Дмитриев А, Гунина Л. Спортивная нутрициология: наука и практика реализации в аспекте повышения работоспособности и сохранения здоровья спортсменов. Консенсус МОК. *Наука в олимпийском спорте*. 2018;2:70-80.

Спортивная нутрициология: наука и практика реализации в аспекте повышения работоспособности и сохранения здоровья спортсменов. Консенсус МОК

Александр Дмитриев[1], Лариса Гунина[2,3]

[1]*Ассоциация парентерального и энтерального питания, Клиника Российской академии наук, Санкт–Петербург, Российская Федерация*

[2]*Национальный антидопинговый центр, Киев, Украина*

[3]*Сумской государственный педагогический университет имени А. С. Макаренко, Сумы, Украина*

ABSTRACT

Sports nutrition: science and practical application in relation to improvement of performance and preservation of the health of athletes. IOC Consensus Statement

Aleksandr Dmitriev, Larisa Gunina

Objective. In the light of the IOC Consensus Statement, to develop the modern ideas about the directions of development of sports nutrition science, its basic principles, problems and prospects for their solution.

Methods. Analysis and generalization of data from scientific and methodological literature, and normative documents on this issue.

Results. The generalization of published data on the basis of the IOC Consensus Statement on the use of dietary supplements among highly qualified athletes made it possible to develop not only the concept of sports nutrition science as a new field of scientific knowledge and practical application, but also to outline the main principles for its implementation in the practice of athletes' training and to highlight the main groups of supplements that can be used in high performance sport. It was emphasized that the strategic directions for the implementation of the Consensus Statement published in March 2018 are the stimulation of physical performance and the acceleration of recovery processes and the preservation of the health of athletes through the rational and reasonable use of nutritional supplements, functional foods, and individual nutrients. For the first time, the concept of ergogenic nutritional aids was developed that makes it possible in the future to revise the system of pharmacological support of sports training.

Conclusion. It was emphasized that the applied nutritional aids must meet the quality standards for nutritional supplements, while ensuring proper control over their production, distribution, and, especially, the use by athletes. Methods of nutritional support for physical activity should take into account the specialization and qualification of athletes, their sex and age characteristics, and should be applied depending on the period of preparation and focus of training loads. In connection with the improvement of the methods and the tightening of the procedure for doping control, it is extremely important that nutritional ergogenic agents do not contain substances belonging to the WADA Prohibited List, while providing a pronounced effect of stimulating performance along with maintaining the mental and physical health of athletes.

Keywords: high performance sport, sports nutrition science, nutritional ergogenic facilities, health of athletes, IOC Consensus Statement on dietary supplements.

АННОТАЦИЯ

Цель. В свете Консенсуса МОК сформировать современные представления о направлениях развития спортивной нутрициологии, ее основных принципах, проблемах и перспективах их решения.

Методы. Анализ и обобщение данных научно-методической литературы, нормативных документов.

Результаты. Обобщение данных литературы с использованием в качестве основополагающего документа Положений Консенсуса МОК по применению пищевых (диетических) добавок у высококвалифицированных спортсменов, позволило сформировать не только представление о спортивной нутрициологии как о новой сфере научного знания и практического применения, но и выделить основные принципы ее реализации в практике подготовки спортсменов, осветить основные группы добавок, которые могут применяться в спорте высших достижений. Подчеркивается, что стратегическими направлениями реализации опубликованного в марте 2018 г. Консенсуса являются стимуляция физической работоспособности и ускорение восстановительных процессов, сохранение здоровья спортсменов при рациональном и обоснованном использовании пищевых добавок, продуктов функционального питания спортсменов и отдельных нутриентов. Впервые сформулировано понятие об эргогенных нутрициологических средствах, что в дальнейшем даст возможность пересмотра системы фармакологического обеспечения спортивной подготовки.

Заключение. Подчеркивается, что применяемые нутрициологические средства должны отвечать стандартам качества пищевых добавок при обеспечении должного контроля за их производством, распространением и, особенно, использованием спортсменами. Методы нутрициологической поддержки двигательной активности должны учитывать специализацию и квалификацию спортсменов, их половозрастные особенности и применяться в зависимости от периода подготовки и направленности нагрузок. В связи с совершенствованием методов и ужесточением процедуры допинг-контроля крайне важно, чтобы нутрициологические эргогенные средства не содержали веществ, относящихся к Запрещенному списку WADA, при этом обеспечивая выраженный эффект стимуляции работоспособности на фоне поддержания ментального и физического здоровья спортсменов.

Ключевые слова: спорт высших достижений, спортивная нутрициология, эргогенные нутрициологические средства, здоровье спортсменов, Консенсус МОК по пищевым добавкам.

© Александр Дмитриев, Лариса Гунина, 2018

Постановка проблемы и ее актуальность. Современная спортивная наука требует разработки и использования не только адекватного фармакологического, но и нутрициологического обеспечения для ускорения процессов адаптации к сверхинтенсивным физическим нагрузкам, стимуляции физической работоспособности, особенно в спорте высших достижений, профилактики перетренированности и спортивного травматизма. При огромном многообразии существующих средств метаболической поддержки физической работоспособности необходима их систематизация и знание механизмов влияния и основных точек приложения.

Нутрициология спорта (или спортивная нутрициология) является относительно новым синтетическим, но очень активно прогрессирующим в последние годы, самостоятельным направлением клинической и экспериментальной фармакологии и диетологии [60], уже сформировавшимся в отдельную науку. Целями спортивной нутрициологии являются разработка, изучение и практическое внедрение продуктов спортивного питания для повышения адаптации к сверхинтенсивным физическим нагрузкам, ускорения восстановления и сохранения здоровья спортсменов, а одной из основных задач этой дисциплины – выявление и коррекция факторов, лимитирующих физическую работоспособность спортсменов.

Методы нутрициологической поддержки двигательной активности должны учитывать специализацию и квалификацию спортсменов, их половозрастные особенности и применяться в зависимости от периода подготовки и направленности нагрузок. В связи с совершенствованием и ужесточением допинг-контроля крайне важно, чтобы продукты спортивного питания и биологически активные (БАД), или пищевые добавки (ПД), широко применяемые в спорте, не содержали веществ, относящихся к Запрещенному списку WADA, при этом обеспечивая выраженный эргогенный эффект.

К сожалению, многие вопросы индивидуализированного нутрициологического, впрочем, как и фармакологического, обеспечения спортивной деятельности и повышения физической работоспособности во всем мире являются «тщательно охраняемой тайной», что и объясняет существующий в настоящее время дефицит достоверной и объективной информации в специальной литературе.

В научной литературе уже предпринимались попытки систематизации применяемых в практике спортивной подготовки пищевых добавок, но, к сожалению, в ее основу был положен принцип эффективности/неэффективности [4]. Так, по мнению авторов цитируемой статьи, «классическая классификация» пищевых добавок подразделяет их на четыре класса в зависимости от уровня доказательности: «безусловно эффективные» – класс A, «вероятно эффективные» – класс B, «безусловно неэффективные» – класс C и «недостаточно исследованные» – класс D. С нашей точки зрения, такая классификация будет быстро устаревать в связи с постоянно обновляющимися данными, которые уточняют не только характер и механизм действия пищевых добавок, но и их эффективность в плане достижения высокого соревновательного результата. Существующее многообразие, постоянно появляющиеся на спортивном рынке новые сложносоставные нутритивные средства стимуляции работоспособности и ускорения восстановительных процессов, а также профилактики различных патологических состояний и заболеваний у спортсменов, привели к тому, что возникла настоятельная необходимость в формировании не только систематизации и классификации добавок и функциональных продуктов питания спортсменов, но и выделения новой отрасли знаний, которая бы и охватывала все эти вопросы.

Спортивная нутрициология как наука. В настоящее время система подготовки в спорте, особенно в спорте высших достижений, характеризуется исключительно высокими тренировочными и соревновательными нагрузками, которые сопровождаются высоким уровнем эмоционального стресса. Столь высокие нагрузки являются мощнейшим фактором мобилизации функциональных резервов организма, стимуляции интенсивных адаптационных процессов, повышения выносливости, силы, скоростных способностей и, естественно, роста спортивных результатов. При этом важная роль в повышении физической работоспособности, предотвращении утомления и ускорении процессов восстановления после физических нагрузок принадлежит рациональному питанию, а также специальным средствам нутрициологической поддержки при обоснованном их применении.

Поэтому для современного спорта высших достижений характерно усиление роли диетических факторов в системе средств и методов, обеспечивающих высокий уровень работоспособности спортсмена на протяжении его карьеры. Изменение структуры тренировочного процесса потребовало особого внимания и к вопросам организации питания на разных этапах годичного цикла тренировок и в период соревнований. Внедрение двух- и трехразовых тренировок существенно изменило режим питания спортсменов высокой квалификации, а совершенствование тренировочных методов привело к значительному возрастанию энергетических затрат организма. Выявление особенностей метаболизма в процессе ассимиляции нутриентов на клеточном и субклеточном уровнях дало возможность определить потребности спортсмена в отдельных компонентах пищевого рациона, установить их оптимальные соотношения, необходимые для увеличения физической работоспособности, ускорения процессов адаптации к нагрузкам и влиянию негативных факторов внешней среды, активизации процессов восстановления организма.

Возникла необходимость адекватного возмещения израсходованной энергии за счет увеличения энергетической ценности питания, что, в свою очередь, вызвало

необходимость создания специализированного питания для спортсменов, разработки особых продуктов повышенной пищевой ценности, а также диетических (биологически активных, или пищевых) добавок как важных нутрициологических факторов эргогенной направленности [19]. Таким образом, в современной спортивной медицинской науке и практике произошло слияние фармакологии и диетологии, и сформировалась новая наука – спортивная нутрициология [3], которая еще очень молода, но ее значение для практики подготовки спортсменов, включая улучшение эффективности соревновательной деятельности и показателя спортивного долголетия при сохранении здоровья и качества жизни спортсменов, на наш взгляд, трудно переоценить.

В самом общем виде собственно *нутрициология* (от англ. *nutrition* – питание), во-первых, может быть определена как наука, изучающая питание, пищевые продукты, нутриенты, их взаимодействие и роль для здоровья, а, во-вторых, как наука, изучающая вопросы, тесно связанные с разными аспектами питания: составом продуктов, процессом употребления пищи, взаимодействием различных типов пищи, влиянием тех или иных продуктов на организм; в таком толковании она имеет прямое отношение также к гигиене питания [21]. В настоящее время эволюционируют новые методы исследований, которые оценивают степень обеспеченности организма макро- и микронутриентами, на основе чего становится возможной разработка рекомендаций для конкретного человека с любым видом профессиональной деятельности [29, 42].

Одно из крайне важных направлений развития нутрициологии – *нутрициология спорта,* занимающаяся вопросами оптимизации процесса индивидуализированного питания при физических нагрузках, т. е. это наука об особенностях питания при физических нагрузках [17]. Нутрициология спорта занимается всеми аспектами влияния пищи (питания) и ее компонентов – нутриентов, в изолированном виде или в виде специальных функциональных продуктов, на здоровье и качество жизни человека, активно занимающегося спортом или оздоровительной физической культурой, а также изучает процессы адаптации режима питания (рациона) к меняющимся условиям повседневной жизни, тренировочного и соревновательного процесса с целью развития и совершенствования физических качеств, достижения оптимального уровня физической и функциональной подготовленности спортсмена и, в конечном итоге, высокого соревновательного результата [32]. Спортивная нутрициология рассматривает также процессы, посредством которых организм спортсмена потребляет, абсорбирует, транспортирует, утилизирует все компоненты рациона и выделяет продукты обмена [13].

Видимая безопасность и традиционность нутриентов, в отличие от эргогенных фармакологических средств, часто приводит к тому, что спортсмены начинают употреблять их самостоятельно, без консультации со специалистами и подтверждения в рамках методов доказательной медицины, необходимости применения тех или иных нутриентов [47].

Опасность необоснованного применения нутрициологических средств. В спорте высших достижений, где соперники примерно равны по своим физическим кондициям и уровню функциональной подготовленности, результаты спортивных соревнований могут определяться вспомогательными, так называемыми малыми факторами. На сегодня далеко не все спортсмены понимают правильность выбора сбалансированного питания, но при этом все, что может дать конкурентное преимущество, включая пищевые добавки, кажется весьма привлекательным для достижения успеха. По данным современной литературы [24], от 40 до 100 % спортсменов обычно используют различные, в зависимости от специфики вида спорта, уровня конкуренции и обоснованности назначения основных нутриентов, пищевые добавки или функциональные продукты спортивного питания, которые в настоящее время мы бы определили общим термином «эргогенные нутрициологические средства» (ЭНС). Однако если у спортсмена нет дефицита питательных веществ, нутриенты в виде пищевых добавок могут не только не улучшать эффективность соревновательной деятельности, но и способны оказывать пагубное влияние как на показатели физической и функциональной подготовленности, психологического состояния спортсмена, так и на здоровье, и качество его жизни.

Пищевые добавки классифицируются как подкатегория продуктов питания, поэтому изготовители не обязаны предоставлять доказательства не только эффективности, но и, что крайне важно, безопасности продукта, а также не должны получать одобрение регулирующих органов перед поступлением продукта в торговую сеть и специализированные магазины спортивного питания. К слову сказать, в США качество и состав пищевых добавок, функциональных продуктов питания, отдельных фармаконутриентов, и даже лекарственных растений как источников биологически активных веществ, строго контролируются Федеральным агентством (FDA) [16, 22], а в Украине они распространяются абсолютно бесконтрольно. И это создает огромную потенциальную опасность для здоровья вследствие возникновения серьезных побочных эффектов от использования некоторых пищевых добавок.

Спортсмены, которые соблюдают положения Антидопингового кодекса, также должны понимать, что использование необоснованно высоких дозировок даже разрешенных субстанций подвергает их риску выявления запрещенных (и/или неидентифицированных) веществ, а также их прекурсоров [30]. К сожалению, нормативные акты многих стран не включают необходимость предварительного конкретного лабораторного исследования новых пищевых добавок у спортсменов, желательно в формате рандомизированного слепого плацебо-контролируемого исследования, с первоначальным

тестированием на наличие запрещенных субстанций в соответствии с перечнем WADA. Поэтому необходима отдельная нормативная база для разработки и применения алгоритма тестирования пищевых добавок с целью оценки их риска провоцировать позитивный результат допинг-теста.

Конечно, в спорте высших достижений спортсмены могут использовать пищевые добавки на свой страх и риск, но это может привести к неожиданному негативному влиянию на эффективность их соревновательной деятельности и отстранению от занятий спортом на длительный срок. В связи с этим, с нашей точки зрения, может потребоваться широкое обсуждение медицинских, физиологических, культурных и этических вопросов для обеспечения того, чтобы спортсмен имел информацию, необходимую для осознанного выбора тех или иных пищевых добавок или функциональных продуктов питания, объединенных термином ЭНС. Таким образом, большое количество нерешенных вопросов – принадлежность к нутриентам средств с эргогенной эффективностью, восстановительного и профилактического характера, а также показания для их применения, дозировки, оценка рисков – все это тормозило продвижение новой науки в практику реализации в спорте высших достижений.

Стратегические направления решения этих важных для подготовки спортсменов вопросов изложены в появившемся в марте 2018 г. Консенсусе МОК относительно использования пищевых добавок в спорте высших достижений (далее Консенсус), который был недавно представлен широкой спортивной общественности. Он представляет собой экспертное заключение и рекомендации ведущих спортивных нутрициологов и специалистов в области спортивной медицины, основанные на детальном анализе последних достижений спортивной науки [36].

В Консенсусе сформулирован ряд положений, касающихся всех сторон использования продуктов спортивного питания и пищевых добавок в реальной спортивной практике. И он должен стать регламентирующим документом и одновременно руководством к действию для спортивного нутрициолога и спортивного врача.

К пищевым добавкам, согласно положениям Консенсуса, относятся:

- функциональная пища, т. е. пища, обогащенная дополнительными нутриентами или компонентами, отличающаяся от обычного нутриентного состава (например, с увеличенным содержанием витаминов и/или минералов);
- специально созданные составы и спортивное питание для обеспечения энергией и нутриентами в более удобной форме, чем обычное питание для нутритивной поддержки в общей популяции (например, готовые жидкие питательные смеси (ready-to-use – RTU или ready-to drink – RTD) для применения в спорте – спортивные напитки, гели, продукты категории «спорт-бар»;
- отдельные нутриенты и другие компоненты пищи или растительные продукты в изолированной или концентрированной формах;
- мультикомпонентные продукты, содержащие различные комбинации веществ с определенным целевым назначением.

В Консенсусе проведена оценка доказательной базы для наиболее часто применяемых пищевых добавок. С точки зрения практической пользы, исследование установления биологических и эргогенных эффектов добавок должно быть рандомизированным двойным-слепым плацебо-контролируемым (РДСПКИ) в его различных модификациях (перекрестным, в параллельных группах и др.) с использованием всех атрибутов полноценного клинического исследования. Важно подчеркнуть, что все пищевые добавки и функциональные продукты питания, используемые спортсменом, должны соответствовать требованиям WADA.

Исходя из главной цели применения и интересов практики подготовки спортсменов, пищевые добавки подразделяют на несколько групп.

Пищевые добавки для профилактики или лечения дефицита нутриентов. К ним отнесены препараты витамина D, железа и кальция [51]. В некоторых специфических ситуациях сюда же относят йод, фолаты, цианокобаламин, но с точки зрения спортивной практики они не имеют существенного значения.

Пищевые добавки (спортивное питание) для обеспечения энергией и макронутриентами. Сюда относят энергетические напитки, спортивные гели, продукты категории «спорт-бар», протеины, гейнеры, готовые к употреблению жидкие формы (RTD), спортивные напитки и некоторые другие формы добавок. Выбор и предпочтение конкретных форм основываются на анализе базовой диеты индивидуальных особенностей спортсмена, результатах углубленного медицинского обследования, содержании тренировочного и соревновательного планов, а также фармако-экономическом обосновании (ФЭО) – соотношении цена/эффективность – и сравнительном анализе пользы в сопоставлении со сбалансированным усиленным обычным питанием [33].

В связи с явно недостаточным аналитическим освещением в научной литературе вопросов, касающихся спортивных напитков, следует коротко остановиться как минимум, на их систематизации. Спортивные напитки – это напитки на основе воды, предназначенные для использования при физических нагрузках и обязательно содержащие комплекс протеинов и энергетических составляющих, которые стимулируют восстановление мышечных клеток, утилизацию жиров и анаболические процессы в организме в целом в динамике и после тренировочного занятия (соревновательного дня). Спортивные напитки по характеру (времени) действия разделяют (хотя это деление весьма условно) на три группы: 1) применяемые перед тренировочным занятием для увеличения запасов мышечного гликогена, повышения

буферной емкости крови для предупреждения ацидоза (например, дополнение бикарбонатом натрия) и потерь нутриентов с мочой; 2) применяемые в динамике нагрузки для восстановления баланса жидкости и электролитов по мере их утраты (до 70–80 % потерь), обеспечения «быстрыми» углеводами и повышения чувствительности тканей к инсулину, интенсификации поступления аминокислот в мышечные клетки, а также с целью поддержания интегративной функции кишечника для быстрой адаптации к поступлению нутриентов в постнагрузочный период; 3) применяемые для ускорения восстановления после нагрузки, среди которых выделяют также пептидные и глутаминные. Пептидные спортивные напитки, помимо углеводов (приемущественно «медленных» – мальтодекстрина, изомальтозы), минеральных веществ и антиоксидантов, включают гидролизаты различных растений (сои или пшеницы). Глутаминные спортивные напитки содержат сахарозу как источник углеводов и глутаминные пептиды в комплексе с витаминами и минеральными веществами. Дополнительную функциональность специальным напиткам для спортсменов обеспечивает включение различных комплексов микронутриентов – витамина А, С, Е, витаминов группы В, что существенно помогает регулировать скорость синтеза белков, в том числе, белков соединительной ткани (цинк), стимулировать кроветворную функцию организма (железо, медь), поддерживать оптимальное функциональное состояние нервной системы (магний, селен), повышать иммунную резистентность организма (селен, йод). По содержанию компонентов спортивные напитки делятся на гипотонические, изотонические (***син.*** изотоники) и гипертонические.

Гипертонические спортивные напитки более концентрированы, чем жидкости, содержащиеся в организме, поэтому всасываются медленно. Их целесообразно применять для восполнения энергии, потраченной во время тренировочного занятия, а не для восстановления водного баланса. Напротив, гипотонические спортивные напитки наименее концентрированы, усваиваются быстрее, чем вода или другие жидкости; показаны для быстрого пополнения запасов жидкости в организме в течение и сразу после занятий. И, наконец, изотонические спортивные напитки сбалансированы с жидкостями внутри организма и также усваиваются достаточно быстро, чтобы восполнить запасы воды после тренировки. Изотоники – это спортивные напитки, представляющие собой водный раствор электролитов: кальция, магния, натрия и калия в виде солей, часто с добавлением углеводов. Кроме возмещения потери жидкости, утраченной организмом в ходе тренировочного занятия или соревновательной нагрузки (с чем справляется и обычная вода), изотоники помогают возместить потерю минеральных веществ в организме, теряющихся при потоотделении, а углеводы (чаще простые – глюкоза, фруктоза) являются «быстрым» источником энергии при физической нагрузке. В состав изотоников, используемых в ходе тренировочного занятия, часто добавляют антиоксиданты (витамин С, биофлавоноиды, каротиноиды и др.).

Одной из разновидностей спортивных напитков являются их энергетические представители, а основой – вода. Они обладают доказанной эргогенной активностью и обязательно содержат кофеин и углеводы (в виде сахарозы, глюкозы, фруктозы, рибозы и мальтодекстрина), а также эссенциально – витамины (С, Р и РР, группы В) и микроэлементы (селен, цинк, бор и др.), ряд других веществ (креатин, креатинмоногидрат, антиоксиданты и др.), жиросжигатель и модулятор образования аэробной энергии L-карнитин, стимулятор эфедрин. Ингредиентами энергетических напитков могут быть такие незаменимые аминокислоты, как аланин, L-аргинин, триптофан, глутаминовая кислота и модифицированные аминокислоты (β-аланин), электролиты (натрий, калий, магний), растительные вещества (стимулятор гуарана, адаптогены – женьшень, лимонник, левзея и др., имбирь, таурин), а также карбогидрат. Энергетические спортивные напитки содержат более высокие концентрации углеводов, чем большинство спортивных напитков – обычно 8,0–20,0 г на 100 мл, потому при их регулярном употреблении необходим контроль массы тела спортсмена. Следует помнить, что энергетические напитки не изменяют ход процесса адаптации к физическим нагрузкам и переносимость последних; даже при систематическом применении этих напитков у представителей циклических видов спорта не было выявлено статистически значимых изменений $\dot{V}O_2max$. Избыточное и необоснованное потребление напитков энергетической направленности, особенно содержащих витамины B_1, B_2, B_6 и кофеин, чревато развитием нарушений ритма сердца. Применение энергетических спортивных напитков перед тренировочным занятием необходимо сочетать с приемом жидкости в динамике занятия, поскольку они обдают мочегонным действием.

Пищевые добавки, непосредственно улучшающие физическую подготовленность. Международное экспертное сообщество относит к этой группе кофеин, креатин (в форме креатина моногидрата) [46, 50], нитраты, бикарбонат натрия и, пока условно, β-аланин [15, 18, 64]. Дозы и схемы применения этих пищевых добавок должны основываться на строго научной доказательной базе в плане безопасности, легальности (отсутствие в Запрещенном списке WADA) и эффективности использования. Дополнительной гарантией позитивного результата применения пищевых добавок, улучшающих физическую подготовленность, являются результаты их индивидуальной апробации спортсменом в процессе нутриционного тренинга в условиях имитации условий соревнований.

Пищевые добавки, опосредованно улучшающие физическую и функциональную подготовленность. Целый ряд пищевых добавок не имеет прямого эргогенного действия, но улучшает показатели общего здоровья, оптимизирует состав тела, переносимость

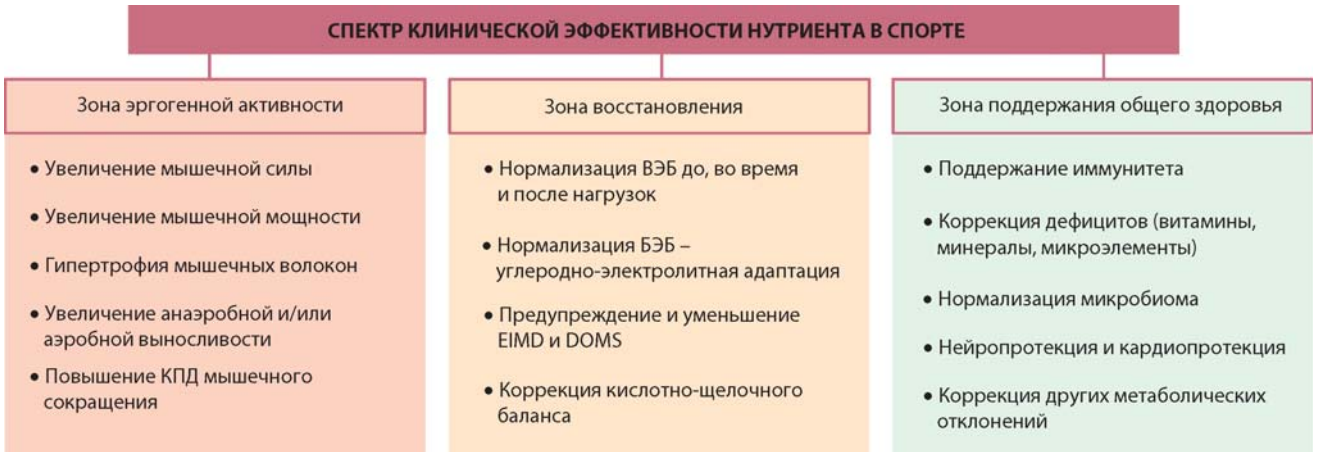

РИСУНОК 1 – Спектр эргогенной эффективности нутриента в спорте (ВЭБ – водно-электролитный баланс; БЭБ – белково-энергетический баланс; DOMS – проявления отсроченной мышечной болезненности; EIMD – индуцированные физическими нагрузками мышечные повреждения)

интенсивных тренировок и ускоряет восстановление после нагрузок и травм, снижает выраженность индуцированных физическими нагрузками мышечных повреждений (EIMD – от англ. *Exercise-Induced Muscle Damage*) и проявления отсроченной мышечной болезненности (DOMS – от англ. *Delayed-Onset Muscle Soreness*) [49, 55]. Объективными маркерами наличия этих мышечных повреждений и их выраженности может служить определение цитокинового профиля, уровня антиоксидантов и активности креатинкиназы [20].

Таким образом, на наш взгляд, пищевые добавки этой группы можно отнести к ЭНС опосредованного действия. По определению И. Гарте и Р. Мохана, «...эти факторы чрезвычайно важны, так как увеличивают общую долю времени, затрачиваемого непосредственно на тренировки и соревнования, повышая к.п.д. физических нагрузок» [24]. К данной группе, называемой еще «иммунопротекторы», относят витамины C, D, E, пробиотики, углеводы, бовинум колострум, полифенолы, глутамин и его производные, цинк, кофеин, эхинацеа и омега-3 ПНЖК [2, 35, 38, 46, 61]. Не все из них имеют достаточную доказательную базу относительно высокой эргогенной эффективности [11, 57], поэтому выбор таких пищевых добавок должен быть осознанным, чтобы избежать приема бесполезных средств и лишних финансовых затрат.

Совокупность этих свойств индивидуальна для каждого отдельного нутриента. Для четкого разделения нутриентов на средства разной, во-первых, опосредованной через ускорение процессов восстановления и поддержания должного уровня здоровья спортсменов и, во-вторых, прямой эргогенной направленности, удобно использовать предложенную авторами схему (рис. 1).

Нужно понимать, что каждый нутриент индивидуален по своим биологическим свойствам и может иметь компоненты спектра из разных зон. Отталкиваться в таком случае необходимо от спектра клинической эффективности нутриента. Например, креатина моногидрат, широко применяемый в практике подготовки спортсменов, обладает выраженным анаболическим действием и оптимизирует процессы энергетического обмена, протекающие в мышечных тканях, и потому, как следствие, способен повышать физическую работоспособность (преимущественно аэробную). Креатина моногидрат способствует накоплению АТФ, стимулирует процесс выработки белка, а также снижает уровень холестерина в цитоплазме. Таким образом, этот нутриент обладает полным эргогенным действием, поскольку одновременно входит в зону эргогенной активности, за счет увеличения синтеза фосфокреатина ускоряет протекание процессов восстановления (вторая зона) и способствует укреплению здоровья спортсмена (третья зона). Именно такой поход и является новым эффективным решением, важным для практической спортивной нутрициологии. По аналогии со спортивной фармакологией можно провести параллель с метаболитотропными эргогенными средствами, обладающими многогранным влиянием на организм и задействованными в регуляции функционального состояния одновременно нескольких органов и систем организма, включая лимитирующие.

В Консенсусе предлагается использовать так называемое дерево принятия решений для адекватного выбора пищевых добавок и их комбинаций, исходя из принципов ликвидации дефицитов нутриентов, достижения специфических спортивных целей, финансово-экономической обоснованности, доступности пищевых добавок и других факторов.

В заключении Консенсуса отмечено, что пищевые добавки играют хотя и не основную, но очень важную роль в общем большом плане питания и поддержки гомеостаза спортсменов. Они (добавки – *прим. авт.*) включают незаменимые аминокислоты, спортивную пищу, фармаконутриенты для повышения физической готовности и общего здоровья, предупреждения возникновения травм, ускорения восстановления. Задача спортивного медицинского сообщества состоит в идентификации продуктов с доказанной эффективностью, определении

их места и роли в различных ситуациях и периодах подготовки спортсмена (подготовительный, соревновательный, восстановительный), а также в динамике многолетнего совершенствования, установлении безопасного диапазона с точки зрения дозы, частоты и длительности использования. Для решения таких задач необходимыми являются обучение и специализация многих профессионалов в области спорта и спортивной медицины, наличие постоянной информации по спортивным продуктам и серьезная исследовательская работа.

Основные принципы применения ЭНС. При многолетних занятиях спортом большое значение приобретает решение проблемы адаптации организма спортсмена к прогрессирующему действию многократно используемых вариантов физической нагрузки. Чем выше квалификационный уровень спортсмена, тем ближе к границе его биологических возможностей функциональное состояние организма, тем сложнее ждать адекватного эффекта от применения вариантов повторяющихся тренировочных нагрузок; в то же время интенсификация нагрузки часто приводит к переутомлению, перенапряжению и заболеваниям [8, 27]. При неблагоприятном течении процесса адаптации возможно появление признаков адаптогенной патологии, при которых, вследствие срыва адаптационных механизмов, могут наблюдаться различной степени нарушения гомеостатического баланса и даже деструктирование тканей, что приводит к ухудшению состояния здоровья и результатов соревновательной деятельности [9, 14]. Такие явления способствуют преждевременному уходу из спорта талантливых атлетов, в связи с чем возникает потребность в применении инновационных методов оптимизации биологической структуры и функционирования организма с целью повышения работоспособности и, одновременно, снижения риска профессиональных заболеваний. По сути, речь идет о внетренировочных средствах медико-биологической направленности, в том числе, нутрициологических.

Эргогенные аспекты нутрициологического обеспечения спортивной подготовки. Стимуляция физической работоспособности и ее методология является в спорте той ключевой проблемой, которая занимает множество различных аспектов спортивной подготовки и составляет неотъемлемую часть восстановления. Преодоление трудностей, обусловленных поисками оптимального режима тренировочных нагрузок в отдельных занятиях и микроциклах, создание адекватных условий для протекания восстановительных и специальных адаптационных процессов может осуществляться в двух направлениях: во-первых, за счет оптимизации планирования учебно-тренировочного процесса; во-вторых, путем направленного целевого применения спортсменами различных средств стимуляции физической и умственной работоспособности и улучшения протекания восстановительных процессов. При этом следует помнить, что ЭНС подобной направленности для осуществления своего биологического действия используют энергию, необходимую, прежде всего, для обеспечения двигательной активности спортсмена, и поэтому они не должны применяться необоснованно [47].

Таким образом, знание закономерностей применения средств восстановления и стимуляции работоспособности (эргогенных средств) дает возможность достижения высоких спортивных результатов. Профессиональная деятельность спортсмена, особенно высокой квалификации, осуществляется в условиях длительного психологического стресса, изменений климато-часовых условий (десинхроноз), постоянного роста интенсивности и продолжительности физических нагрузок. Если учесть также ухудшение состояния окружающей среды в результате техногенной деятельности человечества, то становится ясным, что организм спортсмена работает на пределе резервных возможностей [52]. Сочетанное, одновременное или последовательное действие нескольких факторов ведет к усилению их взаимного влияния на организм. В ответ на воздействие неблагоприятных профессионально-экологических факторов определенной дозы, интенсивности и продолжительности могут развиваться состояния предельного напряжения механизмов адаптации с обратными явлениями дезадаптации [27, 31, 58]. Исходя из структурно-функционального единства компенсаторно-приспособительных процессов, можно считать, что в ответ на действие экстремального раздражителя у спортсмена развивается состояние, которое характеризуется переходом от предельно допустимого напряжения компенсаторных реакций, обеспечивающих сохранение гомеостаза, к состоянию дезадаптации [41, 59]. Именно предупреждение развития этого явления должна обеспечить нутрициологическая поддержка [3, 7, 14, 48]. Таким образом, разработка средств и методов коррекции экстремального состояния у спортсмена является очень важной проблемой не только нутрициологии спорта, но и спортивной медицины, биохимии, патологической физиологии, диетологии, фармакологии и др., т. е. проблемой междисциплинарного характера.

Обеспечение повышения общей и специальной работоспособности при значительных физических нагрузках с помощью внетренировочных средств восстановления и предупреждения возникновения состояния перетренированности постепенно будут становиться важными составляющими не только достижения высоких соревновательных результатов, но и поддержания здоровья и качества жизни спортсменов.

К сожалению, в целях предполагаемого нивелирования побочных эффектов интенсивных физических и психоэмоциональных нагрузок в динамике тренировочного и соревновательного процессов за последние 25 лет возникла достаточно «агрессивная» система фармакологического обеспечения подготовки спортсменов, содержащая разнонаправленные физические, психологические и, особенно, нутрициологические и фармакологические воздействия, которые часто не только не объединены об-

щей логикой использования, но и могут противоречить друг другу. При таких условиях использования внетренировочных средств, стимулирующих физическую работоспособность, решение должно быть крайне взвешенным и основываться на реальных гомеостатических изменениях в организме спортсменов и педагогических критериях роста работоспособности [5–7].

В последние годы в связи с необходимостью разработки и внедрения средств и методов не только фармакологической, но и нутрициологической коррекции гомеостаза, особое значение приобрела задача систематизации этих средств, возможностей обоснованного их применения и исследования эффективности в практике спорта высших достижений. Медико-биологический аспект проблемы восстановления и последующего роста физической работоспособности нужно рассматривать, с нашей точки зрения, совпадающей с воззрениями других исследователей [6], в двух взаимосвязанных направлениях: 1) восстановление спортсменов в ходе учебно-тренировочного процесса с последующей стимуляцией общей и специальной работоспособности; 2) восстановление работоспособности после перенесенных заболеваний, травм, перенапряжения, т. е. собственно медицинская реабилитация. Из этих двух направлений первое является фармакокоррекционным, а второе принадлежит уже к сфере чисто спортивной медицины. Интересы авторов данной статьи лежат как раз в сфере фармакокоррекционных воздействий, к числу которых в значительной степени относится и применение средств нутрициологической направленности во всей их полноте.

Методы нутрициологического воздействия на организм человека в условиях напряженной спортивной деятельности с целью сохранения здоровья спортсменов высокой квалификации базируются, во-первых, на использовании не запрещенных WADA нутрициологических средств (отдельных нутриентов, пищевых добавок, функциональных продуктов спортивного питания) [3, 10], которые способствуют ускорению процессов восстановления, росту физической работоспособности, а в биохимическом плане – ускорению синтеза белка и восстановлению энергетических депо, повышению степени антиоксидантной защиты организма и снижению выраженности синдрома эндотоксикоза, ускорению процессов физиологического васкуло- и ангиогенеза и кроветворения, прежде всего эритропоэза, улучшению метаболического обеспечения мышечной деятельности [1], и, в том числе, сократительной деятельности сердечной мышцы через стабилизацию обмена веществ в кардиомиоцитах, улучшению функционирования центральной нервной системы и др. [25, 34, 56].

Эффекты применения большинства средств и методов коррекции напряженной мышечной деятельности реализуются путем активации специфических и неспецифических механизмов восстановления и стимуляции работоспособности, в частности – общей и специальной [9]. Путем применения таких средств, относящихся к нутрициологическим эргогенным, можно значительно ускорить процессы восстановления, увеличить силу, выносливость, координационные способности, а также концентрацию внимания и другие ментальные характеристики [28, 36, 37]. Таким образом, исходя из положений Консенсуса, одной из важнейших задач спортивной нутрициологии является не лечение, а опосредованное направленное воздействие на результаты соревновательной деятельности через поддержку значительного количества гомеостатических звеньев, определяющих профессиональные качества спортсмена, при сохранении состояния его здоровья и качества жизни.

Использование ЭНС сегодня основывается на теоретической концепции проведения целенаправленной регуляции обмена веществ при физических нагрузках путем расширения «узких мест» метаболических циклов с помощью некоторых низкомолекулярных метаболитов и стимуляторов различных звеньев биосинтеза. На наш взгляд, в практике подготовки спортсменов пятью основными принципами нутрициологического обеспечения, адекватными задачам, стоящим перед фармакологией спорта, являются следующие, вытекающие из существующих в литературе постулатов [12, 21, 39–41].

Во-первых, любые нутрициологические воздействия, направленные на ускорение процессов постнагрузочного восстановления и роста физической работоспособности, неэффективны или минимально эффективны при ненадлежащем назначении (необоснованная доза, неподходящий период подготовки, специфика тренировочных нагрузок в данном микроцикле и др.), а также при отсутствии адекватной построению тренировочных нагрузок определенной интенсивности, энергетической направленности и объема схемы нутрициологической поддержки. Оценка эффективности и обоснованности построения тренировочных нагрузок, в свою очередь, должна базироваться на результатах медико-педагогического обследования спортсмена в процессе долговременной адаптации и надлежащего лечебно-педагогического контроля.

Во-вторых, путем создания оптимальных условий (в том числе и применения нутрициологических средств) должно достигаться ускорение природных процессов постнагрузочного восстановления и стимуляции работоспособности. При назначении спортсменам нутрициологических средств необходимо четко представлять, с какой целью они используются, каковы основные механизмы их действия (и, исходя из этого, направленность воздействия на эффективность тренировочного процесса), а также противопоказания, возможные последствия перекрестного взаимодействия, побочные эффекты и осложнения. С целью значительного уменьшения частоты побочных явлений золотым стандартом и «нутриентом выбора» могут быть метаболические и метаболитотропные субстанции, к которым, например, относятся L-карнитин и L-аргинин, янтарная кислота и ее производные, АТФ в виде защищенных от гидролиза

форм и др. [23, 26, 43, 45, 62, 63], а также средства на основе лекарственных растений [53]. Следует добавить, что ценность применения в практике подготовки спортсменов вышеперечисленных веществ, имеющих опосредованное или прямое действие при интенсивных физических нагрузках, в течение 2015–2016 гг. существенно увеличилась в связи с запретом WADA на использование спортсменами ряда субстанций, в частности – кардиопротекторного и регулирующего действия.

В-третьих, при применении у спортсменов нутрициологических средств с целью стимуляции физической работоспособности следует учитывать их срочный, отставленный и кумулятивный эффекты; дифференцированное влияние на такие параметры физической работоспособности, как мощность, емкость, экономичность, мобилизуемость и реализуемость; механизм преимущественного энергообеспечения конкретного вида работы и др. [9]. Низкая эффективность нутрициологических средств стимуляции работоспособности и восстановления наблюдается при ненадлежащем назначении (необоснованно низкая доза нутриентов, нарушение периода подготовки, отсутствие учета преимущественного механизма энергообеспечения в микроцикле и мезоцикле и др.), а также при отсутствии адекватного дозирования тренировочных нагрузок. Нельзя сбрасывать со счетов и индивидуальную чувствительность к отдельным нутриентам, что требует обязательного всестороннего обследования спортсменов в условиях нутрициологического тренинга. Обоснованное назначение ЭНС и в этом случае невозможно без результатов медико-педагогического обследования спортсмена в процессе долговременной адаптации и надлежащего лечебно-педагогического контроля в текущий момент.

В-четвертых, индивидуальное применение нутрициологических средств с целью повышения работоспособности спортсменов должно основываться на учете функционального состояния основных систем организма и этапа подготовки в структуре годичного макроцикла. В индивидуальном подборе препаратов и пищевых добавок обязательным является участие спортивного врача (вместе с тренером, который как раз и формирует задания для врача и нутрициолога на каждом конкретном этапе подготовки спортсмена, исходя из поставленных перед ним задач тренировочного характера). Подбор индивидуального комплекса нутрициологических средств для каждого спортсмена в целом должен базироваться, прежде всего, на ряде параметров, в частности, результатах текущих и динамических медико-биологических исследований, важную роль среди которых играет лабораторная и функциональная диагностика, так как ее результаты позволяют выявить общее метаболическое звено и функциональную систему (функциональные системы), лимитирующие физическую работоспособность спортсмена вообще и на этом этапе, в частности. При этом одновременно проводится профилактика развития или элиминации основных неспецифических симптомов дезадаптации, которая должна включать коррекцию дефицита функциональных резервов нейроэндокринной регуляции, энергетического дисбаланса, улучшение структурно-функционального состояния клеточных и субклеточных мембран и антигенно-структурного гомеостаза [44, 52]. Во время проведения таких мероприятий следует обязательно учитывать не только возможность их осуществления с учетом резерва времени (до основных стартов сезона, например) и достаточных для реализации этих мероприятий сил и средств, но, прежде всего, этап и период подготовки в структуре годичного макроцикла, вид спорта и специализацию, квалификацию спортсмена, его возрастные и гендерные особенности и др. Только при соблюдении этих принципов возможно эффективное и безопасное для здоровья спортсмена применение комплекса эргогенных нутрициологических средств и достижение высокого спортивного результата.

И, наконец, *в-пятых,* в связи с постоянным усилением антидопинговых правил и быстрой их сменой, необходимо своевременно отслеживать включение в Запрещенный список WADA субстанций, входящих в качестве составляющих в пищевые добавки и функциональные продукты питания спортсменов. Для предупреждения допинговых скандалов следует очень тщательно отслеживать внесение тех или иных субстанций также в перечень контролируемых, поскольку велика вероятность, что в следующем году их отнесут к запрещенным субстанциям, как, например, актопротектор бемитил, на основе которого разработано несколько весьма эффективных пищевых добавок, способствующих отсрочке времени наступления утомления у спортсменов. Он появился в Программе мониторинга в 2018 г., и есть риск отнесения его к запрещенным субстанциям в 2019 г. или 2020 г. Кроме того, в современных условиях становится насущной необходимость знания спортивными врачами многих нутрициологических нюансов, чтобы своевременно распознать в составе средства, прежде всего пищевой добавки, запрещенную субстанцию, которая на этикетке ЭНС обозначена по несистематизированному химическому названию. Например, речь может идти о гераниоле, который по структуре является метилгептанамином и относится к запрещенным специфическим стимуляторам центральной нервной системы, или о ТВ-500, являющемся на самом деле всего лишь достаточно безобидным Тимозином-бета4 – аналогом препаратов тимуса, и обладающим очень слабым анаболическим действием и мощным – иммунопротективным. Лучшим выходом из такой ситуации должно стать наличие в национальных сборных командах спортивных нутрициологов, подготовка которых хотя и является также отдельным и сложным моментом практической реализации положений Консенсуса, но двигаться в этом направлении необходимо.

Выводы. Хочется подчеркнуть, что формирование нутрициологических программ эргогенной направлен-

ности должно быть высоко индивидуализированным не только относительно вида спорта, дисциплины, квалификации и др., но и должно учитывать личностные характеристики отдельных спортсменов по функциональной активности основных органов и систем организма, которые способны лимитировать стимуляцию работоспособности, а также меняться в зависимости от насыщенности и направленности микро- и макроциклов подготовки. Применяемые ЭНС должны четко соответствовать задачам подготовки и отвечать функциональному состоянию организма спортсмена в целом и отдельных органов и систем, в частности. Несмотря на то, что ЭНС не являются фармакологическими препаратами, дозировка и схема использования пищевых добавок и функциональных продуктов питания должны четко соблюдаться, поскольку входящие в их состав биологически активные субстанции обладают достаточно мощным и разнонаправленным действием на организм и имеют свой спектр побочных явлений.

Спортивная нутрициология делает первые шаги в большой спорт, и перспективы дальнейших исследований в этой сфере заключаются в создании и/или совершенствовании перечней основных незапрещенных групп нутрициологических средств с учетом направленности их влияния на метаболические и физиологические пути формирования эргогенных свойств организма при интенсивных физических нагрузках, а также апробации ЭНС в практике реальной подготовки спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта и соревновательных дисциплинах, а также на разных этапах годичного макроцикла и в динамике многолетнего совершенствования.

Литература

1. Гуніна ЛМ. Механізми стимуляції фізичної працездатності за дії антиоксидантних фармакологічних засобів (огляд літератури) [Mechanisms of stimulation of physical performance under influence of antioxidant pharmacological agents (Review)]. ***Журнал клінічних та експериментальних медичних досліджень (JCEMR)***. 2015;3(1):1-14.
2. Гуніна ЛМ, Чекман ІС, Небесна ТЮ, Горчакова НО. Квантово-хімічний аналіз та оцінка доцільності застосування омега-3-поліненасичених жирних кислот за фізичних навантажень [Quantum chemical analysis of properties and evaluation of appropriateness of the administration of Omega-3 unsaturated fatty acids under physical loads]. ***Фізіологічний журнал***. 2013;59(1):68-77.
3. Дмитриев АВ, Калинчев АА. ***Фармаконутриенты в спортивной медицине [Pharmaconutrients in sports medicine].*** 2-ое изд. СПб.: Изд-во «Бином»; 2017. 302 с.
4. Красина ИБ, Бродовая ЕВ. ***Современные исследования спортивного питания. Современные проблемы науки и образования [Modern studies on sports nutrition. Modern problems of science and education]*** [Интернет]. 2017;5. Доступно на: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26809.
5. Кулиненков ОС. ***Фармакологическая помощь спортсмену. Коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат [Pharmacological aid for athlete. Correction of factors limiting sports performance].*** Москва: Советский спорт; 2007. 215 с.
6. Макарова ГА. ***Фармакологическое сопровождение спортивной деятельности: реальная эффективность и спорные вопросы [Pharmacological support of sporting activity: actual efficiency and contentious issues].*** Москва: Советский спорт; 2013. 232 с.
7. Олейник СА, Гунина ЛМ, редакторы, Сейфулла РД, соавт. ***Спортивная фармакология и диетология [Sports pharmacology and dietology].*** Москва-СПб-Киев: Диалектика; 2008. 249 с.
8. Платонов В. Перетренированность в спорте [Overtraining in sport]. ***Наука в олимпийском спорте***. 2015;(1):19-34.
9. Платонов ВН. ***Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения [The system for preparing athletes in Olympic sport. General theory and its practical applications]***: учебник для тренеров. Киев: Олимпийская литература; 2015. Кн. 2; с. 1014-60.
10. Платонов ВН, Олейник СА, Гунина ЛМ. ***Допинг в спорте и проблемы фармакологического обеспечения подготовки спортсменов [Doping in sport and the problem of pharmacological support of athletes' training].*** Москва: Советский спорт; 2010. 306 с.
11. Abeywardena MY, Patten GS. Role of ω3 long-chain polyunsaturated fatty acids in reducing cardio-metabolic risk factors. ***Endocr Metab Immune Disord Drug Targets***. 2011;11(3):232-46. DOI: 10.2174/187153011796429817.
12. Antonio J, Stout JR. ***Supplements for endurance athletes***. Champaign: Human Kinetics; 2002. 128 p.
13. Beck KL, Thomson JS, Swift RJ, von Hurst PR. Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. ***Open Access J Sports Med***. 2015;6:259-67. DOI: 10.2147/OAJSM.S33605.
14. Berlett BS, Levine RL. Designing antioxidant peptides. ***Redox Rep***. 2014;19(2):80-6. DOI: 10.1179/1351000213Y.0000000078.
15. Blancquaert L, Everaert I, Derave W. Beta-alanine supplementation, muscle carnosine and exercise performance. ***Curr Opin Clin Nutr Metab Care***. 2015;18(1):63-70. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000127.
16. Brown AC. An overview of herb and dietary supplement efficacy, safety and government regulations in the United States with suggested improvements. Part 1 of 5 series. ***Food Chem Toxicol***. 2017;107(Pt A):449-71. DOI: 10.1016/j.fct.2016.11.001.
17. Budgett R. ***Nutrition for Athletes. A practical guide to eating for health and performance.*** Intern. Olymp. Com., Intern. Consensus Conference held at the IOC in Lausanne. Nutrition Working Group of the Medical and Scientific Commission of the International Olympic Committee; 2016 June. 2016, p. 36.
18. Burke LM. Practical issues in evidence-based use of performance supplements: supplement interactions, repeated use and individual responses. ***Sports Med***. 2017;47(Suppl 1):79-100. DOI: 10.1007/s40279-017-0687-1.
19. Busquets-Cortés C, Capó X, Martorell M, Tur JA, Sureda A, Pons A. Training enhances immune cells mitochondrial biosynthesis, fission, fusion, and their antioxidant capabilities synergistically with dietary docosahexaenoic supplementation. ***Oxid Med Cell Longev***. 2016;2016:8950384.
20. Cipryan L. IL-6, antioxidant capacity and muscle damage markers following high-intensity interval training protocols. ***J Hum Kinet***. 2017;56:139-48. DOI: 10.1515/hukin-2017-0031.
21. Close GL, Hamilton DL, Philp A, Burke LM, Morton JP. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. ***Free Radic. Biol. Med.*** 2016;98:144-58. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016.
22. Denham BE. Athlete information sources about dietary supplements: a review of extant research. ***Int J Sport Nutr Exerc Metab.*** 2017;27(4):325-34. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0050.
23. Freitas MC, Cholewa JM, Gerosa-Neto J, Gonçalves DC, Caperuto EC, Lira FS, Rossi FE. A single dose of oral ATP supplementation improves performance and physiological response during lower body resistance exercise in recreational resistance trained males. ***J Strength Cond Res.*** 2017;56:67-71. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002198.
24. Garthe I, Maughan RJ. Athletes and supplements: prevalence and perspectives. ***Int J Sport Nutr Exerc Metab.*** 2018;28(2):126-38. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0429.
25. Giles LV, Tebbutt SJ, Carlsten C, Koehle MS. The effect of low and high-intensity cycling in diesel exhaust on flow-mediated dilation, circulating NOx, endothelin-1 and blood pressure. ***PLoS One***. 2018;13(2):e0192419. DOI: 10.1371/journal.pone.0192419.
26. Glenn JM, Gray M, Wethington LN, Stone MS, Stewart RW Jr, Moyen NE. Acute citrulline malate supplementation improves upper- and lower-body submaximal weightlifting exercise performance in resistance-trained females. ***Eur J Nutr.*** 2017;56(2):775-84. DOI: 10.1007/s00394-015-1124-6.
27. Gomez-Cabrera MC, Domenech E, Viña J. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. ***Free Radic Biol Med.*** 2008;44(2):126-31. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.001.

28. Grandjean CK, Soares RV, da Silva QAW, Cabral ARD, da Silva GMD, Costa CE, Forti RM, Mesquita RC, Elsangedy HM, Okano HA, Fontes BE. Drug abusers have impaired cerebral oxygenation and cognition during exercise. ***PLoS One.*** 2017;12(11):e0188030. DOI: 10.1371/journal.pone.0188030.
29. Gupta S. Dietary practices and nutritional profile of female nurses from government hospitals in Delhi, India. ***Iran J Nurs Midwifery Res.*** 2017;22(5):348-53. DOI: 10.4103/ijnmr.IJNMR_167_16.
30. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, et al. International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. ***J Int Soc Sports Nutr.*** 2017;14:20. DOI: 10.1186/s12970-017-0177-8.
31. Jakovljević VLj, Zlatković M, Cubrilo D, Pantić I, Djurić DM. The effects of progressive exercise on cardiovascular function in elite athletes: focus on oxidative stress. ***Acta Physiol Hung.*** 2011;98(1):51-8. DOI: 10.1556/APhysiol.98.2011.1.7.
32. Jeukendrup AE. Periodized nutrition for athletes. ***Sports Med***. 2017;47(1):S51-S63.
33. Kreider RB. ***Nutritional strategies to optimize performance.*** Texas American College of Sports Medicine, Spring Lecture Tour, 2016.
34. Lagranha CJ, Silva TLA, Silva SCA, Braz GRF, da Silva AI, Fernandes MP, Sellitti DF. Protective effects of estrogen against cardiovascular disease mediated via oxidative stress in the brain. ***Life Sci.*** 2018;192:190-8. DOI: 10.1016/j.lfs.2017.11.043.
35. Marini M, Abruzzo PM, Bolotta A, Veicsteinas A, Ferreri C. Aerobic training affects fatty acid composition of erythrocyte membranes. ***Lipids Health Dis.*** 2011;10:188. DOI: 10.1186/1476-511X-10-188.
36. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. ***Int J Sport Nutr Exerc Metab.*** 2018;28(2):104-25. DOI: 10.1123/ijsnem.2018-0020.
37. Mekari S, Fraser S, Bosquet L, Bonnéry C, Labelle V, Pouliot P, Lesage F, Bherer L. The relationship between exercise intensity, cerebral oxygenation and cognitive performance in young adults. ***Eur J Appl Physiol.*** 2015;115(10):2189-97. DOI: 10.1007/s00421-015-3199-4.
38. Meksawan K, Venkatraman JT, Awad AB, Pendergast DR. Effect of dietary fat intake and exercise on inflammatory mediators of the immune system in sedentary men and women. ***J Am Coll Nutr.*** 2004;23(4):331-40. DOI: 10.1080/07315724.2004.10719376
39. Naderi A, Earnest CP, Lowery RP, Wilson JM, Willems ME. Co-ingestion of nutritional ergogenic aids and high-intensity exercise performance. Review. ***Sports Med.*** 2016;46(10):1407-18. DOI: 10.1007/s40279-016-0525-x.
40. Wolinsky I, Driskell JA, editors. ***Nutritional ergogenic aids***. Boca Raton, London, N.-Y., Washington: CRC Press; 2004. 536 p.
41. Park S, Kwon KI, Kweon SJ, Wang Y, Gittelsohn J. Creating a school nutrition environment index and pilot testing it in elementary and middle schools in urban South Korea. ***Nutr Res Pract***. 2017;11(5):402-11. DOI: 10.4162/nrp.2017.11.5.402.
42. Peeling P, Binnie MJ, Goods PSR, Sim M, Burke LM. Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. ***Int J Sport Nutr Exerc Metab***. 2018;28(2):178-87. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0343.
43. Quiles JL, Huertas JR, Manas M. Physical exercise affects the lipid profile of mitochondrial membranes in rats fed with virgin olive oil or sunflower oil. ***Br J Nutr.*** 2009;91(1):21-4.
44. Radzinskii VE, Kuznetsova IV, Uspenskaya YB, Repina NB, Gusak YK, Zubova OM, Burchakov DI, Osmakova AA. Treatment of climacteric symptoms with an ammonium succinate-based dietary supplement: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. ***Gynecol Endocrinol***. 2016;32(2):64-8. DOI: 10.1080/09513590.2016.1232686
45. Rawson ES, Miles MP, Larson-Meyer DE. Dietary supplements for health, adaptation, and recovery in athletes. ***Int J Sport Nutr Exerc Metab***. 2018;28(2):188-99. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0340.
46. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S. Position of the American dietetic association, dietitians of Canada, and the American college of sports medicine: Nutrition and athletic performance. ***J Am Diet Assoc***. 2009;109(3):509-27. DOI: 10.1016/j.jada.2009.01.005
47. Rundblad A, Holven KB, Bruheim I, Myhrstad MC, Ulven SM. Effects of fish and krill oil on gene expression in peripheral blood mononuclear cells and circulating markers of inflammation: a randomised controlled trial. ***J Nutr Sci***. 2018;7:e10. DOI: 0.1017/jns.2018.2. eCollection 2018.
48. Sadeghi S, Newman C, Cortes DH. Change in skeletal muscle stiffness after running competition is dependent on both running distance and recovery time: a pilot study. ***Peer J.*** 2018;6:e4469. DOI: 10.7717/peerj.4469.
49. Moriones SV, Ibáñez SJ. Ergogenic aids in sport. ***Nutr Hosp.*** 2017;34(1):204-15. DOI: 10.20960/nh.997. [Article in Spanish].
50. Scaramella J, Kirihennedige N, Broad E. Key nutritional strategies to optimize performance in para athletes. ***Phys Med Rehabil Clin N Am.*** 2018;29(2):283-98. DOI: 10.1016/j.pmr.2018.01.005.
51. Scharhag J, Löllgen H, Kindermann W. Competitive sports and the heart: benefit or risk? ***Dtsch Arztebl Int.*** 2013;110(1-2):14-24. DOI: 10.3238/arztebl.2013.0014.
52. Seimon RV, Roekenes JA, Zibellini J, Zhu B, Gibson AA, Hills AP, Wood RE, King NA, Byrne NM, Sainsbury A. Do intermittent diets provide physiological benefits over continuous diets for weight loss? A systematic review of clinical trials. ***Mol Cell Endocrinol.*** 2015;418(2):153-72. DOI: 10.1016/j.mce.2015.09.014.
53. Sellami M, Slimeni O, Pokrywka A, Kuvačić GD, Hayes L, Milic M, Padulo J. Herbal medicine for sports: a review. ***J Int Soc Sports Nutr.*** 2018;15:14. DOI: 10.1186/s12970-018-0218-y.
54. Sharma SK, Raza S, Moiz JA, Verma S, Naqvi IH, Anwer S, Alghadir AH. Postactivation potentiation following acute bouts of plyometric versus heavy-resistance exercise in collegiate soccer players. ***Biomed Res Int.*** 2018;2018:3719039. DOI: 10.1155/2018/3719039.
55. Shibu MA, Kuo CH, Chen BC, Ju DT, Chen RJ, Lai CH, Huang PJ, Viswanadha VP, Kuo WW, Huang CY. Oolong tea prevents cardiomyocyte loss against hypoxia by attenuating p-JNK mediated hypertrophy and enhancing P-IGF1R, p-akt, and p-Bad_{ser136} activity and by fortifying NRF2 antioxidation system. ***Environ Toxicol.*** 2018;33(2):220-33. DOI: 10.1002/tox.22510.
56. Stevenson JL, Krishnan S, Inigo MM, Stamatikos AD, Gonzales JU, Cooper JA. Echinacea-based dietary supplement does not increase maximal aerobic capacity in endurance-trained men and women. ***J Diet Suppl.*** 2016;13(3):324-38. DOI: 10.3109/19390211.2015.1036189.
57. Strutynska NA, Kotsiuruba AV, Budko AY, Mys LA, Sagach VF. Mitochondrial dysfunction in the aging heart is accompanied by constitutive no-synthases uncoupling on the background of oxidative and nitrosative stress. ***Fiziol Zh.*** 2016;62(2):3-11. DOI: 10.15407/fz62.02.003.
58. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Stout JR, Hoffman JR, Wilborn CD, Sale C, Kreider RB, Jäger R, Earnest CP, Bannock L, Campbell B, Kalman D, Ziegenfuss TN, Antonio J. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. ***J Int Sports Nutr.*** 2015;12:30. DOI: 10.1186/s12970-015-0090-y. eCollection 2015.
59. Van Loon LJ, Tipton KD. Concluding remarks: nutritional strategies to support the adaptive response to prolonged exercise training. ***Nestle Nutr. Inst. Workshop Ser.*** 2013;75:135-41. DOI: 10.1159/000345862
60. Venkatraman JT, Pendergast D.R. Effect of dietary intake on immune function in athletes. ***Sports Med.*** 2002;35(2):323-37.
61. Virji A. Potential benefits of L-carnitine as dietary supplement. ***Am Fam Physician.*** 2017;96(11):56-64.
62. Huang A, Owen K. Role of supplementary L-carnitine in exercise and exercise recovery. ***Med Sport Sci.*** 2012;59:135-142. DOI: 10.1159/000341934.
63. Wax B, Kavazis AN, Webb HE, Brown SP. Acute L-arginine alpha ketoglutarate supplementation fails to improve muscular performance in resistance trained and untrained men. ***J Int Soc Sports Nutr.*** 2012;9(1):17. DOI: 10.1186/1550-2783-9-17.
64. Ziegenfuss TN, Antonio J. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. ***J Int Sports Nutr.*** 2015;12:30. DOI: 10.1186/s12970-015-0090-y. eCollection 2015.

Автор для корреспонденции:
Гунина Лариса Михайловна – д-р биол. наук, кафедра биологии человека и животных, Сумской государственный педагогический университет имени А. С. Макаренко, Национальный Антидопинговый центр, Украина 04112, Киев, ул. Авиаконструктора Игоря Сикорского, 8;
https://orcid org/0000-0003-2107-0983;
gunina.sport@gmail.com

Corresponding author:
Gunina Larisa – Dr. Sc. in Biology, Departament of Human and Animal Biology, Sumy State Pedagogycal University named after A. S. Makarenko, National Anti-Doping Centrer; Ukraine, 04112, Kyiv, 8, Aviakonstructor Igor Sikorsky Str.;
https://orcid org/0000-0003-2107-0983;
gunina.sport@gmail.com

Поступила 10.04.2018