88 до 100 %, (прирост 13,7 %); параметра «активности» с 90 до 100 % (прирост 11 %); настроение «улучшилось» с 70 до 98 % (прирост 40 %). Причем выявлено, что повышение показателя «настроения» обусловлено нормализацией ранее заниженной самооценки (то есть у 16 из 17 спортсменов самооценка и настроение поднялись), а также снижением показателя ситуативной тревожности (у 13 из 16 спортсменов данный параметр нормализовался). Тогда как по уровню «личностной тревожности» какой-либо динамики не отмечалось. Полученные результаты свидетельствовали о положительном воздействии СППС на психоэмоциональный статус у спортсменов. При этом следует подчеркнуть, что комплекс обследований и потребления СППС совпал со сдачей единого государственного экзамена,

тренировочных сборов и соревнований и тем не менее благотворно повлиял на психоэмоциональный статус юных спортсменов в период интеллектуальных и физических нагрузок. При этом в группе контроля-2 между первым и вторым тестированием на фоне двухмесячных тренировок и соревнований и точно такой же интеллектуальной работы, но без применения СППС какой-либо существенной динамики не отмечалось. Хотя все юные спортсмены жили и тренировались в абсолютно одинаковых условиях на базе колледжа, а также питались в одной столовой.

Вместе с тем позитивная динамика наблюдалась и по функционально-лабораторным показателям после 2 месяцев приема СППС в основной группе (табл. 4). Прежде всего, отмечалась высокая эффективность восстановления функции эндотелия плечевой артерии, причем как дилататорного, так и констрикторного компонентов. В частности, показатель ЭЗВД ПА нормализовался с приростом 70 % (с 7,8 до 13,2 %;  $p = 0,0001$ ), тогда как уровень ЭЗВК ПА снизился в 2,2 раза (с -9,1 до -4,2 %;  $p = 0,0001$ ). При этом спазм артериол на пике ПГВ уменьшился на 65 % (с -11,0 до -3,85 %;  $p < 0,0001$ ), а вазоконстрикция венул — на 83 % (с -14,8 до -2,52 %;  $p < 0,0001$ ). Улучшенное состояние микроциркуляторного русла во время пробы с гипервентиляцией после 2-месячного использования СППС показано на рисунке 2.

При этом уровень ИН понизился на 43 % (со 111,7 до 67,63 усл. ед.;  $p = 0,001$ ), значения САД и ЧСС покоя снизились на 10 и 15 % соответственно. На этом фоне возросли показатели МПК на 14 %, время достижения до ПАНО на 13 %, максимально достигнутая нагрузка на 12 % и скорость кровотока в ПА на пике ПГВ на 12 %. Время восстановления после работы сократилось на 12 %. Динамики в группе контроля-2 (без приема СППС) не наблюдалось.

Таблица 3

Психологическое тестирование в основной группе до и после приема СППС,  $n = 58$ 

Table 3

Psychological testing in the main group before and after taking SANP,  $n = 58$ 

Показатели / Parameters	В норме / Normal				Завышен / Above normal				Занижен / Below normal			
	I		II		I		II		I		II	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Самочувствие / Wellbeing	51	88	58	100	0	-	0	-	7	12	0	-
Активность / Activity	52	90	58	100	0	-	0	-	6	10	0	-
Настроение / Mood	41	70	57	98	0	-	0	-	17	30	1	2
Ситуативная тревожность / Situational anxiety	49	84	56	97	9	16	2	3	0	0	0	0
Личностная тревожность / Personal anxiety	48	83	50	86	10	17	9	16	0	0	0	0

Примечание: I — до приема СППС; II — после приема СППС.

Note: I — before taking SANP; II — after taking SANP.

Таблица 4

Функциональные и лабораторные показатели у юных спортсменов и здоровых лиц после использования СППС ( $M \pm m$ )

Table 4

Functional and laboratory parameters in young athletes and healthy individuals after using SANP ( $M \pm m$ )

Показатели / Parameters	До приема / Before taking, (n = 58)	После приема / After taking (n = 58)	p — уровень значимости / significance level
САД, мм рт. ст. / Systolic blood pressure, mmHg	126,5 ± 2,3	113,8 ± 3,1**	0,005
ЧСС, уд./мин / Heart rate, beats / min	82,7 ± 1,9	70,2 ± 1,6**	0,002
Wmax, METS / The maximum achieved load, METS	15,4 ± 2,01	17,3 ± 2,15**	0,0001
МПК, мл/мин / Maximum oxygen consumption, ml / min	50,8 ± 0,55	57,9 ± 0,42**	0,0001
Время до ПАНО, мин) / The time to threshold anaerobic, min	10,58 ± 1,1	11,93 ± 0,6**	0,001
Время восстановления, мин / Recovery time, min	7,6 ± 0,3	6,7 ± 0,3**	0,02
Индекс напряжения, усл. ед. / Nervous system stress index	111,7 ± 10,2	67,63 ± 12,13**	0,0001
Кортизол, нмоль/л / Cortisol, nmol / l	359,9 ± 9,5	308,7 ± 10,7**	0,001
Эритроциты, ×10 <sup>12</sup> /л Erythrocytes, ×10 <sup>12</sup> / l	4,94 ± 0,01	5,58 ± 0,01**	0,0001
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g / l	140,7 ± 9,2	157,9 ± 8,4**	0,0001
ЭЗВД ПА 75 сек ПРГ, % / EDVD BA75 sec. TRH, %	7,8 ± 0,7	13,2 ± 1,3**	0,0001
Vps ПА 75 сек ПРГ, см/сек / Vps BA 75 sec. TRH, cm / sec	65,6 ± 4,9	49,9 ± 3,5**	0,0001
Сдвиг 15 сек ПРГ, дин/см <sup>2</sup> / Shear 15 sec. TRH, dyne / cm <sup>2</sup>	43,53 ± 6,1	44,67 ± 5,8	0,75
ЭЗБК ПА 5 мин ПГВ, % / EDVC BA 5 min. THV, %	-9,1 ± 0,8	-4,2 ± 1,1**	0,0001
Vps ПА 5 мин ПГВ, см/сек / Vps BA 5 min. THV, cm / sec	48,3 ± 1,8	54,3 ± 1,6**	0,0001
Сдвиг 5 мин ПГВ, дин/см <sup>2</sup> / Shear 5 min THV, dyne / cm <sup>2</sup>	29,38 ± 4,8	28,05 ± 4,2	0,85
Диаметр артериол 5 мин ПГВ, % / Arteriole diameter 5 min THV, %	-11,0 ± 0,3	-3,85 ± 0,05**	0,0001
Диаметр венул 5 мин ПГВ, % / Venule diameter 5 min THV, %	-14,8 ± 0,6	-2,52 ± 0,3**	0,0001

Примечание: \*\* —  $p < 0,05$  в сравнении с группой контроля-2.

Note: \*\* —  $p < 0.05$  in comparison with the control group-2.

### 3.2 Обсуждение результатов

Обсуждая полученные результаты, необходимо подчеркнуть, что фактически у всех спортсменов обнаруживались ФРА в виде гиперактивации симпатoadrenalовой системы, повышенных показателей САД и ЧСС, негативные сдвиги в психической и эмоционально-волевой сфере, а также развернутые проявления дисфункции эндотелия с доминированием спазма

плечевой артерии и микроциркуляторного русла. Это, естественно, уже требовало коррекционного вмешательства, поскольку было диагностировано нарушение, главного в спорте физиологического механизма — феномена ЭЗВД, призванного оперативно снабжать кислородом миокард и скелетные мышцы, который всегда должен работать при стрессе, гемодинамических сдвигах и при любой по интенсивности физической работе

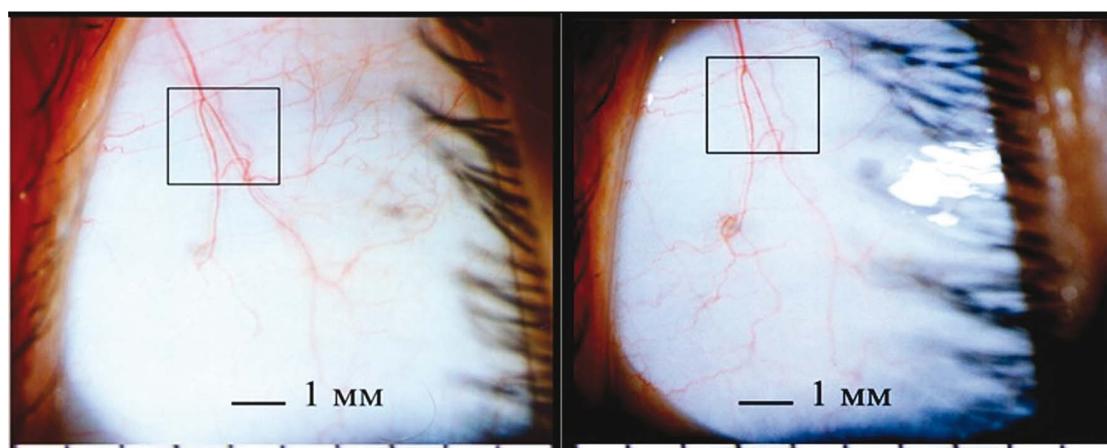


Рис. 2. Микроциркуляторная сеть конъюнктивы глаза у юных спортсменов после приема СППС: слева — исходное состояние; справа — на пике пробы с гипервентиляцией

Fig. 2. Microcirculatory network of the conjunctiva of the eye in young athletes after taking SANP: on the left — the initial state; on the right — at the peak samples with hyperventilation

[21]. Таким образом, исследование наглядно показало, почему так важно следить за функциональным состоянием ЭЗВД периферических сосудов у атлетов высокой квалификации и тем более с признаками вегетативной дисфункции, высоким психоэмоциональным напряжением и повышенной ситуативной тревожностью [22].

С другой стороны, нарушение дилататорного механизма сосудистой регуляции таит в себе куда более серьезные тенденции, включая участие ДЭ в патогенезе кардиомиопатии перенапряжения у спортсменов [9] и возникновении микрососудистой стенокардии [13]. В этой связи надо еще раз отметить, что феномен ЭЗВД играет ключевую антиспастическую роль, реализованную через способность эндотелия реагировать на сдвиговое напряжение со стороны движущейся крови [12]. Поэтому сохранность эндотелия — это главное условие для адекватного синтеза им так называемых базальных концентраций NO (оксида азота) и поддержания базального сосудистого тонуса в покое, когда незначительное количество NO уравнивает спастические эффекты влияния эндотелинов и эластических свойств самой артериальной стенки. В условиях же физической активности увеличение объемной скорости кровотока приводит к значимому увеличению сдвигового напряжения, и клетки эндотелия начинают продуцировать дополнительные порции «стимулированного» оксида азота, обуславливающие эффект эндотелийзависимой вазодилатации [22]. Поэтому нужно помнить, что в сокращающейся скелетной мускулатуре возникающий кислородный долг включает механизм анаэробного режима работы, тогда как для сердечной мышцы опасный дефицит кислорода приводит к ишемии [13].

В этой связи формирование кардиомиопатии перенапряжения у спортсменов [9] в условиях ограниченного притока крови по артериям среднего-мелкого калибра на фоне спастического состояния микроциркуляторного русла, обусловленного ДЭ на фоне психоэмоциональных и физических нагрузок, представляется обоснованным. И вот почему оценку эндотелиальной функции необходимо осуществлять с использованием проб с реактивной гиперемией и гипервентиляцией, которые позволяют моделировать вазомоторный ответ периферического сосудистого русла, возникающий при выполнении атлетом максимальных нагрузок, когда работа механизма рабочей гиперемии в скелетных мышцах и миокарде всегда происходит на фоне гипервентиляции.

При этом важно, что полученные результаты исследования полностью подтверждают ранее предложенный нами «эндотелийзависимый сценарий» дебюта АГ у юных и молодых спортсменов олимпийского резерва [22]. На наш взгляд, у атлетов с высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД), так же как при пограничной артериальной гипертензии (ПАГ), всегда имеет место более сохраненный эндотелий, но со сниженной функцией из-за уменьшения его чувствительности, вызванного повышенным влиянием САС у личностно-тревожных

лиц. Так, в отличие от прямого повреждающего влияния на эндотелий при курении или дислипидемии, при этом сценарии главным механизмом формирования спастической сосудистой реактивности у лиц с ВНАД являются гиперфункция САС и психологические ФРА. Очевидно, что комбинация личностных особенностей и нейровегетативных реакций, «катехоламиновая гипертензиогенная доминанта» и травмирующее действие повышенных значений САД тем не менее оказывает небольшое повреждающее влияние на эндотелий, тогда как ключевым дисрегуляторным феноменом у спортсменов с ВНАД является спазм микроциркуляции и повышенные показатели периферического сосудистого сопротивления (ПСС). Когда недостаточная ЭЗВД магистральных артерий приводит к лимитированному притоку крови к ткани, в результате происходит компенсаторное возрастание уровня ПСС и значимое уменьшение разницы давлений на «входе» и «выходе» в регионарных сосудах. Это вызывает существенное снижение степени прироста объемной скорости кровотока в ПА при реактивной гиперемии и гипервентиляции и, следовательно, уменьшение сдвига на эндотелии и снижение расширения артерий. В свою очередь, это вызывает аварийную активацию САС, тем самым замыкая порочный круг. При этом нужно подчеркнуть, что испытуемыми в нашем исследовании были юные спортсмены, у которых, вполне вероятно, в дальнейшем (как у больных с «длительным стажем АГ») дополнительно присоединится эндотелиальная дисфункция, обусловленная непосредственным травмирующим влиянием со стороны высокого уровня САД и других ФРА на эндотелий, что неминуемо приведет к усилению вазоспазма микроциркуляторного русла. А значит, для оптимизации обменных процессов и поддержания необходимой скорости доставки кислорода к тканям показатель САД и ЧСС будет неуклонно стремиться вверх, спазм микроциркуляции, значение ПСС и повреждающее влияние САД на эндотелий еще больше возрастут. Так может развиваться «эндотелийзависимый сценарий» опасного осложнения у пациентов с мягкой и лабильной артериальной гипертензией — мозгового инсульта.

Таким образом, полученные в исследовании результаты позволили более предметно взглянуть на обнаруженную эффективность медового сливка-конфеты Gold F25 ApiSpeis Light в коррекции психологических факторов сердечно-сосудистого риска, показателей работоспособности и восстановления у спортсменов. Тем более при наличии сочетания у них ДЭ, гиперфункции САС и психологических ФРА. Данные взаимосвязи подтверждали обнаруженные обратные корреляции «времени достижения ПАНО» с уровнем кортизола ( $r = -0,53$ ;  $p < 0,0001$ ), значений ЧСС и САД с содержанием гемоглобина ( $r = -0,51$ ;  $p < 0,0001$ ). А также прямые корреляции «времени достижения ПАНО» с уровнем эритроцитов ( $r = 0,62$ ;  $p < 0,0001$ ), значений ЧСС и САД с ИН ( $r = 0,53$ ;  $p < 0,0009$ ), скорости кровотока

ПА на пике ПГВ с максимально достигнутой нагрузкой ( $r = 0,52$ ;  $p < 0,0001$ ). В этой связи, учитывая, что психологические ФРА, ДЭ и гиперактивность САС были обнаружены у всех спортсменов, проведен анализ канонических корреляций по всему массиву для выявления взаимосвязей между этими признаками, определяющих спастический тип регионарной гемодинамики. На рисунке 3 наглядно представлено, как множество параметров после 2-месячного приема специализированного продукта медового слитка-конфеты (красные квадратики) оказалось на заметном удалении от исходных признаков (синие кружочки,  $R = 0,86$ ;  $p < 0,0001$ ). Так с помощью применения многомерного анализа удалось найти множественную корреляцию взаимного влияния психологических факторов риска и ДЭ. При этом понятна условность прямого влияния психологических факторов и САС на ДЭ и наоборот. Тем не менее, как показано в рассмотренном выше сценарии, психоэмоциональное напряжение, ситуативная тревожность и низкая самооценка в условиях гиперфункции САС — явно неблагоприятный фон для развития спастического типа регионарной гемодинамики. Также важным является факт, что с помощью многомерного анализа была подтверждена высокая эффективность медовой конфеты F25 ApiSpeis Light в рамках профилактики сердечно-сосудистого риска и повышения работоспособности юных спортсменов олимпийского резерва.

На основе изложенных фактов стало возможным более детально представить состав ингредиентов СППС, которые положительно повлияли на состояние психоэмоционально-волевого и нейровегетативного статуса и симпатoadренальной системы, включая функцию эндотелия, микроциркуляцию, работоспособность и время восстановления у спортсменов. Во-первых, учитывая возраст, применялись компоненты только натурального природного происхождения, зарекомендовавшие себя в спортивной практике. В этой связи продукция пчеловодства и экстракты трав как нельзя лучше подходили под цели разработки СППС для юных спортсменов, поскольку представляли собой готовые продукты повышенной биологической ценности с богатым набором микронутриентов. Во-вторых, использовались ингредиенты, которые, на основании литературных данных, могли усиливать ожидаемый коррекционный эффект. Так, кедровый орех с высокой концентрацией полиненасыщенных жирных кислот и эффективным соотношением  $\alpha$ -линоленовой (омега-3),  $\gamma$ -линоленовой и линолевой (омега-6) кислот, богатым содержанием витаминов E, A ( $\beta$ -каротин) усиливал антиоксидантное и противовоспалительное действие маточного молочка, в том числе его гиполипидемическое действие, улучшающее функцию эндотелия сосудов [23, 24]. В то же время дигидрокверцетин прополиса, флавоны и  $\beta$ -каротин меда с маточным молочком обеспечивали дополнительное влияние на усиление антиоксидантной и иммунной защиты организма

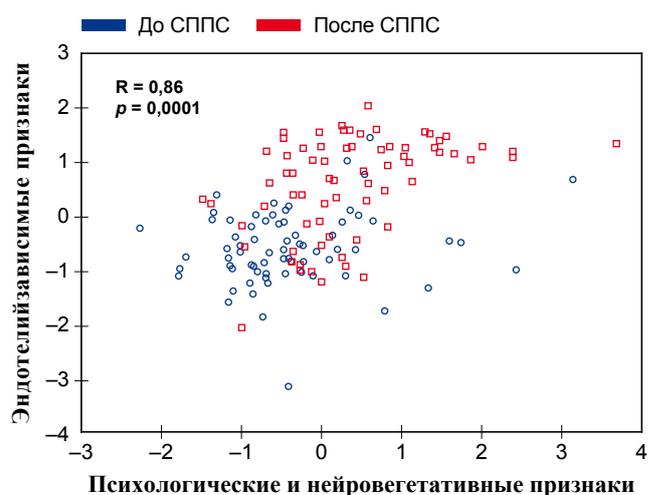


Рис. 3. Канонические корреляции взаимовлияния психолого-нейровегетативных факторов риска и дисфункции эндотелия до и после применения СППС

Fig. 3. Canonical correlations of the mutual influence of psychoneurovegetative risk factors and endothelial dysfunction before and after the use of SANP

у юных спортсменов [16, 17]. А мед, цветочная пыльца и прополис увеличивали антистрессовую защиту благодаря способности ингибировать моноаминоксидазу (MAO), в связи с чем продукты пчеловодства давно применяются в комплексном лечении невроза и депрессии [14], а также для улучшения процессов засыпания и сна благодаря наличию седативных свойств. В этом смысле наличие в составе СППС глицина только усиливало здоровьесберегающую и антистрессорную эффективность специализированного медового слитка-конфеты. При этом важно, что перга (хлебина) и пыльца в комбинации с маточным молочком благоприятно влияют на энергетическое обеспечение миокарда [25] и процессы эритропоэза в организме [26]. Это, как показало исследование, благотворно отразилось на уровне эритроцитов и гемоглобина, максимальной мощности работы, времени достижения ПАНО и сокращении времени восстановления спортсменов после психоэмоциональных и физических нагрузок.

#### 4. Заключение

На основании результатов выполненной работы можно заключить, что комбинация психоэмоциональных, нейровегетативных и эндотелийзависимых факторов риска может приводить к формированию спастического типа регионарного кровообращения, создавать неблагоприятный фон для развития АГ, повышения сердечно-сосудистого риска, ухудшения работоспособности и восстановления у спортсменов. Слиток-конфета F25 ApiSpeis Light обладает широким спектром здоровьесберегающих эффектов, в том числе антистрессовым и антиспастическим влиянием. В результате нормализуются содержание кортизола в крови, нейровегетативный индекс напряжения,

ситуативная тревожность, дисфункция эндотелия, а также устраняется спазм микроциркуляции. При этом улучшается общее самочувствие, активность, настроение и повышается заниженная самооценка.

#### Вклад авторов:

**Просекин Георгий Андреевич** — концептуализация и методика, программное обеспечение, статистическая обработка, подготовка текста статьи, редактирование.

**Ким Виталий Николаевич** — концептуализация и методика, статистическая обработка, редактирование.

**Кривулина Галина Борисовна** — программное обеспечение, статистическая обработка, редактирование.

**Долгова Елена Николаевна** — психологическое тестирование и наблюдение, редактирование.

**Парастаев Сергей Андреевич** — подготовка текста статьи, редактирование.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

#### Список литературы

1. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. Российский кардиологический журнал. 2018;23(6):7–122. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-7-122>
2. Александров А.А., Розанов В.Б., Пугоева Х.С., Иванова Е.И. Прогностическое значение повышенного артериального давления у детей и подростков (32-летнее проспективное наблюдение). Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2018;17(65):12–18. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-4-12-18>
3. Niles A.N., O'Donovan A. Comparing anxiety and depression to obesity and smoking as predictors of major medical illnesses and somatic symptoms. Health Psychol. 2019;38(2):172–181. <https://doi.org/10.1037/hea0000707>
4. Mann S.J. Neurogenic hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. Clin Auton Res. 2018;28(4):363–374. <https://doi.org/10.1007/s10286-018-0541-z>
5. Batelaan N.M., Seldenrijk A., Bot M., Van Balkom A.J.L.M., Penninx B.W.J.H. Anxiety and new onset of cardiovascular disease: critical review and meta-analysis. Br J Psychiatry. 2016;208(3):223. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.114.156554>
6. Costas I.K., Terry P.C. Inside sport psychology. Champaign: Human Kinetics; 2011. 235 p. <http://doi.org/10.5040/9781492595564>
7. Nieuwenhuys A., Oudejans R.R.D. Anxiety and Perceptual-Motor Performance: Toward an Integrated Model of Concepts, Mechanisms, and Processes. Psychol Res. 2012;76(6):747–759. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0384-x>
8. Турбасова Н.В., Булыгин А.С., Ревнивых И.Ю., Карпов Н.В., Елифанов А.В. Оценка уровня тревожности и параметров сердечно-сосудистой системы спортсменов различной квалификации. Человек. Спорт. Медицина. 2019;19(4):14–19. <http://doi.org/10.14529/hsm190402>
9. Василенко В.С., Лопатин З.В. Оксидативный стресс и дисфункция эндотелия у спортсменов как фактор риска развития кардиомиопатии перенапряжения [Интернет]. Современные проблемы науки и образования. 2019;(1). — Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28488> (дата обращения: 22.08.2020).
10. Camici P.G., Olivetto I., Rimoldi O.E. The coronary circulation and blood flow in left ventricular hypertrophy. J Mol

Слиток-конфета включена в Формуляр ФМБА России лекарственных средств, БАД, специализированных пищевых продуктов медицинского и медико-биологического обеспечения сборных команд РФ.

#### Authors' contributions:

**Georgii A. Prosekin** — conceptualization and methodology, software, statistical processing, article text preparation, editing.

**Vitaliy N. Kim** — conceptualization and methodology, statistical processing, editing.

**Galina B. Krivulina** — software, statistical processing, editing.

**Elena N. Dolgova** — psychological testing and observation, editing.

**Sergey A. Parastaev** — article text preparation, editing.

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

#### References

1. Cardiovascular prevention 2017. Russian national guidelines. Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology. 2018;(6):7–122. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-7-122>
2. Aleksandrov A.A., Rozanov V.B., Pugoeva Kh.S., Ivanova E.I. The predictive value of high blood pressure in children and adolescents (32-year prospective observation). Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular therapy and prevention. 2018;17(65):12–18. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-4-12-18>
3. Niles A.N., O'Donovan A. Comparing anxiety and depression to obesity and smoking as predictors of major medical illnesses and somatic symptoms. Health Psychol. 2019;38(2):172–181. <https://doi.org/10.1037/hea0000707>
4. Mann S.J. Neurogenic hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. Clin Auton Res. 2018;28(4):363–374. <https://doi.org/10.1007/s10286-018-0541-z>
5. Batelaan N.M., Seldenrijk A., Bot M., Van Balkom A.J.L.M., Penninx B.W.J.H. Anxiety and new onset of cardiovascular disease: critical review and meta-analysis. Br J Psychiatry. 2016;208(3):223. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.114.156554>
6. Costas I.K., Terry P.C. Inside sport psychology. Champaign: Human Kinetics; 2011. 235 p. <http://doi.org/10.5040/9781492595564>
7. Nieuwenhuys A., Oudejans R.R.D. Anxiety and Perceptual-Motor Performance: Toward an Integrated Model of Concepts, Mechanisms, and Processes. Psychol Res. 2012;76(6):747–759. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0384-x>
8. Turbasova N.V., Bulygin A.S., Revnivykh I.Yu., Karpov N.V., Elifanov A.V. Assessment of the level of anxiety and parameters of the cardiovascular system of athletes of various qualifications. Chelovek. Sport. Meditsina = Human. Sport. Medicine. 2019;19(4):14–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm190402>
9. Vasilenko V.S., Lopatin Z.V. Oxidative stress and endothelial dysfunction in athletes as a risk factor for the development of overvoltage cardiomyopathy [Internet]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education. 2019;(1). (In Russ.). Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=28488>
10. Camici P.G., Olivetto I., Rimoldi O.E. The coronary circulation and blood flow in left ventricular hypertrophy. J Mol

Cell Cardiol. 2012;52(4):857–864. <https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2011.08.028>

11. **Foryst-Ludwig A., Kintscher U.** Sex differences in exercise-induced cardiac hypertrophy. *Pflugers Arch.* 2013;465(5):731–737. <https://doi.org/10.1007/s00424-013-1225-0>

12. **Соколов И.Л., Мелькумянц А.М., Антонова О.А.** Участие эндотелиального гликокаликса в подавлении активности ангиотензин-превращающего фермента при действии напряжения сдвига. *Физиологический журнал им. И.М. Сеченова.* 2019;105(2):198–206. <https://doi.org/10.1134/S0869813919020079>

13. **Соболева Г.Н., Федулов В.К., Самко А.Н., Левицкий И.В., Рогоза А.Н., Балахоннова Т.В., Карпов Ю.А.** Прогностическое значение эндотелия коронарных и плечевой артерий, традиционных факторов риска в развитии сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с микрососудистой стенокардией. *Российский кардиологический журнал.* 2017;143(3):54–58. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-3-54-58>

14. **Yildiz O, Karahalil F, Can Z, Sahin H, Kolayli S.** Total monoamine oxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis. *J Enzyme Inhib Med Chem.* 2014;29(5):690–694. <https://doi.org/10.3109/14756366.2013.843171>

15. **Azab K.S., Bashandy M., Salem M., Ahmed O., Tawfik Z., Hetal H.** Royal jelly modulates oxidative stress and tissue injury in gamma irradiated male Wister Albino rats. *N Am J Med Sci.* 2011;6(3):268–276. <https://doi.org/10.4297/najms.2011.3268>

16. **Поликарпочкин А.Н., Левшин И.В., Елистратов Д.Г., Поварещенкова Ю.А., Поликарпочкина А.А.** Коррекция прооксидантно-антиоксидантного баланса организма спортсменов путем приема комплекса дигидрокверцетин+ и апитонус+ в соревновательном периоде учебно-тренировочного цикла. *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта.* 2014;110(4):121–127. <https://doi.org/10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110>

17. **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;22(3):241–248. <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1677>

18. **Celermajer D.S., Sorensen K.E., Gooch V.M., Spiegelhalter D.J., Miller O.I., Sullivan I.D., et al.** Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet.* 1992;340:1111–1115. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)93147-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)93147-f)

19. Шкала реактивной (ситуативной) и личностной тревожности Ч.Д. Spielберга — Ю.Л. Ханина. [Интернет]. Режим доступа: [http://pedlib.ru/Books/5/0282/5\\_0282-18.shtml](http://pedlib.ru/Books/5/0282/5_0282-18.shtml)

20. **Nacao K., Ohushi K., Yoshimura M., Morooka K., Okumura K., Ogawa H., et al.** Hyperventilation as a specific test for diagnosis of coronary artery spasm. *Am JCardiol.* 1997;80(5):545–549. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(97\)00419-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(97)00419-0)

21. **Green D.J., Spence A., Rowley N., Thijssen D.H., Naylor L.H.** Vascular adaptation in athletes: is there an athlete's artery? *Exp Physiol.* 2012;97(3):295–304. <https://doi.org/10.1113/exp-physiol.2011.058826>

22. **Ким В.Н., Хисматуллин Р.Г., Хисматуллина И.П., Аксёнова И.Г., Леонов В.П., Малышкин В.В., и др.** Дисфункция эндотелия и факторы сердечно-сосудистого риска в детско-юношеском спорте: способы оценки и нутритивная коррекция апитонус+ продукцией. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014. 128 с.

23. **Долголюк И.В., Терещук Л.В., Трубникова М.А., Старовойтова К.В.** Растительные масла — функциональные продукты питания. *Техника и технология пищевых производств.* 2014;(2):122–125.

Cell Cardiol. 2012;52(4):857–864. <https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2011.08.028>

11. **Foryst-Ludwig A., Kintscher U.** Sex differences in exercise-induced cardiac hypertrophy. *Pflugers Arch.* 2013;465(5):731–737. <https://doi.org/10.1007/s00424-013-1225-0>

12. **Sokolov I.L., Melkumyants A.M., Antonova O.A.** Participation of the endothelial glycocalyx in the suppression of the activity of the angiotensin-converting enzyme under the action of shear stress. *Fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova = Russian journal of Physiology.* 2019;105(2):198–206. (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0869813919020079>

13. **Soboleva G.N., Fedulov V.K., Samko A.N., Levitskiy I.V., Rogoza AN, Balakhonova T.V., et al.** The prognostic value of the endothelium of the coronary and brachial arteries, traditional risk factors in the development of cardiovascular complications in patients with microvascular angina. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology.* 2017;143(3):54–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-3-54-58>

14. **Yildiz O, Karahalil F, Can Z, Sahin H, Kolayli S.** Total monoamine oxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis. *J Enzyme Inhib Med Chem.* 2014;29(5):690–694. <https://doi.org/10.3109/14756366.2013.843171>

15. **Azab K.S., Bashandy M., Salem M., Ahmed O., Tawfik Z., Hetal H.** Royal jelly modulates oxidative stress and tissue injury in gamma irradiated male Wister Albino rats. *N Am J Med Sci.* 2011;6(3):268–276. <https://doi.org/10.4297/najms.2011.3268>

16. **Polikarpochkin A.N., Levshin I.V., Elistratov D.G., Povareschenkova Yu.A., Polikarpochkina A.A.** Correction of the prooxidant-antioxidant balance of the body of athletes by taking the complex dihydroquercetin + and apitonus + in the competitive period of the educational-training cycle. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta.* 2014;110(4):121–127. (In Russ.). <https://doi.org/10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110>

17. **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;22(3):241–248. <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1677>

18. **Celermajer D.S., Sorensen K.E., Gooch V.M., Spiegelhalter D.J., Miller O.I., Sullivan I.D., et al.** Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet.* 1992;340:1111–1115. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)93147-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)93147-f)

19. Scale of reactive (situational) and personal anxiety. Ch.D. Spielberger — Yu.L. Khanina [Internet]. (In Russ.). Available at: [http://pedlib.ru/Books/5/0282/5\\_0282-18.shtml](http://pedlib.ru/Books/5/0282/5_0282-18.shtml)

20. **Nacao K., Ohushi K., Yoshimura M., Morooka K., Okumura K., Ogawa H., et al.** Hyperventilation as a specific test for diagnosis of coronary artery spasm. *Am JCardiol.* 1997;80(5):545–549. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(97\)00419-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(97)00419-0)

21. **Green D.J., Spence A., Rowley N., Thijssen D.H., Naylor L.H.** Vascular adaptation in athletes: is there an athlete's artery? *Exp Physiol.* 2012;97(3):295–304. <https://doi.org/10.1113/exp-physiol.2011.058826>

22. **Kim V.N., Khismatullin R.G., Khismatullina I.P., Aksёnova I.G., Leonov V.P., Malyshev V.V., et al.** Endothelial dysfunction and cardiovascular risk factors in youth sports: assessment methods and nutritional correction by apiphytoproduction. Moscow: GEOTAR-Media; 2014. 128 p. (In Russ.).

23. **Dolgolyuk I.V., Tereshchuk L.V., Trubnikova M.A., Starovoytova K.V.** Vegetable oils — functional foods. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Technique and technology of food production.* 2014;(2):122–125. (In Russ.).

24. Terada Y., Narukawa M., Watanabe T. Specific hydroxy fatty acids in royal jelly activate TRPA1. *JAgric Food Chem.* 2011;59(6):2627–2635. <https://doi.org/10.1021/jf1041646>

25. Denisow B., Denisow-Pietrzyk M. Biological and therapeutic properties of bee pollen. A review. *JSci Food Agric.* 2016;96(13):4303–4309. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7729>

26. Zahran A.M., Elsayh K.I., Saad K., Eloseily E.M, Osman N.S., Alblihed M.A., et al. Effects of royal jelly supplementation on regulatory T cells in children with SLE. *Food Nutr Res.* 2016;60: 32963. <https://doi.org/10.3402/fnr.v60.32963>

24. Terada Y., Narukawa M., Watanabe T. Specific hydroxy fatty acids in royal jelly activate TRPA1. *JAgric Food Chem.* 2011;59(6):2627–2635. <https://doi.org/10.1021/jf1041646>

25. Denisow B., Denisow-Pietrzyk M. Biological and therapeutic properties of bee pollen. A review. *JSci Food Agric.* 2016;96(13):4303–4309. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7729>

26. Zahran A.M., Elsayh K.I., Saad K., Eloseily E.M, Osman N.S., Alblihed M.A., et al. Effects of royal jelly supplementation on regulatory T cells in children with SLE. *Food Nutr Res.* 2016;60: 32963. <https://doi.org/10.3402/fnr.v60.32963>

#### Информация об авторах:

**Просекин Георгий Андреевич\***, врач отделения функциональной диагностики клиник ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, Россия, Томск, Московский тракт, 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-167X> (+7 (952) 176-00-07; medobutcher003@gmail.com)

**Ким Виталий Николаевич**, д.м.н., профессор кафедры биофизики и функциональной диагностики, заведующий отделением функциональной диагностики клиник ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, Россия, Томск, Московский тракт, 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1351-038X>

**Кривулина Галина Борисовна**, к.м.н., врач отделения функциональной диагностики клиник ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, Россия, Томск, Московский тракт, 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0603-2671>

**Долгова Елена Николаевна**, спортивный психолог АУ «Югорский колледж-интернат олимпийского резерва», 628011, Россия, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, 31. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8328-0479>

**Парастаев Сергей Андреевич**, д.м.н., профессор, профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2281-9936>

#### Information about the authors:

**Georgii A. Prosekin\***, Physician of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical University Health Ministry of Russia, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-167X> (+7 (952) 176-00-07; medobutcher003@gmail.com)

**Vitaliy N. Kim**, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof. of the Department of Biophysics and Functional Diagnostics, Head of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical University Health Ministry of Russia, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1351-038X>

**Galina B. Krivulina**, MD, PhD (Medicine), Physician of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical University Health Ministry of Russia, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0603-2671>

**Elena N. Dolgova**, sports psychologist of the Yugorsky College-Boarding School of Olympic Reserve, 31, str. Student, Tyumen region, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra, Khanty-Mansiysk, 628011, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8328-0479>

**Sergey A. Parastaev**, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education of the Pirogov University Health Ministry of Russia, 1, str. Ostrovityanova, Moscow, 117997, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2281-9936>

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author