

**ДИНАМИКА КРИСТАЛЛОГЕННЫХ СВОЙСТВ СЫВОРОТКИ КРОВИ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННОЙ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ**

К.А. КАРУЗИН\*, А.С. САМОЙЛОВ\*, А.К. МАРТУСЕВИЧ\*\*

\*ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России,  
ул. Маршала Новикова, д. 23, г. Москва, 123098, Россия

\*\*ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России,  
Верхне-Волжская наб., д. 18, г. Нижний Новгород, 603155, Россия

**Аннотация.** Целью данного исследования служило изучение влияния курса персонализированной метаболической поддержки на характер дегидратационной структуризации сыворотки крови квалифицированных спортсменов. В исследование было включено 55 спортсменов, разделенных на 2 группы: основную ( $n=23$ ), в которой проводили индивидуализированную метаболическую коррекцию, а также группу сравнения ( $n=22$ ), представители которой получали плацебо. Для правильного подбора состава средства метаболической коррекции у представителей основной группы оценивали широкий спектр параметров окислительного метаболизма. Продолжительность курса ежедневного применения персональной композиции для метаболической поддержки составляла 1 месяц. Изучали кристаллогенные свойства сыворотки крови спортсменов обеих групп до начала курса и сразу по его завершении. Полученные данные были обработаны статистически в программном пакете *Statistica 6.1 for Windows*. Установлено, что у квалифицированных спортсменов проведение курса приема биологически активных средств, индивидуализированного на основании мультипараметрической оценки состояния окислительного метаболизма крови, способствовало оптимизации кристаллогенных свойств сыворотки крови. Это проявилось в трансформации структуры основных элементов картины в сторону уменьшения их размера с пропорциональным нарастанием плотности, а также в снижении степени деструкции кристаллов и расширении краевой зоны микропрепарата.

**Ключевые слова:** спортсмены, метаболическая поддержка, кристаллогенные свойства, сыворотка крови

**DYNAMICS OF CRYSTALLOGENIC PROPERTIES OF SPORTSMAN BLOOD SERUM UNDER THE USE OF INDIVIDUAL METABOLIC SUPPORT**

K.A. KARUZIN\*, A.S. SAMOILOV\*, A.K. MARTUSEVICH\*\*

\*Federal medical biophysical center named after A.I. Burnazyan, Novikov Str., 23, Moscow, 123098, Russia

\*\*Privolzhsky Federal Medical Research Centre,  
Upper Volga embankment, 18, Nizhny Novgorod, 603155, Russia

**Abstract.** The research purpose was to study the effects of metabolic personalized support on the character of dehydration structurizing of blood serum of skilled athletes. The study included 55 athletes, they were divided into 2 groups: the main group ( $n=23$ ), in which we conducted individualized metabolic correction and the control group ( $n=22$ ), in which the patients received a placebo. For proper selection of composition for metabolic correction we evaluated a wide range of parameters of oxidative metabolism in sportsman of main group. Duration of course of daily use of personal compositions for metabolic support was 1 month. We studied the crystallogenic properties of blood serum of the athletes of both groups before and after the course. The obtained data were statistically processed in the program “Statistica 6.1 for Windows”. It was found that the use of biologically active agents, individualized on the basis of a multiparametric assessment of oxidative metabolism of blood of skilled athletes contributed to the improvement of crystallogenic properties of blood serum. This was manifested in the transformation of the structure of the picture main elements (decreasing their size with a proportional increase of density), reducing the degree of destruction of the crystals and the expansion of the marginal zone of facias.

**Keywords:** sportsman, metabolic support, crystallogenic properties, blood serum

**Введение.** Известно, что интенсивные физические тренировки и высокая соревновательная активность, характерные для спортсменов высокой квалификации, способствуют возникновению у последних различной дисрегуляторной патологии [1, 3, 4, 8]. Это проявляется в формировании сдвигов функционального состояния сердечно-сосудистой системы и параметров метаболизма клеток и тканей [1, 6, 8]. Эта тенденция в полной мере относится и окислительному метаболизму, обеспечивая в ряде случаев формирование окислительного стресса различной степени тяжести [1, 4, 6, 7, 11]. В наших предшест-

вующих исследованиях также были получены доказательства нарушения баланса про- и антиоксидантных систем крови у квалифицированных (профессиональных) спортсменов, заключавшиеся в выраженном нарастании интенсивности липопероксидации плазмы крови на фоне угнетения антиоксидантного потенциала последней [11]. Это детерминирует необходимость направленной коррекции указанных метаболических сдвигов организма спортсменов.

В настоящее время в качестве информативного индикатора физико-химических свойств биологических субстратов организма человека рассматриваются методы новой биомедицинской науки – биокристалломики [10]. Они позволяют опосредованно оценивать как текущее состояние метаболизма, так и его динамику [5, 9, 10, 15].

**Цель исследования** – изучение влияния курса персонифицированной метаболической поддержки на характер дегидратационной структуризации сыворотки крови квалифицированных спортсменов.

**Материалы и методы исследования.** В исследование было включено 55 спортсменов, имеющих разряд по циклическим видам спорта. Испытуемые методом случайных чисел разделены на 2 группы: основную ( $n=23$ ), в которой проводили индивидуализированную метаболическую коррекцию, а также группу сравнения ( $n=22$ ), представители которой получали плацебо. Исследования осуществляли в тренировочный период.

Для правильного подбора состава средства метаболической коррекции у представителей основной группы оценивали широкий спектр параметров окислительного метаболизма (активность супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы, концентрацию глутатиона, общую антиоксидантную активность, уровень жирных кислот и др.) плазмы крови и эритроцитов. На основании результатов данного тестирования индивидуально составляли композицию для метаболической поддержки [9]. Продолжительность курса ежедневного применения указанной композиции была аналогична длительности приема плацебо испытуемыми группы сравнения и составляла 1 месяц.

Получение образцов крови у спортсменов обеих групп проводили до начала курса и сразу по его завершении. Из образцов крови выделяли плазму путем центрифугирования по стандартной методике. Затем приготавливали микропрепараты по технологии классической кристаллоскопии [10]. Описание результатов дегидратационной структуризации биологической жидкости осуществляли с использованием собственной системы полуколичественных параметров. Основными визуаметрическими показателями, оцениваемыми в балльной шкале, служили кристаллизуемость (отражает количественную сторону кристаллизации – плотность кристаллических элементов в фации), индекс структурности (характеризует сложность структуропостроения), степень деструкции фации (представляет собой индикатор качественной стороны процесса – правильности образования структур) и выраженность краевой зоны микропрепарата [10].

Полученные данные были обработаны статистически в программном пакете *Statistica 6.1 for Windows*. Нормальность распределения значений параметров оценивали с использованием критерия Шапиро-Уилка. С учетом характера распределения признака для оценки статистической значимости различий применяли *H*-критерий Краскала-Уоллеса. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что исходно спортсмены, включенные в основную группу и группу сравнения, были абсолютно сопоставимы по всем оценочным показателям, не демонстрируя по ним статистически значимых различий (рис. 1-4).

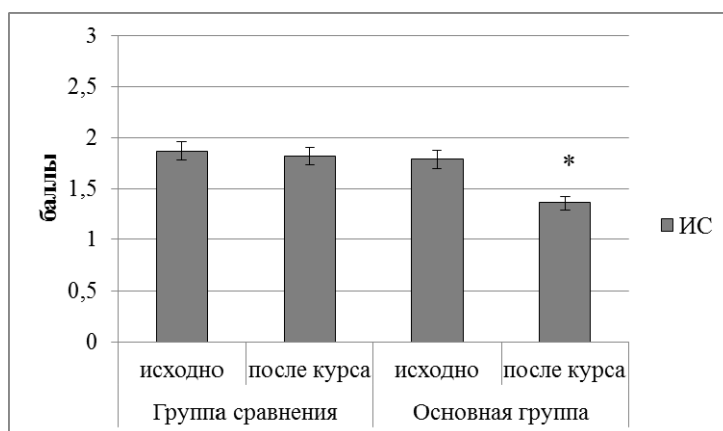


Рис. 1. Уровень индекса структурности фаций сыворотки крови спортсменов в динамике наблюдения («\*» – статистическая значимость различий по отношению к исходному состоянию  $p < 0,05$ )

При этом дальнейшая динамика кристаллогенных свойств сыворотки крови у представителей сформированных групп неодинакова. Так, у испытуемых, получавших плацебо, по завершении курса приема последнего не выявлено существенных отклонений от исходной картины структуризации биологической жидкости (рис. 1-4).

Напротив, при использовании индивидуализированной метаболической коррекции регистрировали изменение уровня всех контролируемых параметров дегидратационной структуризации биосреды. В частности, проведение изучаемого курса способствовало существенному смещению характера кристаллизации в сторону формирования менее крупных, монокристаллических элементов, что повысило плотность их распределения в микропрепарате. Это обусловило нарастание кристаллизруемости в сочетании с соответствующим снижением индекса структурности (рис. 1 и 2). Данные тенденции были статистически значимыми ( $p < 0,05$  для обоих параметров по отношению к первой контрольной точке исследования).

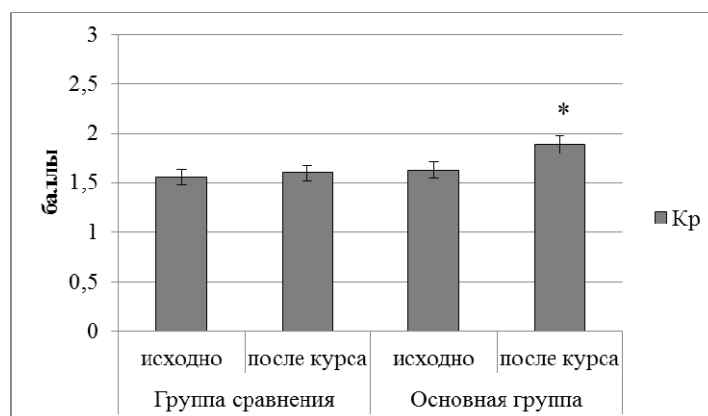


Рис. 2. Уровень кристаллизруемости в фациях сыворотки крови спортсменов в динамике наблюдения («\*» – статистическая значимость различий по отношению к исходному состоянию  $p < 0,05$ )

Аналогичные особенности были зафиксированы и для основного показателя правильности кристаллогенеза – степени деструкции фации (рис. 3). Важно подчеркнуть, что исходно у спортсменов обеих групп были выявлены достаточно высокие значения указанного параметра, достигающие средней степени разрушенности структурных элементов картины. По завершении курса приема плацебо у испытуемых группы сравнения наблюдали лишь минимальное снижение значения данного параметра (на уровне статистической тенденции;  $p = 0,089$  по отношению к исходному состоянию).

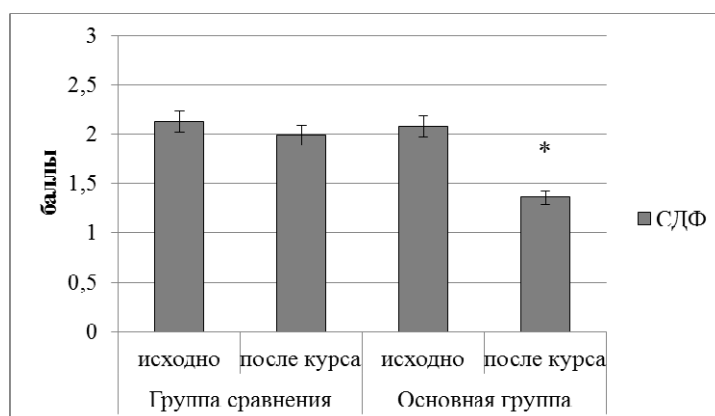


Рис. 3. Степень деструкции фаций сыворотки крови спортсменов в динамике наблюдения («\*» – статистическая значимость различий по отношению к исходному состоянию  $p < 0,05$ )

Указанные тенденции, заключающиеся в оптимизации кристаллогенных свойств сыворотки крови спортсменов после проведения курса индивидуализированной метаболической коррекции, находят отражение в отношении выраженности краевой зоны – индикатора состояния протеома биосреды [11, 13-15]. В этом случае отмечали существенное расширение краевой зоны микропрепаратов сыворотки крови (рис. 4), что свидетельствует об увеличении концентрации белков с нативными конфигурацией и физико-химическими свойствами [11-15] и может рассматриваться как позитивная тенденция. В целом, данные по выраженности краевой зоны фации биологической жидкости дополняют положительную картину ре-

акции метаболизма организма спортсменов на проводимую метаболическую поддержку, продемонстрированную по другим оценочным параметрам кристаллизации. Они также полностью укладываются в функционально-метаболический ответ на изучаемое воздействие, показанный в наших предшествующих исследованиях по анализу физической работоспособности и состоянию окислительного метаболизма крови испытуемых.

Напротив, у представителей группы сравнения, получавших плацебо, не выявлено значимых отклонений в размерах и особенностях морфологии краевой зоны фаций (рис. 4). Это свидетельствует об отсутствии психогенного влияния на результат оценки эффективности рассматриваемой технологии индивидуализированной метаболической коррекции по параметрам кристаллогенной активности сыворотки крови, характеризующим как минеральные, так и органические компоненты последней.

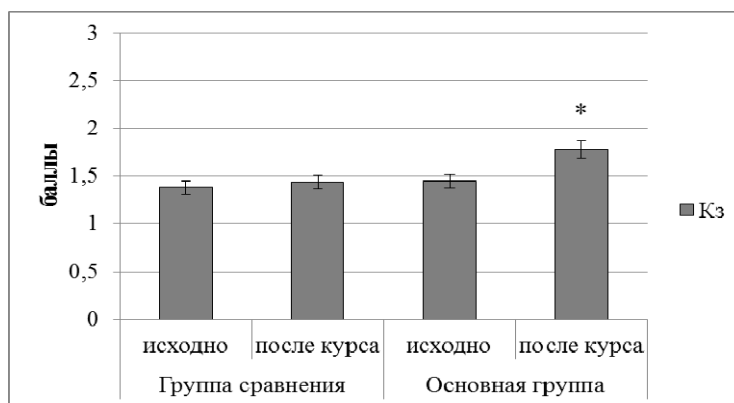


Рис. 4. Выраженность краевой зоны в фациях сыворотки крови спортсменов в динамике наблюдения («\*» – статистическая значимость различий по отношению к исходному состоянию  $p < 0,05$ )

**Заключение.** В целом, выполненное исследование позволило установить, что у квалифицированных спортсменов проведение курса приема биологически активных средств, индивидуализированного на основании мультипараметрической оценки состояния окислительного метаболизма крови, способствовало оптимизации кристаллогенных свойств сыворотки крови. Это проявилось в трансформации структуры основных элементов картины в сторону уменьшения их размера с пропорциональным нарастанием плотности, а также в снижении степени деструкции кристаллов и расширении краевой зоны микропрепарата.

#### Литература

1. Волков Н.И., Олейников В.И. Эргогенные эффекты спортивного питания. М.: Изд-во «Спорт», 2016. 183 с.
2. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А. Биохимия мышечной деятельности. М., 2010. 503 с.
3. Гилев Г.А., Кулиненко О.С., Савостьянов М.В. Фармакологическая поддержка тренировочного процесса спортсменов. М.: МГИУ, 2007. 224 с.
4. Дидур М.Д. Возможности применения метаболитов в практике спортивной медицины и физической реабилитации на примере препарата Элькар. СПб., 2007. 32 с.
5. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Якушина Г.Н. Тезиснографические исследования крови и их практические возможности // Вестник новых медицинских технологий. 2004. Т. 11, №1-2. С. 23–25.
6. Кукес В.Т., Городецкий В.В. Спортивная фармакология. Достижения, проблемы, перспективы // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №1. С. 12–15.
7. Кулиненко Д.О., Кулиненко О.С. Справочник фармакологии спорта. М.: Советский спорт, 2012. 464 с.
8. Макарова Г.А. Фармакологическое сопровождение спортивной деятельности. М.: Советский спорт, 2013. 232 с.
9. Максимов С.А. Морфология твердой фазы биологических жидкостей как метод диагностики в медицине // Бюллетень сибирской медицины. 2007. №4. С. 80–85.
10. Мартусевич А.К. Биокристалломика в молекулярной медицине / Под ред. Эмануэля В.Л. СПб.: Издательство СПбГМУ; Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2011. 112 с.
11. Мартусевич А.К., Карузин К.А. Влияние индивидуализированного витаминно-минерального комплекса на некоторые параметры работоспособности и окислительного метаболизма крови спортсменов // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, №4. С. 127–132.
12. Мартусевич А.К., Карузин К.А. Оксидативный стресс и его роль в формировании дизадаптации и патологии // Биорадикалы и антиоксиданты. 2015. Т. 2, №2. С. 5-18.
13. Рапис Е.Г. Самоорганизация и супермолекулярная химия пленки белка от нано- до макромасштаба // Журнал технической физики. 2004. Т. 74, Вып. 4. С. 117–122.

14. Тарасевич Ю.Ю. Механизмы и модели дегидратационной самоорганизации биологических жидкостей // Успехи физических наук. 2004. Т. 174, №7. С. 779–790.

15. Шатохина С.Н., Самбулов В.И. Структуры неклочных тканей организма и их значение в оториноларингологии // Альманах клинической медицины. 2016. Т. 44, №7. С. 857–865.

#### References

1. Volkov NI, Olejnikov VI. Jergogennye jeffekty sportivnogo pitaniya [Ergogenic effects of sports nutrition]. Moscow: Izd-vo «Sport»; 2016. Russian.

2. Volkov NI, Nesen JeN, Osipenko AA. Biohimija myshechnoj dejatel'nosti [biochemistry of muscle activity]. Moscow; 2010. Russian.

3. Gilev GA, Kulinenkov OS, Savost'janov MV. Farmakologicheskaja podderzhka trenirovochnogo processa sportsmenov [Savostyanov Pharmacological support of training process of sportsmen]. Moscow: MGIU; 2007. Russian.

4. Didur MD. Vozmozhnosti primeneniya metabolikov v praktike sportivnoj mediciny i fizicheskoj reabilitacii na primere preparata Jel'kar [Possibilities of application of metabolites in the practice of sports medicine and physical rehabilitation on the example of the drug Elkar]. Sankt-Peterburg; 2007. Russian.

5. Kidalov VN, Hadarcev AA, Jakushina GN. Teziograficheskie issledovanija krovi i ih prakticheskie vozmozhnosti [Thesignificance blood research and their practical ability]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2004;11(1-2):23-5. Russian.

6. Kukes VT, Gorodeckij VV. Sportivnaja farmakologija. Dostizhenija, problemy, perspektivy [Sports pharmacology. Achievements, problems, prospects]. Sportivnaja medicina: nauka i praktika. 2011;1:12-5. Russian.

7. Kulinenkov DO, Kulinenkov OS. Spravochnik farmakologii sporta [Handbook of pharmacology sports]. Moscow: Sovetskij sport; 2012. Russian.

8. Makarova GA. Farmakologicheskoe soprovozhdenie sportivnoj dejatel'nosti [Pharmacological support of sports activities]. Moscow: Sovetskij sport; 2013. Russian.

9. Maksimov SA. Morfologija tverdoj fazy biologicheskikh zhidkostej kak metod diagnostiki v medicine [Morphology of the solid phase of biological fluids as a diagnostic method in medicine]. Bjulleten' sibirskoj mediciny. 2007;4:80-5. Russian.

10. Martusevich AK. Biokristallomika v molekularnoj medicine [Biocrystallography in molecular medicine]. Pod red. Jemanujelja VL. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo SPbGMU; Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»; 2011. Russian.

11. Martusevich AK, Karuzin KA. Vlijanie individualizirovannogo vitaminno-mineral'nogo kompleksa na nekotorye parametry rabotosposobnosti i oksislitel'nogo metabolizma krovi sportsmenov [of an individualized vitamin-mineral complex on some parameters of performance and oxidative metabolism of athletes ' blood]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2015;22(4):127-32. Russian.

12. Martusevich AK, Karuzin KA. Oksidativnyj stress i ego rol' v formirovanii dizadaptacii i patologii [Oxidative stress and its role in the formation of dysadaptation and pathology]. Bioradikaly i antioksidanty. 2015;2(2):5-18. Russian.

13. Rapis EG. Samoorganizacija i supermolekuljarnaja himija plenki belka ot nano- do makromasshtaba [self-Organization and supermolecular chemistry of the protein film from nano - to macro-scale]. Zhurnal tehnicheckoj fiziki. 2004;74(4):117-22. Russian.

14. Tarasevich JuJu. Mehanizmy i modeli degidratacionnoj samoorganizacii biologicheskikh zhidkostej [Mechanisms and models of dehydration self-organization of biological fluids]. Uspехи fizicheskikh nauk. 2004;174(7):779-90. Russian.

15. Shatohina SN, Sambulov VI. Struktury nekletochnyh tkanej organizma i ih značenie v otorinolaringologii [Structures of non-cellular body tissues and their significance in otorhinolaryngology]. Al'manah kliničeskoj mediciny. 2016;44(7):857-65. Russian.

---

#### Библиографическая ссылка:

Карузин К.А., Самойлов А.С., Мартусевич А.К. Динамика кристаллогенных свойств сыворотки крови спортсменов при использовании индивидуализированной метаболической поддержки // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. №1. Публикация 3-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/3-4.pdf> (дата обращения: 17.01.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-15846.\*

#### Bibliographic reference:

Karuzin KA, Samoilov AS, Martusevich AK. Dinamika kristallogennyh svojstv syvorotki krovi sportsmenov pri ispol'zovanii individualizirovannoj metabolicheskoj podderzhki [Dynamics of crystallogenic properties of sportman blood serum under the use of individual metabolic support]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2020 [cited 2020 Jan 17];1 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/3-4.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-15846.

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/e2020-1.pdf>