



Министерство здравоохранения Российской Федерации  
ФГБУ «НИИ питания» Российской академии медицинских наук

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# ВОПРОСЫ ПИТАНИЯ

VOПРОSY PITANIЯ  
(PROBLEMS OF NUTRITION)

Основан в 1932 г.

ТОМ 82

№ 6, 2013

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, которые рекомендованы Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации (ВАК) для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук

Журнал представлен в следующих информационно-справочных изданиях и библиографических базах данных: Реферативный журнал ВИНТИ, Pubmed, Biological, MedART, eLibrary.ru, The National Agricultural Library (NAL), Nutrition and Food Database, FSTA, EBSCOhost, Health Index, Scopus, Web of Science, Social Sciences Citation Index, Russian Periodical Catalog



ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
«ГЭОТАР-Медиа»



## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

### Тутельян Виктор Александрович

главный редактор, академик РАМН, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Гаппаров Минкаил Гаджиевич

заместитель главного редактора, член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора ФГБУ «НИИ питания» РАМН по научной работе

### Вржесинская Оксана Александровна

ответственный секретарь редакции, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Батурин Александр Константинович

доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора ФГБУ «НИИ питания» РАМН по научной работе

### Быков Анатолий Тимофеевич

член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой восстановительной медицины ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России

### Васильев Андрей Валерьевич

доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией обмена веществ и энергии ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Голухова Елена Зеликовна

член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением неинвазивной аритмологии Института кардиохирургии им В.И. Бураковского ФГБУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» РАМН

### Исаков Василий Андреевич

доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением гастроэнтерологии и гепатологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Коденцова Вера Митрофановна

доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией витаминов и минеральных веществ ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Конь Игорь Яковлевич

доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией детского питания ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Кочеткова Алла Алексеевна

доктор технических наук, профессор, заведующая лабораторией новых специализированных продуктов профилактического действия ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Медведева Ирина Васильевна

член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор, проректор ГБОУ ВПО «Тюменская государственная медицинская академия» Минздрава России

### Онищенко Геннадий Григорьевич

академик РАМН, доктор медицинских наук, профессор, помощник Председателя Правительства Российской Федерации

### Панов Павел Борисович

главный внештатный диетолог Российской армии, начальник отдела питания и водоснабжения Научно-исследовательского центра ФГКВУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России

### Погожева Алла Владимировна

доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания с группой «Консультативно-диагностический центр "Здоровое питание"» ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Попова Тамара Сергеевна

доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией экспериментальной патологии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения Правительства Москвы

### Савенкова Татьяна Валентиновна

доктор технических наук, профессор, заместитель директора ФГБУ «НИИ кондитерской промышленности» РАСХН

### Спиричев Владимир Борисович

доктор биологических наук, профессор

### Суханов Борис Петрович

доктор медицинских наук, профессор кафедры гигиены питания и токсикологии ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

### Ханферьян Роман Авакович

доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией спортивного питания с группой алиментарной патологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Хотимченко Сергей Анатольевич

доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией пищевой токсикологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Шевелева Светлана Анатольевна

доктор медицинских наук, заведующая лабораторией микробиологии и микрoэкологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН

### Шевырева Марина Павловна

доктор медицинских наук, профессор, директор Департамента охраны здоровья и санитарно-эпидемиологического благополучия человека Министерства здравоохранения РФ

### Эллер Константин Исаакович

доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией аналитических методов исследования пищевых продуктов ФГБУ «НИИ питания» РАМН

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

К.А. Барт (Германия)

Ф. Бранко (ВОЗ)

В.А. Доценко (Санкт-Петербург, Россия)

М. Кароли (Италия)

В.Н. Макаров (Мичуринск, Россия)

И. Маскелюнас (Литва)

М. Ноулс (ILSI, Европа)

А.С. Орлов (Москва, Россия)

Л.Е. Панин (Новосибирск, Россия)

Ю.П. Пивоваров (Москва, Россия)

Л.В. Половинкин (Белорусия)

Н.Г. Проданчук (Украина)

Б.Л. Смолянский (Санкт-Петербург, Россия)

Т. Тамазашвили (Грузия)

Л. Уолкер (Великобритания)

Х. Хайров (Таджикистан)

Х.С.А. Хеймас (Великобритания)

А. Хенсел (Германия)

Т.Ш. Шарманов (Казахстан)

Л. Шпонар (Польша)

## Научно-практический журнал «Вопросы питания» № 6, 2013

Выходит 6 раз в год.  
Основан в 1932 г.

«Voprosy Pitania»  
(Problems of Nutrition) is published  
6 times a year.  
Founded in 1932.

Свидетельство о регистрации средства  
массовой информации ПИ № 77-14119  
от 11.12.2002

Все права защищены.

Никакая часть издания  
не может быть воспроизведена  
без согласия редакции.

При перепечатке публикаций  
с согласия редакции ссылка  
на журнал «Вопросы питания»  
обязательна.

Ответственность за содержание  
рекламных материалов  
несут рекламодатели.

### Адрес редакции

109240, г. Москва,  
Устьинский проезд, д. 2/14,  
ФГБУ «НИИ питания» РАМН,  
редакция журнала «Вопросы питания»  
Телефон: (495) 698-53-60, 698-53-46  
Факс: (495) 698- 53-79

### Научный редактор

Вржесинская О.А.: (495) 698-53-47,  
red@ion.ru

### Подписные индексы

(каталог агентства «Роспечать»):  
71422 – для индивидуальных подписчиков,  
71423 – для организаций и предприятий

### Издатель

Издательская группа  
«ГЭОТАР-Медиа»  
115035, г. Москва,  
ул. Садовническая, д. 9, стр. 4  
Телефон: (495) 921-39-07  
www.geotar.ru

Выпускающий редактор:  
Попова Ольга, popova@geotar.ru

Корректор: Силина Ольга

Верстка: Килимник Арина

Отдел подписки:  
Хабибулина Зульфия, habibulina@geotar.ru

Тираж 3000 экземпляров  
Формат 60x90 1/8  
Печать офсетная  
Печ. л. 10,5.

Отпечатано в типографии «Момент»:  
141406, Московская область,  
г. Химки, ул. Библиотечная, д. 11.  
Заказ № 76.

© Издательская группа  
«ГЭОТАР-Медиа», 2013

## ОТ РЕДАКЦИИ

## EDITORIAL

## ОБЗОРЫ

## REVIEW

**ван дер Бийль П., Тутельян В.А.**

Диетические добавки, содержащие запрещенные вещества

**6 van der Bijl P., Tutelyan V.A. 6**

Dietary supplements containing prohibited substances

**Диль Ф., Ханферьян Р.А.**

Стандарты питания спортсменов в Германии

**14 Diel F., Khanferyan R.A. 14**

Standards of nutrition for athletes in Germany

**Кальво Ф., Макаров В.Н., Акимов М.Ю.**

Растительные эбурнаменинподобные индольные вещества (E.L.I.S.) для повышения работоспособности спортсменов

**19 Calvo F., Makarov V.N., Akimov M.Yu. 19**

E.L.I.S. (eburnamenine-like indole structures), extracted from medicinal plants, as performance catalysts in sports

**Володин В.В., Сидорова Ю.С., Мазо В.К.**

20-гидроксиэкдизон – растительный адаптоген: анаболическое действие, возможное использование в спортивном питании

**24 Volodin V.V., Sidorova Yu.S., Mazo V.K. 24**

20-hydroxyecdysone – plant adaptogen: an anabolic effect, possible use in sports nutrition

**Никитюк Д.Б., Коростелева М.М., Волкова Л.Ю.**

Анатомо-физиологические и метаболические особенности организма юных спортсменов

**31 Nikityuk D.B., Korostelyova M.M., Volkova L.Yu. 31**

Anatomic, physiological and metabolic characteristics of young athletes

**Коростелева М.М., Никитюк Д.Б., Волкова Л.Ю.**

Особенности организации питания юных спортсменов

**41 Korostelyova M.M., Nikityuk D.B., Volkova L.Yu. 41**

Features of organization of nutrition for young athletes

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

## ORIGINAL ARTICLES

**Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Переверзева О.Г., Вржесинская О.А., Коденцова В.М., Солнцева Т.Н., Ханферьян Р.А.**

Обеспеченность витаминами-антиоксидантами спортсменов, занимающихся зимними видами спорта

**49 Beketova N.A., Kosheleva O.V., Pereverzeva O.G., Vrzhessinskaya O.A., Kodentsova V.M., Solntseva T.N., Khanferyan R.A. 49**

Vitamin-antioxidant sufficiency of winter sports athletes

**Сорокина Е.Ю., Солнцева Т.Н., Раджабкдиев Р.М., Самойлов А.С.**

Идентификация генетических полиморфизмов, ассоциированных с избыточной массой тела, у спортсменов зимних видов спорта

**58 Sorokina E.Yu., Solntseva T.N., Radzhabkadiyev R.M., Samoylov A.S. 58**

Identification of genetic polymorphisms associated with overweight in athletes of winter sports

**Амбражук И.И., Яковлев М.Ю.**

Особенности нутрициологической коррекции при подготовке спортсменов-пловцов в условиях среднегорья

**62 Ambrazhuk I.I., Yakovlev M.Yu. 62**

Features of nutritive correction in swimmers under their training in midlands

**Новокшанова А.Л., Ожиганова Е.В.**

Спортивные напитки: регидратация организма как жизненно важный аспект

**67 Novokshanova A.L., Ozhiganova E.V. 67**

Athletic drinks: body rehydration as a vital aspect

**Новокшанова А.Л., Ожиганова Е.В.**

Медико-биологическое обоснование рецептуры регидрационного напитка с использованием молочной сыворотки для спортсменов

**71 Novokshanova A.L., Ozhiganova E.V. 71**

Medical and biological basis of the recipe of whey-containing rehydrating beverage for the athletes

**Басов А.А., Быков И.М.**

Изменение антиоксидантного потенциала крови экспериментальных животных при нутриционной коррекции окислительного стресса

**75 Basov A.A., Bykov I.M. 75**

Change of blood antioxidant capacity of experimental animals during nutritional correction under oxidative stress

## ИНФОРМАЦИЯ

**82 INFORMATION 82**



**Главный редактор  
Тутельян Виктор  
Александрович** –  
академик РАМН,  
доктор медицинских наук,  
профессор, директор ФГБУ  
«НИИ питания» РАМН,  
председатель профильной  
комиссии по диетологии  
Экспертного совета  
в сфере здравоохранения  
Министерства  
здравоохранения  
Российской Федерации,  
главный внештатный  
специалист-диетолог

## Уважаемые коллеги!

Номер журнала, который вы держите в руках, – это специальный двуязычный выпуск, посвященный XXII зимним Олимпийским играм «Сочи–2014».

В Указе от 7 мая 2013 г. Президент Российской Федерации В.В. Путин поставил перед отечественным здравоохранением важнейшую задачу формирования здорового образа жизни – эффективного рычага для улучшения жизни населения России. Ключевыми составляющими здорового образа жизни являются здоровое питание и физическая активность. Именно в данном номере журнала мы постарались объединить эти тесно взаимосвязанные аспекты, приурочив специальный выпуск журнала к основному спортивному мероприятию 2014 г. – зимней Олимпиаде «Сочи–2014».

Особенно важны здоровое питание и физическая активность для растущего поколения – будущего нации – детей. В номере журнала консолидированы знания из различных областей нутрициологии, биохимии, нутригенетики, новых технологий в создании и применении специализированных продуктов питания для спортсменов высших квалификаций и будущих олимпийцев.

Журнал содержит ряд современных обзоров литературы и оригинальных статей, посвященных проблемам спортивного питания и подготовленных известными отечественными и зарубежными учеными.

Не вызывает сомнения, что оптимальное питание, характеризующееся адекватным поступлением в организм пищевых и биологически активных веществ, имеет крайне важное значение для спортсменов. В связи с этим научное обоснование питания спортсменов, испытывающих неблагоприятные воздействия различного генеза, в первую очередь экстремальные физические и нервно-психические нагрузки, является чрезвычайно актуальной задачей современной науки о питании.

В настоящее время для повышения работоспособности, физической силы, выносливости и улучшения спортивных достижений все большее распространение в питании спортсменов приобретает использование диетических добавок и специализированных пищевых продуктов, содержащих комплексы макро- и микронутриентов, а также биологически активных минорных компонентов пищи. Это привело к широкой конкуренции производителей подобных добавок. В результате количество используемых диетических добавок, содержащих запрещенные стимуляторы физической активности, может значительно возрасти. Крайне актуальна разработка новых высокочувствительных и специфических аналитических методов для идентификации таких компонентов не только в составе самих продуктов, но и в образцах крови и мочи спортсменов. Подробнее о данной проблеме вы можете узнать, прочитав обзор профессора факультета медицины и здравоохранения Университета Стелленбош из ЮАР Питера ван дер Бийля «Диетические добавки, содержащие запрещенные субстанции».

В последние годы в спортивной медицине все большее внимание уделяется адаптогенам – минорным соединениям растительного происхождения. Основанием для этого служит возрастание устойчивости организма к чрезмерным физическим и эмоциональным нагрузкам. Современные взгляды на эту проблему содержатся в обзорах В.В. Володина и соавт. «20-гидроксизекдизон – раститель-





ный адаптоген: анаболическое действие, возможное использование в спортивном питании» и Фернандо Кальво и соавт. «Растительные эбурнаминподобные индольные вещества (E.L.I.S.) для повышения работоспособности спортсменов».

В разных странах подготовке спортсменов к Олимпийским играм и, в частности, их питанию уделяется большое внимание, и в то же время международный опыт в данной области имеет большое значение для дальнейшего развития науки о питании в спорте высших достижений. Так, в обзоре Ф. Диэля и Р.А. Ханферьяна «Стандарты питания спортсменов в Германии» освещен широкий круг проблем, касающихся как расчета необходимой пищевой ценности рациона, так и критериев качества продуктов питания для спортсменов, способов приготовления блюд, а также специальной национальной цветной маркировки пищевых продуктов, наиболее и наименее рекомендованных к включению в рацион спортсменов.

Особое внимание следует уделять юным спортсменам, поскольку их питание должно отвечать принципам здорового питания и быть абсолютно безопасным для растущего организма детей. Подробнее о данной проблеме вы можете узнать, прочитав обзоры М.М. Коростелевой и соавт. «Особенности организации питания юных спортсменов» и Д.Б. Никитюка и соавт. «Анатомо-физиологические и метаболические особенности организма юных спортсменов».

В журнале также представлен ряд оригинальных статей, посвященных обеспеченности спортсменов витаминами, необходимости регидратации организма спортсмена после тренировки, а также нутритивным способам коррекции окислительного стресса, сопровождающего интенсивные тренировки у спортсменов скоростно-силовых видов спорта и видов спорта, требующих выносливости.

Особое значение в науке о спортивном питании имеют исследования генома человека, в том числе изучение генов, ассоциированных с проявлением и развитием физических качеств человека, и современные аспекты нутригеномики. Одному из направлений спортивной генетики посвящена оригинальная работа Е.Ю. Сорокиной и соавт. «Идентификация генетических полиморфизмов, ассоциированных с избыточной массой тела, у спортсменов зимних видов спорта».

Таким образом, данный номер журнала содержит крайне интересные исследования, отражающие современные взгляды по актуальным проблемам спортивного питания.



## Для корреспонденции

Pieter van der Bijl – Emeritus Professor and Former Head,  
Department of Pharmacology, Faculty of Medicine and Health  
Sciences, Stellenbosch University, Tygerberg, Cape Town,  
South Africa  
Address: PO Box 19063 Tygerberg 7505, Cape Town, South Africa  
E-mail: pietervanderbijlcp@gmail.com

П. ван дер Бийль<sup>1</sup>, В.А. Тутельян<sup>2</sup>

## Диетические добавки, содержащие запрещенные вещества

Dietary supplements containing  
prohibited substances

P. van der Bijl<sup>1</sup>, V.A. Tutelyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Факультет медицины и здравоохранения, Университет Стелленбош,  
Тайгерберг, Кейптаун, Южная Африка

<sup>2</sup> ФГБУ «НИИ питания» РАМН, Москва

<sup>1</sup> Faculty of Medicine and Health Sciences, Stellenbosch University,  
Tygerberg, Cape Town, South Africa

<sup>2</sup> Institute of Nutrition of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

*Использование биологически активных добавок к пище (БАД) у спортсменов для повышения физической работоспособности привело к широкой конкуренции производителей подобной продукции. В результате количество используемых диетических добавок, содержащих запрещенные стимуляторы физической активности, может значительно возрасти, что и описано в данном обзоре литературы. В связи с этим появляются новейшие сложные и все более чувствительные и специфичные аналитические методы для идентификации этих компонентов не только в составе БАД, но и в образцах крови и мочи спортсменов. Несмотря на существующие списки запрещенных препаратов и компонентов, множество таких химических соединений (эфедрин и псевдоэфедрин, сибутрамин, метилгексанамины, прогормоны, пептидные гормоны, классические анаболические стероиды, кленбутерол и др.) производится в коммерческих целях на фармацевтических предприятиях во многих странах мира. Компании используют агрессивные маркетинговые стратегии, нередко эта информация поступает через средства массовой информации, например через Интернет. Можно ожидать увеличения числа специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов, содержащих «дизайнерские» стероиды и другие более «новые» молекулы. Методы хроматографии и масс-спектрометрии в значительной степени позволяют идентифицировать молекулярные фрагменты и составные элементы запрещенных препаратов. Чтобы предотвратить случайное поступление допинговых соединений, необходима полная информация о составе БАД и специализированных продуктов, которая должна быть предоставлена спортсменам, тренерам и спортивным врачам на всех уровнях тренировочного процесса и соревнований. Риски случайного приема допинга при употреблении БАД могут быть минимизированы при помощи списка безопасных продуктов. Эти списки есть в базах данных разных стран, в частности в Нидерландах и в Германии.*

**Ключевые слова:** диетические добавки, запрещенные вещества, спортсмены, идентификация запрещенных веществ

*Dietary supplement use among athletes to enhance performance is proliferating as more individuals strive for obtaining that chemical competitive edge. As a result the concomitant use of dietary supplements containing performance-enhancing substances of those falling in the categories outlined in the current review, can also be expected to rise. This despite ever-increasing sophisticated analytical methodology techniques being used to assay dietary supplement and urine samples in doping laboratories. The reasons for this include that a variety of these chemical entities, many of them on the prohibited drug list of the WADA, are being produced on commercial scales in factories around the world (ephedrine and pseudoephedrine, sibutramine, methylhexanamine, prohormones, 'classic' anabolic steroids, clenbuterol, peptide hormones etc.), aggressive marketing strategies are being employed by companies and these supplements can be easily ordered via e.g. the internet. It can also be anticipated that there will be an increase in the number of supplements containing 'designer' steroids and other 'newer' molecules. Chromatographic techniques combined with mass spectrometry leading to identification of molecular fragments and product ions will assist in determining these substances. To prevent accidental doping, information regarding dietary supplements must be provided to athletes, coaches and sports doctors at all levels of competition. The risks of accidental doping via dietary supplement ingestion can be minimized by using 'safe' products listed on databases, e.g. such as those available in the Netherlands and Germany.*

**Key words:** dietary supplements, prohibited substances, sportsmen, prohibited substances identification

While it is well recognised that a balanced diet is the foundation for developing optimal training and performance, competitive sport and strenuous physical activity make demands on the human body beyond its normal physiological range [37]. Some athletes may therefore benefit from additional supplements to help maintain homeostasis with adequate nutrients and energy in specific circumstances, especially where food intake or choice is restricted. For this reason dietary supplements have been used by athletes for many years to boost, even by small margins, their strength and performance [4, 10, 17]. Pressure to perform and the potential rewards coupled with success is a powerful driving force for many top athletes to continue striving for that chemical competitive edge and using these dietary supplements as part of their regular training or competition routine, even if the rationale for using these products is not always underpinned by solid evidence-based research [37]. Supplements commonly used include vitamins, minerals, protein, creatine and various ergogenic compounds. While some supplements indeed enhance athletic performance, many have no proven benefits, are of uncertain content and purity and may have serious adverse effects, including death.

The practice of using dietary supplements amongst the population at large and athletes at all levels of competition has led to a huge continuously growing, multi-billion dollar industry with a world wide market estimated at more than \$142 billion for 2011 and expected to rise to \$205 billion by 2017 [33]. Coupled with aggressive marketing techniques in which bold as

well as unsubstantiated claims are frequently made, this explosive growth was further fuelled in many countries world wide which have acts similar to the Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA) which was passed by the US Congress in 1994. In essence all these acts allow substances that are marketed as dietary supplements to be regulated as foods rather than as pharmaceuticals. A dietary supplement is a product taken orally that contains a 'dietary ingredient' intended to supplement the diet. The 'dietary ingredients' in these products may include: vitamins, minerals, herbs or other botanicals, amino acids, and substances such as enzymes, organ tissues, glandulars, and metabolites [9]. Dietary supplements can also be extracts or concentrates, and may be found in many forms such as tablets, capsules, softgels, gelpcaps, liquids, or powders. They can also be in other forms, such as a bar, but if they are, information on their label must not represent the product as a conventional food or a sole item of a meal or diet [9]. Whatever their form may be, DSHEA places dietary supplements in a special category under the general umbrella of 'foods', not drugs, and requires that every supplement be labelled a dietary supplement [9]. Other than for pharmaceuticals, in which regulatory authorities scrutinise data on safety and efficacy before giving marketing approval, supplement manufacturers do not have to prove efficacy for their products, providing that they do not claim that their preparations can be used to diagnose, cure, mitigate, treat or prevent diseases. Furthermore, manufacturers of dietary supplements do not have to demonstrate their safety and the burden rests on regulatory

authorities to show that a particular product is harmful before steps can be taken to ensure its removal from the market.

These dietary supplement regulations have facilitated their bringing onto the market not only to the population at large and non-competing amateurs, but especially to professional athletes in whom their use, often in megadoses, is widespread [28, 30]. Estimated use in the latter group of individuals varies between 44% and 100%; however, this very much depends not only on the type of sport in which they participate, but also on the level of competition as well as the age and gender of athletes [8, 23, 28, 29]. Large quantities of nutrients, commonly found in normal human diets, are consumed without there being much knowledge of possible health risks and the maximum daily safe doses involved. Over the past decade a new hazard related to dietary supplement use has been identified in that some products, marketed under the aegis of the regulatory requirements for foods, have been shown to contain unapproved pharmaceutically active ingredients. These dietary regulations have allowed manufacturers to bypass the necessity of providing safety and efficacy data for their products. It is of great concern that a wide variety of dietary supplements contain ingredients not adequately chemically identified on their package labels. These ingredients which are sometimes listed as 'natural', 'herbal' or otherwise, may constitute prohibited substances. They may have inadvertently entered the product, possibly due to accidental cross-contamination in manufacturing plants, or may have been intentionally added to the supplement, posing a potential health hazard to all consumers [10, 11]. While concentrations of these non-approved substances may be too small to achieve any health or performance-enhancing effects they may be large enough for athletes to fail a doping test and scandals appear to be more frequent [10]. In recent years there has been an increase in the numbers of dietary supplements, containing unapproved pharmaceutical ingredients, recalled by the FDA [15]. With as many as 150 million citizens in the US consuming dietary supplements in some form or another, the challenges that are posed by this growing and unregulated industry are enormous.

### Ephedrine and Pseudoephedrine

Although stimulants can easily be detected in laboratories, they are still popular among athletes. Because the list of legal and illegal stimulants is extensive, only a selection will be discussed here.

Studies have shown that certain dietary supplements contained prohibited substances such as ephedrine and its analogues (pseudoephedrine, methylephedrine etc), caffeine, 3,4-methylenedioxy-N-methylamphetamine (MDMA) ('ecstasy') and other amphetamine-related compounds, which may or may not be declared

on the package labels [11]. Ephedrine and its congeners are used as nasal decongestants and as pressor agents for hypotension. While caffeine is no longer considered a prohibited substance by the World Anti-Doping Agency (WADA) since 2004, the use of ephedrine and its analogues as well as MDMA is banned during competition by this organisation [36]. On certain food supplement labels natural sources of ephedrine, e.g. *Ephedra sinica*, a species of ephedra (ma huang), which contains the alkaloids ephedrine and pseudoephedrine, are mentioned instead of the chemical entities of ephedrine and its analogues. Similarly synephrine is obtained from *Citrus aurantium* and both plant products have been found in dietary supplements which were labelled as 'ephedrine free'. Apart from the doping infringement aspects of supplements containing prohibited stimulants there are potential health risks involved which should not be neglected. Ephedrine has structural similarities with amphetamine and therefore has similar modes of action as well as a comparable side-effect profile. Both ephedrine and pseudoephedrine are stimulants, but they affect physical achievement differently. Ephedrine adversely affected running time over 10 km, but anaerobic performance of athletes was increased [2, 3]. Supporting evidence found in a meta-analysis of 8 studies was, however, insufficient to demonstrate clear benefits in performance with ephedrine [27]. Similarly, improvements in fatigue and cycling performance with pseudoephedrine ingestion could not be found, but in a limited study an improvement in running times over 1.5 km following the use of this pharmaceutical agent was shown [6, 13, 16].

Adverse effects of ephedrine may be serious. A 2-3-fold risk of anxiety, increased irritability and agitation (psychiatric symptoms), insomnia, tremors (autonomic system symptoms) and heart palpitations (cardiac symptoms) were found on analysis of 71 case reports and 50 clinical trials [27]. In the foregoing analysis of cases of death, myocardial infarction, cerebrovascular accident, seizure and psychosis were found in some reports. Regarding pseudoephedrine anxiety, gastrointestinal disturbances and tremors have been reported [24]. Both ephedrine and pseudoephedrine have been declared prohibited substances by the WADA [36].

### Sibutramine

Dietary supplements adulterated with sibutramine, an anti-obesity agent, that do not mention the presence of this compound on the package label have also appeared on the market. Sibutramine has been found in products advertised as 'pure herbal' slimming capsules and 'natural' tea [18, 20, 34]. Urinary metabolites of sibutramine were found in detectable quantities, 50 h after administration of a single 'dose' of tea to a volunteer [20]. This synthetic anorectic drug, which only has market approval as a prescription anti-obesity

agent, has been on the WADA prohibited list since 2006. Furthermore, market withdrawal of sibutramine was recommended by the European Medicines Agency at the beginning of 2010. This agent produces severe adverse effects, blood pressure elevation and cardiac effects (tachycardia), and patients using sibutramine are required to be monitored by a physician experienced in the treatment of obesity and familiar with this agent, on a regular basis.

### Methylhexaneamine

Methylhexaneamine, a stimulant which was originally intended to be marketed as a nasal decongestant, has been detected as an ingredient of dietary supplements and was declared a prohibited compound by the WADA in 2009 [32]. The serious adverse effects of this stimulant have recently been highlighted by a case report on the death of two US soldiers who were taking commercially available dietary supplements which contained methylhexaneamine. Both soldiers collapsed during physical exertion from cardiac arrest and ultimately died [7]. The issues surrounding this stimulant have been complicated by the fact that methylhexaneamine is found on package labels under a very wide variety of chemical and non-chemical names, e.g. 1,3-dimethylamylamine, 1,3-dimethylpentylamine, 2-amino-4-methylhexane, 2-hexanamine, 4-methyl-2-hexanamine, 4-methyl-2-hexylamine, 4-methylhexan-2-amine, dimethylamylamine (DMAA), methylhexaneamine (MHA), dimethylpentylamine (DMP), floradrene, forthan, forthane, fouramin, geranamine, geranium extract, geranium flower extract, geranium oil, geranium stems and leaves, metexaminum, methexaminum, etc. Only the names methylhexaneamine and dimethylpentylamine appear on the WADA 2011 list of prohibited agents creating even further confusion amongst consumers and complicating identification. While geranium root extract or geranium oil are mentioned as natural sources of methylhexaneamine, the presence of this compound in these plant products could not be demonstrated on analysis, strengthening the suspicion that it was added during or after the manufacturing process [21].

### Prohormones

It was shown in a previous study that approximately 15% of dietary supplements consisting of mainly vitamins, minerals, proteins and creatine contained undisclosed anabolic androgenic steroids [12]. These steroids were mainly prohormones, referring to androgenic precursors which are enzymatically activated *in vivo* to the 'real anabolic steroid' testosterone and its derivatives. In the aforementioned study it was assumed that these prohormones were probably the result of con-

tamination before or during manufacturing processes. Nevertheless these prohormone-contaminated supplements in the quantities detected could have resulted in infringements of doping regulations. Prohormones are viewed by many consumers as 'natural' compounds to promote strength and muscle mass, change body composition and improve general feelings of wellness with less adverse effects than testosterone itself or other synthetic androgenic steroids [19]. Also prohormones are perceived and commercially promoted as 'legal alternatives' to testosterone with comparable anabolic effects. However prohormones are listed as prohibited substances on the WADA list and are illegal to sell or import in many countries.

Cholesterol is metabolised by multiple enzyme systems into testosterone via a number of androgenic intermediates (prohormones), including dihydroepiandrosterone (DHEA) (Fig. 1). The biosynthetic pathway via DHEA leads to the production of androstenedione (DIONE) and androstenediol (DIOL). These intermediates can also be converted to the estrogens, which may cause gynecomastia and hepatic dysfunction. To counteract these adverse effects some athletes use prohormones out of the competition season in cycles lasting 4–12 weeks, either alone or in a 'stacking manner', i.e. taking multiple compounds with different estrogenic potential simultaneously. Alternatively, users may follow a 'pyramid' mode taking the highest doses in mid-cycle. Additionally, selective estrogen receptor modulators or aromatase inhibitors (Fig. 1) may be taken to attenuate estrogenic effects and androgenic herbal products taken to diminish the 'low' period between cycles [14, 19]. However, two well-conducted clinical studies have not shown DHEA, DIONE or DIOL to produce any advantageous anabolic or ergogenic effects at all, but have confirmed the risk of adverse effects. In particular, in one of the studies LDL-Cholesterol/HDL-Cholesterol ratios were increased by 11%, significantly elevating the risk for cardiovascular disease and also luteinising hormone levels were reduced, which may decrease testicular and adrenal testosterone production [19]. Other prohormones, e.g. those of the much used/abused anabolic steroid 19-nortestosterone (nandrolone) have also appeared on the market [11]. One of these prohormones, norandrostenedione, administered as a single-dose, has been shown to lead to detectable urinary quantities of the main metabolite (19-norandrosterone) of the parent steroid nandrolone for a period longer than ten days [11].

### 'Classic' anabolic steroids

Steroid structures have perhydrocyclopentanophenanthrene nuclei comprising four rings (A, B, C & D) as represented by the structure of testosterone (Fig. 2). Loci where modifications occur as well as examples of typical reactions, resulting in structural



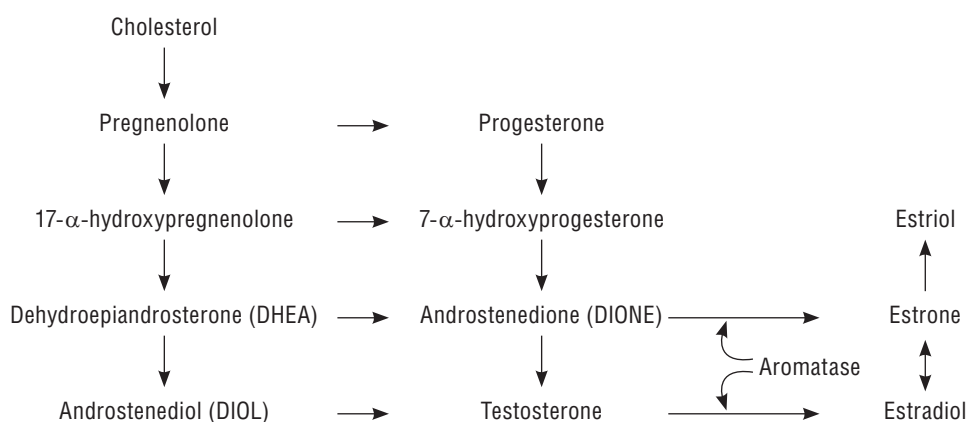


Fig. 1. Outline of major pathways in biosynthesis of steroid hormones

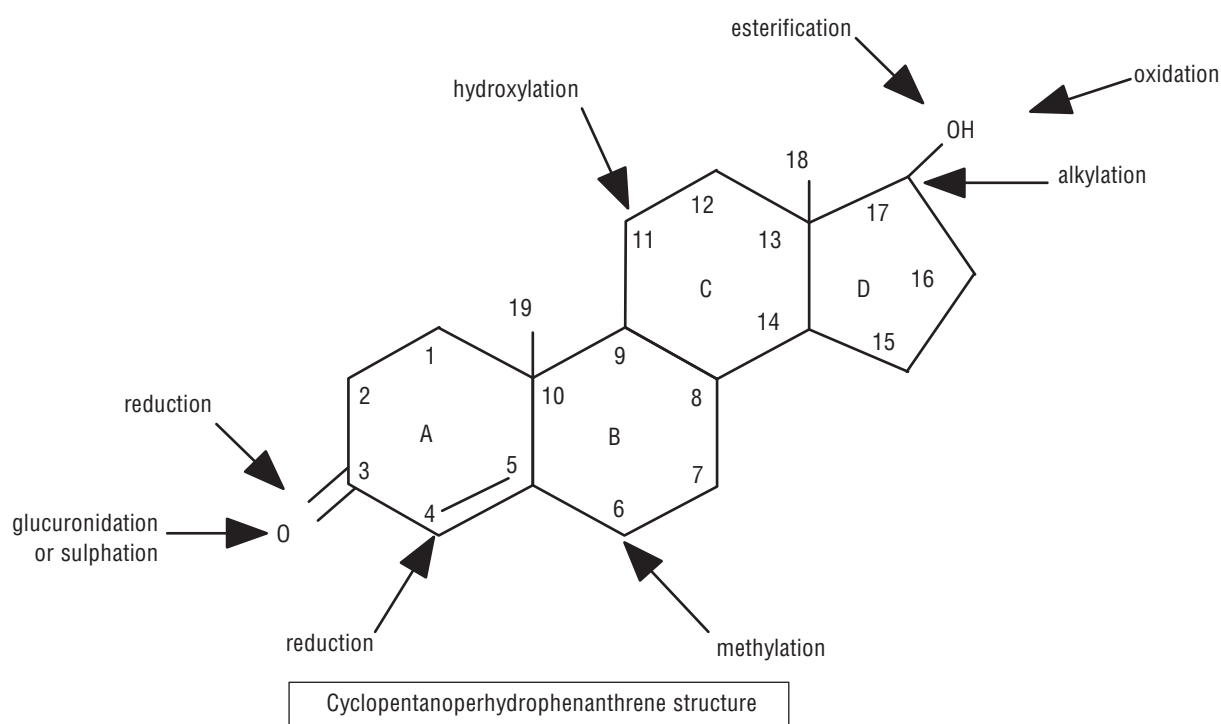


Fig. 2. Some structural modifications of the steroids nucleus using the testosterone molecule as an example

modifications to the steroid nucleus, are also shown. Furthermore, steroids can be classified into six groups according to the number of carbon atoms, i.e. C<sub>17</sub> gonanes, C<sub>18</sub> estranes (e.g. estradiol and estrone), C<sub>19</sub> androstanes (e.g. testosterone and androstenedione), C<sub>21</sub> pregnanes (e.g. progesterone and cortisol), C<sub>24</sub> cholanes (e.g. cholic acid and desoxycholic acid) and C<sub>27</sub> cholestanes (e.g. cholesterol). With the exception of the cholanes, steroids are precursors or natural hormones that, depending on their *in vivo* functions, can be divided into estrogens, androgens, glucocorticoids and mineralocorticoids. The steroid category of compounds includes the 'classic' anabolic steroids, e.g. metandienone, stanozol, boldenone,

oxandrolone, dehydrochloromethyl-testosterone etc., which were found in high amounts (>1 mg/g) in certain dietary supplements and vitamin preparations freely available on the market. These steroid ingredients were either listed on package labels under some other chemical/nonapproved name or not disclosed at all. Concentrations of these steroids in the supplements were of such orders that even within the limits of recommended supplement intake, supratherapeutic doses of these substances would be ingested. Many athletes and other individuals in the population at large, including women, adolescents and children, regularly consume dietary supplements in quantities beyond the safe daily recommended doses and there-

fore adverse effects in these groups of users could be severe. In men acne, testicular atrophy, prostate enlargement, decreased spermatogenesis, infertility, impotence and changes in libido may occur [1]. Furthermore, gynecomastia, which may require surgical intervention, can also occur and some male users of steroids concurrently use tamoxifen or other agents to prevent or treat this condition. In women using steroids, acne, potentially irreversible masculinisation, clitoris enlargement, menstrual irregularities and changes in libido may result. In both sexes psychiatric effects, e.g. aggression ('roid' rage), psychoses, manic episodes, panic disorders, depression etc have been documented. Long-term steroid use has also been associated with dependency and a withdrawal syndrome associated with suicidal thoughts, an increased incidence of tumours and premature mortality [1]. Of particular concern are the effects of steroids on cholesterol and lipid metabolism, hypercalcaemia, electrolyte and fluid disturbances, hypertension, thrombotic events, e.g. emboli, myocardial infarction, cerebrovascular accidents, the latter two conditions possibly resulting from an increase in platelet aggregation and erythrocytosis. In adolescents and children virilisation and premature closure of the epiphyseal plates, which may result in stunted growth, have been described. Most of the 'classic' anabolic steroids are methylated in the 17-position of the D-ring of the perhydrocyclopentanophenanthrene nucleus (Fig. 2), a molecular feature which is associated with high hepatotoxicity and carcinogenicity [11].

While the commercial sources of these steroids on the world market are not always known, it appears as if many of them are sourced from Chinese bulk manufacturers and are intentionally incorporated into dietary supplements by unscrupulous companies [11].

### 'Designer' steroids

These steroid molecules were synthesized some five decades ago and evaluated in pre-clinical studies for their anabolic and androgenic effects [10]. They are not listed as components of any currently available pharmaceuticals for clinical use, are not on WADA's list of prohibited substances and are manufactured exclusively for the dietary supplement 'black' market. Examples of such agents, to name but a few, are prostanazol, methasterone, andostatrienedione, etc., but to date more than forty such 'designer' steroid molecules have been detected in laboratories [10]. Little is known regarding their pharmacological actions and safety profiles in humans. They are either listed under some other chemical/nonapproved name or not disclosed at all on dietary supplement labels. Should metabolites of these 'designer' steroids be detected in an athlete's urine, doping infringement charges will probably ensue.

### Clenbuterol

Many athletes who claim that they suffer from asthma or exercise-induced asthma use metered-dose inhaled  $\beta_2$ -agonists for alleviating their symptoms of bronchoconstriction. While the inhalational  $\beta_2$ -agonists such as terbutaline, albuterol and salmeterol are permitted for use by athletes by WADA, oral and injectable forms of these pharmaceuticals are not. However, some of these  $\beta_2$ -agonists, e.g. clenbuterol, are considered anabolic substances by some sports-governing agencies. Hitherto two cases have been described in which dietary supplements contained therapeutic and supratherapeutic doses of 30  $\mu$ g/tablet and 2 mg/capsule of clenbuterol, respectively [25]. In the supratherapeutic preparation, containing 100 times the therapeutic dose of clenbuterol, the presence of this  $\beta_2$ -agonist was not disclosed on the package label.

### Peptide hormones

Over-the-counter dietary supplements are frequently promoted by manufacturers as being able to increase human growth hormone levels in the body. However, a review has shown that while human growth hormone does increase lean body mass, it has no beneficial effect on strength or exercise capacity in trained athletes [22]. However, the hormones' use was associated with higher rates of soft tissue edema, arthralgias and carpal tunnel syndrome. Furthermore, dietary supplements, advertised as having anabolic, fat-reducing and anticatabolic properties and containing the prohibited growth hormone-releasing peptide-2 (GHRP-2), were detected a few years ago. The presence of such substances may lead to inadvertent doping infringements. While GHRP-2 itself is not specifically barred by the WADA for use by athletes, it is a releasing factor which belongs to a prohibited substance group on their list [10].

### Other 'newer' molecules

A selective androgen receptor modulator (SARM) and agonists of the peroxisome proliferator-activated receptor delta (PPAR- $\delta$ ), which will produce anabolic effects and enhance endurance, respectively, have been found on the 'black' market [10].

It has also come to the attention of WADA that another substance for increasing endurance, GW501516, has been available for some time on the 'black' market, through the internet and elsewhere. Anti-doping authorities have already seen its use by athletes, as there have been a number of positive cases. This developmental drug has not been approved for clinical use anywhere in the world and has been withdrawn from further investigation by pharmaceutical companies due to its serious toxicity profile [35].

### Identification and determination of prohibited substances

While a wide variety of analytical techniques have been used in the past to detect prohibited drugs in biological fluids, rapid improvements in mass spectrometry have allowed accredited laboratories to develop specific and comprehensive screening methods which are able to detect amounts of drugs and/or their metabolites in quantities as low as 1 µg/l in urine [14]. Over many years gas chromatography (GC) has proven itself in laboratories to be a useful technique for separating and identifying individual components in mixtures of chemical compounds on various chromatographic columns in terms of their retention characteristics (relative to an internal standard compound), as well as for quantifying them. A variety of detectors e.g. flame ionization detectors (FID), thermal conductivity detectors (TCD) and electron capture detectors (ECD) have been used for this purpose. However, for the successful application of this technique it is a prerequisite that for compounds to be separated using this technique, they are volatile, usually after the necessary derivatisation steps. Samples may also have to be hydrolyzed to release steroid metabolites from their glucuronic acid conjugates usually by means of the enzyme β-glucuronidase, which may result in the generation of related steroidal compounds or incomplete deconjugation. For the purpose of volatilisation, the mixtures to be analysed are often trimethylsilylated (TMS) prior to injection onto GC columns. The more volatile TMS ethers of the individual components are then distributed between gaseous and solid phases, separated and detected. By feeding gaseous effluents from a GC into a mass spectrometer (MS) further improvement in identification and quantitation of compounds in mixtures can be expected. However, this technique of GC/MS is not so eminently suitable for routine clinical analysis, but has better applications as a screening tool of prohibited compounds in dietary supplements or urinary metabolites because of the high labour intensiveness, high cost and relatively poor sensitivity. The latter is of relevance when samples are analysed for compounds which have low thermal stabilities, e.g. steroids such as trenbolone and gestrinone [14].

In recent years, another chromatographic tool, i.e. liquid chromatography (LC) coupled to ultraviolet (UV) or diode-array detectors (DAD), has become increasingly important in drug-assaying laboratories. However, similar to GC this method is not sensitive enough to detect trace levels of compounds and is not well suited for the identification of new substances with unknown chemical and physical properties. Coupled with MS it provides specificity, precision and high sensitivity, allowing the detection of very low quantities of polar and non-polar compounds, a requirement being that the methodology be exten-

sively validated. LC/MS has high throughput capabilities, requires small sample volumes, minimal sample preparation and thermal stability is usually not a factor. Furthermore, if required, a number of components can be identified and quantified in a single analysis within the dynamic calibration range of the instrumentation which can span four orders of magnitude. Furthermore, because of the absence of hydrolysis or derivatisation steps, LC/MS can be used to measure concentration ratios for steroids between conjugated and free forms, thereby lowering the risk of false positive or misleading outcomes.

The use of ultra-high performance LC (UHPLC) has further improved chromatographic resolution, thereby lowering the possibility of missing possibly important co-eluting analytes and critical pairs of isomers may be separated and detected. Coupled with high acquisition rate mass analysers such as triple quadrupole mass spectrometers in tandem LC/MS(/MS), exceptionally powerful techniques have evolved in e.g. the detection of steroids with marginal GC properties [5, 26, 31]. Methodologies such as these have enabled the identification of characteristic product ions of common steroid structures and nuclei [5]. These powerful analytical tools provide means of detecting a wide variety of unknown steroids based on common chemical structural properties, new metabolites, as well as new 'designer' steroids (likely to be added to dietary supplements) made to circumvent anti-doping controls.

### Conclusion

Dietary supplement use among athletes to enhance performance is proliferating as more individuals strive for obtaining that chemical competitive edge. As a result the concomitant use of dietary supplements containing performance-enhancing substances of those falling in the categories outlined in the current review, can also be expected to rise. This despite ever-increasing sophisticated analytical methodology techniques being used to assay dietary supplement and urine samples in doping laboratories. The reasons for this include that a variety of these chemical entities, many of them on the prohibited drug list of the WADA, are being produced on commercial scales in factories around the world, aggressive marketing strategies are being employed by companies and these supplements can be easily ordered via e.g. the internet. It can also be anticipated that there will be an increase in the number of supplements containing 'designer' steroids and other 'newer' molecules. Chromatographic techniques combined with mass spectrometry leading to identification of molecular fragments and product ions will assist in determining these substances. To prevent accidental doping, information regarding dietary supplements

must be provided to athletes, coaches and sports doctors at all levels of competition. The risks of accidental doping via dietary supplement ingestion can be minimized by using 'safe' products listed on databases, e.g. such as those available in the

Netherlands and Germany [11]. Finally, athletes must be reminded that if they test positive for a prohibited substance not disclosed on the package label of supplements, it would constitute a doping violation with all the consequences thereof.

## References

- Ambrose P. // J. Am. Pharm. Assoc. – 2004. – Vol. 44. – P. 501–514.
- Bell D.G., Jacobs I., Ellerington K. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2001. – Vol. 33, N 8. – P. 1399–1403.
- Bell D.G., McLellan T.M., Sabiston C.M. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2002. – Vol. 34, N 2. – P. 344–349.
- Bishop D. // Sports Med. – 2010. – Vol. 40. – P. 995–1017.
- Catlin D.H., Sekera M.H., Ahrens B.D. et al. // Rapid Commun. Mass Spectrom. – 2004. – Vol. 18. – P. 1245.
- Chu K.S., Doherty T.J., Parise G et al. // Clin. J. Sport Med. – 2002. – Vol. 12, N 6. – P. 387–390.
- Eliason M.J., Eichner A., Cancio A. et al. // Mil. Med. – 2012. – Vol. 177. – P. 1455–1459.
- Erdman K.A., Fung T.S., Reimer R.A. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2006. – Vol. 38. – P. 349.
- Food and Drug Administration Website. What is a dietary supplement? // URL: [www.fda.gov/Food/DietarySupplements/QADietarySupplements/default.htm](http://www.fda.gov/Food/DietarySupplements/QADietarySupplements/default.htm) [Accessed 15 July 2013].
- Geyer H., Braun H., Burke L.M. et al. // Br. J. Sports Med. – 2011. – Vol. 45. – P. 752–754.
- Geyer H., Parr M.K., Koehler K. et al. // J. Mass Spectr. – 2008. – Vol. 43. – P. 892–902.
- Geyer H., Parr M.K., Mareck U. et al. // Int. J. Sports Med. – 2004. – Vol. 25. – P. 124–129.
- Gillies H., Derman W.E., Noakes T.D. et al. // J. Appl. Physiol. – 1996. – Vol. 81, N 6. – P. 2611–2617.
- Gosetti F., Mazzucco E., Gennaro M.C., Marengo E. // J. Chromatogr. B. – 2013. – Vol. 927. – P. 22–36.
- Harel Z., Harel S., Wald R. et al. // JAMA Intern. Med. – 2013. – Vol. 173. – P. 929–930.
- Hodges K., Hancock S., Currell K. et al. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2006. – Vol. 38, N 2. – P. 329–333.
- Jenkinson D.M., Herbert A.J. // Am. Fam. Physician. – 2008. – Vol. 78. – P. 1039–1045.
- Jung J., Hermanns-Clausen M., Weinmann W. // Forensic Sci. Int. – 2006. – Vol. 161. – P. 221.
- King D.S., Baskerville R., Hellsten Y. et al. // Br. J. Sports Med. – 2012. – Vol. 46. – P. 689–690.
- Koehler K., Geyer H., Guddat S. et al. Sibutramine found in chinese herbal slimming tea and capsules // Recent Advances in Doping Analysis (15) / Eds W. Schanzer, H. Geyer, A. Gotzmann, U. Mareck. – Koln: Sportverlag Strauß, 2007. – 367 p.
- Lisi A., Hasick N., Kazlauskas R. et al. Studies of new stimulants. Lecture held at the 29<sup>th</sup> Cologne Workshop on Dope Analysis. – Cologne, 15 February 2011.
- Liu H., Bravata D.M., Olkin I. et al. // Ann. Intern. Med. – 2008. – Vol. 148, N 10. – P. 47–758.
- Maughan R.J., Depiesse F., Geyer H. // J. Sports Sci. – 2007. – Vol. 25. – P. 103.
- National Institutes of Health. Pseudoephedrine: what side effects can this medication cause? [www.nlm.nih.gov/medlineplus/druginfo/meds/a682619.html](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/druginfo/meds/a682619.html) [Accessed 15 July 2013].
- Parr M.K., Koehler K., Geyer H. et al. // Biomed. Chromatogr. – 2008. – Vol. 22. – P. 298–300.
- Pozo O.J., Van Eenoo P., Deventer K., Delbeke F.T. // Anal. Bioanal. Chem. – 2007. – Vol. 389. – P. 1209.
- Shekelle P.G., Hardy M.L., Morton S.C. et al. // JAMA. – 2003. – Vol. 289, N 12. – P. 1537–1545.
- Sobal J., Marquart L.F. // Int. J. Sport Nutr. – 1994. – Vol. 4. – P. 320.
- Striegel H., Simon P., Wurster C. et al. // Int. J. Sports Med. – 2006. – Vol. 27. – P. 236.
- Sundgot-Borgen J., Berglund B., Torstveit K.M. // Scand. J. Med. Sci. Sports. – 2003. – Vol. 13. – P. 138.
- Thevis M., Geyer H., Mareck U. et al. // J. Mass Spectr. – 2005. – Vol. 40. – P. 955.
- Thevis M., Sigmund G., Geyer H. et al. // Endocrinol. Metab. Clin. North Am. – 2010. – Vol. 39. – P. 89–105, ix.
- Transparency Market Research. Nutraceuticals Product Market Is Expected to Reach USD 204.8 Billion Globally in 2017. [www.transparencymarketresearch.com/global-nutraceuticals-product-market.html](http://www.transparencymarketresearch.com/global-nutraceuticals-product-market.html) [Accessed 15 July 2013].
- Vidal C., Quandt S. // Ther. Drug Monit. – 2006. – Vol. 28. – P. 690.
- WADA issues alert on GW501516 <http://playtrue.wada-ama.org/news/wada-issues-alert-on-gw501516/> [Accessed 15 July 2013].
- World Anti Doping Agency. The 2013 Prohibited List. Downloaded from <http://www.wada-ama.org/en/world-anti-doping-program/sports-and-anti-doping-organizations/international-standards/prohibited-list/> [Accessed 15 July 2013].
- Zadik Z., Nemet D., Eliakim A. // J. Pediatr. Endocrinol. Metab. – 2009. – Vol. 22. – P. 769–777.

## Сведения об авторах

ван дер Бийль Питер (*van der Bijl Pieter*) – заслуженный профессор и бывший начальник отдела фармакологии факультета медицины и наук о здоровье Университета Стелленбош (Тайгерберг, Кейптаун, ЮАР)  
E-mail: [pietervanderbijlcp@gmail.com](mailto:pietervanderbijlcp@gmail.com)

Тутельян Виктор Александрович – академик РАМН, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)

E-mail: [tutelyan@ion.ru](mailto:tutelyan@ion.ru)

**Для корреспонденции**

Friedhelm Diel – Prof. Wissenschaftlicher Leiter, Institut für Umwelt und Gesundheit  
 Petersgasse 27, D-36037 Fulda  
 Phone: (0661) 7-10-03  
 Fax: (0661) 7-10-19  
 E-mail: umweltberatung.Fulda@t-online.de

Ф. Диль<sup>1</sup>, Р.А. Ханферьян<sup>2</sup>

## Стандарты питания спортсменов в Германии

Standards of nutrition  
for athletes in Germany

F. Diel<sup>1</sup>, R.A. Khanferyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт окружающей среды и здоровья, Фульда, ФРГ

<sup>2</sup> ФГБУ «НИИ питания» РАМН, Москва

<sup>1</sup> Institut für Umwelt und Gesundheit, Fulda, Deutschland

<sup>2</sup> Institute of Nutrition of the Russian Academy of Medical Sciences

*Немецкая олимпийская спортивная лига – Deutscher Olympische Sportbund (DOSB) – недавно основала консультативный Совет по анализу питания элитных спортсменов – Arbeitsgruppe (AG) Ernährungsberatung Olympiaschutzpunkten. С 1997 г. в Германии существует «Спортивный кодекс и критерии качества продуктов питания элитных спортсменов», особенно (Performance codex and quality criteria for the food supply in facilities of German elite sports). Потребность спортсменов в энергии рассчитывается на основе оценки обмена покоя и основного обмена (RMR- и BMR-индексы) с помощью DLW-метода (использование дважды меченой воды с H- and O-изотопами), а также скорости метаболизма пищи в тренировочный и соревновательный периоды. В Германии существует национальный реестр нутрицевтиков, разрешенных для применения в спорте. Критерии качества продуктов питания для спортсменов, способы приготовления блюд и поставки продовольствия определены на основе принципа здорового питания и зависят от физиолого-психосоциального статуса атлетов. Следует ограничивать применение биологически активных добавок к пище и блюд быстрого приготовления, особенно у молодых спортсменов. Немецкий Консультативный совет для удобства использования разработал для специализированных продуктов спортивного питания специальные маркировки различного цвета: «наиболее рекомендуемые продукты» – зеленого цвета, «достаточно приемлемые продукты» – желтого цвета и «наименее рекомендуемые продукты» – красного цвета.*

**Ключевые слова:** элитные спортсмены, лечебное питание, диетические добавки, цветная маркировка, Немецкая олимпийская спортивная лига

*The Deutscher Olympische Sportbund (DOSB) founded recently an advisory board for German elite athlete nutrition, the 'Arbeitsgruppe (AG) Ernährungsberatung an den Olympiaschutzpunkten'. The 'Performance codex and quality criteria for the food supply in facilities of German elite sports' have been established since 1997. The biochemical equivalent (ATP) for the energy demand is calculated using the DLW (Double Labeled Water)-method on the basis of RMR (Resting Metabolic Rate) and BMR (Basic Metabolic Rate) at sport*



*type specific exercises and performances. Certain nutraceutical ingredients for dietary supplements can be recommended. However, quality criteria for nutrition, cooking and food supply are defined on the basis of Health Food and the individual physiological/social-psychological status of the athlete. Especially food supplements and instant food have to be avoided for young athletes. The German advisory board for elite athlete nutrition publishes 'colour lists' for highly recommended (green), acceptable (yellow), and less recommended (red) food stuff.*

**Key words:** elite athletes, health food, supplements, colour lists, DOSB

This article aims to focus sports-medical and scientific nutrition standards for athletes as it was ruled out by the DOSB (Deutsche Olympische Sportbund) and its suborganisation 'AG Ernährungsberatung an den Olympiastützpunkten'. The basics for this issue are the presentations of the authors during the Sochi international meeting (may 2013) on nutrition standards for athletes related to the 2014 Olympic Winter Games located in Sochi (Russia).

### Methods for the identification of metabolic pathways

A relevant method for the measurement of metabolic pathways is the 'Double Labeled Water' (DWL-) method by labeling water using H- and O-isotopes. By this way you can identify the development of specific metabolites by using mass spectrometry or radioactive measurements. It is differentiated in case of athlete analyses between the RMR (Resting Metabolic Rate) and the BMR (Basic Metabolic Rate). The resting or the basic characteristics of the metabolism are compared to the conditions revealed during training and racing [2].

### Results

The assessments for adequate nutrition are the biochemical criteria for nutrition values, energy balance, supplementation and the recommendations of the 'AG Ernährungsberatung of the DOSB' at the different Olympic National Bases.

### Biochemical basics

Everything is related to the metabolic processes of the athletes', organism after food intake and consuming. The total degradation of fat (elements: C, H), carbohydrates (elements: C, H, O) and proteins (elements: C, H, O, N etc.) produces finally carbon dioxide, water and nitrogen containing end products (Fig. 1). Glucose is the most important substrate for the total metabolism. Acetyl-

CoA is the central metabolite. From here the fatty acid pathways are developed as well as the so-called Krebs-Cycle.

In case of sufficient oxygen supply – the aerobic pathways – the respiration chain is induced by the Krebs-Cycle. In this case the biochemical energy equivalent (ATP = Adenosine triphosphate) is produced and activated. The maximum amount of ATP-molecules can be produced after intake of food (e.g. glucose) aerobically. If there is not enough oxygen supply in the metabolic pathways O<sub>2</sub> cannot be integrated into the heme factors of the blood. The consequences are well known. E.g. lactose is produced – the end product of the anaerobic metabolism. This phenomenon is not optimal for the athletes and they try to avoid this effect. In the anaerobic pathways there is no sufficient ATP-production and the energy efficacy is not satisfactory for the athletes.

The 'high-mountain-training' is one of the proper methods to overcome this handicap. The organism produces a higher amount of red blood cells in the higher level air. Therefore, heme can bind more O<sub>2</sub> and guaranty a better oxygen supply for the energy metabolism. This is permitted. However, the consumption of drugs with a similar effect is forbidden in most of the cases.

Supplementation of natural ingredients like vitamins, minerals and trace elements is also permitted, a supplementation which guaranties the most effective metabolism by optimizing energy development and potentiation of the immune system. By this way the risk of infections is also avoided (Tab. 1).

Supplementation using naturally occurring alkaloids like vincamines, 5-hydroxytryptophan and the *Pygeum*

The organism is in a flow equilibrium

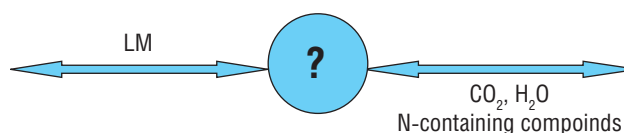


Fig. 1. The flowing equilibrium of the human metabolism

**Table 1.** Avoidance of Infections and strengthening of the immune system

- Certain amino acids and peptides (Glutamine, Arg, GHS)
- $\omega$ -3-unsaturated Fatty acids
- Micronutrients (Vitamin A, B, D, Folic acid, Fe, Zn, Cu, Se etc.)
- Secondary plant ingredients (carotinoids, polyphenyls)
- Prebiotics (e.g. Inulin)
- Probiotics (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus* etc.)

**Table 2.** Nutritional value of the food stuff

Type of sport discipline	Nutrient	Level
Long-term sports	Fat	25–30%
	Carbohydrates	55–60%
Power sports	Protein	10–15%
	more Protein	15–20% recommended in Germany

**Table 3.** Daily energy and food stuff demand dependent on the specific sport discipline

Discipline	Energy per kg b.w. and daily intake			Carbohydrates			Protein			Fat		
	kg	kcal/day	kJ/day	%	kcal	g	%	kcal	g	%	kcal	g
Staying power e.g. running	66	5500	23,000	60	3300	805	13	715	170	27	1485	159
Staying power e.g. rowing bike	72	5800	24,300	55	3190	760	13	754	180	32	1856	200
Fight sports e.g. boxing	75	5800	24,300	55	3190	759	14	812	193	31	1798	193
Team sports e.g. football, basketball	72.5	5500	23,000	55	3025	738	13	715	174	32	1760	189
Speed sports e.g. short track	72	5200	21,800	55	2860	698	13	670	165	32	1664	179
Power sports e.g. shot put	89	6800	28,500	55	3740	912	15	1020	248	30	2040	219
Others like riding, shooting	70	4200	17,650	60	2520	615	12	504	122	28	1176	126

*Africanum* Extract can also be very useful for the athletes. Endocrine, tissue and blood factors as well as blood vessel functions are stimulated and the athletes are stabilized in critical and race stress situations (Calvo F., Diduk N., Sochi, 2013).

The daily food intake of carbohydrate, fat and protein is totally managed and related to the specific individual type and weight of the athlete and the type of sport discipline (Tab. 3). As it is outlined, the nutrition guidelines have not to be utilised in a strict manner. Dependent on the individual physes and the specific environmental conditions it can be varified and modulated [3].

**Nutrition values**

As it is outlined in Table 2 the nutrition guidelines for staying power sports like cross-country skiing (Langlauf) focus mainly carbohydrates (55–60%). Fat follows (25–30%) and protein (10–15%). In case of the weight lifter sports the recommendation increases the protein proportion to become 15–20%.

**Energy balance**

It can be stated that the healthy metabolism obtains a wide range of flexibility. Surplus and deficiency in between the different biochemical types of food stuff is replaceable and can be balanced out.

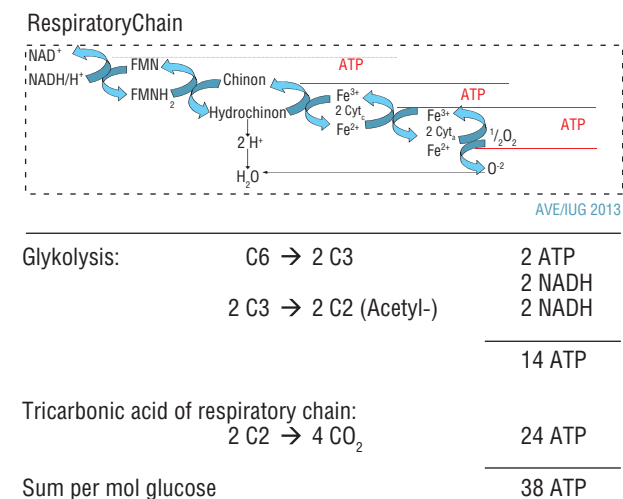
The calculation of the energy production (energy equivalent ATP) from 1 mol glucose results 38 Mol ATP (Fig. 2).

Experiences show that irreversible energy consumption of maximal 7000–8000 kcal/day (29,000–34,000 kJ/day) are possible which are derived via nutrition. Long-term sportsmen can produce up to about 3000 kcal/day derived from the own body fat. That leads to loosing weight and growing thin, and has to be recompensated by an additional food intake.

The metabolism is defined to be a ‘flowing equilibrium’ and should always been kept in a proper balance (Fig. 1).

The strongly different energy demands which are depending on the athletes’ individual sport disciplines are demonstrated in Fig. 3.

It can be outlined that the normal cross-country skiing or cycling reveals 5-fold less energy consumption than it is measured during extreme olympic race



**Fig. 2.** Respiration chain and aerobic ATP creation for 1 mol glucose

conditions. Such a difference in the energy demand cannot be recognized between the normal and maximum stress situation in case of disciplines like fencing and billiard.

### Supplementation

Obviously vitamins and minerals cannot be synthesized by the human organism (Tab. 1). In case of Health Food nutrition there exists the guaranty of sufficient supply of those important food ingredients. Therefore, the 'AG Ernährungsberatung der DOSB', recommends avoidance of any supplementation. Even the addition of iron for female athletes during their menstruation phases is risky in case of surplus doses and competition to other metal and trace elements in the organism. That has been improved in cases of Mg and Zn metabolites. Another problem exists concerning wrong influences on the endocrine glands after substitution using contraceptive drugs. Water-soluble vitamins and folic acid have to be substituted or vitamin D if the female athlete is suffering from a lack of sun light.

The group of very young athletes of about e.g. 13 years are fed normally at their individual homes together with their parents. Those children suffered in average from increased diseases and metabolic disorders as a consequence of too much ingredient supply and synthetic substances as it has been improved from a survey by Braun [1]. Young athletes, parents and teachers have to be aware of this with the exception of certain natural nutraceutical ingredients as mentioned above.

### Recommendations of the 'AG Ernährungsberatung der DOSB'

The AG Ernährungsberatung was founded in the year 1997. The meetings of the food and nutrition experts take place since the ninetenths two times a year for the up-dating of the actual nutrition recommendations. The duties and aims of the AG cover the development of the facilities of the managing institutions and catering resources. This is included in the responsibility of the DOSB and can be defined as the task force for the management and organisation of best nutrition and Health Food for the athletes. This includes also the development of facilities at the Olympic bases in foreign countries, the nutrition coaching and the development of an expert network.

The athletes are individually coached at the distinct Olympic bases. Malnutrition and deficient food have to be avoided. The personal anamneses are reported and have to be related to the specificities to the foreign country and the host conditions where the races take place.

The over regional care for the athletes has to be ensured (Tab. 4).

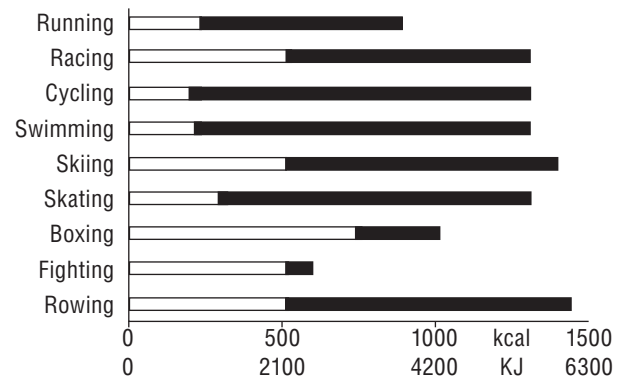


Fig. 3. Basic (white) and maximal (gray) energy consumption per hour in different sport disciplines (Nocker J.)

Table 4. Over-regional care for the top-teams Top-teams can order specific nutrition management from the DOSB, e.g.

- Expert advisory activities (Nutrition during races, body weight control etc.)
- Plans for menus and workshops
- Practice-relevant recommendations – discipline-specifically
- Individual protocols
- Development of a central management, nutrition manager who knows all the athletes...

Information centres especially for the 13–25 year-old athletes have to be settled at the Olympic game bases. Here the crews can receive the plans for the daily food and sportmen's meals, as it is summarised in Table 5.

Generally the service has to cover: 3 daily meals including at least one warm menu. Buffets are recommended. Lunch packets have to be available 1–1,5 hours before race starting. That has to be provided also at weekends and holydays.

Due to the specific sport discipline and character of the type of race the fat supply has to be designed and together with salads and vegetables the dressing has to be composed with cold-pressed oils.

As it is shown in Table 6 the quality criteria of handling perishable food are obligate.

Therefore, the AG Ernährungsberatung of the DOSB has developed an 'Ampelliste'. Using this coloured list the athletes can easily recognize the recommendations, very good food (green), acceptable food (yellow) and less recommended food (red) respectively (Tab. 7). Recommendations are published even for shopping and food order in the refrigerator (Diel F., Sochi, 2013)

**Table 5.** Demanded Food Intake (per person/per day) to Ensure a Solid Supplementation with Minerals, Vitamins, Dietary Fibers and Water.

Food	Quantity
Fruits	≥2 pieces (1 piece ≈ 130 g) predominantly (at least 75% of week consumption) in the form of whole fresh fruits, fruit salads or mixed into desserts
Warm vegetables	≥1 portion (200 g) mainly (no less than 75% of week consumption) as fresh vegetables (or frozen unprocessed)
Salads	≥1 portion (100 g) (weight without dressing) predominantly (at least 75% of week consumption) in fresh form
Milk/Yogurt	≥2 portions (1 portion = a glass (200 ml) of milk or a cup (150–200 g) of yogurt) for breakfast, dinner or as a dessert
Grain products	Whole meal bread has to be supplied at least at two meals per day
Rape seed or olive oil	One table spoon (salad dressing or with warm vegetables)
<b>Beverages</b>	≥500 ml* at every meal

\* More or less, depends on the specific demand for the athlete and discipline (AG Ernährungsberatung/Nutrition Counseling/des DOSB 2001).

**Table 6.** Quality criteria

- Short time washing with water
- Good taste obligate
  - Cook and Serve CS
  - Cook and Hold CH
  - Cook and Chill CC
  - Cook and Chill plus/sous vide CCV
  - Cook and Freeze CF
  - all vitamins (CH)
  - Enjoy eating and drinking (CS–CF)
  - Fresh fruits, mixed supply
  - Perishable food always CF (fresh), e.g. potatoe and CF-meat

**Table 7.** Scoring for the food quality 'Ampelliste'

- Highly recommended green
- Acceptable yellow
- Less recommended red

and shopping list for German athletes

- Meat and fish from Eco-producers and Eco-suppliers
- Fish especially
- > 10% Products from biological agriculture
- Plants and vegetables from regional suppliers
- Avoidance of *fast food* and *instant meals*

## Conclusions

Standards for the food and nutrition management at the olympic bases are successfully developed and organised by the 'AG Ernährungsberatung der

Deutschen Olympischen Sportbundes (DOSB)'. Nutrition experts take care for the individually proper supply of Healthy Food during athletesrs training periods, the races and Olympic games. This can be adapted to the specific sport disciplines.

## References

1. Braun H., Koehler K., Geyer H. et al. // Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab. – 2009. – Vol. 19. – P. 97–109.
2. Burke L.M. // Canad. J. Appl. Physiol. – 2001. – Vol. 26. – P. 202–219.
3. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, Umschau/Braus. – Frankfurt/Main, 2000.

## Сведения об авторах

*Diel Friedhelm (Диль Фридрихельм)* – профессор, научный директор Института окружающей среды и здоровья (Фулда, Германия)

E-mail: umweltberatung.fulda@t-online.de

*Ханферьян Роман Авакович* – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией спортивного питания с группой алиментарной патологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)

E-mail: khanferyan@ion.ru

**Для корреспонденции**

Fernando Calvo – Dr., President of the company «COVEX FARMA S.L.»  
Ronda de Valdecarrizo 41C, 1º Tres Cantos 28760 Madrid, Spain  
Phone: 34-91-804-4545  
E-mail: f.calvo@covex.com

Ф. Кальво<sup>1</sup>, В.Н. Макаров<sup>2</sup>, М.Ю. Акимов<sup>2</sup>

## Растительные эбурнаменинподобные индольные вещества (E.L.I.S.) для повышения работоспособности спортсменов

E.L.I.S. (eburnamenine-like indole structures), extracted from medicinal plants, as performance catalysts in sports

F. Calvo<sup>1</sup>, V.N. Makarov<sup>2</sup>, M.Yu. Akimov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> «ФАРМА КОВЕКС С.Л.», Мадрид, Испания

<sup>2</sup> МКУ «Дирекция по реализации Программы развития Мичуринска как наукограда Российской Федерации»

<sup>1</sup> «COVEX FARMA S.L.», Madrid, Spain

<sup>2</sup> Directorate for the implementation of the Programme of Michurinsk as a science city of the Russian Federation

*В статье дана характеристика эбурнаменинподобных индольных веществ (E.L.I.S.) растительного происхождения, применяемых в спортивной медицине. Показано, что E.L.I.S. улучшает двигательную координацию и мышечную память, оптимизирует процессы нейрональной регуляции функций организма. Эти эффекты создаются за счет синергичного действия содержащихся в растениях соединений ксантановой природы, что приводит к улучшению кровообращения, потребления глюкозы, оптимизации клеточного метаболизма, продукции нейромедиаторов, улучшению когнитивных свойств и таким образом – к улучшению церебральной активности в целом. В статье описаны многочисленные эффекты E.L.I.S., а также биохимические механизмы эффективности их применения в различных видах спорта, таких, как короткий спринт (100 м), марафон, игровые виды спорта.*

**Ключевые слова:** E.L.I.S., эбурнаменинподобные индольные вещества, ксантины, метаболизм клетки, спортсмены

*The main goal of this study is to describe the scientific basis of the beneficial effects of E.L.I.S. using, intended to improve motor coordination and muscular memory, optimizing the neuronal circuits throughout the entire body, involved in learning and doing sports. These effects, combined with the synergic action presented by these extracts (E.L.I.S.) when administered together with compounds of xanthine structure, also lead to improved blood circulation and glucose consumption*





*optimizing the cellular metabolism, the production of neurotransmitters and the cognitive capacity and, therefore, the cerebral activity is reinforced in general both in the short term and the long term after administering them orally. 285 references of scientific literature relating to the E.L.I.S. are submitted on the basis of requests from olympics2014@memorysecret.net and olympics.sochi@memorysecret.net.*

**Key words:** *E.L.I.S., eburnamenine-like indole structures, xanthines, cellular metabolism, athletes*

## A. Xanthines

a.1) Theobromine, obtained from cocoa, which acts as a vasodilator at different levels [4].

a.2) Theophylline is a cardiac stimulant and muscle relaxant [1]. Oxyphillyne and propentophillyne are interesting derivatives which improve intermittent claudication [5], and adenosine inhibitors [2] and activators of cognitive functions [3].

a.3) Lastly, caffeine is a general stimulant of mental alertness, sufficiently well-known, which is extracted from tea and coffee and kola nut, amongst other plants.

These and other effects have been described for a long time, and it is generally recognized that the extracts or brews of some plants such as coffee, tea, cocoa, or even orally administering the plant itself as it is found in nature or ground or with some degree of preparation have a characteristic stimulating and tonic effect which produces a general invigoration of the physical state and a parallel stimulating action of mental activity, which depending on the plant in question, is more or less marked in some of the sensations relating to physical wellbeing and/or mental alertness that are produced.

The duration and intensity of the stimulating effect on the central nervous system (CNS), can be obtained either on a short term or longer term basis depending on the concentration of the extract or on the plant

species used and, ultimately, depending on the quantity and combination of active ingredients found in the plant.

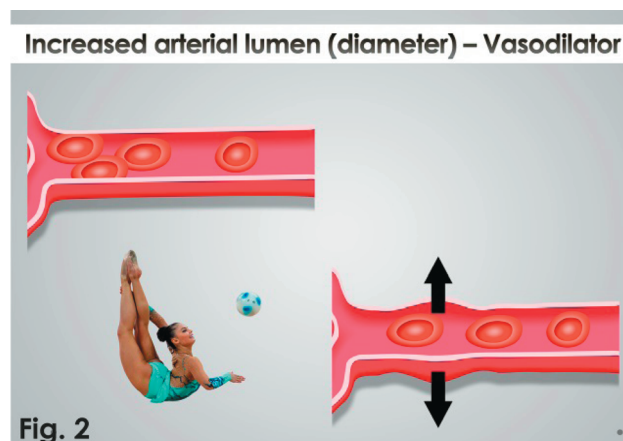
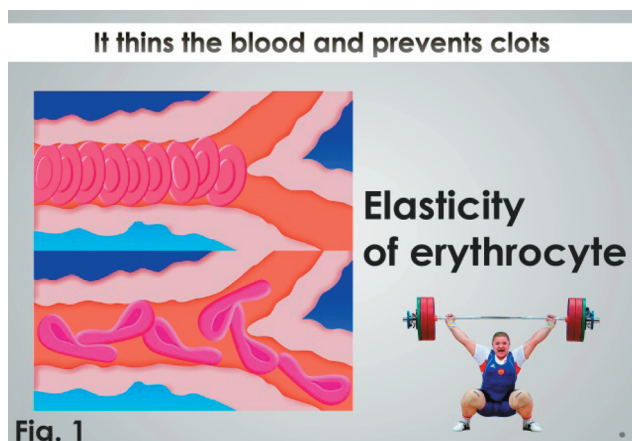
In recent years, research carried out on the mechanism of action related to these extracts in different grades of purity and isolation from their E.L.I.S., has resulted in an extensive range of chemical, pharmacological, clinical and medicinal scientific literature, mainly carried out on their most relevant active ingredients: vincamine, vinburnine and vinpocetine, to which we make reference at the end.

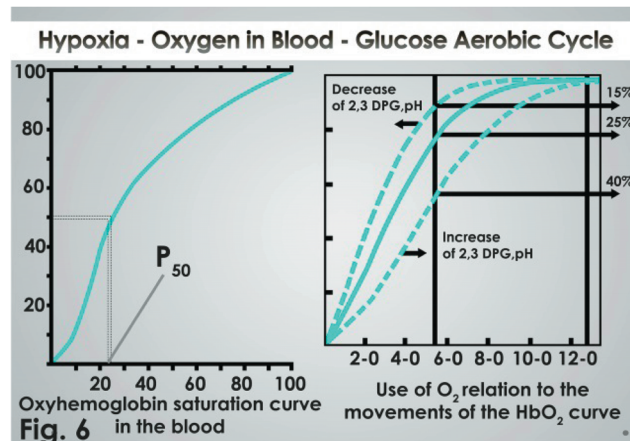
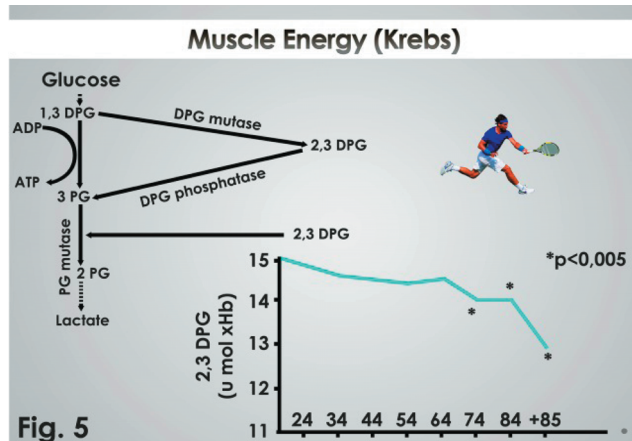
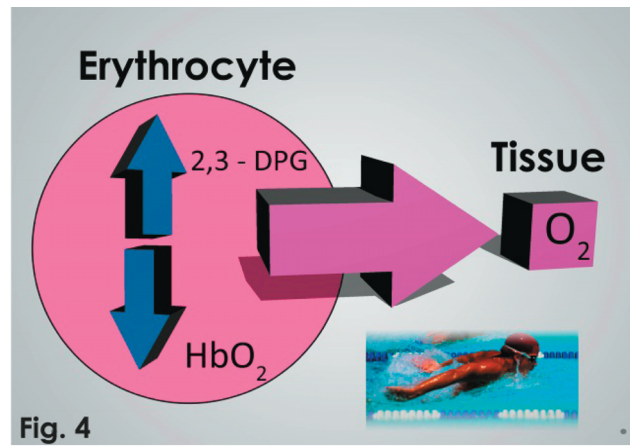
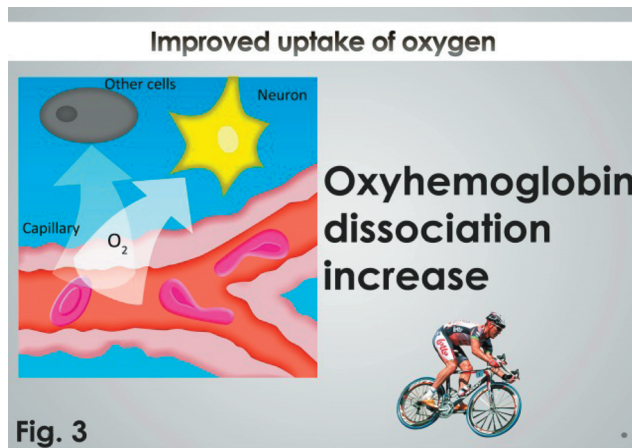
## B. E.L.I.S.

They are sufficiently well-known peripheral vasodilators (pat. US 4,400, 514, pat. ES 549.105) which act as cerebral oxygenators, and as memory activators [6]. The improvement of the motor ability, mental activity and other parameters have been studied in depth in clinical studies carried out on thousands of people.

Furthermore, there are E.L.I.S. addition salts which are known to have similar properties or greatly improved ones and which are additionally soluble in aqueous solutions used to prepare drinks, [European Pat. 0154756], that have better bioavailability.

A note has been made of a series of hypothesis based generally on existing knowledge of cellular bio-





chemistry. The facts most frequently found studied in connection with the effects of the E.L.I.S. are the following:

b.1) Effect on the elasticity/deformability of the erythrocyte, (Fig. 1), and vasodilation of micro-capillaries (Fig. 2). There is clinical evidence that supports the improvement of microcirculation due to these effects.

b.2) Cellular anti hypoxia effect of different tissues, due to the improved use of the available oxygen (Fig. 3), and the improvement in liberating it to the cellular tissue, from the hemoglobin in the erythrocytes (Fig. 4), when acting upon enzymes that affect the aforementioned liberation, such as 2,3 diphosphoglycerol (2,3-DPG).

This action is more and more pronounced as the concentration of 2,3-DPG with respect to the hemoglobin is reduced, which occurs in some people and generally decreases with age (Fig. 5 and 6).

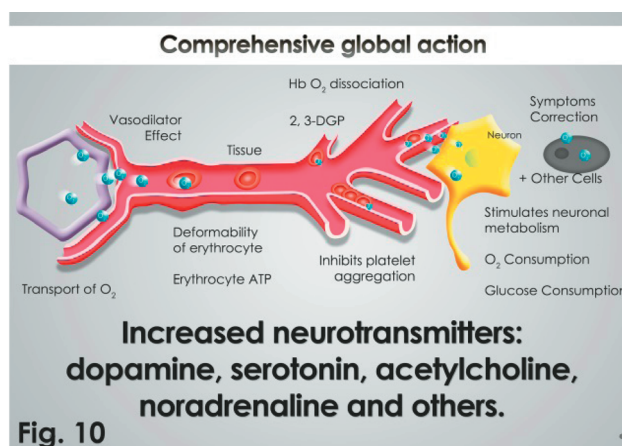
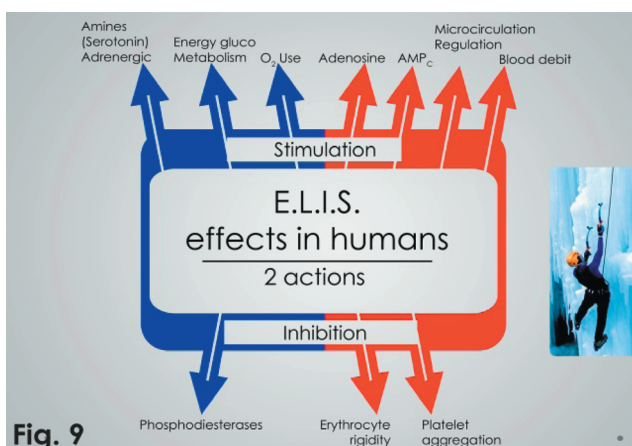
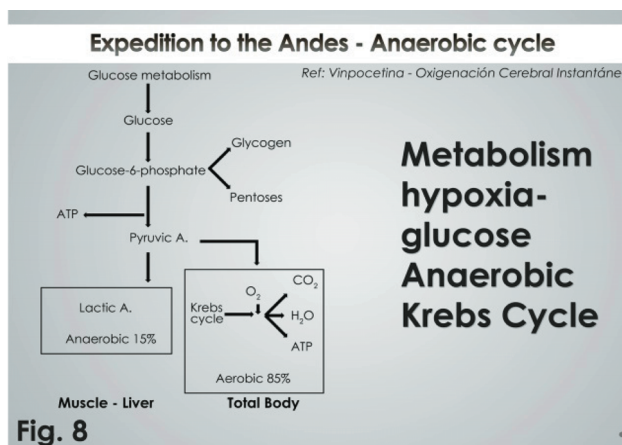
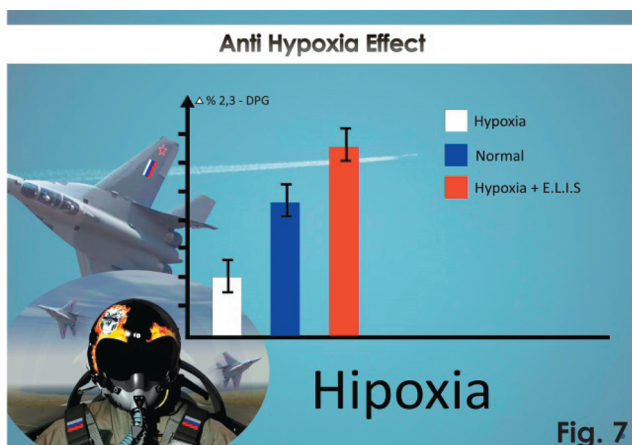
b.3) Special effect on cerebral hypoxia in cerebral neurons. It has also been demonstrated to improve cerebral functioning, in conditions of cerebral hypoxia, as is the case of momentaneous blindness, (black out), in military aircraft crews or space capsules submitted to extreme accelerations, (Fig. 7 and 8).

The beneficial action of the E.L.I.S. has been studied in detail in mountain expeditions at altitudes higher than 5000 m such as the American Andes, and observing that it counteracts the effects of altitude sickness, (Fig. 9). Finally, we outline the framework of global actions relating to the E.L.I.S. It is important to mention the increased cellular metabolism, the greater production of neurotransmitters by the neuronal mitochondria, and the increase in the cellular energy available in the different body tissues, with an improvement of the energy available (Fig. 10).

b.4) Anti ischaemic and thrombolytic effect.

Clinical studies support the effect of the E.L.I.S. in the inhibition of thrombin formation, (Fig. 11) and with them the incidences in thrombosis and in ischaemias in general, and cerebral ones in particular, with their negative consequences for the correct functioning of the whole body, given the essential role of the brain in the orders and control of all the organs (Fig. 12).

The greater the loss of elasticity in arteries and veins, the more frequent these problems will be. This loss of elasticity may be due to inadequate nutritional habits or sedentary lifestyles which may become more acute as time passes, becoming general in old age, and eventually leading to the first symptoms of cognitive deterioration and motor disorders etc.



**C. E.L.I.S. & Xanthines**

The recent application of E.L.I.S. in functional nutrition, formulated with xanthines and other products frequently used in sports nutrition, such as amino acids, antioxidants, vitamins, etc., validates with scientific reasons the historical use thereof in popular nutrition and medicine.

The active ingredients responsible for the stimulating effects have generally been widely identified, therefore it is known that the xanthines are one of the main activators of mental alertness and wellbeing produced by coffee or tea, and theobromine being responsible for the effect of cocoa and chocolate-based goods. There are clinical works that support the synergy of xanthines with extracts containing E.L.I.S.: (US Pat. 629994 B1, Eurasia Pat. N° 000189, PCT Pat. ES 96/00082, and others).

Finally, we shall describe some pharmacological facts and their possible explanations regarding these synergistic phenomena which appear when administering the E.L.I.S. with the xanthic bases:

It is known that the E.L.I.S. lower or inhibit the formation of phosphodiesterases (PDE), as the xanthines also do.

The adenylyclase acts upon the adenosine monophosphate (AMP) and cyclic adenosine monophos-

phate (c-AMP) is obtained which, by the action of the PDE, liberates the AMP once again (See PAT FR 80 17165, N° of Publication 2469180). Therefore, if the theophylline inhibits the action of the phosphodiesterases (PDE) and therefore inhibits the formation of the c-AMP, and the E.L.I.S. also do so, there is an interesting synergistic effect to consider and use in order to globally activate the cellular activity in the brain and muscles.

This can be measured by the methods described in the literature (Biochem. Biophys. Acta 302, 50/1973, etc.) on animal tissue, for example pulp of brains of rats, and the inhibitory effect of various purified enzyme concentrations (PDE) can be tabulated and measured perfectly as compared with the c-AMP of the substrate, quantitatively determinable.

If some E.L.I.S. are added to the different solutions of varied concentrations of PDE the way it acts can be observed, evidencing a clear inhibition of the enzymatic activity of the PDE upon the referenced substrate.

The E.L.I.S. can be used to increase the intracellular metabolic processes both in muscular cells and in neurons, with the subsequent increase in the consumption of glucose and onset of fat-moving biochemical processes obtaining a greater supply of energy required to accelerate, activate or implement these processes in the brain and muscles, where energetic resources



## Inhibition of the formation of platelets clots

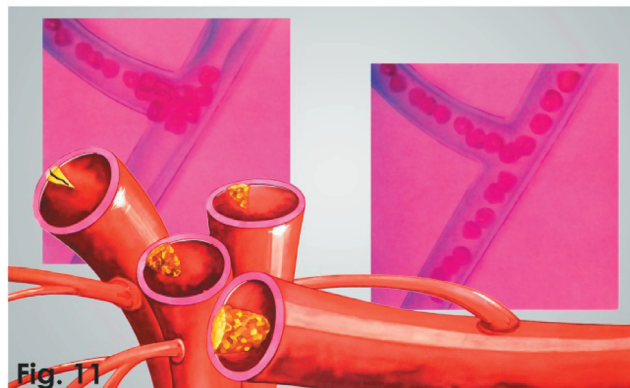


Fig. 11

## Potentiation effect of metabolism in motor areas

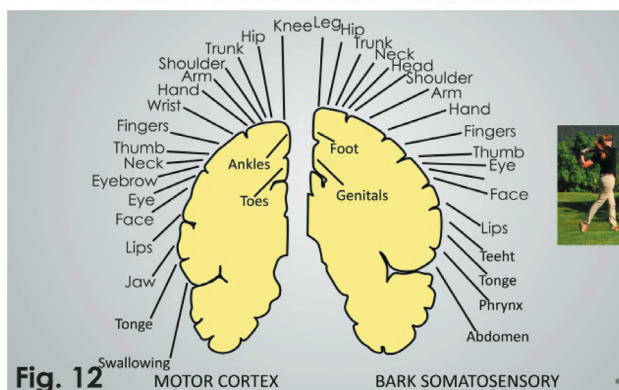


Fig. 12

are very limited as the energy source originating from the movable polysaccharides is also limited. The ATP produced in this way, is the energy source usable for the cellular biochemistry in the whole body.

It was demonstrated that the E.L.I.S. also increase the levels of the serotonin, dopamine and noradrenaline neurotransmitters in the brain, (transmitters of indole nucleus), specifically involved in the cerebral biochemistry for the formation of memories associated with learning and they improve cellular use of oxygen, by the aforementioned anti-hypoxic action.

Measurable data can be obtained by experimentation, measuring the increase of the cerebral concentration of 5 hydroxy-tryptophane (5HT) liberated, as well as a clear increase of its metabolite, the 5-hydroxy-indolacetic acid (5HIAA). This effect is at its maximum between 2 and 4 hours after having been administered.

The positive clinical results obtained especially in the CNS, thanks to the modern cerebral 'scanning' tech-

niques, (TAC, RMN) when they are applied to people performing certain cerebral functions, after having administered the E.L.I.S. during adequate periods, as compared to untreated subjects, are extrapolatable to athletes.

An interesting field of study is thus opened regarding the application of E.L.I.S. and xanthines, in different formulations developed specifically for athletes who use the consumption of glucose very differently in its two variations – anaerobic and aerobic.

If we focus our attention closely on different sports, such as weightlifting, sprints in 100 m sprint races, with short spurts of effort being required, and marathons and football, with effort being required for longer periods, where the ratio of both channels of glucose consumption is different, it is evident that an adequate formulation and continued use of functional foods and dietary supplements may lead to improving current Olympic records.

## References

1. Cohen J.L. Analytical Profiles of Drug Substances / Ed. K. Florey. – N.Y.: Academic New Press, 1975. – Vol. 4. – P. 466–493.
2. Fredholm B.B., Lindstrom K. // Acta Pharmacol. Toxicol. – 1986. – Vol. 58, N 3. – P. 187–192.
3. Hindmarch I., Subhan Z. // Ibid. – 1985. – N 5. – P. 379.
4. Lelo A., Birkett D.J., Robson R.A. et al. // Br. J. Clin. Pharmacol. – 1986. – Vol. 22, N 2. – P. 177–182.
5. Nagata K., Ogawa T., Omosu M. et al. // Arzneimittelforschung. – 1985. – Vol. 35, N 7. – P. 1034–1036.
6. Subhan Z., Hindmarch I. // Eur. J. Clin. Pharmacol. – 1985. – Vol. 28, N 5. – P. 567–571.

## Сведения об авторах

Кальво Фернандо (Calvo Fernando) – доктор, президент компании «COVEX FARMA S.L.» (Мадрид, Испания)  
E-mail: f.calvo@covex.com

Макаров Виктор Никитич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, глава города Мичуринска-наукограда

E-mail: post@g45.tambov.gov.ru

Акимов Михаил Юрьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, директор МКУ «Дирекция по реализации Программы развития Мичуринска как наукограда Российской Федерации»

E-mail: misha\_mich@mail.ru

**Для корреспонденции**

Сидорова Юлия Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии пищеварения ФГБУ «НИИ питания» РАМН  
 Адрес: 109240, г. Москва, Устьинский проезд, д. 2/14  
 Телефон: (495)698-53-71  
 E-mail: sidorovaulia28@mail.ru

В.В. Володин<sup>1</sup>, Ю.С. Сидорова<sup>2, 3</sup>, В.К. Мазо<sup>2</sup>

## 20-гидроксиэкдизон – растительный адаптоген: анаболическое действие, возможное использование в спортивном питании

20-hydroxyecdysone – plant adaptogen: an anabolic effect, possible use in sports nutrition

V.V. Volodin<sup>1</sup>, Yu.S. Sidorova<sup>2, 3</sup>, V.K. Mazo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН «Институт биологии Коми» Научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар

<sup>2</sup> ФГБУ «НИИ питания» РАМН, Москва

<sup>3</sup> ФГБУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина» РАМН, Москва

<sup>1</sup> Science Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

<sup>2</sup> Institute of Nutrition of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

<sup>3</sup> P.K. Anokhin's Institute of Normal Physiology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

*В обзоре кратко изложены современные представления об адаптогенах – биологически активных соединениях, при поступлении которых в организм может быть достигнуто состояние неспецифически повышенной сопротивляемости, и предположительном механизме их действия как прострессоров, снижающих избыточное возрастание стресс-медиаторов при последующем стрессорном воздействии. На примере наиболее широко изученного представителя фитостероидов 20-гидроксиэкдизона рассмотрены особенности адаптогенного действия фитостероидов – полигидроксильированных стероидов, являющихся структурными аналогами гормонов линьки и метаморфоз членистоногих и структурно схожих с глюкокортикоидами. Обсуждаются результаты исследований анаболического действия 20-гидроксиэкдизона в опытах на лабораторных животных и существующее в современной научной литературе возможное объяснение механизма этого феномена. Представлены научные публикации, свидетельствующие о применении фитостероидов для снятия синдрома хронической усталости, снижения нервной и мышечной утомляемости, улучшения процессов памяти и внимания. Обсуждаются перспективы использования 20-гидроксиэкдизона в составе БАД к пище и специализированных продуктах для питания спортсменов.*

**Ключевые слова:** адаптогены, фитостероиды, 20-гидроксиэкдизон, стресс



*In the review the presentation about plant adaptogens – biologically active compounds is given. Its administration can help to achieve non-specific state of high resistance. The hypothetical mechanism of action: adaptogens are prostressors, reducing excessive increase of stress mediators in the following stress exposure. The features of adaptogenic effect of phytoecdysteroids, polyhydroxylated sterols, which are analogs of hormones of molting and metamorphosis of arthropods, and are structurally similar to glucocorticoids on the example of the most widely studied phytoecdysteroid – 20-hydroxyecdysone – are described. The results of studies of anabolic action of 20-hydroxyecdysone in experiments on laboratory animals and the possible explanation (existing in the modern scientific literature) of the mechanism of this phenomenon are discussed. Scientific publication testifying on the application of phytoecdysteroids to remove chronic fatigue syndrome, reducing nerve and muscle fatigue, improve memory and attention processes are presented. The prospects of using the 20-hydroxyecdysone in the composition of food supplements and specialized products for athletes are discussed.*

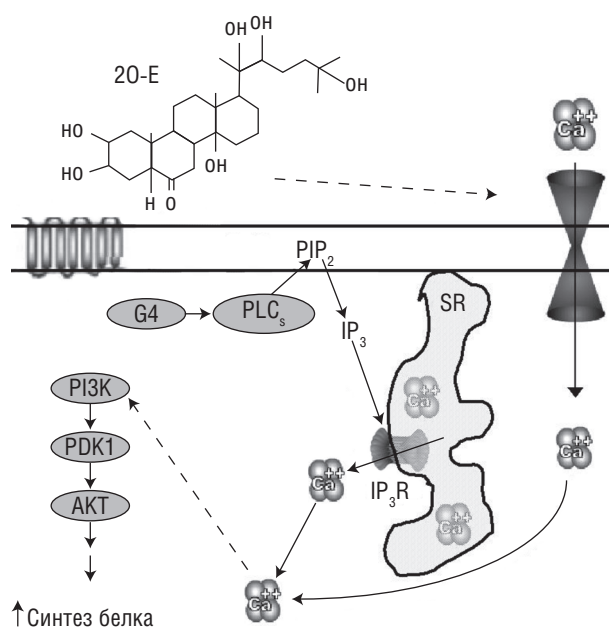
**Key words:** *adaptogens, phytoecdysteroids, 20-hydroxyecdysone, stress*

Отличительной чертой концепции оптимального питания [29] является ее сфокусированность на проблеме оздоровительного действия пищи. Соблюдение принципа здорового питания, характеризующегося адекватным поступлением в организм пищевых и биологически активных веществ, является фактором, во многом определяющим здоровье населения. Научное обоснование питания спортсменов, испытывающих неблагоприятные стрессорные воздействия различного генеза, в частности истощающие физические и/или нервные нагрузки, предполагает использование не только традиционных, но и специализированных пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище (БАД), содержащих комплексы макро- и микронутриентов, а также биологически активных минорных компонентов пищи. Результаты многочисленных исследований, характеризующих эффективность использования в питании лиц, занимающихся физической культурой, дополнительных количеств макро- и микронутриентов представлены в многочисленных публикациях [4, 11, 12, 17, 22, 24, 25, 40, 49, 50]. Толерантность организма к неблагоприятным воздействиям, определяемая как состояние неспецифически повышенной сопротивляемости (СНПС) [14], также может быть достигнута при поступлении в организм минорных соединений растительного или животного происхождения, получивших в отечественной научной литературе общее название адаптогенов: веществ, обладающих широким спектром биологического действия [33].

Возрастание устойчивости организма к чрезмерным физическим и эмоциональным нагрузкам при приеме адаптогенов является серьезным основанием для их использования в спортивной медицине. СНПС имеет определенное сходство со

стадией резистентности общего адаптационного синдрома Селье (ОАС) [45], однако в отличие от стадии резистентности СНПС оказывает регулирующее воздействие, оптимизирующее развитие ОАС и не приводящее к стадии истощения [10]. Таким образом, определяющими характеристиками адаптогенов являются их стресс-лимитирующие свойства, позволяющие достигать СНПС без отрицательного последствия на организм [31]. Возможным объяснением этого феномена может стать представление о том, что наблюдаемый адаптогенный эффект связан со сбалансированным адекватным изменением уровня наиболее важных стресс-медиаторов – активаторов стресса (в первую очередь катехоламинов, кортикотропин-рилизинг-гормона, аргинин-вазопрессин-гормона) и его ингибиторов (глюкокортикоидов, простагландина E<sub>2</sub>, опиоидных пептидов) [15, 43, 44]. Согласно этой гипотезе адаптоген выступает в роли мягкого прострессора, снижающего избыточное возрастание стресс-медиаторов при последующем стрессорном воздействии.

Это положение может быть проиллюстрировано на примере 20-гидроксиэкдизона (20-Е) как наиболее широко изученного представителя фитоэктистероидов – полигидроксилированных стероидов, структурных аналогов гормонов линьки и метаморфоза членистоногих [30]. Этот фитоэктистероид может быть выделен из различных растений, в первую очередь из рапонтникума сафлоровидного (*Rhaponticum carthamoides*), серпухи венценосной (*Serratula coronata*) и шпината (*Spinacia oleracea*) [7]. 20-Е низко токсичен (класс токсичности IV – мало опасные вещества) [8]: при внутривенном и пероральном введении 20-Е в опытах на мышах LD<sub>50</sub> составляла соответственно 6,4 и 9,0 г/кг [41].



Гипотетический механизм анаболического действия фитоэктоидов

Обозначения:

- 20-E – 20-гидроксиэктоидин
- IP<sub>3</sub> – инозитолтрифосфат
- G4 – G-белок
- PLC – фосфолипаза C
- PIP<sub>2</sub> – фосфотидилинозитолбифосфат
- SR – цитоплазматический ретикулум
- PI3K – фосфотидилинозитол-3-киназа
- AKT – протеинкиназа B
- PDK1 – фосфоинозитид-зависимая протеинкиназа-1

Можно предположить определенное сходство адаптации на уровне клетки под действием глюкокортикостероидов и этого же процесса под влиянием структурно сходного с ними 20-E. Действительно, как известно, стресс-гормоны, взаимодействуя с мембранными рецепторами, стимулируют через вторичные мессенджеры (инозитолтрифосфат, диацилглицерол) высвобождение ионов кальция из саркоплазматического ретикула, а также увеличивают концентрацию этих ионов в цитоплазме путем открытия Ca<sup>2+</sup>-каналов, что приводит к активации генетического аппарата клетки: экспрессии генов и синтеза соответствующих белков [2, 35].

Анаболический эффект, свойственный 20-E, может быть объяснен влиянием этого соединения (как такового или его метаболитов) на протеинкиназу B (PKB)/Akt – сигнальную макромолекулу, являющуюся ключевой в регуляции клеточной активности [34]. Согласно гипотетической схеме, предложенной в работе [36] и представленной на рисунке, в результате взаимодействия 20-E с мембранным рецептором, молекулярная природа которого в настоящее время еще не установлена, и соответствующего повышения концентрации ионов кальция в клетке на последнем

этапе процесса имеет место активация PKB/Akt, что в конечном итоге приводит к активации белкового синтеза в клетках скелетных мышц и повышению выживаемости клетки [34].

Стимулирующее влияние на синтез белка в печени уже достаточно давно и хорошо задокументировано для эктоидов, структура которых содержит гидроксильную группу в 20,22-положениях [42]. Однако спектр проявления фармакологической активности 20-E и других эктоидов существенно шире, о чем, в частности, свидетельствуют экспериментальные исследования, в которых эктоиды вводили лабораторным животным перорально или внутривенно. Так, повышение работоспособности у лабораторных животных (мышей) при оральном введении им экстракта рапонтикума сафлоровидного или серпухи венценоносной было продемонстрировано в опытах с моделированием принудительного бега и принудительного плавания [38]. Увеличение содержания белка в мышцах на фоне увеличения мышечной массы и повышения физической работоспособности (плавательный тест) после ежедневного внутривенного введения мышам 20-E в дозе 5 мг/кг массы тела имело место как при использовании физической нагрузки, так и в ее отсутствие [32]. Под действием 20-E повышается ретенция азота пищи [39]. Исследование, представленное в работе [36], также свидетельствует об увеличении мышечной силы и индукции синтеза белка в скелетных мышцах при введении 20-E или содержащих его экстрактов из эктоидосодержащих растений, в том числе шпината, однако без увеличения мышечной массы.

В работе [26] показано, что введение мышам *per os* 20-E и стероидного препарата Ретаболил в дозе соответственно 5,0 и 10,0 мг/кг за 4 ч до начала эксперимента сопровождалось возрастанием абсолютной скорости синтеза белков под действием обоих стероидов. Однако принципиальным отличием между ними оказалось то, что этот процесс при введении мышам эктоидосодержащих растений не связан с включением новых генов и индукцией синтеза мРНК в отличие от действия Ретаболила, которое в первую очередь зависит от активирующего влияния этого препарата на транскрипционные процессы, усиления синтеза рибонуклеиновых кислот и прежде всего мРНК. Механизмы стимуляции эктоидосодержащими белоксинтезирующих процессов в организме у млекопитающих и членистоногих принципиально отличаются. Действие эктоидов у млекопитающих также принципиально отличается от действия стероидных анаболических препаратов – синтетических аналогов мужских половых гормонов. Таким образом, по мнению авторов [26], у млекопитающих белково-анаболическое действие эктоидосодержащих растений не определяется его влиянием на пути передачи генетической информации, как

у насекомых, а является отражением ускорения трансляционных процессов. Основанный на принципах хемосистематики и этноботаники скрининг новых растительных источников с высоким содержанием 20-Е в наземной части растения привел к выделению из листьев дикорастущего растения серпухи венценосной фитостероидсодержащей субстанции. Результаты достаточно многочисленных фармакологических исследований этой субстанции, представляющей смесь 20-Е и его структурного изомера 25S-инокостерона в соотношении 8:1, свидетельствуют о соответствии фитостероидов критериям, характеризующим биологически активные соединения как адаптогены [3, 9, 18, 19, 48]. Действительно, установленное снижение чрезмерной (истощающей) активации симпатоадреналовой системы при действии субстанции в тесте на адренореактивность эритроцитов крыс в условиях стресса позволило авторам работы [21] утверждать, что действие субстанции реализуется через центральные механизмы формирования стресс-реакции и стресс-устойчивости. По мнению этих исследователей, имеет место активация фитостероидами лимитирующих стресс механизмов «с переключением энергетической компоненты на белковый синтез и формированием систем с более мощной энергетической емкостью и высокими функциональными резервами». Срочная адаптация на клеточном уровне под действием экдистероидсодержащей субстанции подтверждается повышением содержания в тканях индуцибельного защитного белка Hsp70, а увеличение содержания конститутивного белка Hsc70 в печени указывает на процессы долговременной структурно-функциональной адаптации при введении препарата на фоне теплового шока [3].

В эксперименте дозозависимое протекторное действие субстанции по отношению к хроническому низкоинтенсивному гамма-излучению установлено в работе [19]. Использование фитостероидсодержащей субстанции в дозе 50 мг/кг массы тела животного после действия облучения приводило к нормализации ряда показателей, характеризующих состояние фосфолипидов клеточных мембран печени и эритроцитов, а также кортикостероидной функции надпочечников. И до, и после облучения прием субстанции снижал мутагенный эффект, вызванный облучением, что позволило авторам работы позиционировать его как потенциальный гематопротектор при гемолитических анемиях [23]. В целом вышеприведенные данные экспериментальных исследований, подтверждающих анаболические эффекты 20-Е, свидетельствуют о перспективах его использования в спортивной медицине.

Всесторонний анализ фармакологических эффектов различных препаратов экдистероидов, выявленных в исследованиях на млекопитаю-

щих, представлен в обзоре Р. Лафона (Франция) и Л. Дайнана (Великобритания), в котором подчеркивается значительный вклад в эту проблему советских (российских, украинских и узбекских) исследователей [37]. Следует отметить, в частности, экспериментальные исследования и разработки узбекскими учеными препаратов на основе экдистероидов, стимулирующих психическую и физиологическую активность [27, 31]. Ими созданы лекарственные препараты, а также БАД к пище, содержащие экдистерон, туркестерон, циастерон и другие фитостероиды, выделенные из рапонтикума сафлоровидного и живучки туркестанской (*Ajuga turkestanica*). При применении этих средств в клинических условиях у пациентов имело место улучшение психоэмоционального статуса, астенических синдромов, повышались умственная и физическая работоспособность, ускорялся процесс реабилитации после заболеваний. Установлена эффективность этих препаратов в практике спортивной медицины при ускорении процесса адаптации и восстановления после максимальных и субмаксимальных физических нагрузок [28]. К тому же препарат на основе экстракта живучки туркестанской повышает адаптационные возможности организма женщин к стрессовым ситуациям [1].

Ограничимся кратким изложением сведений об использовании 20-Е (соединения низкотоксичного и одновременно обладающего широким биологическим действием) в составе отечественных лекарственных препаратов и БАД.

Экдистероидсодержащие препараты адаптогенного действия начали использоваться в практической медицине СССР с 1961 г., когда экстракт корневищ рапонтикума сафлоровидного вошел в Государственную фармакопею СССР. Корневища растения стандартизовались по сумме экстрактивных веществ еще до установления того факта, что тонизирующие свойства рапонтикума сафлоровидного связаны с наличием экдистероидов, которые были обнаружены в растении только в 1974 г. Первым отечественным экдистероидсодержащим препаратом тонизирующего действия, стал лекарственный препарат, содержащий индивидуальный 20-Е, выделенный из корневищ рапонтикума сафлоровидного и разрешенный к медицинскому применению с 1987 г. Его применяют в качестве тонизирующего средства; у спортсменов во время интенсивных тренировок – как средство, повышающее скоростно-силовые качества в период подготовки к соревнованиям, а также при дисфункциях сердечно-сосудистой системы с выраженными признаками перенапряжения миокарда и усилением белкового катаболизма [13]. Кроме использования в спортивной медицине препарат эффективно применяется при лечении лямблиоза у больных с выраженными нарушени-

ями иммунного статуса (больные туберкулезом и ВИЧ-инфицированные) [9]. Терапевтическая доза составляет 30 мг/сут [16]. Высокая эффективность и одновременно безвредность данного препарата при использовании в период подготовки высококвалифицированных спортсменов привели к разработке и регистрации в 2007 г. отечественных экидистероидсодержащих БАД к пище для спортивной медицины, в том числе обогащенных комплексом витаминов группы В, витаминами-антиоксидантами (витамины А, С и Е), комплексом витаминов – С, В<sub>1</sub>, Е, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, А, D<sub>3</sub>, фолиевая кислота, никотиновая кислота. Эти БАД к пище могут быть использованы в питании людей, испытывающих большие физические и умственные нагрузки в повседневной жизни как профилактическое средство и в спорте для ускоренного набора мышечной массы, увеличения мышечной силы и скоростно-силовых показателей, значительного ускорения восстановления после любого вида нагрузок, во время интенсивных тренировок. Суточная доза этих БАД к пище содержит 2,5 мг экидистена. В результате совместного российско-белорусского проекта разработан и зарегистрирован специализированный пищевой продукт для питания спортсменов, в каждой капсуле продукта содержится 20 мг экидистена, выделенного из экстракта корня рапонтникума сафлоровидного. В 2013 г. зарегистрирован еще один специализированный пищевой продукт для питания спортсменов, содержащий в своем составе экстракт корня рапонтникума сафлоровидного (5 мг экидистена в суточной дозе), экстракты винограда и яблока, растительные полифенолы, витамины В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>1</sub>.

В настоящее время галеновые препараты рапонтникума сафлоровидного выпускаются на Томском химико-фармацевтическом заводе и других предприятиях как тонизирующее средство. Экстракт этого растения используется в составе безалкогольных тонизирующих напитков, а экстракт наземной части живучки туркестанской – в запатентованном составе водки [20].

По результатам проведенных исследований в 2008 г. Федеральной службой Роспотребнадзора (г. Москва) субстанция, представляющая смесь 20-Е и его структурного изомера 25S-инокостерона в соотношении 8:1, зарегистрирована как сырье для получения БАД. В этом же году зарегистриро-

ваны 3 капсулированные формы БАД на основе данной субстанции [18, 19]. Положительное влияние приема БАД к пище на основе вышеописанной субстанции в сочетании с витаминно-минеральным комплексом на физическую работоспособность лыжников высокой квалификации отмечено в работе [5].

В клинических условиях исследовано влияние этой экидистероидсодержащей субстанции в составе БАД к пище на продуктивность памяти. Установлены позитивные эффекты ее приема на параметры кратковременной и долговременной памяти, т.е. при дозировке 2 мг/сут она увеличивает умственную работоспособность [6].

В заключение отметим, что в настоящее время многоплановые исследования фитозкидистероидов, основанные на опыте советских ученых, с применением современных высокоинформативных методических подходов широко ведутся в странах ближнего и дальнего зарубежья [35, 38, 42, 46, 47]. В настоящее время на мировом рынке появилось около 100 различных экидистероидсодержащих БАД к пище и специализированных пищевых продуктов на основе экстрактов рапонтникума сафлоровидного и других экидистероидсодержащих растений, таких как сума или бразильский женьшень (*Rhaffia iresinoides*), китайского растения *Cyanotis vaga* и других [37], причем многие из них находят свое применение в спортивном питании. Многочисленные результаты проводимых исследований позволяют прогнозировать расширение применения этих растительных адаптогенов в составе БАД к пище и специализированных пищевых продуктах для спортсменов. Очевидно, что повышению эффективности использования в спортивной медицине растительных адаптогенов, в частности фитозкидистероидов, для поддержания здоровья и оптимизации тренировочного процесса будет способствовать изучение их применения с учетом возраста и индивидуальных физических нагрузок конкретного спортсмена.

*Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине» (проект № 12-П-4-1023 «Научные основы создания адаптогенных и геропротекторных средств растительного происхождения»).*

#### Сведения об авторах

*Володин Владимир Витальевич* – доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией биохимии и биотехнологии ФГБУН «Института биологии Коми» Научного центра Уральского отделения РАН наук (Сыктывкар)  
E-mail: volodin@presidium.komisc.ru

Сидорова Юлия Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии пищеварения ФГБУ «НИИ питания РАМН» (Москва)

E-mail: sidorovaulia28@mail.ru

Мазо Владимир Кимович – доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией физиологии и биохимии пищеварения ФГБУ «НИИ питания РАМН» (Москва)

E-mail: mazo@ion.ru

## Литература

1. Абдукадиров И.Т. Разработка технологии производства препаратов аюстан, эксумид, гарпахол из растения *Ajuga Turkestanica*: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 2007. – 22 с.
2. Адо А.Д., Адо М.А., Айрапетянц И.Н. Патологическая физиология. – М.: Дрофа, 2009. 716 с.
3. Андреева Л.И., Бойкова А.А., Быкова А.А., Володин В.В. // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 1. – С. 36–43.
4. Богдан А.С., Еншина А.Н., Ивко Н.А. // Вопр. питания. – 2007. – Т. 76, № 4. – С. 49–53.
5. Бойко Е.Р., Володин В.В., Мартынов Н.А. и др. IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. «Спорт и медицина. Сочи-2013»: Сб. материалов. – Сочи, 2013. – С. 34–36.
6. Ветошева В.И., Попов А.Е., Володина С.О. и др. // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 1. – С. 62–65.
7. Володин В.В., Матаев С.И. // Вестн. биотехнологии. – 2011. – Т. 7, № 2. – С. 52–59.
8. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
9. Исламова Ж.И., Давие Н.А., Сыров В.Н., Осипова С.О. // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 1. – С. 57–61.
10. Кириллов О.И. Материалы науч. совещания по вопр. фармакол. регуляции остаточной резистентности. – Л., 1963. – С. 43–44.
11. Коденцова В.М., Вржесинская О.А. // Вопр. питания. – 2008. – Т. 77, № 4. – С. 16–25.
12. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Никитюк Д.Б. // Вопр. питания. – 2009. – Т. 78, № 3. – С. 67–77.
13. Куракина И.О., Булаев В.М. Новые лекарственные препараты. – М., 1990. – Вып. 6. – С. 16–18.
14. Лазарев Н.В., Люблина Е.И., Розин М.А. // Пат. физиол. – 1959. – Т. 3, № 2. – С. 16–21.
15. Лишманов Ю.Б. // Бюл. экспер. биол. – 1987. – № 4. – С. 422–424.
16. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – 16-е изд. – М.: Новая волна, 2010. – С. 135.
17. Насолодин В.В., Гладких И.Л., Мещеряков С.И. // Гиг. и сан. – 2001. – № 1. – С. 54–56.
18. Патент № 2375071, Россия, МПК А61К 36/28. Антиагрегационное и стресс-лимитирующее средство / В.В. Володин, Н.Б. Петрова, Н.А. Мойсеенко, С.О. Володина; № 2008144160/15; заявл. 6.11.2008; опубл. 10.12.2009. Бюл. № 34.
19. Патент № 2326672, Россия МПК С2, А61К 31/565 А61Р 39/00. Противолучевое средство / А.Г. Кудяшева, В.В. Володин, О.Г. Шевченко, Н.Г. Загорская, С.О. Володина, Л.А. Башлыкова, О.В. Ермакова; Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; № 2006108965/15; заявл. 21.03.06; опубл. 20.06.08. Бюл. № 17.
20. Патент № 2215779, Россия МПК С12G3/06, А23L1/30. Водка особая «Честь имею» / Грищенко И.Г.; Открытое акционерное общество «Тамбовское спиртоводочное предприятие «ТАЛВИС»»; №2001134582/13, заявл. 24.12.2001, опубл. 10.11.2003.
21. Петрова Н.Б. // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 1. – С. 48–54.
22. Питание спортсменов: Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми. / Под ред. Кристин А. Розенблюм. – 3-е изд. – Киев: Олимпийская литература, 2006. – С. 536.
23. Репина Е.Н., Мойсеенко Н.А., Иванкова Ж.Е. // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 2. – С. 151–153.
24. Скальный А.В., Орджоникидзе З.Г., Громова О.А. Макро- и микроэлементы в физической культуре и спорте: Учебное пособие для спортсменов. – М., 2000. – С. 71.
25. Спиричев В.Б., Вржесинская О.А., Коденцова В.М. // Вопр. дет. диетологии. – 2011. – Т. 9, № 4. – С. 39–45.
26. Сыров В.Н. // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 1. – С. 13–17.
27. Сыров В.Н., Куркумов А.Г. // Пробл. эндокринологии. – 1976. – № 3. – С. 107–112.
28. Сыров Н.В. Тезисы 5-й международной конференции «Биологические основы индивидуальной чувствительности к психотропным средствам». – 2010. – С. 84–85.
29. Тутельян В.А., Суханов Б.П. // Мед. помощь. – 2005. – № 3. – С. 38–42.
30. Фитозкдистероиды / Под ред. В.В. Володина. – СПб.: Наука, 2003. – 293 с.
31. Хушбактова З.А., Сыров В.Н., Шахмурова Г.А. // Хим.-фарм. журн. – 2010. – № 1. – С. 9–11.
32. Черных Н.С., Шимановский Н.Л., Шутко Г.В. // Фармакол. и токсикол. – 1988. – № 6. – С. 57–62.
33. Яременко К.В. Оптимальное состояние организма и адаптогены. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2008. – С. 129.
34. Brazil D.P., Hemmings B.A. // Trends Biochem. Sci. – 2001. – Vol. 26. – P. 657.
35. Gorelick-Feldman J., Cohick W., Raskin I. // Steroids. – 2010. – Vol. 75, N 10. – P. 632–637.
36. Gorelick-Feldman J. Dissertation. – New Brunswick, New Jersey, 2009. – 143 p.
37. Lafont R., Dinan L. // J. Insect Sci. – 2003. – Vol. 3, N 7. – P. 30.



38. *Koudela K.* // Eur. J. Entomol. – 1995. – Vol. 92. – P. 349–354.
39. *Kratky F., Opletal L., Hejhalek J. et al.* // Zivocisna Vyroba. – 1997. – Vol. 42. – P. 445–451.
40. *Kreider R.B., Ziegenfuss T.N., Almada A.L. et al.* // J. Int. Soc. Sports Nutr. – 2004. – Vol. 1. – P. 1–44.
41. *Ogawa S., Nishimoto N., Matsuda H.* Pharmacology of ecdysones in vertebrates // Invertebrate Endocrinology and Hormonal heterophyly / Ed. W.J. Burdette. – Berlin: Springer, 1974. – P. 341–344.
42. *Otaka T., Okui S., Uchiyama M.* // Chem. Pharm. Bull. – 1969. – Vol. 17, N 1. – P. 75–81.
43. *Panossian A., Wikman G., Wagner H.* // Phytomedicine. – 1999. – Vol. 6, N 4. – P. 287–300.
44. *Panossian A, Wikman. G.* // Arq. Bras. Fitomed. Cientifica. – 2005. – Vol. 3, N 1. – P. 29–51.
45. *Selye H.* A syndrome produced by diverse nocious agents // Nature. – 1936. – N 3479. – P. 32.
46. *Smagghe G.* Ecdysone: Structures and Functions. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. – P. 1–583.
47. *Tyth N., Szaby A., Kacsala P., Hйger J., Zбdor E.* // Phytomedicine – 2008 – Vol. 15. – P. 691–698.
48. *Uchiyama M., Yoshida T.* / Ed. W.J. Burdette. – Berlin: Springer, 1974. – P. 401–416.
49. *Volpe S.L.* // Clin. Sports Med. – 2007. – Vol. 26, N 1. – P. 119–130.
50. *Young, V.R. Bier D.M., Pellet P.L.* // Am. J. Clin. Nutr. – 1989. – Vol. 50. – P. 80–92.

**Для корреспонденции**

Коростелева Маргарита Михайловна – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории детского питания ФГБУ «НИИ питания» РАМН

Адрес: 109240, г. Москва, Устьинский пр., д. 2/14

Телефон: (495) 698-53-63

E-mail: kop@ion.ru

Д.Б. Никитюк<sup>1</sup>, М.М. Коростелева<sup>1</sup>, Л.Ю. Волкова<sup>2</sup>

## Анатомо-физиологические и метаболические особенности организма юных спортсменов

Anatomic, physiological and metabolic characteristics of young athletes

D.B. Nikityuk<sup>1</sup>, M.M. Korostelyova<sup>1</sup>, L.Yu. Volkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «НИИ питания» РАМН, Москва

<sup>2</sup> ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России, Москва

<sup>1</sup> Institute of Nutrition of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

*Рациональный подход к организации тренировочного процесса, соревновательного цикла, процессов восстановления в практике детского и юношеского спорта требует знания анатомо-физиологических особенностей организма в эти возрастные периоды. Обмен аминокислот у детей 6–12 лет протекает активно, обеспечивая поддержку процессов роста и развития. У детей дошкольного и раннего школьного возрастов наблюдается склонность к гипогликемии, что связано с несовершенством нейрогуморальной регуляции мобилизации гликогена в печени и повышенной утилизацией глюкозы тканями. Утилизация глюкозы соответствует ее уровню у взрослых людей, начиная с 8–14-летнего возраста. У детей в возрасте до 10 лет выявляется повышенная склонность к образованию кетоновых тел и кетозу. Уровень холестерина после рождения быстро повышается. Начиная с периода полового созревания у девочек наблюдаются более высокие показатели в крови общего холестерина, холестерина в липопротеидах низкой и высокой плотности, чем у мальчиков. В возрасте 6–12 лет происходит снижение уровня основного обмена до 1,3–1,5 ккал/кг/ч. Усиленно развивается мышечная система. Функциональными особенностями центральной нервной системы является преобладание процессов возбуждения. При выполнении нагрузки достаточно быстро развивается утомление. В деятельности сердца преобладает тонус симпатической части вегетативной нервной системы. В структуре деятельности эндокринных желез существенно увеличивается роль гипоталамо-гипофизарной системы. Повышается чувствительность многих желез внутренней секреции к тропным гормонам, вырабатываемым в аденогипофизе. В возрасте 8–12 лет сильно увеличивается роль адреналина, норадреналина и других биогенных аминов. В возрасте 13–17 лет наступает период полового созревания, что связано со значительным изменением гормонального статуса организма. Происходит пубертатный скачок роста, у девочек этот процесс наступает на 1–2 года раньше по сравнению с мальчиками. Со стороны костно-мышечной системы наиболее выражен рост трубчатых костей конечностей, позвонков, увеличение плот-*

ности костной ткани, мышечной массы. Уменьшается частота сердечных сокращений, увеличивается продолжительность фазы изгнания крови, повышаются систолический объем, функциональные показатели дыхания, содержание эритроцитов и гемоглобина. Увеличивается выносливость, физическая деятельность осуществляется более экономично, чем в детском возрасте.

**Ключевые слова:** анатомо-физиологические особенности юных спортсменов, метаболизм аминокислот, жирных кислот и углеводов

*A rational approach to the organization of the training process, the competitive cycle, the recovery processes in the practice of child and youth sport requires knowledge of the anatomical and physiological characteristics of the organism in these age periods. Exchange of amino acids in children of 6 to 12 years takes place very actively providing processes of growth and development. The children of preschool and early school age have tendency to hypoglycemia due to the imperfection of neurohumoral regulation of the mobilization of glycogen in the liver and increased utilization of glucose. Glucose utilization corresponds to its level in adults, ranging from 8 to 14 years of age. In children under the age of 10 an increased tendency to the formation of ketone bodies and ketosis is determined. Cholesterol levels increase rapidly after birth. From the period of puberty, girls have higher levels of total cholesterol, cholesterol in low density lipoprotein (LDL) and high density lipoproteins (HDL) than boys. At the age of 6–12 years basal metabolic rate decreases to 1,3–1,5 kcal/kg/h. The muscular system increasingly develops. Functional features of the central nervous system is the predominance of excitation. Sympathetic part of the autonomic nervous system prevails in heart's activity. The role of the hypothalamic-pituitary system significantly increases in the structure of the endocrine glands. The sensitivity of many endocrine glands to the tropic hormone produced in the adenohypophysis increases. At the age of 8–12 years the role of epinephrine, norepinephrine and other biogenic amines especially increases. Period of puberty at the age of 13–17 years is associated with a significant change in the hormonal status of the organism. A pubertal growth spurt takes place, which occurs 1–2 years earlier in girls than in boys. As for the skeletal system the most pronounced growth of tubular bones of the limbs, spine and increase of bone density, muscle mass occurs. Heart rate decreases, while the duration of the expulsion phase of blood, cardiac output, respiratory functional parameters and red blood cells and hemoglobin concentrations increase. Endurance rises, physical activity is more economical than in childhood.*

**Key words:** anatomical and physiological features of young athletes, amino acids, fatty acids and carbohydrates metabolism

Достижение высоких спортивных результатов невозможно без больших физических и психо-психических нагрузок. Рациональный подход к организации тренировочного процесса, соревновательного цикла, процессов восстановления в практике детского и юношеского спорта требует знания анатомо-физиологических особенностей организма в эти возрастные периоды [1, 2, 12].

**Процессы роста и развития организма,** отдельных его органов и систем имеют свои особенности [2, 12]. В возрасте 6–12 лет происходит снижение уровня основного обмена до 1,3–1,5 ккал/кг/ч. Усиленно развивается мышечная

система. Общее содержание миоглобина в скелетных мышцах в возрасте 6–11 лет составляет в среднем 7,9 г, в возрасте 12–13 лет – 8,4 г. Темпы роста тела у мальчиков достаточно равномерны, ежегодно длина тела увеличивается на 4–5 см, масса тела – на 2–3 кг. До 10 лет девочки по длине тела уступают мальчикам. В возрасте 10–11,5 лет у девочек наступает скачок роста и с 10 до 12 лет девочки опережают мальчиков по темпам роста [1, 10, 12].

Функциональной особенностью центральной нервной системы (ЦНС) является преобладание процессов возбуждения. Уровень охранительно-

го торможения относительно невысокий, подвижность нервных процессов невелика. При выполнении нагрузки достаточно быстро развивается утомление. В деятельности сердца преобладает тонус симпатической части вегетативной нервной системы. Частота сердечных сокращений составляет 75–80 уд/мин. Ударный объем сердца равен в среднем 30–40 мл, минутный объем крови – около 2000 мл. Масса сердца у детей в возрасте 10–11 лет в среднем составляет 112 г, в возрасте 11–12 лет – 128 г. Общая емкость легких колеблется от 1800 до 3400 мл, минутный объем дыхания составляет 3,8–4 л/мин, уровень поглощения кислорода равен 4,8–5 мл/мин/кг [1, 12].

Содержание гемоглобина в крови составляет 130–140 г/л (в возрасте 6–8 лет), кислородная емкость крови – 17,4%. Относительно невысокая кислородная емкость крови – важный фактор лимитирования снабжения организма детей кислородом.

В структуре деятельности эндокринных желез существенно увеличивается роль гипоталамо-гипофизарной системы, а также чувствительность многих желез внутренней секреции к тропным гормонам, вырабатываемым в аденогипофизе. В возрасте 8–12 лет особенно увеличивается роль адреналина, норадреналина и других биогенных аминов. Эффекты адреналина многообразны, он детерминирует мобилизацию энергетических ресурсов организма. Анаболические процессы в этом возрасте во многом регулируются соматотропным гормоном гипофиза (СТГ) и находятся под влиянием инсулина [1, 2, 12].

В возрасте 13–17 лет происходят дальнейший рост и развитие организма, наступает период полового созревания, что связано со значительным изменением гормонального статуса организма. Происходит пубертатный скачок роста, у девочек этот процесс наступает на 1–2 года раньше, по сравнению с мальчиками. Прирост длины тела, однако, у девочек менее выражен и составляет 8–10 см в год. Со стороны костной системы наиболее выражены рост трубчатых костей конечностей, позвонков, увеличение плотности костной ткани. Увеличение в длину туловища обычно несколько отстает от роста нижних конечностей. В этом возрасте увеличивается мышечная масса (толщина и длина мышечных волокон скелетной мускулатуры и др.). Существенное развитие приобретают двигательные качества: укорачивается время двигательной реакции, сила сокращения мышц, общее содержание миоглобина в скелетной мускулатуре увеличивается до 10,5 г (в возрасте 16–17 лет) [1, 2, 12]. По мере возрастания активности половых гормонов влияние СТГ на ростовые процессы несколько уменьшается. В этом возрасте уменьшается частота сердечных сокращений, увеличивается продолжительность фазы изгнания

крови, повышается систолический объем. Объем сердца колеблется от 430 до 500 см<sup>3</sup> (в возрасте 13–15 лет) [2, 4, 11–13, 16].

Происходит дальнейшее развитие легочной ткани, увеличиваются функциональная мощность дыхательной системы, а также функциональные показатели дыхания, содержания эритроцитов и гемоглобина. В связи с увеличением анатомических характеристик и функциональных возможностей сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма в подростковом возрасте увеличивается выносливость, физическая деятельность осуществляется более экономично, чем в детском возрасте.

### Особенности обмена веществ у детей и подростков

Каждому возрастному периоду соответствует состояние метаболизма, обеспечивающее оптимальное состояние пластических и энергетических процессов. Основными особенностями метаболизма у детей и подростков являются [1–3, 12]:

- наличие специфических процессов в пластическом материале, обусловленных необходимостью роста и развития организма;
- изменения ряда метаболических путей и циклов, что связано с депрессией генов-регуляторов, индукцией или подавлением синтеза многих ферментов;
- развитие адекватной нейрогуморальной регуляции обмена веществ;
- увеличение чувствительности органов и тканей к деятельности гормонов и биологически активных веществ;
- гетерохронность роста и развития различных анатомических систем организма;
- увеличение энергетических резервов организма в процессе роста;
- относительное уменьшение объема внутренней среды за счет увеличения клеточной массы органов и тканей;
- наличие явления гомеорезиса – поддержания постоянства в развивающихся системах, отражающего генную регуляцию процессов роста и развития, а также анаболической направленности обмена веществ.

Обмен аминокислот у детей 6–12-летнего возраста протекает очень активно, обеспечивая поддержку процессов роста и развития. У детей дошкольного и раннего школьного возрастов наблюдается некоторая склонность к гипогликемии при недостаточном поступлении с пищей глюкозы. Это связано с несовершенством нейрогуморальной регуляции мобилизации гликогена в печени и повышенной утилизацией глюкозы тканями. Утилизация глюкозы соответствует ее

уровню у взрослых людей начиная с 8–14-летнего возраста. Обмен жиров в детском возрасте носит неустойчивый характер. У детей в возрасте до 10 лет определяется повышенная склонность к образованию кетоновых тел (продуктов неполного окисления жирных кислот) и кетозу (снижение рН крови в связи с накоплением кетоновых тел). Уровень холестерина (свободного и связанного) после рождения быстро повышается. Начиная с периода полового созревания у девочек наблюдаются более высокие показатели в крови общего холестерина, холестерина в липопротеидах низкой плотности (ЛПНП) и высокой плотности (ЛПВП), чем у мальчиков, что во многом связано с половыми различиями в гормональной регуляции обмена веществ [1, 6, 12, 15].

### Аэробная производительность

В младшем школьном возрасте энергообеспечение мышечной деятельности идет по пути увеличения аэробных возможностей организма. В этом возрасте мышечные волокна в составе мускулатуры конечностей окончательно не дифференцированы, в составе мышц преобладают медленно сокращающиеся (оксидативные) мышечные волокна. В возрасте 6–12 лет ребенок легче переносит экстенсивные нагрузки, чем интенсивные. Дети младшего школьного возраста обладают высокой выносливостью при работе умеренной интенсивности. При нормальном протекании адаптационных реакций на нагрузки, связанные с выносливостью, у юных спортсменов отмечается последовательное улучшение функционирования систем организма. Это выражается в экономизации функций сердечно-сосудистой системы при стандартных нагрузках разной мощности, в прогрессивном нарастании аэробных возможностей организма.

Начиная с 12 лет в энергетическом обеспечении мышечной деятельности наступает определенный переломный момент, который характеризуется снижением аэробной работоспособности. Он обусловлен началом пубертатного скачка роста и возрастанием доли анаэробных механизмов энергопродукции. Величина максимальной аэробной производительности у мальчиков выше по сравнению с девочками. Наибольший годовой прирост аэробной производительности отмечается у мальчиков в возрасте 13–14 лет (максимальное потребление кислорода, МКП – на 28%), у девочек – 12–13 лет (МКП – на 17%) [1, 2, 12, 13, 16].

### Анаэробная производительность

Максимальный абсолютный уровень аэробной производительности достигается у юношей в воз-

расте 18 лет, у девушек – в 15-летнем возрасте. Относительное значение этого показателя с возрастом почти не изменяется, что обуславливает достаточно высокую аэробную работоспособность у детей и подростков с ее максимумом в возрасте 15–16 лет.

При недостаточном обеспечении организма кислородом мышечная работа осуществляется в основном в анаэробном режиме, т.е. при анаэробной задолженности. Развитие анаэробной системы энергообеспечения в младшем школьном возрасте отстает от аэробной. Способность выполнять физическую работу в условиях кислородной задолженности в этом возрасте более низкая, чем в старшем. Развитие анаэробной производительности продолжается до 14-летнего возраста, затем стабилизируется. В младшем школьном возрасте быстро сокращающиеся гликолитические волокна (быстрые мышечные волокна) практически не развиты (составляют 8–15% всех мышечных волокон скелетной мускулатуры), в 12 лет их доля возрастает до 23–33% (особенно в мускулатуре нижних конечностей) [1, 2, 12, 16]. Одновременно увеличивается активность ферментов анаэробного гликолиза, приводя к существенному повышению продукции молочной кислоты. В возрасте 14 лет процентное содержание быстрых мышечных волокон (быстро сокращающихся) несколько снижается. Максимальное увеличение анаэробной работоспособности наблюдается в 15-летнем возрасте. При выполнении детьми и подростками стандартной работы одинаковой интенсивности у детей выше концентрация лактата в крови, более выражены сдвиги кислотно-щелочного равновесия. Это связано с малой емкостью буферных систем, которая достигает уровня, характерного для взрослых людей, в пубертатном возрасте (в период полового созревания), поэтому в младшем школьном возрасте дети относительно плохо переносят анаэробно-гликолитические нагрузки, приводящие к развитию ацидоза. Выносливость к статической физической нагрузке, обеспечиваемая преимущественно анаэробным механизмом, в существенной степени связана с концентрацией молочной кислоты. Возрастное увеличение этой выносливости происходит при снижении активности анаэробного гликолиза и повышении устойчивости скелетной мускулатуры к условиям ацидоза. Абсолютная сила мышц, связанная с возрастным увеличением мышечной массы (анатомического поперечника мышц, мощности сократительных структур, прочности сухожилий и др.), увеличивается с возрастом [1, 2, 12, 16].

Резюмируя, следует отметить, что физическая работоспособность, связанная с аэробными механизмами энергопродукции, созревает в детском



возрасте, а связанная с анаэробными механизмами – лишь при завершении полового созревания организма.

**Белки** – это сложные азотсодержащие полимеры, мономерами которых служат аминокислоты. Аминокислотный состав разных белков неодинаков и является важнейшей характеристикой каждого белка, а также критерием его ценности в питании детей и подростков [1, 3, 12, 14]. 8 из 20 аминокислот (валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, метионин, лизин) не синтезируются в организме человека и поэтому являются незаменимыми (эссенциальными) факторами питания. Для детей до года незаменимой аминокислотой служит также гистидин, а для детей первых месяцев жизни и, особенно, недоношенных детей – цистеин и тирозин. Поскольку для построения подавляющего большинства белков организма человека требуются все 20 аминокислот, но в различных соотношениях, дефицит любой незаменимой аминокислоты в пищевом рационе неизбежно ведет к нарушению синтеза белка. Более того, важно не только поступление с пищей достаточных количеств каждой из аминокислот, но и их правильное соотношение, приближающееся к соотношению незаменимых аминокислот в белках человеческого тела. При этом сбалансированность аминокислотного состава должна соблюдаться не только в среднем за день, но и в каждый прием пищи. При нарушении же сбалансированности аминокислотного состава рациона, синтез полноценных белков также нарушается, что ведет к задержке роста, развития организма и возникновению ряда других нарушений.

В соответствии с наиболее распространенными современными представлениями, можно выделить два уровня удовлетворения физиологических потребностей человека в белке:

- минимальный уровень потребления, обеспечивающий поддержание азотистого баланса (т.е. равновесия между азотом, поступающим с пищей, и азотом, выводимым из организма с мочой, калом и потом) – так называемый поддерживающий уровень;
- оптимальный уровень потребления, обеспечивающий устойчивость человека к действию различных физических и психических нагрузок, стресса, неблагоприятных внешних факторов, а также адекватного роста и развития.

Величина поддерживающего уровня может быть установлена достаточно просто и точно путем изучения азотистого баланса (табл. 1). С известным приближением можно оценить также количество белка, необходимое для поддержания нормального роста. Для этого вычисляют количество азота, которое задерживается в организме (исходя из среднесуточной интенсивности прироста массы

**Таблица 1.** Безопасный уровень потребления белка для детей и подростков

Возраст, годы	Для поддержания азотистого баланса	Для роста	Суммарное потребление	+2CO*	Безопасный уровень
мг азота/кг/сут				г/белка/кг/сут	
2–3	118	28	146	181	1,13
3–4	117	24	141	175	1,09
4–5	116	21	137	170	1,06
5–6	115	17	132	164	1,02
6–7	114	17	131	163	1,01
7–8	113	17	130	162	1,01
8–9	112	17	129	161	1,01
9–10	111	17	128	155	0,99
<b>Девочки</b>					
10–11	110	19	129	161	1,00
11–12	109	17	126	157	0,98
12–13	108	15	123	154	0,96
13–14	107	13	120	150	0,94
14–15	106	9	115	144	0,90
15–16	105	7	112	140	0,87
16–17	104	2	106	132	0,83
17–18	103	0	103	129	0,80
<b>Мальчики</b>					
10–11	110	17	127	159	0,99
11–12	109	17	126	157	0,98
12–13	108	21	129	161	1,00
13–14	107	17	124	155	0,97
14–15	106	17	123	154	0,96
15–16	105	13	118	147	0,92
16–17	104	11	115	144	0,90
17–18	103	7	110	137	0,86

\*CO – стандартное отклонение.

тела и известной средней концентрации азота в организме). Прибавив к этой величине два стандартных отклонения (для обеспечения необычно высоких индивидуальных потребностей в белке отдельных детей и подростков в популяции), а также величину, связанную с вариацией скорости роста в течение месяца (принимаемую за 12–15%), можно рассчитать так называемый безопасный уровень потребления белка, который колеблется от 1,86 г на 1 кг массы тела в сутки для детей первых месяцев жизни до 1 г/кг/сут у детей 4–10 лет, 0,8 г/кг/сут у девушек и 0,86 г/кг/сут – у юношей 17–18 лет. Эта величина не учитывает, однако, уже упомянутых возможных дополнительных потребностей в белке, связанных с большими учебными и физическими нагрузками, действием неблагоприятных климатических и экологических факторов, а также недостаточно высокой биологической ценности белка рациона. Так как точный количественный учет этих дополнительных потребностей практически невозможен, более оправданы действующие в России рекомендации по потреблению

Таблица 2. Аминокислотный состав идеального белка

Аминокислота	Содержание аминокислоты в идеальном белке, г/100 г
Изолейцин	4,0
Лейцин	7,0
Лизин	5,5
Метионин + цистин	3,5
Фенилаланин + тирозин	6,0
Треонин	4,0
Триптофан	1,0
Валин	5,0
Гистидин (незаменим только для грудных детей)	

белка (54 г/сут для детей 4–10 лет и 69–87 г/сут для подростков 11–17 лет), которые существенно выше безопасного уровня потребления белка, рекомендуемого экспертами ФАО/ВОЗ [2, 3].

Особое значение имеет содержание в пищевых белках незаменимых аминокислот и их соотношение между собой. Установлено, что аминокислотный состав пищевых белков животного происхождения наиболее близок к аминокислотному составу белков человеческого организма, и вследствие этого биологическая ценность белков этих продуктов наиболее высока. Для характеристики качества белка широко используют показатель, обозначаемый как аминокислотный скор. Этот показатель вычисляется как процентное отношение содержания той или иной аминокислоты в пищевом белке к содержанию аминокислоты в идеальном для человека белке. При оценке качества белка используют стандартную аминокислотную шкалу ФАО/ВОЗ, которая как бы моделирует идеальный белок (табл. 2). Используя эту шкалу, можно рассчитать аминокислотный скор для различных пищевых продуктов.

Биологическая ценность белков зависит не только от их аминокислотного состава, но и от доступности отдельных аминокислот. Доступность аминокислот может снижаться при наличии в пище ингибиторов протеолитических ферментов (присутствующих, например, в бобовых) или чрезмерной термической обработке пищевых продуктов. В частности при избыточном нагревании продуктов, богатых углеводами, в них снижается количество доступного лизина вследствие реакции меланоидинообразования, в которой участвуют лизин белков и глюкоза углеводов.

Важным показателем качества белка пищи может служить степень его усвояемости, которая отражает интенсивность протеолиза в желудочно-кишечном тракте и последующего всасывания аминокислот в кишечник. По скорости переваривания протеолитическими ферментами белка можно

расположить в следующей последовательности: 1 – белки яйца, рыбы и молока, 2 – белки мяса, 3 – белки хлеба и круп.

Многие растительные продукты, особенно зерновые, содержат белки пониженной биологической ценности: в кукурузе, например, имеется значительный дефицит триптофана и лизина, в пшенице – лизина и треонина. В то же время продукты животного происхождения содержат сравнительно высокое количество триптофана, лизина и серосодержащих аминокислот, поэтому для удовлетворения потребностей организма в аминокислотах целесообразно использовать комбинации пищевых продуктов по принципу взаимного дополнения лимитирующих биологическую ценность аминокислот. В частности, благоприятна комбинация растительных и молочных продуктов.

При отличающемся характере жизнедеятельности, различных физических нагрузках потребности в отдельных аминокислотах будут сильно различаться. Так, для спортсменов характерно резкое повышение потребности в глутамине. Аэробные нагрузки увеличивают расход серосодержащих аминокислот, силовые – повышение потребности в разветвленных аминокислотах (лейцин, изолейцин, валин), поэтому аминокислотный профиль пищи необходимо строить в соответствии с потребностями организма [1–3, 12, 14].

Широко распространено мнение о том, что потребности интенсивно тренирующихся спортсменов в белке повышены. Считается, что для увеличения выносливости следует компенсировать расход мышечного белка, расходуемого на окислительные процессы. Вместе с тем убедительных научных данных, подтверждающих эти положения, в настоящее время не получено. Кроме того, нельзя не учитывать очевидных негативных эффектов его передозировки, которые могут начаться уже с дозы белка 2–4 г/кг массы тела. Было, в частности, показано, что у очень интенсивно тренирующихся велосипедистов (при суточных энергозатратах более 5900 ккал) положительный баланс азота наблюдается при потреблении белка на уровне 1,4 г/кг массы тела, что лишь на 20–40% превышает потребность в белке лиц, ведущих сидячий образ жизни. В целом в настоящее время доминирует мнение, что для поддержания выносливости спортсменов-профессионалов на должном уровне необходимо потреблять 1,2–1,4 г белка/кг/сут, что отвечает приблизительно 12% по калорийности их рациона (с учетом того, что углеводный компонент должен обеспечивать повышенные энергозатраты, составляющие у спортсменов-юниоров 3500–4000 ккал/сут, а у спортсменов-профессионалов – 5000–6000 ккал/сут) [2, 12, 14].

Продуктами с высоким содержанием белка, необходимыми для включения в питание юных спортсменов, являются яйца, куриное мясо, индей-

ка; молочные продукты – творог, сыр, йогурт, кефир, молоко; постная говядина; рыба; бобовые; орехи. В определенных случаях могут быть рекомендованы специализированные высокобелковые продукты, обогащенные комплексом витаминов и минеральных веществ.

Класс **углеводов** включает большое число различных соединений, которые могут быть разделены на 3 группы: моносахариды, олигосахариды и полисахариды (табл. 3).

Углеводы служат важнейшим источником энергии, обеспечивая у детей старше года до 50–60% от общей калорийности рациона. Способность углеводов служить высокоэффективным источником энергии лежит в основе их сберегающего белок действия. При поступлении с пищей достаточного количества углеводов аминокислоты в незначительной степени используются в организме как энергетический материал и утилизируются в основном для различных пластических нужд [1, 3, 15].

Углеводы пищи играют важную метаболическую роль, являясь предшественниками гликогена и триглицеридов, источником углеродного скелета заменимых аминокислот, участвуя в построении коферментов, нуклеиновых кислот, АТФ и других биологически важных соединений. Углеводы оказывают антикетогенное действие, стимулируя окисление ацетилкоэнзима А, образующегося при окислении жирных кислот [2, 3].

Глюкоза является той структурной единицей, из которой построены все важнейшие полисахариды – гликоген, крахмал и целлюлоза. Глюкоза быстро всасывается в желудочно-кишечном тракте и поступает в кровь, а затем – в клетки различных органов и тканей, где она вовлекается в процессы биологического окисления. Окисление глюкозы сопряжено с образованием значительных количеств аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Энергия макроэргических связей АТФ является уникальной формой энергии, используемой организмом для реализации различных физиологических функций, поэтому глюкоза служит наиболее легкоутилизируемым источником энергии для человека. Роль глюкозы особенно велика для ЦНС, где она является важнейшим субстратом окисления.

Фруктоза – менее распространенный углевод, чем глюкоза. Наряду с глюкозой фруктоза входит в состав сахарозы, а также участвует в построении некоторых видов гемицеллюлоз и полисахарида инулина, пребиотические свойства которого привлекают в последние годы значительное внимание к этому соединению. Фруктоза, так же как и глюкоза, служит быстроутилизируемым источником энергии и в еще большей степени, чем глюкоза, склонна к превращению в триглицериды. Ферменты, участву-

Таблица 3. Классификация углеводов

Моносахариды	Олигосахариды	Полисахариды
Триозы Тетрозы Пентозы: • рибоза • дезоксирибоза • арабиноза • рибулоза и др. Гексозы: • глюкоза • фруктоза • галактоза и др.	Дисахариды: • сахароза • лактоза • мальтоза Трисахариды и др.	Перевариваемые: • крахмал • гликоген Неперевариваемые и частично перевариваемые: • целлюлоза (клетчатка) • гемицеллюлозы • пектиновые вещества • камеди • инулин (полифруктоза)

ющие в специфических превращениях фруктозы, не требуют для проявления своей активности инсулина.

К числу перевариваемых полисахаридов принадлежат крахмал и гликоген. Оба соединения представляют полимеры глюкозы. В состав крахмала входят 2 вида полимеров: амилоза и амилопектин.

Гликоген отличается по своему строению от крахмала значительно большей разветвленностью его молекулы – в гликогене боковые ответвления основной полимерной цепи имеются через каждые 6–8 остатков глюкозы, объединенных линейной  $\alpha$ -1,4-связью. Избыток углеводов, поступающих с пищей, превращается в гликоген, который откладывается в тканях и образует депо углеводов, из которого при необходимости организм черпает глюкозу, используемую для реализации различных физиологических функций. Основными органами, в которых имеются значительные количества гликогена, являются печень и скелетные мышцы; концентрация гликогена в этих органах может достигать соответственно 4–5 и 1–2%. При отсутствии поступления углеводов с пищей запасы гликогена полностью иссекают через 12–18 ч. В связи с исчерпанием резервов углеводов резко усиливаются процессы окисления другого важнейшего субстрата окисления – жирных кислот, запасы которых намного превышают запасы углеводов. Это ведет к усилению кетогенеза, особенно у детей раннего и дошкольного возраста, характеризующихся недостаточной зрелостью механизмов регуляции углеводно-жирового обмена. Исчерпание запасов гликогена ведет к усилению процессов глюконеогенеза, направленного на обеспечение глюкозой жизненно важного органа – головного мозга, жизнеспособность которого в значительной степени связана с постоянным интенсивным окислением глюкозы. Длительное

снижение уровня гликогена в печени ведет к нарушению функций гепатоцитов, способствуя жировой инфильтрации, а затем и жировой дистрофии печени [1–3, 15].

Скорость усвоения разных углеводов зависит от показателя, называемого гликемическим индексом (ГИ), вычисляемым по формуле:

$$\text{ГИ} = \frac{\text{увеличение содержания глюкозы в крови после приема исследуемого продукта}}{\text{увеличение содержания глюкозы в крови после приема стандартного продукта}}, \%$$

В качестве стандарта обычно используют 50 г глюкозы или пшеничный хлеб, содержащий 50 г крахмала. За 100 принят ГИ белого хлеба. Чем выше ГИ, тем быстрее растет уровень сахара после приема этого продукта. Резкое возрастание уровня сахара в крови вызывает усиленное выделение из поджелудочной железы инсулина (гормона, регулирующего уровень сахара в крови).

При избытке углеводов в рационе часть их преобразуется в жировую ткань. Углеводы с высоким ГИ при неумеренном употреблении способствуют наращиванию жировых запасов. Углеводы с низким ГИ обеспечивают равномерное поступление глюкозы в кровь, следовательно, способствуют постоянной подпитке организма. Вследствие чего употребление таких продуктов способствует лучшей работе гормональной системы и оптимальной работоспособности. При силовой нагрузке потребность в углеводах больше, при аэробной нагрузке она меньше. При незначительной нагрузке (взрослые люди) потребность в углеводах составляет 4–5 г/кг/сут, при умеренных (1–2 ч в день) – 5–6 г/кг/сут, умеренно-высоких нагрузках (2–4 ч) – 6–7 г/кг/сут, высоких нагрузках (более 4 ч в день) – 7–8 г/кг/сут [1, 9, 13].

**Жиры** пищи делятся на 2 большие группы: а) собственно жиры (или нейтральные жиры), которые по своему химическому строению являются триглицеридами; б) жироподобные вещества (или липоиды), включающие несколько групп соединений – фосфолипиды, стерины и др. Основным продуктом расщепления пищевых жиров являются различные жирные кислоты, которые делятся на 2 группы: а) насыщенные жирные кислоты, не содержащие в своей молекуле двойных связей; б) ненасыщенные (моно- и полиненасыщенные) жирные кислоты, содержащие одну и более двойных связей.

Незаменимыми жирными кислотами являются арахидоновая кислота (20:4), относящаяся к семейству  $\omega$ -6 жирных кислот, эйкозопентаеновая (20:5) и докозагексаеновая (20:6) жирные кислоты из семейства  $\omega$ -3 [3, 4, 6, 9, 12]. В то же время в пищевых продуктах эти кислоты присутствуют в небольших количествах, но содержатся зна-

чительные количества их предшественников – линолевой (18:2,  $\omega$ -6), из которой в организме образуется арахидоновая кислота, и линоленовой (18:3,  $\omega$ -3), из которой синтезируются жирные кислоты семейства  $\omega$ -3 [3, 9].

Многочисленные исследования позволили установить, что жирные кислоты из семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 выполняют в организме различные важнейшие биологические функции. Эти функции связаны с их способностью быть предшественниками широкого спектра биологически активных веществ – эйкозаноидов: простагландинов, простациклинов, тромбоксанов и лейкотриенов. Эти соединения проявляют многосторонние физиологические и метаболические эффекты, причем во многих случаях полярные. Так, тромбоксаны способствуют вазоконстрикции и повышают свертываемость крови, тогда как простациклины проявляют противоположные эффекты. Простагландины E проявляют провоспалительные, а простагландины F<sub>2</sub> противовоспалительные свойства. Сложность метаболических взаимоотношений, существующих между различными классами эйкозаноидов, усугубляется тем обстоятельством, что ключевым регуляторным звеном их образования из соответствующих предшественников, жирных кислот  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 семейств, служит одна и та же ферментная система (циклооксигеназа). Вследствие этого в организме существуют конкурентные отношения между 3 основными предшественниками синтеза различных эйкозаноидов: дигомо- $\gamma$ -линолевой (20:3,  $\omega$ -6), арахидоновой (20:4,  $\omega$ -6) и линоленовой (18:3,  $\omega$ -3) кислотами [3, 6, 9].

В условиях недостаточного созревания циклооксигеназы синтез эйкозопентаеновой и докозагексаеновой жирных кислот резко снижается или прекращается. Рассмотренные данные, указывающие на важную физиологическую роль полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), позволяют понять давно известные факты значительных нарушений, к которым ведет дефицит ПНЖК у детей (задержка роста, изменения со стороны кожи и др.). В последние годы было установлено также, что для нормального роста и развития детей и адекватного иммунного ответа необходимо не только достаточное абсолютное количество ПНЖК в пище, но и правильное соотношение между содержанием ПНЖК семейств  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6. Для обеспечения адекватного поступления ПНЖК обоих семейств пищевые рационы в первую очередь должны содержать 2 группы продуктов: а) растительные масла (подсолнечное и кукурузное, являющиеся концентратами  $\omega$ -6 жирных кислот, а также соевое и рапсовое масла, содержащие смесь  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 кислот); б) рыбу, особенно жирную (камбалу, скумбрию, сельдь иваси и др.), содержащую значительные количества ПНЖК семейства  $\omega$ -3 – докозагексаеновую, эйкозопентаеновую, а также докозопентаеновую.

**Витамины** – низкомолекулярные органические соединения с высокой биологической активностью, необходимые для нормальной жизнедеятельности, которые, однако, не синтезируются (некоторые синтезируются, но в недостаточном количестве) в организме и поступают в организм с пищей. Витамины относятся к числу незаменимых (эссенциальных) факторов питания [1–3, 8, 12].

**Макро- и микроэлементы** также принадлежат к числу эссенциальных пищевых веществ и включают несколько десятков соединений. Хотя функции каждого из них достаточно специфичны, можно выделить несколько наиболее общих для всех минеральных веществ функций: участие минеральных веществ в построении тканей, клеток и их компонентов и участие в поддержании ионного равновесия в клетках, необходимого для их нормальной жизнедеятельности и определяющего электровозбудимость клеток, клеточных органелл и их мембран, лежащую в основе таких жизненно важных функций, как нервное возбуждение и мышечное сокращение. Минеральные вещества играют важную роль в обмене воды в организме,

регуляции активности многих ферментов. Таким образом минеральные вещества, выполняя функции экзогенных регуляторов физиологических процессов, поэтому особенно важен постоянный контроль за достаточным содержанием витаминов и минеральных веществ в рационах детей и подростков [3, 5, 7, 12].

**Водный баланс.** Потеря 9–12% воды является чрезвычайной ситуацией для организма и может привести к летальному исходу [1, 2, 12, 13]. Значительным фактором, ограничивающим высокую спортивную работоспособность, является нарушение питьевого режима, и, как следствие, потеря воды, солей, нарушение терморегуляции организма. Потери воды при умеренной физической нагрузке в течение первого часа (при температуре 20–25 °С) у юных спортсменов могут достигать 1 л/ч. Надежный способ физиологически правильно возмещать потери воды и солей – употреблять специальные углеводно-электролитные напитки (растворы) небольшими порциями через 10–15 мин. При этом поступление жидкости не должно превышать 0,5–0,7 л/ч.

#### Сведения об авторах

*Никитюк Дмитрий Борисович* – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории спортивного питания с группой алиментарной патологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)  
E-mail: nikitjuk@ion.ru

*Коростелева Маргарита Михайловна* – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории детского питания ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)  
E-mail: kon@ion.ru

*Волкова Людмила Юрьевна* – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры питания детей и подростков ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России (Москва)  
E-mail: volklu@rambler.ru

#### Литература

1. Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р. Питание юных спортсменов. – М.: Советский спорт, 2007. – 236 с.
2. Детская спортивная медицина: Руководство для врачей. – 2-е изд. перераб. и доп. / Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева. – М.: Медицина, 1991. – 560 с.
3. Детское питание: Руководство для врачей / Под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коня. – 3-е изд. – М.: МИА, 2013. – 744 с.
4. Еликов А.В., Цапок П.И. Взаимосвязь показателей липопероксидации, липидного обмена и осмотической устойчивости эритроцитов у спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта // Гиг. и сан. – 2012. – № 1. – С. 84–87.
5. Зайцева И.П. Влияние ферропрепаратов на обеспеченность юных спортсменов железом, медью и марганцем // Вопр. питания. – 2010. – Т. 79, № 4. – С. 72–75.
6. Конь И.Я., Коростелева М.М., Шилина Н.М. Характеристика липидного компонента рациона питания детей дошкольного возраста // Вопр. дет. диетологии. – 2008. – Т. 6, № 3. – С. 5–8.
7. Конь И.Я., Сафронова А.И., Коростелева М.М. Цинк и его роль как фактора, определяющего костную плотность у детей и взрослых // Вопр. дет. диетологии. – 2012. – Т. 10, № 6. – С. 24–29.
8. Конь И.Я., Тоболева М.А., Коростелева М.М. Витаминная недостаточность, причины и пути коррекции // Вопр. дет. диетологии. – 2008. – Т. 6, № 5. – С. 74–76.
9. Конь И.Я., Шилина Н.М., Гусева М.Р. и др. Исследование влияния рыбьего жира как источника  $\omega$ -3 полиненасыщенных жирных кислот на заболеваемость острыми респираторными инфекциями антропометрические показатели и зрительную функцию у дошкольников



- 5–6 лет // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2010. – Т. 89, № 1.
10. Коростелева М.М., Алешина И.В., Тоболева М.А. и др. Изучение энергетических затрат у московских школьников старшего возраста // Вопр. дет. диетологии. – 2012. – Т. 10, № 6. – С. 9–12.
  11. Трушина Э.Н., Гаппарова К.М., Мустафина О.К. и др. Состояние питания и клеточный иммунитет у спортсменов-тяжелотлетов // Вопр. питания. – 2012. – Т. 81, № 3. – С. 92–96.
  12. Armstrong N., McManus A.M. Physiology of elite young male athletes // Med. Sport Sci. – 2011. – Vol. 56. – P. 1–22.
  13. Connes P., Tripette J., Mukisi-Mukaza M. et al. Relationships between hemodynamic, hemorheological and metabolic responses during exercise // Biorheology. – 2009. – Vol. 46, N 2. – P. 133–143.
  14. Laskowski R., Antosiewicz J. Increased adaptability of young judo sportsmen after protein supplementation // J. Sports Med. Phys. Fitness. – 2003. – Vol. 43, N 3. – P. 342–346.
  15. Madsen K., Pedersen P.K., Rose P., Richter E.A. Carbohydrate supercompensation and muscle glycogen utilization during exhaustive running in highly trained athletes // Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. – 1990. – Vol. 61, N 5–6. – P. 467–472.
  16. Ostojic S.M., Stojanovic M.D., Calleja-Gonzalez J. Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise: relations to aerobic power in sportsmen // Chin. J. Physiol. – 2011. – Vol. 54, N 2. – P. 105–110.

**Для корреспонденции**

Коростелева Маргарита Михайловна – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории детского питания ФГБУ «НИИ питания» РАМН

Адрес: 109240, г. Москва, Устьинский пр., д. 2/14

Телефон: (495) 698-53-63

E-mail: kop@ion.ru

М.М. Коростелева<sup>1</sup>, Д.Б. Никитюк<sup>1</sup>, Л.Ю. Волкова<sup>2</sup>

## Особенности организации питания юных спортсменов

### Features of organization of nutrition for young athletes

M.M. Korostelyova<sup>1</sup>, D.B. Nikityuk<sup>1</sup>, L.Yu. Volkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «НИИ питания» РАМН, Москва

<sup>2</sup> ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования, Москва

<sup>1</sup> Institute of Nutrition of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

*Организация рационального питания юных спортсменов подразумевает наличие определенного режима, включающего распределение приемов пищи на протяжении дня, кратности питания, что должно строго согласовываться с режимом тренировочного процесса. Потребность спортсмена в энергии и пищевых веществах существенно различается в зависимости от вида спорта и объема нагрузки. В ФГБУ «НИИ питания» РАМН разработаны рекомендуемые среднесуточные наборы продуктов, в основу которых положены суточные энергозатраты юных спортсменов в зависимости от длительности и напряженности физических нагрузок при занятии различными видами спорта, эти наборы обеспечивают юных спортсменов необходимыми пищевыми веществами и микронутриентами. В предсоревновательный период спортсменам дают высокую физическую нагрузку и в рационе минимизируют продукты с высоким содержанием углеводов; рацион должен быть в основном белково-жировым со значительным содержанием клетчатки. Тренировочный процесс на фоне такого рациона должен быть интенсивным на протяжении 3 дней, затем спортсмена рекомендуется перевести на богатый углеводами рацион, что сочетается с существенным снижением интенсивности нагрузки – суперкомпенсация гликогена. В соревновательный период пища должна быть высококалорийной, хорошо усвояемой и малообъемной. В ней должны преобладать полноценные белки и содержаться в необходимом количестве углеводы. В этот период не рекомендуется включать в меню новые для спортсмена блюда и продукты. При питании на дистанции основная задача состоит в восполнении энергетических, водных, минеральных ресурсов, в поддержании нормальной концентрации сахара в крови. Это достигается приемом легкоусвояемых углеводов с относительно небольшим количеством жидкости, повышенным содержанием в продукте витаминов и минеральных веществ, что восполняет их траты и способствует поддержанию водно-солевого обмена на необходимом уровне, приемом продуктов в жидком состоянии, небольшими порциями. В восстано-*

вительный период при помощи адекватного питания следует решить следующие задачи: восстановить кислотно-щелочной и водно-солевой баланс, устранить действие продуктов метаболизма (мочевины, молочной кислоты, аммиака и др.), связанных с повышенной физической нагрузкой, восстановить запасы углеводов, обеспечить пластический обмен, процессы синтеза. Также в статье содержатся основные санитарно-эпидемиологические требования к работам пищеблоков, подбору пищевых продуктов и деятельности спортивных врачей.

**Ключевые слова:** юные спортсмены, потребность в энергии и пищевых веществах, суточные наборы продуктов

*Organization of nutrition for young athletes implied a regime, which includes the distribution of meals throughout the day, the multiplicity of power and nutrients that must be strictly consistent with the mode of the training process. Athletes' requirements in energy and nutrients vary considerably depending on the sport discipline and the amount of intense of physical activity. In the Institute of Nutrition of Russian Academy of Medical Sciences the recommended average daily sets of products, which are based on daily energy expenditure of young athletes, depending on the duration and intensity of physical activity in diverse kinds sports has been developed, these kits provide young athletes the necessary nutrients and micronutrients. In precompetitive period athletes must be given high physical activity and the diet should be mainly protein and fat-containing, with a high level of fiber. The training process should be intense for three days, then the athlete is advised to transfer to the carbohydrate-rich diet that is combined with a significant reduction in the intensity of trainings – glycogen super compensation. During competition period meal should be well digestible and low-volume. It must contain proteins of high biological values and carbohydrates in the required quantity. During this period the inclusion of new dishes and products in the menu for athletes is not desirable. During marathon the main aim is to recover the energy, water, mineral resources, and to maintain normal blood glucose concentrations. This is achieved in the following ways: carbohydrate intake with a relatively small amount of liquid, high product content of vitamins and minerals that helps to maintain the water-salt metabolism at the appropriate level, taking food in liquid form, in small portions. In the recovery period adequate nutrition should achieve the following objectives: to restore the acid-base and fluid and electrolyte balance, eliminate the effect of metabolic products (urea, lactic acid, ammonia, etc) associated with high physical activity; restore carbohydrate stores, provide plastic exchange, synthesis processes. The article also contains the basic sanitary and epidemiological requirements for the catering departments, selection of products and sports doctors.*

**Key words:** young athletes, requirements in energy and nutrients, daily food sets

Важнейшим фактором, обеспечивающим оптимальную адаптацию организма юных спортсменов к нагрузке, является алиментарный фактор. К основным принципам питания юных спортсменов относят [2–4, 6, 7, 15]:

- снабжение спортсменов необходимым количеством энергии, соответствующим ее высокому расходу в процессе физических нагрузок;
- соблюдение принципов сбалансированного питания применительно к определенным видам спорта и интенсивности нагрузок, включая распределение калорийности по видам основных пищевых веществ;

- выбор адекватных форм питания с учетом периода спортивной деятельности, с учетом режима тренировок и соревнований;
- использование индуцирующего влияния пищевых веществ для активации физиологических процессов (аэробного окисления, накопления миоглобина, оптимизации функции иммунной системы и др.) и создания метаболического фона, выгодного для биосинтеза гуморальных регуляторов и осуществления их деятельности;
- использование фактора питания для обеспечения наращивания массы тела или ее снижения.

Потребность спортсмена в энергии и пищевых веществах существенно различается в зависимости от вида спорта [6, 8, 10, 16, 17, 19]. Распределение содержания основных пищевых веществ в суточных рационах спортсменов разных специализаций представлено в табл. 1 и 2. В ФГБУ «НИИ питания» РАМН разработаны рекомендуемые среднесуточные наборы продуктов, в основу которых положены суточные энергозатраты юных спортсменов в зависимости от длительности и напряженности физических нагрузок при занятии различными видами спорта (табл. 3), эти наборы обеспечивают юных спортсменов необходимыми пищевыми веществами и микроэлементами (табл. 4). Организация рационального питания юных спортсменов подразумевает наличие определенного режима, включающего распределение приемов пищи на протяжении дня, кратности питания, что должно строго согласовываться с характером и графиком тренировочного процесса [12–14]. С целью оптимизации питания юным спортсменам показано 4–5-разовое питание с интервалами между приемом пищи 2,5–3,5 ч. Увеличение кратности приемов пищи на фоне

интенсивных физических нагрузок способствует более равномерному поступлению пищевых веществ, их лучшему усвоению, утилизации.

Непосредственно перед тренировкой прием пищи не должен быть обильным, поскольку это ухудшает работоспособность спортсмена, способствует перераспределению крови, ухудшает кровоснабжение скелетных мышц, их обеспечение кислородом. Между приемом пищи и началом тренировки интервал не должен составлять менее 1–1,5 ч для видов спорта, связанных с длительными физическими нагрузками [3, 4, 9, 11, 18]. Для скоростно-силовых видов спорта этот период должен составлять не менее 3 ч. После завершения тренировки основной прием пищи должен быть не ранее чем через 1 ч. Недопустимо проведение тренировки натощак, поскольку физическая нагрузка в этом случае приводит к истощению углеводных запасов, снижению работоспособности, иногда вплоть до фактической невозможности выполнять нагрузку. Распределение рациона по калорийности необходимо координировать с режимом тренировочной деятельности юных спортсменов, что отражено в табл. 5.

**Таблица 1.** Суточная потребность в энергии, основных пищевых веществах, витаминах, минеральных веществах юных спортсменов в зависимости от их специализации [4]

Группы видов спорта	Возраст, лет	Пол	Калорийность, ккал	Белок, г	Жир, г	Углеводы, г	Кальций, мг	Железо, мг	Витамин В <sub>1</sub> , мг	Витамин В <sub>2</sub> , мг	Витамин С, мг
Первая – виды спорта, не связанные со значительными физическими нагрузками	6–10	–	2350	77	79	335	1100	12	1,2	1,4	60
		м	2750	90	92	390	1200	15	1,4	1,7	70
	11–13	д	2500	82	84	355	1200	18	1,3	1,5	70
		м	3000	98	100	425	1200	15	1,5	1,8	70
		д	2600	90	90	360	1200	18	1,3	1,5	70
Вторая – виды спорта, связанные с кратковременными, но значительными физическими нагрузками	6–10	–	2680	96	78	395	1355	17	2,0	2,2	100
		м	3050	112	90	448	1550	23	2,3	2,5	115
	11–13	д	2650	97	79	399	1400	23	2,0	2,2	100
		м	3600	132	106	528	1550	23	2,7	3,0	135
		д	3050	112	90	448	1400	23	2,3	2,5	115
Третья – виды спорта, характеризующиеся большим объемом и интенсивностью физической нагрузки	6–10	–	3080	108	95	440	1355	17	2,3	2,6	114
		м	3600	132	106	528	1550	23	2,7	3,0	135
	11–13	д	3400	125	100	499	1400	23	2,6	2,8	128
		м	3900	134	126	522	1550	23	2,9	3,3	146
		д	3300	114	107	444	1400	23	2,5	2,8	124
Четвертая – виды спорта, связанные с длительными и напряженными физическими нагрузками	6–10	–	3080	108	95	440	1355	17	2,3	2,6	114
		м	3600	132	106	528	1550	23	2,7	3,0	135
	11–13	д	3400	125	100	499	1400	23	2,6	2,8	128
		м	4600	157	148	627	1550	23	3,5	3,8	173
		д	3900	134	126	522	1550	23	2,9	3,3	146

Таблица 2. Суточная потребность юных спортсменов различных специализаций в витаминах и минеральных веществах [3]

Вид спорта	Витамины									Минеральные вещества				
	С, мг	В <sub>1</sub> , мг	В <sub>2</sub> , мг	В <sub>6</sub> , мг	В <sub>9</sub> , мкг	В <sub>12</sub> , мкг	РР, мг	А, мг	Е, мг	Са, г	Р, г	Fe, мг	Mg, мг	К, г
Гимнастика, фигурное катание	120–175	2,5–3,5	3,0–4,0	5,0–7,0	400–500	6	21–35	2,0–3,0	15–30	1,0–1,4	1,3–1,8	25–35	400–700	4,0–5,0
Легкая атлетика, бег на короткие дистанции	150–200	2,8–3,6	3,6–4,2	5,0–8,0	400–500	8	30–36	2,5–3,5	22–26	1,2–2,1	1,5–2,6	26–40	500–700	4,5–5,5
Легкая атлетика, бег на средние и длинные дистанции	180–250	3,0–4,0	3,6–4,8	6,0–9,0	500–600	10	32–42	3,0–3,6	25–40	1,6–2,3	2,0–2,8	30–40	600–800	5,0–5,5
Сверхдлинные дистанции, марафон, спортивная ходьба	200–350	3,2–5,0	3,9–5,0	7,0–10,0	500–600	10	32–45	3,2–3,8	28–45	1,8–2,6	2,2–3,5	35–45	600–800	5,5–7,0
Плавание, водное поло	150–250	3,2–5,0	3,4–4,5	6,0–8,0	400–500	3	25–40	3,0–3,8	28–35	1,2–2,1	1,5–2,6	25–40	500–700	4,5–5,5
Тяжелая атлетика	175–210	2,5–4,0	4,0–5,5	7,0–10,0	450–600	9	26–45	2,8–3,8	20–35	2,0–2,4	2,5–3,0	20–35	500–700	4,0–6,5
Борьба и бокс	175–250	2,4–4,0	3,8–5,2	6,0–10,0	450–600	9	25–45	3,0–3,8	20–30	2,0–2,4	2,5–3,0	20–35	500–700	5,0–6,0
Гребля академическая, байдарка, каноэ	200–300	3,1–4,5	3,6–5,3	5,0–8,0	500–600	10	30–45	3,0–3,6	25–45	1,8–2,5	2,3–3,1	30–45	600–800	5,0–6,5
Футбол, хоккей	180–220	3,0–3,9	3,9–4,4	6,0–8,0	400–500	8	30–35	3,0–3,6	25–30	1,2–1,8	1,5–2,3	25–30	450–650	4,5–5,5
Баскетбол, волейбол	190–240	3,0–4,2	3,8–4,8	6,0–9,0	450–550	8	30–40	3,2–3,7	25–35	1,2–1,9	1,5–2,4	25–40	300–700	4,0–6,0
Велоспорт, гонки на треке	150–250	3,5–4,0	4,0–4,6	6,0–7,0	400–500	10	26–40	2,8–3,6	26–36	1,3–2,3	1,5–2,8	25–30	600–800	4,5–6,0
Велоспорт, гонки на шоссе	200–350	4,0–4,8	4,6–5,2	7,0–10,0	500–600	10	32–45	3,0–3,8	30–45	1,8–2,7	2,3–3,4	30–40	400–600	5,0–7,0
Конный спорт	130–175	2,7–3,0	3,0–3,5	5,0–7,0	400–450	6	24–30	2,0–2,7	20–30	1,0–1,4	1,3–1,8	25–30	400–700	4,0–5,0
Стрелковый спорт	150–200	3,1–3,6	3,6–4,2	5,0–8,0	400–450	6	30–35	2,8–3,7	20–30	1,2–2,0	1,5–2,8	20–30	400–500	4,5–5,5
Парусный спорт	130–180	2,6–3,5	3,0–4,0	5,0–7,0	400–450	6	25–35	3,5–4,0	20–30	1,0–1,4	1,3–1,8	20–30	500–700	4,0–5,0
Лыжный спорт, короткие дистанции	150–210	3,4–4,0	3,8–4,6	7,0–9,0	450–500	8	30–40	3,0–3,6	20–40	1,2–2,3	1,5–2,8	25–40	7,0–9,0	4,5–5,5
Лыжный спорт, длинные дистанции	200–350	3,8–4,9	4,3–5,6	6,0–9,0	500–600	10	34–45	3,0–3,8	30–45	1,8–2,6	2,3–3,2	30–45	600–800	5,0–7,0
Конькобежный спорт	150–200	3,4–3,9	3,8–4,4	7,0–9,0	400–550	9	30–40	2,5–3,5	20–40	1,2–2,3	1,5–2,8	25–40	500–700	4,5–6,5

На этапе базовой подготовки рацион по содержанию основных пищевых веществ и энергии должен учитывать специфику конкретного вида спорта. В предсоревновательный период, примерно за неделю до ответственного старта, спортсменам дают высокую физическую нагрузку и в рационе минимизируют продукты с высоким содержанием углеводов; рацион должен быть в основном белково-жировым со значительным содержанием клетчатки. Тренировочный процесс на фоне такого рациона должен быть интенсивным на протяжении 3 дней, затем спортсмена рекомендуется перевести на богатый углеводами рацион (продукты с высоким содержанием углеводов, фрукты, овощи), что сочетается с существенным снижением интенсивности нагрузки – так называемый тайпер (суперкомпенсация гликогена)

[2–4, 9, 19]. По возможности тренировки в период применения высокоуглеводного рациона желательно не проводить. Особенно важно проведение тайпера в видах спорта, направленных на выносливость. Режим питания спортсменов при снижении массы тела применительно к юным спортсменам должен использоваться лишь по необходимости под наблюдением врача. Потеря массы тела достигается ограничением общей калорийности рациона, уменьшением содержания в нем углеводов, солей, воды при сохранении относительно больших количеств белка. В этот период в рацион целесообразно вводить продукты с высокой биологической ценностью.

В соревновательный период пища должна быть высококалорийной, хорошо усвояемой и малообъемной. В ней должны преобладать полноценные

Таблица 3. Среднесуточные наборы продуктов для питания юных спортсменов

Наименование продуктов	Набор № 1 (2500 ккал)		Набор № 2 (2700 ккал)		Набор № 3 (3100 ккал)		Набор № 4 (3400 ккал)		Набор № 5 (3600 ккал)		Набор № 6 (3900 ккал)		Набор № 7 (4600 ккал)	
	нетто, г, мл	брутто, г, мл	нетто, г, мл	брутто, г, мл	нетто, г, мл	брутто, г, мл	нетто, г, мл	брутто, г, мл	нетто, г, мл	брутто, г, мл	нетто, г, мл	брутто, г, мл	нетто, г, мл	брутто, г, мл
Хлеб ржаной (ржано-пшеничный)	80	80	100	100	120	120	150	150	170	170	190	190	250	250
Хлеб пшеничный (из муки в/с)	150	150	175	175	200	200	235	235	240	240	240	240	250	250
Мука пшеничная	15	15	20	20	20	20	25	25	25	25	35	35	40	40
Крупы, бобовые	45	45	45	45	55	55	60	60	65	65	70	70	80	80
Макаронные изделия	15	15	20	20	25	25	30	30	35	35	35	35	45	45
Картофель	188	250	188	250	200	267	200	267	220	293	230	307	250	333
Овощи свежие	280	350	300	375	350	438	350	438	370	463	380	475	400	500
Фрукты свежие	185	224	185	200	200	216	200	216	200	216	350	378	350	378
Фрукты сухие	15	15	15	15	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30
Соки плодовоовощные	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	300	300
Мясо жилованное (говядина 1 кат.)	70	78	70	78	75	83	85	94	90	100	95	106	110	122
Цыплята 1 кат. потрошенные	35	40	45	51	55	63	60	69	10	11	15	16,5	35	38,5
Рыба, филе	55	57	70	73	75	78	80	83	60	69	70	80	100	114
Колбасные изделия	15	15,3	15	15,3	20	20,4	20	20,4	85	88	90	93	100	104
Молоко (2,5%)	300	300	300	300	300	300	300	300	20	20,4	25	25,5	40	40,8
Кисломолочные продукты (2,5%)	150	150	165	165	180	180	180	180	300	300	300	300	300	300
Творог нежирный (0,6%)	50	50	55	55	60	60	65	65	180	180	200	200	300	300
Сыр	10	10,2	10	10,2	10	10,2	10	10,2	70	70	75	75	80	80
Сметана (10%)	10	10	10	10	10	10	15	15	10	10,2	15	15,3	20	20,4
Масло сливочное	30	30	30	30	35	35	35	35	15	15	20	20	25	25
Масло растительное	15	15	15	15	20	20	20	20	40	40	45	45	50	50
Сахар	45	45	45	45	50	50	55	55	20	20	20	20	25	25
Кондитерские изделия, варенье, повидло	25	25	25	25	40	40	50	50	55	55	55	55	60	60
Чай	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	55	55	55	55	70	70
Какао	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Дрожжи х/п	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Яйцо диетическое	40	1 шт.	40	1 шт.	40	1 шт.	40	1 шт.	40	1 шт.	40	1 шт.	60	1,5 шт.
Соль	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7

белки и содержатся в необходимом количестве углеводы. В этот период не рекомендуется включать в меню новые для спортсмена блюда и продукты. При соревнованиях, продолжающихся на протяжении всего дня, в перерыве между стартами рекомендуется использовать специа-

лизированные пищевые продукты для питания спортсменов, преимущественно в жидком виде (апробированные ранее) [9, 11, 18].

При питании на дистанции основная задача состоит в восполнении энергетических, водных, минеральных ресурсов, в поддержании нормаль-



**Таблица 4.** Показатели энергетической ценности и химического состава среднесуточных наборов продуктов для питания юных спортсменов

Показатель	Набор № 1 (2500 ккал)	Набор № 2 (2700 ккал)	Набор № 3 (3100 ккал)	Набор № 4 (3400 ккал)	Набор № 5 (3600 ккал)	Набор № 6 (3900 ккал)	Набор № 7 (4600 ккал)
Энергия, ккал	2550	2735	3150	3445	3645	3980	4675
% нормы*	105	102	103	102	101	102	102
Белки, г	97	107	120	130	138	151	180
% от нормы*	122	115	111	108	105	113	115
Жиры, г	88	91	106	110	118	130	155
% от нормы*	109	108	113	108	111	102	105
Углеводы, г	336	365	426	480	505	550	635
% от нормы*	98	96	97	100	96	105	101
Кальций, мг	1000	1050	1120	1155	1200	1320	1560
% от нормы*	87	82	82	82	79	90	101
Железо, мг	21,4	23	26	28	29	34	40
% от нормы*	148	128	139	120	128	150	175
Витамин С, мг**	148	152	168	168	177	220	235
% от нормы*	229	184	165	133	130	150	135
Витамин В <sub>1</sub> , мг	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,3
% от нормы*	100	84	73	64	65	67	65
Витамин В <sub>2</sub> , мг	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	3,2
% от нормы*	123	102	86	75	77	77	84
Белки:Жиры:Углеводы	1:0,9:3,5	1:0,9:3,4	1:0,9:3,6	1:0,8:3,7	1:0,8:3,7	1:0,9:3,7	1:0,9:3,5

*Примечание.* \* – согласно суточной потребности в пищевых веществах и энергии юных спортсменов в зависимости от специализации (вида спорта); \*\* – без учета потерь при тепловой обработке и хранении.

**Таблица 5.** Распределение суточного рациона по калорийности в зависимости от количеством тренировочных занятий (в % от суточной калорийности)

Одно тренировочное занятие в день	Два тренировочных занятия в день	Три тренировочных занятия в день
Первый завтрак – 10% Утренняя тренировка Второй завтрак – 25% Обед – 35% Полдник – 5% Ужин – 25%	Первый завтрак – 10% Утренняя тренировка Второй завтрак – 25% Обед – 35% Полдник – 5% Вечерняя тренировка Ужин – 25%	Первый завтрак – 10% Утренняя тренировка Второй завтрак – 25% Дневная тренировка Обед – 35% Полдник – 5% Вечерняя тренировка Ужин – 25%

ной концентрации сахара в крови. Это достигается следующими путями: приемом легкоусвояемых углеводов с относительно небольшим количеством жидкости; повышенным содержанием в продукте витаминов и минеральных веществ, что восполняет их траты и способствует поддержанию водно-солевого обмена на необходимом уровне; приемом продуктов в жидком состоянии, небольшими порциями (30–50 мл). При этом продукты должны иметь оптимальные вкусовые качества, температура напитков в зимнее время должна составлять 55–60 °С, в летнее – 35–40 °С [2, 3, 6, 14].

В восстановительный период в течение 2–3 ч после нагрузки (начальный этап восстановления) при помощи адекватного питания следует решить следующие задачи: восстановить кислотно-щелоч-

ной и водно-солевой баланс, устранить действие продуктов метаболизма (мочевины, молочной кислоты, аммиака и др.), связанных с повышенной физической нагрузкой; восстановить запасы углеводов, обеспечить пластический обмен (синтетические процессы).

Организация питания в организованных коллективах (спортивных школах-интернатах) регламентируется теми же санитарными правилами и нормами, что и в общеобразовательных школах и интернатах. Работу на пищеблоке необходимо организовать так, чтобы обеспечить максимально благоприятные условия технологической обработки пищи и исключить возможность действия неблагоприятных факторов через пищу [1, 5, 6]. Пищевые продукты, которые поступают на пище-

блок, должны иметь все надлежащие документы (сертификат, спецификацию и др.), удостоверяющие их доброкачественность, соответствие требованиям технических регламентов Таможенного союза, ГОСТов или ТУ.

Не допускается включение в меню грибов, ливерных и кровяных колбас, продуктов домашнего консервирования, сметаны, творога, молока без их термической обработки. Запрещается приготовление простокваши (самокваса), макарон по-флотски, макарон с рубленным яйцом, блюд во фритюре, яичницы-глазуньи, заливных блюд (рыбных, мясных), студня, паштетов, форшмака, напитков (морсов) без их термической обработки, домашнего кваса, холодного борща, кондитерских изделий с кремом (тортов, пирожных), а также использование пищи, приготовленной накануне.

Планирование питания начинают с составления 7–14-дневного меню. Его составляет медицинский работник при участии повара и руководителя учреждения. При составлении меню обязательны учет соответствующих рекомендуемых норм и потребностей в энергии и пищевых веществах в соответствии с особенностями вида спорта, фазы спортивной деятельности (тренировочный, восстановительный периоды и др.).

Медицинский работник, выполняющий функцию врача-диетолога (диетсестры), ежедневно должен проводить обязательный контроль закладки продуктов при приготовлении блюд, проводить бракераж готовой продукции, сверять отпуск блюд с пищеблока соответственно раздаточной ведомости. В его обязанности входит контроль работы пищеблока (контроль качества пищевых продуктов

при их поступлении на склад и пищеблок, контроль правильности хранения пищевых продуктов, контроль соблюдения санитарно-гигиенических норм состояния оборудования, использования инвентаря и др.). Надлежит 1 раз в течение 10 дней проводить анализ выполнения норм закладки продуктов по ведомостям, четко проводить бракераж сырых продуктов.

Выдача готовых блюд допустима лишь после снятия пробы медицинским работником с последующей регистрацией результатов в специальном журнале, с указанием времени реализации блюда.

Диетолог (диетсестра) обязаны своевременно проводить профилактический осмотр работников пищеблока, буфетных и раздаточных, не допускать к работе лиц, которые не прошли медицинский осмотр, больных (кишечная инфекция, кожные заболевания, ангина и др.). Диетолог (диетсестра) должен проводить санитарно-просветительскую работу по основам питания, правилам личной гигиены не только с работниками пищеблока, но и с самими юными спортсменами. Для юных спортсменов следует проводить разъяснительную работу по основам здорового образа жизни, недопустимости вредных привычек [2, 3, 6, 14].

Следует формировать культуру питания юных спортсменов, добиваться осмысленности в употреблении тех или иных блюд, понимания в необходимости коррекции рациона с учетом фазы спортивной деятельности (базовый, тренировочный, соревновательный, восстановительный периоды), возраста, вида спортивной специализации, конкретных климатогеографических особенностей.

## Сведения об авторах

*Коростелева Маргарита Михайловна* – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории детского питания ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)

E-mail: kon@ion.ru

*Никитюк Дмитрий Борисович* – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории спортивного питания с группой алиментарной патологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)

E-mail: nikitjuk@ion.ru

*Волкова Людмила Юрьевна* – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры питания детей и подростков ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России (Москва)

E-mail: volklu@rambler.ru

## Литература

1. Батурин А.К., Каганов Б.С., Шарафетдинов Х.Х. Питание подростков: современные взгляды и практические рекомендации. – М., 2006. – 54 с.
2. Борисова О.О. Питание спортсменов. – М.: Советский спорт, 2007. – 131 с.
3. Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р. Питание юных спортсменов. – М.: Советский спорт, 2007. – 236 с.
4. Детская спортивная медицина: Руководство для врачей. – 2-е изд. перераб. и доп. / Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева. – М.: Медицина, 1991. – 560 с.

5. Детское питание: Руководство для врачей / Под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коня. – 3-е изд. – М.: МИА, 2013 – 744 с.
6. Дондуковская Р.Р., Маймулов В.Г., Пшендин А.И. и др. // Вестн. СПбГМА им. И.И. Мечникова. – 2003. – № 1–2. – С. 62–67.
7. Калининский И.М., Пшендин А.И. Рациональное питание спортсменов. – Киев: Здоров'я, 1985.
8. Конь И.Я., Тоболева М.А., Коростелева М.М. // Вопр. дет. диетологии. – 2008. – Т. 6, № 5. – С. 74–76.
9. Марков Г.В., Романов В.И., Гладков В.Н. Система восстановления и повышения физической работоспособности в спорте высших достижений. – М.: Советский спорт, 2006. – 51 с.
10. Никитюк Д.Б., Коденцова В.М., Вржесинская О.А. // Вопр. питания. – 2009. – Т. 78, № 3. – С. 67–78.
11. Никитюк Д.Б., Поздняков А.Л., Лешик Я.Д. и др. // Там же. – 2009. – Т. 78, № 2. – С. 73–77.
12. Поливский С.А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 2005. – 384 с.
13. Пшендин А.И. Рациональное питание спортсменов. – СПб: Гиорд, 2002. – 234 с.
14. Rogozkin V.A. и др. Питание спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 160 с.
15. Розенблюм К.А. Питание спортсменов: Пер. с англ. – Киев: Олимпийская литература, 2005. – 534 с.
16. Скальный А.В., Орджоникидзе З.Г., Катулин А.Н. Питание в спорте: макро- и микроэлементы. – М.: Городец, 2005. – 142 с.
17. Спиричев В.Б. Сколько витаминов человеку надо. – М., 2000. – 185 с.
18. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Поздняков А.Л. // Вопр. питания. – 2010. – Т. 79, № 3. – С. 78–82.
19. Удалов Ю.Ф. Основы питания спортсменов. – Малаховка: Изд. МГАФК, 1997. – 139 с.

**Для корреспонденции**

Бекетова Нина Алексеевна – кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории витаминов  
и минеральных веществ ФГБУ «НИИ питания» РАМН  
Адрес: 109240, г. Москва, Устьинский пр., д. 2/14  
Телефон: (495) 698-53-30  
E-mail: beketova@ion.ru

Н.А. Бекетова, О.В. Кошелева, О.Г. Переверзева, О.А. Вржесинская, В.М. Коденцова,  
Т.Н. Солнцева, Р.А. Ханферьян

## Обеспеченность витаминами-антиоксидантами спортсменов, занимающихся зимними видами спорта

Vitamin-antioxidant sufficiency  
of winter sports athletes

ФГБУ «НИИ питания» РАМН, Москва  
Institute of Nutrition of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

N.A. Beketova, O.V. Kosheleva,  
O.G. Pereverzeva, O.A. Vrzhesinskaya,  
V.M. Kodentsova, T.N. Solntseva,  
R.A. Khanferyan

*Изучение обеспеченности 169 спортсменов (6 видов спорта: пулевая стрельба, биатлон, бобслей, скелетон, фристайл, сноуборд) витаминами А, Е, С, В<sub>2</sub> и β-каротином было проведено в апреле-сентябре 2013 г. Все спортсмены (102 юниора, средний возраст – 18,5±0,3 лет и 67 взрослых спортсменов высокой квалификации, средний возраст – 26,8±0,7 лет) были обеспечены витамином А (70,7±1,7 мкг/дл сыворотки крови). У биатлонистов содержание ретинола в крови было выше верхней границы нормы (80 мкг/дл) на 15%, а медиана составила 90,9 мкг/дл сыворотки крови. Содержание токоферолов (1,22±0,03 мг/дл), аскорбиновой кислоты (1,06±0,03 мг/дл), рибофлавина (7,1±0,4 нг/мл) и β-каротина (25,1±1,7 мкг/дл) в сыворотке крови находилось в пределах нормы, однако частота выявления сниженной обеспеченности спортсменов в различных видах спорта витаминами Е, С, В<sub>2</sub> и каротиноидом изменялась в диапазоне 0–25, 0–17, 15–67 и 42–75% соответственно. Витамином Е были адекватно обеспечены 95% взрослых и 80% более молодых спортсменов. Содержание витамина Е в сыворотке крови юниоров, занимающихся скелетоном и биатлоном, было ниже на 51 и 72% ( $p<0,05$ ), чем у взрослых спортсменов. Обеспеченность юниоров и взрослых спортсменов витаминами А, С и В<sub>2</sub> и β-каротином достоверно не различалась. Женщины были лучше обеспечены витаминами С, В<sub>2</sub> и β-каротином: сниженный уровень этих микронутриентов в сыворотке крови женщин отмечали в 2–3 раза реже ( $p<0,10$ ), чем среди мужчин. Концентрация в сыворотке крови женщин витамина С (1,20±0,05 мг/дл) и β-каротина (32,0±3,9 мкг/дл) была больше соответственно на 15 и 54% ( $p<0,05$ ), чем у мужчин. В целом биатлонисты были лучше других спортсменов обеспечены витаминами: подавляющее большинство (80%) были оптимально обеспечены всеми тремя антиоксидантами (β-каротином и витаминами Е и С). В других видах спорта относительное количество спортсменов, полностью обеспеченных этими эссенциальными нутриентами, не превышало 56%. Доля обеспеченных всеми антиоксидантами спортсменов среди занимающихся пулевой стрельбой (31,1%) и бобслеем (23,5%) была достоверно ( $p<0,05$ ) ниже, чем среди биатлонистов. Сниженный уровень в сыворотке крови одного антиоксиданта (преимущественно β-каротина)*

чаще всего регистрировали среди лиц, занимающихся пулевой стрельбой (у 67%). Одновременный недостаток всех трех антиоксидантов обнаруживался только у спортсменов, занимающихся фристайлом и бобслеем (у 5–6%). Выявленные сниженные уровни антиоксидантов в сыворотке крови у 40% обследованных сочетались с дефицитом витамина В<sub>2</sub>. Полученные данные свидетельствуют о необходимости оптимизации витаминного состава рациона спортсменов, занимающихся различными видами спорта, с учетом возрастных и гендерных различий. Вопреки сложившимся стереотипам оптимизация подразумевает не только увеличение потребления витаминов (витамины Е, группы В) и каротиноидов, но иногда и, наоборот, их снижение (витамин А) до уровня, соответствующего физиологической потребности. Обнаруженный в нашем исследовании дефицит витамина В<sub>2</sub> может с высокой вероятностью указывать на недостаток других витаминов группы В. В этой связи необходимо обратить внимание на необходимость устранения существующего дефицита всех витаминов, а не делать акцент исключительно на витаминах-антиоксидантах. Наиболее обоснованным и безопасным способом восполнения недостатка витаминов в рационе большинства спортсменов является регулярное включение в питание витаминно-минеральных комплексов и/или обогащенных пищевых продуктов, содержащих полный набор всех или, по крайней мере, большинства витаминов, причем не в избыточных количествах, а в дозах, адекватных для поддержания витаминного статуса организма спортсмена на оптимальном уровне.

**Ключевые слова:** витамины А, С, Е, В<sub>2</sub>, β-каротин, сыворотка крови, обеспеченность витаминами, спортсмены, зимние виды спорта

*The sufficiency of 169 athletes (six disciplines: bullet shooting, biathlon, bobsleigh, skeleton, freestyle skiing, snowboarding) with vitamins A, E, C, B<sub>2</sub>, and beta-carotene has been investigated in April-September 2013. All athletes (102 juniors, mean age – 18,5±0,3 years, and 67 adult high-performance athletes, mean age – 26,8±0,7 years) were sufficiently supplied with vitamin A (70,7±1,7 mcg/dl). Mean blood serum retinol level was 15% higher the upper limit of the norm (80 mcg/dl) in biathletes while median reached 90,9 mcg/dl. Blood serum level of tocopherols (1,22±0,03 mg/dl), ascorbic acid (1,06±0,03 mg/dl), riboflavin (7,1±0,4 ng/ml), and beta-carotene (25,1±1,7 mcg/dl) was in within normal range, but the incidence of insufficiency of vitamins E, C, B<sub>2</sub>, and carotenoid among athletes varied in the range of 0–25, 0–17, 15–67 and 42–75%, respectively. 95% of adults and 80% of younger athletes were sufficiently provided with vitamin E. Vitamin E level in blood serum of juniors involved in skeleton and biathlon was lower by 51 and 72% (p<0,05), than this parameter in adult athletes. Vitamin A, C and B<sub>2</sub>, and beta-carotene blood serum level did not significantly differ in junior and adult athletes. Women were better supplied with vitamins C, B<sub>2</sub>, and beta-carotene: a reduced blood serum level of these micronutrients in women was detected 2–3 fold rare (p<0,10) than among men. Blood serum concentration of vitamin C (1,20±0,05 mg/dl) and beta-carotene (32,0±3,9 mcg/dl) in women was greater by 15 and 54% (p<0,05) than in men. In general, the biathletes were better provided with vitamins compared with other athletes. The vast majority (80%) were optimally provided by all three antioxidants (beta-carotene and vitamins E and C). In other sports, the relative quantity of athletes sufficiently supplied with these essential nutrients did not exceed 56%. The quota of supplied with all antioxidants among bullet shooters (31,1%) and bobsledders (23,5%) was significantly (p<0,05) lower than among biathletes. Reduced serum level of one antioxidant (mainly beta-carotene) was most often recorded among persons engaged in bullet shooting (67%). The simultaneous lack of all three antioxidants was found only in freestylers and bobsledders (about 5%). Decreased level of antioxidants in blood serum in 40% of athletes was combined with vitamin B<sub>2</sub> deficiency. The data obtained suggest the necessity to optimize diet vitamin content*

*of all athletes, taking into account the age and gender differences. Contrary to prevailing stereotypes the optimization must involve not only an increase in the consumption of vitamins (vitamins E, B group) and carotenoids, but sometimes, conversely, their decline (vitamin A) to a level corresponding to the physiological needs. The revealed vitamin B<sub>2</sub> deficiency may very likely indicate a lack of other B group vitamins. In this connection it is necessary to draw attention to the need to eliminate the existing vitamin deficiency, and not to focus exclusively on antioxidant vitamins. The most reasonable and at the same time a safe way to restore the lack of vitamins in the diet of most athletes is consistently including in the diet of athletes vitamin and mineral supplements and/or fortified foods, containing a complete set of all or at least most of vitamins, and in doses that are not excessive and are adequate to maintain optimum vitamin status.*

**Key words:** *vitamin-antioxidants, beta-carotene, blood serum, vitamin status, athletes, winter sport disciplines*

**Х**арактерные для спортсменов почти всех видов спорта интенсивные и длительные физические нагрузки вызывают усиление окислительного метаболизма [4, 18, 23], которое в сочетании с неадекватным поступлением с пищей витаминов, в том числе антиоксидантного ряда, может привести к развитию гиповитаминоза и, как следствие, к общему снижению спортивных результатов. Оптимальная обеспеченность организма отдельными витаминами имеет специфическое значение для некоторых видов спорта [4]. Витамины-антиоксиданты (аскорбиновая кислота, токоферолы, каротиноиды) особенно важны для спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта, в которых решающую роль играет скорость перемещения, а также видами спорта, требующими выносливости (лыжники, марафонцы, пловцы и др.). Витамин А, регулирующий состояние зрительного аппарата, важен для стрелков и биатлонистов. Дефицит витаминов группы В, участвующих в белковом обмене, процессах кроветворения, регулирующих функции вестибулярного аппарата и пространственной ориентации, может иметь отрицательные последствия в таких сложно-координационных видах спорта, как фигурное катание, фристайл, сноуборд.

Развитие стресса при повышенной физической и психоэмоциональной нагрузке приводит к ухудшению обеспеченности организма спортсмена витаминами (Е, А, С) [8]. При изолированном дефиците одного из витаминов С, А, Е, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub> или сочетанном недостатке в рационе всех витаминов повреждающее действие на систему антиоксидантной защиты организма носит более выраженный характер по сравнению с ответом на стресс обеспеченного витаминами организма. Добавление недостающего витамина или витаминов восстанавливает нарушенные показатели антиоксидантной системы.

**Целью** исследования было оценить обеспеченность спортсменов различных видов спорта витаминами А, Е, С, В<sub>2</sub> и β-каротином.

## Материал и методы

Изучение витаминного статуса 169 спортсменов (102 юниора, средний возраст – 18,5±0,3 лет, и 67 взрослых спортсменов высокой квалификации, средний возраст – 26,8±0,7 лет) было проведено в апреле-сентябре 2013 г. От всех спортсменов было получено письменное информированное согласие на участие в обследовании.

Обеспеченность витаминами и β-каротином оценивали по их уровню в сыворотке крови, взятой натощак во время планового обследования спортсменов на базе Центра лечебной физкультуры и спортивной медицины ФМБА. Концентрацию витамина А (ретинола), Е (токоферолов) и β-каротина определяли с помощью ВЭЖХ [14], витамина С (аскорбиновой кислоты) – визуальным титрованием реактивом Тильманса [9], витамина В<sub>2</sub> – флюориметрически с использованием рибофлавинсвязывающего апобелка [3, 19].

Результаты обрабатывали с помощью программ IBM SPSS Statistics для Windows (версия 20.0). Для выявления статистической значимости различий непрерывных величин использовали непараметрический U-критерий Манна–Уитни для независимых переменных. Различия между анализируемыми показателями считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ . Достоверность различий между процентными долями 2 выборок оценивали по критерию Фишера.

## Результаты и обсуждение

**Витамин А.** Как видно из данных, представленных в табл. 1, все спортсмены были обеспечены витамином А. Сниженный уровень ретинола в сыворотке крови (<30 мкг/дл [9]) не был выявлен ни у одного из обследуемых. Среднее значение показателя у спортсменов различных видов спорта находилось вблизи верхней границы нормы



Таблица 1. Содержание ретинола в сыворотке крови (мкг/дл) спортсменов ( $M \pm m$ )

Вид спорта	Группы				
	все обследуемые	юниоры	взрослые спортсмены	мужчины	женщины
Все виды	70,7±1,7	68,7±2,0	73,8±3,0	72,6±2,3	67,6±2,5
<i>n</i>	169	102	67	101	68
Пулевая стрельба	65,3±2,7	65,9±3,5	64,5±4,3	66,2±3,5	64,1±4,3
<i>n</i>	59	34	25	33	26
Биатлон	94,4±4,6	88,5±4,1	110,8±10,5	96,4±5,9	88,7±5,9
<i>n</i>	19	14	5	14	5
Сноуборд	61,4±3,9	53,1±3,5 <sup>a</sup>	76,7±5,7	63,5±5,1	58,8±6,2
<i>n</i>	20	13	7	11	9
Фристайл	67,9±4,3	72,8±10,3	66,3±4,7	66,7±4,6	74,9±12,8
<i>n</i>	20	5	15	17	3
Бобслей	72,3±3,9	73,7±4,8	66,7±3,4	71,0±4,4	76,3±9,1
<i>n</i>	20	16	4	15	5
Скелетон	73,6±4,1	63,4±3,1 <sup>a</sup>	92,1±7,2	81,8±8,1	67,5±3,5
<i>n</i>	31	20	11	11	20

**Примечание.** Здесь и в табл. 2–5: *n* – количество обследованных лиц; <sup>a</sup> – достоверное различие ( $p < 0,05$ ) соответствующих показателей юниоров и взрослых спортсменов, <sup>b</sup> – женщин и мужчин; \* – тенденция различия ( $p < 0,10$ ).

(80 мкг/дл [9]) или превышало ее. Так, у биатлонистов содержание витамина А в крови было выше верхней границы нормы на 15%, а медиана составила 90,9 мкг/дл сыворотки крови. Это означает, что более чем у половины обследуемых концентрация этого витамина превышала верхнюю границу нормы. На основании анализа данных литературы [10, 11], а также публикаций по дозозависимым эффектам витаминов [6, 7] можно предположить, что такие высокие уровни ретинола в крови являются результатом регулярного использования в питании витаминных комплексов, содержащих витамин А в количестве, превышающем его рекомендуемое суточное потребление в 2–3 раза. Скорее всего это обусловлено существующим мнением о высокой физиологической потребности спортсменов в витамине А: на уровне 2,5–4,2 мг/сут [13]. В пользу этого предположения могут служить данные о том, что концентрация этого витамина в сыворотке крови мужчин и женщин достоверно не различалась и не зависела от вида спорта (табл. 1). По результатам эпидемиологических исследований [2, 10, 11, 15], мужчины, как правило, обеспечены этим витамином лучше, чем женщины, при этом уровень ретинола обычно существенно ниже. Учитывая особенности метаболизма витамина А, определяющие накопление его в печени при избыточном потреблении в виде ретинола и его соединений, а также потенциальное токсическое и тератогенное действие приема его высоких доз [22], целесообразно оптимизировать уровень этого витамина в рационе спортсменов в соответствии с физиологической потребностью. Это тем более актуально для спортсменов, поскольку потребление

витамина А свыше 1500 мкг/сут приводит к двукратному увеличению риска перелома бедренной кости [20, 26].

В группах более молодых обследуемых, занимающихся такими видами спорта, как сноуборд и скелетон (средний возраст юниоров этих видов спорта – 15,3±0,3 и 19,2±0,5 года), уровень ретинола в сыворотке крови был достоверно ниже на 44–45%, чем у более взрослых спортсменов (средний возраст 24,8±1,2 и 26,6±1,6 лет). В то же время у спортсменов, занимающихся другими видами спорта, такая закономерность отсутствовала.

**β-Каротин.** Как следует из табл. 2, содержание β-каротина в сыворотке крови спортсменов находилось на нижней границе нормы (20–40 мкг/дл [9]), а недостаток нутриента был выявлен почти у половины обследуемых. Обеспеченность β-каротином спортсменов, занимающихся пулевой стрельбой и бобслеем, оказалась хуже. Медиана концентрации β-каротина в крови составила соответственно 17,0 и 14,9 мкг/дл и была меньше нижней границы нормы на 15 и 26%, а сниженный уровень отмечался у 63 и 75% спортсменов. Спортсмены, занимающиеся биатлоном и скелетоном, были обеспечены этим каротиноидом заметно лучше: средний уровень (табл. 2) и медиана (25,2 и 25,8 мкг/дл) превысили нижнюю границу нормы на 78–85 и 26–29% соответственно.

Содержание β-каротина в сыворотке крови обследуемых не зависела от возраста спортсменов: у юниоров уровень β-каротина и частота выявления его недостатка достоверно не отличались от таковых у взрослых спортсменов.

В целом мужчины были обеспечены β-каротином хуже: среди них в 1,5 раза чаще ( $p < 0,05$ ) обнару-

живался недостаток этого нутриента, а средний уровень в сыворотке крови был достоверно меньше на 35%, чем у женщин. Наиболее выраженными гендерные различия были у спортсменов, занимающихся скелетоном (табл. 2). Полученные результаты полностью согласуются с данными эпидемиологических исследований, свидетельствующих о лучшей обеспеченности женщин  $\beta$ -каротином [2, 10, 11], причиной которой, вероятно, является большее по сравнению с мужчинами потребление овощей и фруктов – основных источников каротиноидов.

**Витамин Е.** Как видно из данных, представленных в табл. 3, содержание витамина Е в сыворотке крови спортсменов находилось в пределах нормы (0,8–1,5 мг/дл [9]), однако частота выявления сниженной обеспеченности спортсменов этим антиоксидантом в различных видах спорта составила 10–25%. Исключением явились спортсмены-биатлонисты, у которых уровень токоферолов в сыворотке крови был выше нижней границы нормы.

Взрослые спортсмены были адекватно обеспечены витамином Е, а частота выявления сниженной обеспеченности токоферолами не превышала 8%. У взрослых спортсменов-биатлонистов в отличие от юниоров средняя концентрация (см. табл. 3) и медиана показателя (1,93 мг/дл) даже превысили верхнюю границу нормы (1,5 мг/дл сыворотки крови [9]) на 26 и 29%, что, возможно, свидетельствовало о развитии у обследуемых гиперлипидемии [1, 17].

За исключением биатлонистов среди молодых спортсменов недостаток этого антиоксиданта отмечался значительно чаще, чем среди взрослых спортсменов. Средняя концентрация токоферолов в крови юниоров была достоверно меньше на 15% по сравнению с таковой у взрослых спортсменов, а в таких видах спорта как биатлон, сноуборд и скелетон – на 41–62%. Следует особо отметить, что у юниоров, занимающихся сноубордом, медиана этого показателя находилась на нижней границе его нормы (0,81 мг/дл), а недостаток этого антиоксиданта отмечали почти у 40% молодых спортсменов. Полученные данные согласуются с результатами исследования, которое выявило сниженный уровень антиоксиданта примерно у 40% подростков баскетболистов и пловцов [5, 12].

Содержание витамина Е в сыворотке крови мужчин и женщин и частота выявления среди них сниженной обеспеченности этим нутриентом достоверно не различались, однако у спортсменов-мужчин, занимающихся фристайлом, его уровень был ниже, чем у спортсменок на 32% (различия по группам имели характер тенденции).

**Витамин С.** Как следует из табл. 4, содержание аскорбиновой кислоты в сыворотке крови спортсменов, занимающихся различными видами спорта, находилось на оптимальном уровне (0,7–1,5 мг/дл [9]). Уровень этого антиоксиданта ниже оптимального был отмечен примерно у 12% всех обследуемых. У всех биатлонистов

**Таблица 2.** Содержание  $\beta$ -каротина в сыворотке крови ( $M \pm m$ , мкг/дл) и частота встречаемости (в %) сниженной обеспеченности спортсменов этим каротиноидом

Вид спорта	Группы				
	все обследуемые	юниоры	взрослые спортсмены	мужчины	женщины
Все виды	25,1 $\pm$ 1,7	24,6 $\pm$ 2,0	25,7 $\pm$ 3,1	20,8 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	32,0 $\pm$ 3,9
<i>n</i>	169	102	67	101	68
% лиц с уровнем ниже нормы	54,5	57,8	49,2	63,1 <sup>b</sup>	40,6
Пулевая стрельба	19,2 $\pm$ 1,2	20,2 $\pm$ 1,6	17,9 $\pm$ 2,0	17,2 $\pm$ 1,5 <sup>b*</sup>	21,9 $\pm$ 2,0
<i>n</i>	59	34	25	33	26
% лиц с уровнем ниже нормы	62,7	70,6	52,0	75,8 <sup>b</sup>	46,2
Биатлон	35,5 $\pm$ 8,1	36,5 $\pm$ 10,5	32,6 $\pm$ 10,2	26,4 $\pm$ 4,9	60,9 $\pm$ 25,9
<i>n</i>	19	14	5	14	5
% лиц с уровнем ниже нормы	36,8	42,9	20,1	35,7	40,0
Сноуборд	25,7 $\pm$ 4,1	22,1 $\pm$ 5,1	32,4 $\pm$ 6,9	25,7 $\pm$ 4,8	25,6 $\pm$ 7,4
<i>n</i>	20	13	7	11	9
% лиц с уровнем ниже нормы	50,0	61,5	28,6	72,7 <sup>b</sup>	22,2
Фристайл	22,7 $\pm$ 2,8	30,2 $\pm$ 9,4	20,3 $\pm$ 2,0	23,1 $\pm$ 3,2	20,7 $\pm$ 5,3
<i>n</i>	20	5	15	17	3
% лиц с уровнем ниже нормы	45,0	40,0	46,7	41,1	66,7
Бобслей	17,6 $\pm$ 2,8	18,8 $\pm$ 3,4	12,9 $\pm$ 2,7	16,8 $\pm$ 3,1	20,0 $\pm$ 6,5
<i>n</i>	20	16	4	15	5
% лиц с уровнем ниже нормы	75,0	68,8	100	80,0	60,0
Скелетон	37,0 $\pm$ 6,6	30,1 $\pm$ 4,8	49,3 $\pm$ 16,2	21,2 $\pm$ 3,4 <sup>b</sup>	48,8 $\pm$ 10,5
<i>n</i>	31	20	11	11	20
% лиц с уровнем ниже нормы	41,9	40,0	45,5	72,7 <sup>b</sup>	25,0

**Таблица 3.** Содержание токоферолов в сыворотке крови спортсменов ( $M \pm m$ , мкг/дл) и частота встречаемости (в %) сниженной обеспеченности спортсменов витамином Е

Вид спорта	Группы				
	все обследуемые	юниоры	взрослые спортсмены	мужчины	женщины
Все виды	1,22±0,03	1,16±0,04 <sup>a</sup>	1,33±0,05	1,21±0,04	1,25±0,05
<i>n</i>	169	102	67	101	68
% лиц с уровнем ниже нормы	13,6	19,6 <sup>a</sup>	4,6	14,6	12,5
Пулевая стрельба	1,20±0,05	1,19±0,06	1,22±0,07	1,14±0,06	1,28±0,08
<i>n</i>	59	34	25	33	26
% лиц с уровнем ниже нормы	16,9	23,5	8,0	18,2	15,4
Биатлон	1,36±0,11	1,17±0,08 <sup>a</sup>	1,89±0,19	1,38±0,14	1,29±0,12
<i>n</i>	19	14	5	14	5
% лиц с уровнем ниже нормы	0	0	0	0	0
Сноуборд	1,14±0,08	1,00±0,11 <sup>a</sup>	1,41±0,05	1,19±0,11	1,08±0,13
<i>n</i>	20	13	7	11	9
% лиц с уровнем ниже нормы	25,0	38,5	0	27,3	22,2
Фристайл	1,19±0,07	1,14±0,10	1,21±0,09	1,14±0,08 <sup>b*</sup>	1,50±0,11
<i>n</i>	20	5	15	17	3
% лиц с уровнем ниже нормы	10,0	20,0	6,7	11,8	0
Бобслей	1,24±0,09	1,27±0,11	1,12±0,10	1,26±0,11	1,18±0,09
<i>n</i>	20	16	4	15	5
% лиц с уровнем ниже нормы	15,0	18,9	0	20,0	0
Скелетон	1,26±0,08	1,07±0,08 <sup>a</sup>	1,62±0,10	1,27±0,12	1,26±0,11
<i>n</i>	31	20	11	11	20
% лиц с уровнем ниже нормы	9,7	15,0	0	9,1	10,0

**Таблица 4.** Содержание аскорбиновой кислоты в сыворотке крови спортсменов ( $M \pm m$ , мкг/дл) и частота встречаемости (в %) сниженной обеспеченности спортсменов витамином С

Вид спорта	Группы				
	все обследуемые	юниоры	взрослые спортсмены	мужчины	женщины
Все виды	1,06±0,03	1,08±0,03	1,04±0,06	0,96±0,03 <sup>b</sup>	1,20±0,05
<i>n</i>	137	82	55	77	60
% лиц с уровнем ниже нормы	11,7	9,2	14,5	16,9 <sup>b</sup>	5
Пулевая стрельба	1,10±0,06	1,09±0,05	1,11±0,17	0,95±0,06 <sup>b</sup>	1,27±0,11
<i>n</i>	45	31	14	24	21
% лиц с уровнем ниже нормы	8,9	6,5	14,3	12,5	4,8
Биатлон	1,21±0,08	1,18±0,09	1,35±0,05	1,18±0,11	1,24±0,12
<i>n</i>	10	8	2	5	5
% лиц с уровнем ниже нормы	0	0	0	0	0
Сноуборд	1,07±0,10	1,27±0,08 <sup>a</sup>	0,78±0,13	1,03±0,15	1,03±0,15
<i>n</i>	12	7	5	6	6
% лиц с уровнем ниже нормы	16,7	0	40,0	16,7	16,7
Фристайл	0,94±0,06	1,12±0,16	0,87±0,05	0,89±0,06	1,10±0,14
<i>n</i>	20	5	15	17	3
% лиц с уровнем ниже нормы	15,0	20,0	13,3	17,6	0
Бобслей	1,02±0,07	1,00±0,09	1,05±0,10	0,94±0,08 <sup>b*</sup>	1,17±0,11
<i>n</i>	25	13	12	16	9
% лиц с уровнем ниже нормы	16,0	23,1	8,3	18,9	11,1
Скелетон	1,07±0,07	0,98±0,06	1,33±0,18	0,90±0,09 <sup>b*</sup>	1,19±0,10
<i>n</i>	25	18	7	10	15
% лиц с уровнем ниже нормы	12,0	11,1	14,3	30,0	0

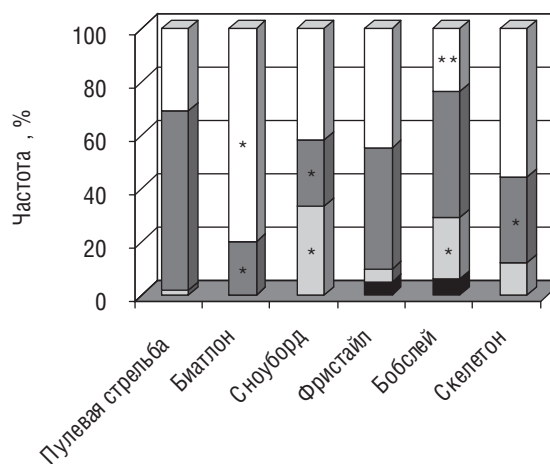
обеспеченность витамином С находилась на оптимальном уровне. Среди спортсменов других видов спорта уровень этого антиоксиданта ниже оптимального был отмечен у 9–17% обследуемых.

Обеспеченность витамином С юниоров и частота выявления у них недостаточности этого нутриента достоверно не отличались от таковых у взрослых спортсменов, за исключением занимающихся сноубордом (концентрация аскорбиновой кислоты в крови взрослых сноубордистов была достоверно меньше на 63%, чем у юниоров).

В целом мужчины были обеспечены витамином С хуже: уровень аскорбиновой кислоты в сыворотке крови был достоверно ниже на 25%, а частота выявления сниженной обеспеченности антиоксидантом, напротив – выше почти в 3 раза, чем среди женщин. Более выраженное различие по этому показателю в группах мужчин и женщин отмечалось у спортсменов, занимающихся пулевой стрельбой: содержание витамина С в сыворотке крови у мужчин было меньше на 34% ( $p < 0,05$ ), чем у женщин.

**Витамин В<sub>2</sub>.** Как видно из представленных данных в табл. 4, концентрация рибофлавина в сыворотке крови спортсменов находилась в пределах нормы (6,0–20,0 нг/мл [9]), при этом частота выявления сниженного уровня этого показателя среди спортсменов в различных видах спорта варьировала от 15% (скелетон) до 67% (фристайл) и составила в среднем 44%. В целом обеспеченность этим витамином юниоров и взрослых спортсменов достоверно не различалась, а сниженное содержание нутриента в крови было выявлено почти у половины обследуемых этих 2 возрастных групп, что согласуется с результатами ранее проведенных обследований детей среднего школьного возраста, занимающихся другими видами спорта [5, 12]. У мужчин-спортсменов концентрация рибофлавина в сыворотке крови была недостоверно меньше на 21%, а частота выявления сниженного уровня больше, чем у женщин на 64% (различие имело характер тенденции).

В целом, как следует из рисунка, биатлонисты лучше других спортсменов обеспечены витаминами. Подавляющее большинство (80,0%) были оптимально обеспечены всеми 3 антиоксидантами ( $\beta$ -каротином и витаминами Е и С). Что касается других видов спорта, то относительное количество спортсменов, полностью обеспеченных этими эссенциальными нутриентами, не превышало 56% (среди занимающихся скелетоном). Доля обеспеченных всеми антиоксидантами спортсменов среди занимающихся пулевой стрельбой (31,1%) и бобслеем (23,5%) была достоверно ниже, чем среди биатлонистов. Сниженный уровень в сыворотке крови одного антиоксиданта (преимущественно  $\beta$ -каротина) чаще всего регистрировали среди лиц, занимающихся пулевой стрельбой –



Относительное количество спортсменов, занимающихся разными видами спорта, со сниженным уровнем в сыворотке крови антиоксидантов ( $\beta$ -каротина и витаминов С и Е). Белым цветом обозначена доля лиц, обеспеченных всеми витаминами-антиоксидантами, темно-серым – доля лиц со сниженным уровнем 1 антиоксиданта, серым цветом – 2 антиоксидантов, черным – 3.

\* – достоверные различия ( $p < 0,05$ ) от группы спортсменов, занимающихся пулевой стрельбой, \*\* – от биатлонистов.

у 66,7%. Одновременный недостаток всех трех антиоксидантов обнаруживался только у спортсменов, занимающихся фристайлом и бобслеем (5,0–5,9%). Выявленные сниженные уровни антиоксидантов в сыворотки крови у 40% обследованных сочетались с дефицитом витамина В<sub>2</sub>.

Изучение биохимических маркеров витаминной обеспеченности юниоров и взрослых спортсменов свидетельствует о неадекватной обеспеченности рядом витаминов и необходимости оптимизации витаминного состава рациона спортсменов, занимающихся различными видами спорта, с учетом возрастных и гендерных различий, причем вопреки сложившимся стереотипам оптимизация подразумевает не только увеличение потребления витаминов, что, безусловно, актуально для витаминов Е, группы В, каротиноидов, но иногда и, наоборот, их снижение (витамин А) до уровня, соответствующего физиологической потребности. Последнее согласуется с мнением других авторов о том, что для проявления защитного действия, обусловленного антиоксидантными свойствами витаминов, достаточно значительно более низких доз витаминов (Е – 100–200 мг, С – 200–500 мг) [16, 21, 24, 25].

Обнаруженный в нашем исследовании дефицит витамина В<sub>2</sub> может с высокой степенью вероятности указывать на наличие недостатка других витаминов группы В. В этой связи необходимо обратить внимание на необходимость устранения существующего дефицита всех витаминов, а не делать акцент исключительно на витаминах-анти-

**Таблица 5.** Содержание рибофлавина в сыворотке крови ( $M \pm m$ , нг/мл) и частота встречаемости (в %) сниженной обеспеченности спортсменов витамином В<sub>2</sub>

Вид спорта	Группы				
	все обследуемые	юниоры	взрослые спортсмены	мужчины	женщины
Все виды	7,1±0,4	7,6±0,7	6,5±0,6	6,3±0,5	8,0±0,8
<i>n</i>	64	35	29	36	28
% лиц с уровнем ниже нормы	43,8	40,0	48,2	52,7b*	32,1
Пулевая стрельба	6,7±0,6	6,8±1,2	6,7±0,7	6,2±0,6	7,4±1,2
<i>n</i>	35	14	21	20	13
% лиц с уровнем ниже нормы	54,3	64,3	47,6	55,0	61,5
Сноуборд	6,8±1,1	6,8±1,1	–	5,7±0,6	8,3±2,4
<i>n</i>	7	7		4	3
% лиц с уровнем ниже нормы	42,9	42,9	–	50,0	33,3
Фристайл	5,5±0,9	–	5,5±0,9	5,2±1,1	–
<i>n</i>	6		6	5	
% лиц с уровнем ниже нормы	66,7	–	66,7	80,0	–
Скелетон	9,0±1,0	9,0±1,0	–	7,8±1,8	9,7±1,2
<i>n</i>	13	13		5	8
% лиц с уровнем ниже нормы	15,4	15,4	–	40,0	0

оксидантах. Так, прием в течение 3 мес избыточного количества витамина С приводил к чрезмерному повышению его уровня в крови юных пловцов, но, естественно, не ликвидировал имеющийся у них дефицит других витаминов [12]. В этой ситуации наиболее обоснованным и вместе с тем безопасным способом восполнения недостатка витаминов в рационе большинства спортсменов

является регулярное включение в питание витаминно-минеральных комплексов и/или обогащенных пищевых продуктов. Они должны содержать полный набор всех или, по крайней мере, большинства витаминов, причем не в избыточных количествах, а в дозах, адекватных для поддержания витаминного статуса организма спортсмена на оптимальном уровне.

### Сведения об авторах

ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва):

*Бекетова Нина Алексеевна* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ

E-mail: beketova@ion.ru

*Кошелева Ольга Васильевна* – научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ

E-mail: kosheleva@ion.ru

*Переверзева Ольга Георгиевна* – научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ

E-mail: kodentsova@ion.ru

*Вржесинская Оксана Александровна* – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ

E-mail: vr.oksana@yandex.ru

*Коденцова Вера Митрофановна* – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией витаминов и минеральных веществ

E-mail: kodentsova@ion.ru

*Солнцева Татьяна Николаевна* – научный сотрудник лаборатории спортивного питания с группой алиментарной патологии

E-mail: tsolntseva@mail.ru

*Ханферьян Роман Авакович* – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией спортивного питания с группой алиментарной патологии

E-mail: khanferyan@ion.ru

## Литература

1. Бекетова Н.А., Дербенева С.А., Спиричев В.Б. др. // *Вопр. питания.* – 2007. – Т. 76, № 3. – С. 11–18.
2. Бекетова Н.А., Спиричева Т.В., Переверзева О.Г. и др. // *Вопр. питания.* – 2009. – Т. 78, № 6. – С. 53–59.
3. Вржесинская О.А., Коденцова В.М., Спиричев В.Б. и др. // *Вопр. питания.* – 1994. – Т. 63, № 6. – С. 9–12.
4. Вржесинская О.А., Никитюк Д.Б., Коденцова В.М. // *Вопр. питания.* – 2009. – Т. 78, № 3. – С. 67–78.
5. Вржесинская О.А., Переверзева О.Г., Бекетова Н.А., Исаева В.А. // *Вопр. питания.* – 2004. – Т. 73, № 2. – С. 22.
6. Коденцова В.М., Вржесинская О.А. // *Там же.* – 2006. – Т. 75, № 1. – С. 30–39.
7. Коденцова В.М., Вржесинская О.А. // *Там же.* – 2006. – Т. 75, № 5. – С. 34–44.
8. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Мазо В.К. // *Там же.* – 2013. – Т. 82, № 3. – С. 11–18.
9. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Спиричев В.Б. // *Там же.* – 2010. – Т. 79, № 3. – С. 68–72.
10. Спиричев В.Б., Блажевич Н.В., Исаева В.А. // *Там же.* – 1995. – № 5. – С. 3–8.
11. Спиричев В.Б., Блажевич Н.В., Коденцова В.М. и др. // *Там же.* – 1995. – № 4. – С. 5–12.
12. Спиричев В.Б., Вржесинская О.А., Коденцова В.М. и др. // *Вопр. дет. диетологии.* – 2011. – Т. 9, № 4. – С. 39–45.
13. Токаев Э.С., Хасанов А.А. // *Вестн. спорт. науки.* – 2011. – № 4. – С. 38–43.
14. Якушина Л.М., Бекетова Н.А., Харитончик Л.А. и др. // *Вопр. питания.* – 1993. – № 1. – С. 43–47.
15. Ballew C., Bowman B.A., Sowell A.L. et al. // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2001. – Vol. 73, N 3. – P. 586–593.
16. Frei B., Birlouez-Aragon I., Lykkesfeldt J. // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2012. – Vol. 52, N 9. – P. 815–829.
17. Gey K.F., Puska P., Jordan P. et al. // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1991. – Vol. 53, N 1 (Suppl). – P. 326S–334S.
18. Ji L.L. // *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* – 1999. – Vol. 222, N 3. – P. 283–292.
19. Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Spirichev V.B. // *Ann. Nutr. Metab.* – 1995. – Vol. 39. – P. 355–360.
20. Lim L.S., Harnack L.J., Lazovich D., Folsom A.R. // *Osteoporos Int.* – 2004. – Vol. 15. – P. 552–559.
21. Machefer G., Groussard C., Vincent S. et al. // *J. Am. Coll. Nutr.* – 2007. – Vol. 26, N 2. – P. 111–120.
22. McLaren D.S.; Kraemer K. // *World Rev. Nutr. Diet.* – 2012. – Vol. 103. – P. 33–51.
23. Rousseau A.S., Hininger I., Palazzetti S. et al. // *Br. J. Nutr.* – 2004. – Vol. 92, N 3. – P. 461–468.
24. Sureda A., Tauler P., Aguilu A. et al. // *Ann. Nutr. Metab.* – 2008. – Vol. 52, N 3. – P. 233–240.
25. Takanami Y., Iwane H., Kawai Y. et al. // *Sports Med.* – 2000. – Vol. 29, N 2. – P. 73–83.
26. Williams S.E., Seidner D.L. // *Gastroenterol. Clin. North Am.* – 2007. – Vol. 36, N 1. – P. 161–190.



## Для корреспонденции

Сорокина Елена Юрьевна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания с группой «Консультативно-диагностический центр “Здоровое питание”» ФГБУ «НИИ питания» РАМН  
Адрес: 109240, г. Москва, Устьинский проезд, д. 2/14  
Телефон: (495) 698-53-87

Е.Ю. Сорокина<sup>1</sup>, Т.Н. Солнцева<sup>1</sup>, Р.М. Раджабканиев<sup>1</sup>, А.С. Самойлов<sup>2</sup>

## Идентификация генетических полиморфизмов, ассоциированных с избыточной массой тела, у спортсменов зимних видов спорта

Identification of genetic polymorphisms associated with overweight in athletes of winter sports

E.Yu. Sorokina<sup>1</sup>, T.N. Solntseva<sup>1</sup>, R.M. Radzhabkadiyev<sup>1</sup>, A.S. Samoylov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «НИИ питания» РАМН, Москва

<sup>2</sup> ФГБУЗ «Центр лечебной физкультуры и спортивной медицины» ФМБА России, Москва

<sup>1</sup> Institute of Nutrition of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

<sup>2</sup> Center for Physical Therapy and Sports Medicine of FMBA of Russia, Moscow

*У спортсменов высокой квалификации в возрасте до 30 лет, занимающихся биатлоном (n=25) и бобслеем (n=28), идентифицирован полиморфизм rs9939609 гена FTO, Trp64Arg гена ADRB3 и -866G>A гена UCP2 с использованием мультиплексной аллель-специфичной ПЦР с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в реальном времени. Получены данные о частоте встречаемости аллеля риска ожирения. Результаты исследования полиморфизма rs9939609 гена FTO у спортсменов, занимающихся биатлоном, показали, что 30% из них являются носителями аллеля риска ожирения (A). Среди спортсменов, занимающихся бобслеем, частота аллеля A несколько выше, чем в европейских популяциях и составляет 55,4%. Изучение полиморфизма Trp64Arg гена ADRB3 показало, что у биатлонистов частота встречаемости аллеля риска ожирения 64Arg несколько выше (14%), чем в европейской популяции и у спортсменов, занимающихся биатлоном (5,4%). Результаты идентификации полиморфизма -866G>A гена UCP2 у биатлонистов и спортсменов, занимающихся бобслеем, выявили частоту встречаемости аллеля риска ожирения соответственно 52 и 58,7%.*

**Ключевые слова:** аллель риска ожирения, полиморфизм rs9939609 гена FTO, полиморфизм Trp64Arg гена ADRB3, полиморфизм -866G>A гена UCP2.

*The identification of polymorphisms rs9939609 gene FTO, Trp64Arg ADRB3 and gene -866G>A UCP2 gene using multiplex allele-specific PCR hybridization-fluorescence detection in real time has been carried out in highly skilled athletes under the age of 30 years engaged in biathlon (n=25) and bobsleigh (n=28). The data on the frequency of allele risk of obesity has been obtained. The study of polymorphism rs9939609 of the FTO gene in biathletes found that 30% of them are carriers of the risk allele of obesity (A). Among the bobsledder the frequency of allele A is slightly higher than in European populations and is 55,4%.*

*The study of gene polymorphism Trp64Arg ADRB3 showed that the frequency of risk allele of obesity 64Arg in biathletes (14%) was slightly higher than in the European population and biathletes (5,4%). The results of the identification of polymorphism -866G> A gene UCP2 in biathletes and bobsledders, found the incidence of obesity risk allele, respectively, 52 and 58,7%.*

**Key words:** obesity risk allele, rs9939609 polymorphism of the gene FTO, Trp64Arg polymorphism of the gene ADRB3, -866G> A polymorphism of the gene UCP2

В конце 1980-х гг. в связи с активным внедрением методов картирования генов, а также в рамках проекта «Геном человека» стали появляться данные о генах, ассоциированных с проявлением и развитием физических качеств человека. В 1995 г. американский (до этого работавший в Канаде) ученый Клод Бушар начал грандиозный международный проект «HERITAGE» (сокращение от слов HEalth, Risk Factors, Exercise Training And GEnetics), в котором участвовали несколько исследовательских центров и изучалась связь между генотипическими и фенотипическими данными у свыше 800 человек после нескольких недель различных физических нагрузок. Спортивная генетика – направление генетики, изучающее геном человека в аспекте физической (в частности спортивной) деятельности. Впервые термин «генетика физической (или двигательной) деятельности» (Genetics of Fitness and Physical Performance) был предложен Клодом Бушаром в 1983 г. Тогда он опубликовал два обзора в одном номере журнала «Exercise and Sport Science reviews» [цит. по 4], где представил обобщающие факты, во-первых, об индивидуальных различиях в ответ на физические нагрузки, во-вторых, о наследуемости многих физических, физиологических и биохимических качествах, вовлеченных в процесс физической деятельности.

Серьезными медицинскими проблемами последних десятилетий стали избыточная масса тела и ожирение, в значительной мере определяющиеся генетическими факторами. В различных популяциях выявлено более сотни генетических полиморфизмов, в той или иной степени связанных с развитием ожирения.

Наиболее достоверно связь с избыточной массой тела установлена у полиморфизма rs9939609 гена FTO. Показано, что аллель А этого полиморфизма достоверно ассоциирован с ожирением в европейской, японской, мексиканской и китайской популяциях [5, 11, 14, 15, 22]. Результаты многочисленных исследований показали, что частота встречаемости этого аллеля составляет 46% среди жителей Западной и Центральной Европы, 51% среди уроженцев Западной Африки и 16% в китайской популяции [12, 13]. Установлено,

что носители этого аллеля имеют массу тела в среднем на 1,2 кг выше по сравнению с людьми, у которых аллель отсутствует; наличие двух аллелей А сопровождается увеличением массы тела в среднем на 3 кг [9, 10, 12].

Другими ассоциированным с ожирением полиморфизмами являются варианты Trp64Arg гена ADRB3 и -866G>A гена UCP2. Показано, что аллель 64Arg варианта Trp64Arg связан с висцеральным типом ожирения в европейской, японской и южнокитайской популяции [6, 16, 17]. Выявлена ассоциация аллеля А варианта -866G>A с избыточной массой тела для испанской и датской популяций, а также среди детей венгерской популяции [3, 7, 18].

## Материал и методы

В представленной работе проведена идентификация полиморфизмов rs9939609 гена FTO, Trp64Arg гена ADRB3 и -866G>A гена UCP2. Обследованы профессиональные спортсмены высокой квалификации в возрасте до 30 лет, занимающиеся биатлоном ( $n=25$ ) и бобслеем ( $n=28$ ). От всех спортсменов было получено письменное информированное согласие на участие в обследовании.

ДНК выделяли из крови стандартным методом с использованием сорбента и набора реагентов «ДНК-сорб-С» (ФГУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, Москва). Генотипирование осуществляли с использованием мультиплексной аллель-специфичной ПЦР с гибридационно-флуоресцентной детекцией в реальном времени [8, 19, 20]. Для проведения амплификации использовали амплификатор «RotorGene-6000» (Германия).

## Результаты

Результаты исследования полиморфизма rs9939609 гена FTO у спортсменов, занимающихся биатлоном, показали, что треть из них являются носителями аллеля риска ожирения (А), что позволяет оценить частоту встречаемости его как обычную в Европе, в том числе в реги-

Таблица 1. Распределение генотипов и частоты аллелей полиморфизма rs9939609 гена *FTO*

Вид спорта	Распределение генотипов						Частоты аллелей			
	ТТ		АТ		А/А		А		Т	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Биатлон (n=25)	12	48	11	44	2	8	15	30	35	70
Бобслей (n=28)	4	14,3	17	60,7	7	25	31	55,4	25	44,6

Таблица 2. Распределение генотипов и частоты аллелей полиморфизма Trp64Arg гена *ADRB3*

Вид спорта	Распределение генотипов						Частоты аллелей			
	Trp64 Trp		Trp64Arg		Arg 64Arg		64Arg		64 Trp	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Биатлон (n=25)	18	72	7	28	0	0	7	14	43	86
Бобслей (n=28)	25	89,3	3	10,7	0	0	3	5,4	53	94,6

Таблица 3. Распределение генотипов и частоты аллелей полиморфизма -866G>A гена *UCP2*

Вид спорта	Распределение генотипов						Частоты аллелей			
	G/G		A/G		A/A		A		G	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Биатлон (n=25)	3	12	18	72	4	16	26	52	24	48
Бобслей (n=23)	4	17,4	11	47,8	8	34,8	27	58,7	19	41,3

онах Российской Федерации [1, 9, 14]. Однако у спортсменов, занимающихся бобслеем, частота аллеля риска ожирения (А) несколько выше, чем в европейских популяциях и выявляется более чем у половины обследованных (табл. 1). Что касается полиморфизма Trp64Arg гена *ADRB3*, то у биатлонистов частота встречаемости аллеля риска ожирения 64Arg, несколько выше (14%), чем в европейских популяциях [2] и у спортсменов, занимающихся биатлоном (табл. 2). Результаты идентификации полиморфизма -866G>A гена *UCP2* выявили сходные данные у спортсменов обеих групп, при этом частота встречаемости аллеля риска ожирения достаточно высока и пре-

вышает 50% (табл. 3). Следует, однако, отметить, что ассоциация этого полиморфизма с избыточной массой тела в настоящее время изучена недостаточно, а изучение связи с диабетом типа 2 привело к неоднозначным результатам в разных популяциях [3, 21].

Для подтверждения более достоверной ассоциации данных полиморфизмов с ожирением необходимы дальнейшие исследования на популяции спортсменов большей численности. Однако ясно, что исследование полиморфизма генов, связанных с ожирением, крайне важны не только для обычной популяции населения, но и для лиц, связанных с высокими физическими нагрузками.

### Сведения об авторах

*Сорокина Елена Юрьевна* – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания с группой «Консультативно-диагностический центр «Здоровое питание»» ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)

E-mail: sorokina@ion.ru

*Солнцева Татьяна Николаевна* – научный сотрудник лаборатории спортивного питания с группой алиментарной патологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)

E-mail: tsolntseva@mail.ru

*Раджаббадиев Раджаб Магомедович* – стажер-исследователь лаборатории спортивного питания с группой алиментарной патологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва)

E-mail: 89886999800@mail.ru

*Самойлов Александр Сергеевич* – кандидат медицинских наук, директор ФГБУЗ «Центр лечебной физкультуры и спортивной медицины» ФМБА России (Москва)

E-mail: csm-rz@mail.ru

Литература

1. Батурин А.К., Анохина О.В., Сорокина Е.Ю. и др. // *Вопр. питания.* – 2012. – № 5. – С. 53–56.
2. Батурин А.К., Погожева А.В., Сорокина Е.Ю. и др. // *Вопр. питания.* – 2012. – № 2. – С. 23–27.
3. Andersen G., Dalgaard L.T., Justesen J.M. et al. // *Int. J. Obes. (Lond.)*. – 2013. – Vol. 37, N 2. – P. 175–181.
4. Bouchard C., Hoffman E.P. Genetic and Molecular Aspects of Sports Performance. – 2011. 424 p.
5. Chang Yi-C., Liu Pi-H., Lee W.-J. et al. // *Diabetes.* – 2008. – Vol. 57. – P. 2245–2252.
6. Clement K., Vaisse C., Manning B.S. et al. // *N. Engl. J. Med.* – 1995. – Vol. 333. – P. 352–354.
7. Csernus K., Pauler G., Erhardt E. et al. // *Acta Paediatr.* – 2013. – Vol. 102, N 5.
8. Cecil J.E., Tavendale R., Watt P. // *N. Engl. J. Med.* – 2008. – Vol. 359. – P. 2558–2566.
9. Frayling T.M., Timpson N.J., Weedon M. N. et al. // *Science.* – 2007. – Vol. 316, N 5826. – P. 889–894.
10. Hinney A., Hebebrand J. // *Obes. Facts.* – 2008. – Vol. 1. – P. 35–42.
11. Hotta K, Nakata Y, Matsuo T, Kamohara S. et al. // *J. Hum. Genet.* – 2008. – Vol. 53. – P. 546–553.
12. Ho A.J., Steina J.L., Huaa X. et al. // *PNAS.* – 2010. – Vol. 107, N 18. – P. 8404–8409. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0910878107](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0910878107)
13. Hennig B.J., Fulford A.J., Sirugo G. et al. // *BMC Medical Genetics.* – 2009. – Vol. 10. – P. 21. doi:10.1186/1471-2350-10-21. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2666669/>
14. Jess T., Zimmermann E., Kring S.I. et al. // *Int. J. Obes. (Lond.)*. – 2008. – Vol. 32, N 9. – P. 1388–1394.
15. Karasawa S., Daimon M., Sasaki S. et al. // *Endocr. J.* – 2010. – Vol. 57, N 4. – P. 293–301.
16. Kim-Motoyama H., Yasuda K., Yamaguchi T. et al. // *Diabetologia.* – 1997. – Vol. 40. – P. 469–472.
17. Thomas G.N., Tomlinson B., Chan J.C.N. et al. // *Int. J. Obes.* – 2000. – Vol. 24. – P. 545–551.
18. Martinez-Hervas S., Mansego M.L., de Marco G. et al. // *Eur. J. Clin. Invest.* – 2012 Feb. – Vol. 42, N 2. – P. 171–178.
19. Luis D.A., Gonzalez Sagrado M., Aller R. et al. // *Eur. J. Intern. Med.* – 2007. – Vol. 18, N 8. – P. 587–592.
20. Lussenko V., Almgren P., Anevski D. et al. // *PLoS Med.* – 2005. – Vol. 2, N 12. – P. e345. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1274281/>
21. Souza B.M., Brondani L.A., Bouc A.P. et al. // *PLoS One.* – 2013. – Vol. 8, N 1. – P. e54259. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3554780/>
22. Zabena C., Gonzales-Sanchez J.L., Martinez-Larrad M.T. et al. // *Obes. Surg.* – 2009. – Vol. 19, N 1. – P. 87–95.

**Для корреспонденции**

Амбражук Иван Иванович – старший врач по спортивной медицине ФГБУЗ «Центр лечебной физкультуры и спортивной медицины» ФМБА России

Адрес: 121059, г. Москва, ул. Б. Дорогомиловская, д. 5

Телефон: (499) 795-68-88

E-mail: ambrazhuk-ivan@yandex.ru

И.И. Амбражук<sup>1</sup>, М.Ю. Яковлев<sup>2</sup>

## Особенности нутрициологической коррекции при подготовке спортсменов-пловцов в условиях среднегорья

Features of nutritive correction in swimmers under their training in midlands

I.I. Ambrazhuk<sup>1</sup>, M.Yu. Yakovlev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУЗ «Центр лечебной физкультуры и спортивной медицины» ФМБА России, Москва

<sup>2</sup> ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва

<sup>1</sup> Center for Physical Therapy and Sports Medicine of FMBA of Russia, Moscow

<sup>2</sup> Russian Research Center for Medical Rehabilitation and Balneology, Moscow

*Оценена эффективность коррекции рациона питания в рамках медико-биологического обеспечения с помощью биологически активных добавок к пище и специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов при тренировке 21 спортсмена-пловца высшей квалификации, в возрасте от 17 до 26 лет, во время тренировочного сбора в условиях среднегорья (высота 1792 м над уровнем моря). Персонализированный подход, а также своевременная коррекция индивидуальных программ медико-биологического обеспечения, особенно нутритивной коррекции, напрямую взаимосвязаны с показателями функционального состояния организма спортсмена, что наиболее важно в период тренировок в условиях среднегорья. По окончании учебно-тренировочного сбора отмечалось ( $p < 0,05$ ) увеличение активности АСТ, АЛТ в плазме крови на 18–42%, снижение активности креатинкиназы на 26% в пределах нормы, а также повышение уровня кортизола на 35%, что говорит об адекватном напряжении систем организма в ответ на представленные нагрузки в совокупности с применением препаратов фармакологической коррекции. Было выявлено увеличение содержания гемоглобина в крови на 5,6% ( $p < 0,05$ ). Оценка состава тела спортсменов показала, что к концу тренировочного цикла в условиях среднегорья у них произошло повышение уровня активной клеточной массы на 3,5% ( $p < 0,05$ ). Достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение потребления кислорода (на 7%) наряду с улучшением результата проплывания дистанции (200 м) в зоне порога анаэробного обмена (на 5%) в конце*

сбора, свидетельствует об эффективности тренировочного процесса в данных условиях и эффективности использования нутритивной поддержки.

**Ключевые слова:** спортсмены-пловцы, тренировки в условиях среднегорья, нутритивная поддержка, функциональные резервы организма, фазовый угол.

*The efficiency of the correction of diet using dietary supplements and special foods for athletes has been evaluated in 21 highly qualified swimmers, aged 17 to 26 years, during training cycle in midlands (altitude 1792 m above sea level). A personalized approach, consisting of the timely correction of individual programs of biomedical support, especially nutritional correction is directly linked to the performance of the functional state of an athlete in the most important period of training in midlands. At the end of training gathering the increase in AcT, ALT blood plasma activity by 18–42% and the reduction in the activity of creatine kinase by 26% in the normal ranges ( $p < 0,05$ ), as well as increased cortisol level by 35% was noted, indicating an adequate voltage of the body systems in response to the load presented in conjunction with the use of pharmacological correction. Hemoglobin concentration in blood increased by 5,6% ( $p < 0,05$ ). Assessment of body composition showed that by the end of the training cycle in midlands there was an increase of active cell mass by 3,5% ( $p < 0,05$ ). Significant ( $p < 0,05$ ) increase in oxygen consumption (by 7%) along with the improvement of swimming in the 200 m in the zone of anaerobic threshold (ANSP) (by 5% ) at the end of the training cycle demonstrate the effectiveness of the training process conditions and effective use of nutritional support.*

**Key words:** athlete-swimmers, training in midlands, nutritional support, functional reserves of the body, the phase angle

Проведение этапа подготовки спортсменов в условиях среднегорья является неотъемлемой частью тренировочного процесса. Об эффективности такой подготовки свидетельствует положительная динамика уровня функциональных резервов организма. Считается доказанным, что тренировки в условиях естественной гипоксии приводят к улучшению функционального состояния и спортивного результата при последующем выступлении в равнинных условиях в случае, если учебно-тренировочные мероприятия в условиях среднегорья заканчивают за 40 или за 21 день до начала соревнований [6]. В настоящий момент используется схема пребывания в среднегорье в течение 21 дня. Данный вариант характеризуется снижением физических нагрузок в фазе острой акклиматизации (3–7 дней) и постепенным повышением интенсивности тренировок в следующем периоде. К концу сбора тренировки проходят с постепенным увеличением объема и интенсивности плавания [7].

В системе медицинского обеспечения тренировочного процесса в условиях среднегорья особую роль играет адекватность питания. Его общие принципы сводятся к использованию высококалорий-

ных диет (на 10–15% выше, чем при тренировках в условиях равнины), пищевых продуктов с хорошей усвояемостью, повышенным содержанием минеральных веществ при увеличенном объеме потребляемой жидкости в период после прохождения этапа острой адаптации, при этом соотношение белков, жиров и углеводов должно составлять 1:0,8:5. При необходимости возможно увеличение белковой компоненты в связи с тренировочными нагрузками и периодом пребывания в горах [4], кроме того, используются незаменимые аминокислоты: лейцин, изолейцин, валин, способствующие улучшению выносливости и ускорению регенерации мышечной ткани, витамины и в ряде случаев гепатопротекторы [3].

С 1970 г. для подготовки в условиях среднегорья пловцы стали использовать тренировочную базу в г. Цахкадзор (Армения). Однако при проведении сбора в Армении невозможно организовать правильное питание из-за особенности местной кухни, а также скудности и однообразия рациона. В результате этого особое внимание уделяется использованию биологически активных добавок к пище (БАД) и специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов, которые обеспе-



чивают полноценность рациона, а также повышают работоспособность или восстанавливают ее до исходного уровня.

В последние годы в восстановительной и спортивной медицине большое внимание уделяется индивидуальному подходу к применению различных медицинских технологий (в том числе к использованию диетологических методик), применяемых с целью повышения функциональных возможностей организма при оздоровлении лиц из групп риска и в ходе медицинской реабилитации [1, 2, 8, 9].

**Цель** исследования – оценить влияние персонализированных программ восстановительной медицины с использованием нутритивной поддержки на эффективность тренировочного процесса подготовки спортсменов-пловцов высшей квалификации в условиях среднегорья.

## Материал и методы

Настоящее исследование проведено с участием 21 спортсмена – пловца высшей квалификации в возрасте от 17 до 26 лет, проходивших периодическое обследование во время тренировочного сбора в условиях среднегорья (г. Цахкадзор, Армения, высота 1792 м над уровнем моря) в феврале на этапе подготовки к чемпионату России и отбору на чемпионат мира. От всех спортсменов было получено информированное согласие.

В течение всего сбора спортсмены принимали БАД и специализированные пищевые продукты для питания спортсменов: Витрум Суперстресс (10 витаминов и железо) по 1 таблетке 1 раз в день, BCAA Amino Vital SUPER SPORTS AJINOMOTO (лейцин, изолейцин, валин, аргинин) по 1 пакету (100 мл) после тренировки, ZMA Optimum Nutrition (цинк, магний, витамин А) по 3 капсулы для мужчин и по 2 капсулы для женщин за 30 мин до сна,  $\omega$ -3 (полиненасыщенные жирные кислоты) по 3 капсулы (543 мг) во время обеда, Sponser Recovery Shake (белковый напиток, содержащий 17,4 г белка, углеводов – 43,3 г, жиров – 1,1 г в одной порции) по 2 ложки (40 г) порошка в 300 мл молока 2 раза в день после тренировки, Sponser Isotonic (углеводный напиток, содержащий 70 г углеводов в одной порции) по 4 ложки (80 г) порошка, разведенных в 1000 мл воды, во время тренировки, а также «Гепабене» (гепатопротектор растительного происхождения) по 1 капсуле 3 раза в день, «Экдистен» (препарат корневища левзеи) по 0,015 г (3 таблетки) после тренировки. Дозировку БАД и специализированных пищевых продуктов корректировали по следующему алгоритму:

1. При наличии повышенной мышечной массы у спортсмена в начале сбора следует отказаться

от назначения препаратов левзеи, а также уменьшить дозировку белкового напитка и/или аминокислот.

2. В течение 2-й и 3-й недели необходимо увеличить энергетическую ценность рациона (за счет специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов и БАД) и объем потребляемой жидкости. Если масса тела не изменяется (не падает уровень активной клеточной массы), калорийность остается без изменений (т.е. схема приема БАД должна остаться прежней). При увеличении массы тела (или при чрезмерном росте мышечной массы) энергетическую ценность рациона необходимо снизить, а также отменить препараты левзеи и уменьшить дозировку аминокислот.

3. При уменьшении массы тела в ходе сбора за счет снижения активной клеточной массы (в том числе скелетной мускулатуры), учащении пульса, нарушении сна на фоне повышения нагрузок необходимо увеличить дозировку гепатопротекторов, белкового напитка и/или аминокислот, увеличить дозировку экдистена, увеличить время отдыха и сна. Спортсменам, которые прибыли с лишней массой тела, коррекцию проводят при достижении веса, близкого к оптимальному.

Нагрузочное тестирование с газоанализом проводили с использованием портативного мобильного комплекса MetaMax 3В фирмы CORTEX (Германия). Газоанализ выдыхаемого воздуха у каждого спортсмена проводили 2 раза (в конце 1-й недели и в течение 3-й недели учебно-тренировочного сбора). Нагрузочное тестирование с использованием газоанализатора выполняли на фоне ступенчатого теста с постепенным увеличением скорости плавания на дистанции 200 м. Отдых между заплывами составлял 45 с. В этот период сразу после промежуточного финиша пловец дышал в газоотводную трубку в течение 10 с. Заканчивался тест при достижении респираторного индекса (R–R интервал), равного 1,0 (количество потребляемого кислорода равнялось количеству выделяемого углекислого газа), т.е. при достижении порога анаэробного обмена. Также определяли биохимические показатели крови и проводили биоимпедансный анализ оценки водных секторов организма (анализ структуры тела, в том числе активной клеточной массы, включающей в себя массу мышц, внутренних органов и нервных клеток; параллельно определяли фазовый угол, который отражает уровень общей работоспособности и интенсивности обмена веществ) с помощью «ABC-01 МЕДАСС» с базовой программой оценки состава тела ABC-0362 [5] в начале, середине и конце сбора, преимущественно на следующий день после теста. Биохимический анализ крови (измерение активности АСТ, АЛТ, КФК, уровня кортизола, гемо-

глобина, железа) проводили с использованием полуавтоматического фотометра «Bio Systems BTS-350» (Испания).

Статистическую обработку данных производили при помощи пакета прикладных программ SPSS 19. Количественные признаки с распределениями, отличными от нормального, описывали медианами (*Me*) и квантилями (нижним, *Q1*, и верхним, *Q3*). Для сравнения связанных групп (анализ динамики) применяли *U*-критерий Вилкоксона.

## Результаты и обсуждение

Предложенную схему нутритивной поддержки, входящую в комплекс медико-биологического обеспечения спортсменов-пловцов, корректировали в течение всего сбора в сторону увеличения или уменьшения дозировок в зависимости от результатов обследования.

С целью оценки эффективности ее применения были проанализированы уровни глюкозы и кортизола, а также потребление кислорода и время проплывания 200 м в начале и в конце сборов (табл. 1).

Как видно из табл. 1, в ходе сбора достоверно увеличился фазовый угол, что указывает на повышение работоспособности к концу сбора на фоне повышенных физических нагрузок. Уровень глюкозы в крови умеренно увеличился или, как у некоторых пловцов, остался без изменения, что говорит об адекватной реакции показателей углеводного обмена у спортсменов на предъявляемые нагрузки, в том числе в период постнагрузочного восстановления. Также отмечалось существенное повышение уровня кортизола (на 35%), который в среднем едва не переходит верхние границы нормы. Данный показатель говорит о значительном, хотя и адекватном напряжении гормональных механизмов выполнения повышенных физических нагрузок. Увеличение потребления кислорода (на 7%) наряду с улучшением результата проплыва дистанции (на 5%) в зоне порога анаэробного обмена (ПАНО) конце сбора свидетельствует об эффективности тренировочного процесса в данных условиях и эффективности использования нутритивной поддержки [6].

Далее для оценки эффективности применения программы были проанализированы такие показате-

**Таблица 1.** Динамика показателей у спортсменов в ходе тренировки в условиях среднегорья

Показатель	Тренировка в условиях среднегорья	
	в начале	в конце
Фазовый угол, град.	7,23 [6,83:7,65]	7,46 [7,2:7,93]*
Уровень глюкозы, ммоль/л	4,3 [4,1:4,49]	4,5 [4,39:4,75]*
Уровень кортизола, нмоль/л	543 [480:517]	733 [661:814]*
Потребление кислорода, л/мин	3,54 [2,68:3,78]	3,79 [2,94:4,01]*
Время проплывания 200 м (своим ведущим стилем в зоне ПАНО), с	144 [138,8:165,3]	137 [135:139]*

**Примечание.** Здесь и в табл. 2–3: данные представлены в виде медианы (*Me*) и квантилями (нижним, *Q1*, и верхним, *Q3*) в формате *Me [Q1:Q3]*. \* – достоверность отличий от показателя в начале сбора по *U*-критерию Вилкоксона ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 2.** Динамика содержания гемоглобина крови, а также активности ферментов в плазме крови у спортсменов-пловцов после тренировок в условиях среднегорья при использовании индивидуальных программ коррекции функционального состояния

Показатели	Тренировка в условиях среднегорья ( $n=21$ )	
	в начале	в конце
Уровень гемоглобина, г/л	143 [131:159]	151 [147:164,5]*
Активность АлАТ, Ед	19 [16:30]	27 [23:31]*
Активность АсАТ, Ед	32 [28,5:37,5]	38 [33:40]*
Активность КФК, Ед	202 [149,5:393]	150 [127:257]*

**Таблица 3.** Динамика биоимпедансных показателей у спортсменов-пловцов при использовании программ коррекции функционального состояния

Показатель	тренировка в среднегорье ( $n=21$ )	
	в начале	в конце
Скелетно-мышечная масса, кг	33,0 [23,8:36,55]	33,4 [23,65:36,15]
Жировая масса, кг	15,1 [13,5:19,75]	15,8 [13,6:19,65]
Активная клеточная масса, кг	37,1 [26,6:40,3]	38,4 [27,5:40,5]*

тели, как активная клеточная масса, содержание гемоглобина в крови, а также активность ферментов в плазме крови.

Как видно из табл. 2, уровень гемоглобина увеличился на 5,6%, что отражает адаптацию организма к физическим нагрузкам в условиях естественной гипоксии [7] и свидетельствует о высокой эффективности подобранного комплекса. Активность АСТ, АЛТ, КФК фактически оставалась в пределах нормы, что свидетельствовало о высокой степени адаптации спортсменов к физическим нагрузкам [10, 11] и доказывает необходимость применения дополнительного питания при высоких физических нагрузках.

Оценка состава тела спортсменов показала, что к концу тренировочного цикла в условиях среднегорья у них происходит повышение уровня активной клеточной массы (табл. 3), что может свидетельствовать о сбалансированности питания и адекватной адаптации к тренировкам.

Разработанный алгоритм персонализации программ медико-биологического обеспечения учебно-тренировочного сбора в условиях среднегорья учитывает особенности функционального состояния спортсмена до и в течение тренировочного сбора, зависит от типа протекания биоэнергетических процессов в организме при повышенных физических нагрузках и определяется динамикой результатов тестирования адаптационных возможностей организма в процессе тренировочного цикла.

Индивидуальные программы медико-биологического обеспечения при тренировке спортсменов-пловцов в условиях среднегорья позволяют существенно повысить функциональные резервы, а также обуславливают положительную динамику биохимических (содержания гемоглобина, глюкозы, кортизола, активности АсАТ, АлАТ, КФК в крови) и биоимпедансных (фазовый угол, активная клеточная и скелетно-мышечная масса) показателей.

#### Сведения об авторах

*Амбразжук Иван Иванович* – старший врач по спортивной медицине ФГБУЗ «Центр лечебной физкультуры и спортивной медицины» ФМБА России (Москва)

E-mail: ambrazhuk-ivan@yandex.ru

*Яковлев Максим Юрьевич* – кандидат медицинских наук, научный сотрудник ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии» Минздрава России (Москва)

E-mail: masdat@mail.ru

#### Литература

1. *Бобровницкий И.П., Василенко А.М.* // Вестн. восстановит. медицины. – 2013. – № 1. – С. 3.
2. *Бобровницкий И.П., Лебедева О.Д., Яковлев М.Ю.* // Вопр. курортол., физиотер. и леч. Физ. культуры. – 2011. – № 6. – С. 40–43.
3. *Кулиненко О.С.* Фармакология спорта. – М.: МЕДпресс-информ, 2007. – 104 с.
4. *Макарова Г.А.* Спортивная медицина – М.: Советский спорт, 2003. – 480 с.
5. *Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г. и др.* Биоимпедансный анализ состава тела человека. – М.: Наука, 2009. – 392 с.
6. *Платонова В.Н.* Плавание. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 496 с.
7. Спортивная медицина: Национальное руководство / Под ред. С.П. Миронова, Б.А. Поляева, Г.А. Макаровой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 1184 с.
8. *Яковлев М.Ю., Бобровницкий И.П., Лебедева О.Д.* // Вопр. курортол., физиотер. и леч. физ. культуры. – 2011. – № 5. – С. 25.
9. *Яковлев М.Ю., Бобровницкий И.П., Лебедева О.Д.* // Вопр. курортол., физиотер. и леч. физ. культуры. – 2012. – № 2. – С. 23–27.
10. *Halsen S.L., Jeukendrup A.E.* // Sports Med. – 2004. – Vol. 34, N 14. – P. 967–981.
11. *Meeusen R., Duclos M., Gleeson M. et al.* // Eur. J. Sport Sci. – 2006. – Vol. 6. – P. 1–14.

**Для корреспонденции**

Новокшанова Алла Львовна – кандидат технических наук,  
доцент кафедры общей и прикладной химии ФГБОУ ВПО  
«Вологодская государственная молочно-хозяйственная  
академия им. Н.В. Верещагина»

Адрес: 160555, г. Вологда, с. Молочное Вологодского района,  
ул. Панкратова, д. 15  
Телефон: (8172) 52-55-51  
E-mail: alla.novok@yandex.ru

А.Л. Новокшанова, Е.В. Ожиганова

## Спортивные напитки: регидратация организма как жизненно важный аспект

Athletic drinks: body  
rehydration as a vital  
aspect

A.L. Novokshanova, E.V. Ozhiganova

ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»  
Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

*Обследованы 106 студентов факультета физической культуры и спортсменов, занимающихся в центре силовых единоборств (в возрасте от 18 до 30 лет). Изучено соотношение между количеством потерянной в ходе физической нагрузки и выпитой во время тренировки и сразу после нее жидкости. Количество потерянной жидкости определено методом измерения массы тела спортсмена до и после тренировки. Проанализированы виды жидкости, используемые для устранения обезвоживания. Выявлено, что при занятиях физической культурой и спортом большая часть обследованных не восстанавливает объем потерянной жидкости (при средней потере массы 1,15 кг объем выпитой жидкости составляет 0,91 л). Между массой тела и количеством потерянной влаги, а также между количеством потерянной влаги и видом спорта в данном исследовании зависимости не выявлено. Потери жидкости у спортсменов в процессе тренировки средней интенсивности продолжительностью 1,5 ч при температуре окружающего воздуха 21–22 °С составили в среднем 1,53% от массы тела и не зависели от вида спорта. Несмотря на то что преимущества спортивных напитков очевидны, доля их употребления среди спортсменов России ничтожно мала. Преимущественное большинство респондентов – 72% – для восстановления жидкости использует обычную или минеральную воду. Лишь 6% обследованных употребляют специализированные спортивные напитки.*

**Ключевые слова:** обезвоживание, регидратация, спортивные напитки

*106 students of the Faculty of Physical Education and athletes who train at the center of power arts (aged 18 to 30 years) have been investigated. The relation between the amount of lost and consumed liquid during physical activity has been studied. The amount of fluid lost was determined by the method of measuring the body mass of an athlete before and after the workout. The kinds of liquids used for eliminating dehydration have been analyzed. It has been revealed that while doing some physical activity and sports most of those being tested don't restore the lost liquid volume (with an average weight loss*

of 1,15 kg the amount of fluids they drunk was 0,91 l). In the given research the interrelation between the body weight and the lost liquid amount, and between the lost liquid amount and the kind of sports has not been exposed. Liquid loss of athletes in the medium intensive training process during the period of 1,5 h at the ambient temperature 21–22 °C constituted on average 1,53% of the body weight and didn't depend on the kind of sports. Despite the advantages of the athletic drinks are evident, the share of their consumption among the athletes in Russia is negligibly small. The great majority of respondents, namely 72%, use common or mineral water to restore the liquid. Only 6% of those being tested consume specialized athletic drinks.

**Key words:** dehydration, rehydration, athletic drinks

Одним из факторов, приводящих к усиленной потере влаги организмом, является физическая активность – неотъемлемая часть здорового образа жизни. Потоотделение при физической активности способствует эффективному поддержанию оптимальной температуры тела, поэтому при занятии спортом необходимо, чтобы в организм поступало достаточное количество влаги. В противном случае усиленное потоотделение приведет к прогрессирующему обезвоживанию организма [1–3], при котором неизбежно ухудшаются физические и умственные способности спортсмена. С точки зрения физиологии это связано не только с нарушением функции терморегуляции организма, но и с нарушением работы сердечно-сосудистой системы [4–6]. Из-за уменьшенного в результате обезвоживания объема крови снижаются сердечный выброс и количество кислорода, доставляемого к мышце [7, 8]. Наблюдения зарубежных авторов показывают, что уровень обезвоживания, при котором работоспособность начинает снижаться, составляет порядка 2% от начальной массы тела [9].

Восполнять потери жидкости можно и питьевой водой. Это лучше, чем не пить ничего. Однако специально разработанные регидрационные напитки, поставляющие в организм вместе с водой углеводы и минеральные вещества, являются оптимальными. Объем напитка для восстановления жидкости должен равняться потере массы в ходе физической нагрузки, а по некоторым данным, превышать это значение в 1,5 раза [9]. Для определения потребности в гидратации организма существует простой тест: определение массы тела до физической нагрузки и после путем взвешивания, особенно если продолжительность занятий составляет менее 2 ч [8, 10].

Как показывают исследования, главным образом зарубежные, вопросы регидратации решаются преимущественно в спорте высших достижений. В России, к сожалению, спортивный напиток редко является неотъемлемой частью занятий спортом,

как в ходе тренировок, так и на соревнованиях. Данный факт подтверждают проведенные нами исследования в части употребления тех или иных напитков с целью утоления жажды людей, занимающихся спортом. **Цель** работы – оценить востребованность спортивных напитков среди лиц, занимающихся физической культурой, а также среди студентов, активно занимающихся спортом.

### Материал и методы

В наблюдении участвовали студенты факультета физической культуры Вологодского государственного педагогического университета и спортсмены, занимающиеся в центре силовых единоборств «Максимус» на базе МБУ «Физкультурно-спортивный центр города Вологды». Всего обследовано 106 человек в возрасте от 18 до 30 лет. Все спортсмены дали информированное согласие на обследование.

В эксперименте контролировали объем жидкости, выпитой во время занятий физической нагрузкой и сразу после нее. Количество жидкости, потерянной во время физической нагрузки, вычисляли по изменению массы тела спортсмена до и после тренировки. Для повышения достоверности исследований были проведены тренировки средней интенсивности, продолжительностью 1,5 ч при температуре окружающего воздуха 21–22 °C.

### Результаты и обсуждение

В наблюдаемых условиях не выявлено зависимости между массой тела и количеством потерянной влаги, а также между количеством потерянной влаги и видом спорта. Однако установлены определенные закономерности между количеством потерянной в процессе физической нагрузки жидкостью и объемом выпитой жидкости

для устранения обезвоживания. Примерно у четверти спортсменов (25,5% участников) количество выпитой жидкости было равно абсолютному уменьшению массы. Значительная часть испытуемых (67,0%) выпивала жидкости меньше, чем потеряла в процессе тренировки. Лишь в 7,5% случаев объем выпитой жидкости был больше количества потерянной влаги.

В среднем масса тела уменьшалась на 1,15 кг, что сопровождалось такими характерными проявлениями, как снижение темпа, мышечной силы, выносливости, концентрации и пр. При этом суммарный объем выпитой жидкости в процессе тренировки и сразу после ее завершения в среднем составил 0,91 л. Таким образом, при занятиях физической культурой и спортом большая часть занимающихся спортом не восстанавливает объем потерянной жидкости.

Между массой тела и количеством потерянной влаги, а также между количеством потерянной влаги и видом спорта в данном исследовании зависимости не выявлено. Потери жидкости у спортсменов в процессе тренировки средней интенсивности продолжительностью 1,5 ч составили в среднем 1,53% от массы тела и не зависели от вида спорта. Отклонение от этого значения в большую или меньшую сторону обусловлено лишь индивидуальными особенностями.

Анализ видов жидкости, которые спортсмены употребляют для утоления жажды, показал, что лишь 6% регулярно в ходе занятий спортом употребляют специализированные спортивные напитки (см. таблицу). Подавляющее большинство обследованных для регидратации организма предпочитают питьевую воду.

Напитки, используемые спортсменами для устранения обезвоживания

Вид жидкости	Число респондентов, %
Вода питьевая (в том числе минеральная)	72
Сок (фруктовый/овощной)	8
Спортивный напиток (регидрационный)	6
Другой напиток (кисломолочный, холодный чай, вода питьевая с аскорбиновой кислотой)	14

Хотя вода утоляет жажду, это не лучший способ для предотвращения обезвоживания организма по нескольким причинам. Во-первых, вода не содержит необходимое количество минеральных веществ. Во-вторых, вода отключает рецепторы жажды прежде, чем организм в полной мере возмещает то количество жидкости, которое потеряно с потом в ходе физической нагрузки. В-третьих, поскольку во время физической нагрузки происходит не только потеря воды и минеральных веществ, но и углеводов и других субстратов, использование для восстановления потери жидкости обычной или минеральной воды не способствует повышению работоспособности спортсменов.

Соки и другие напитки, употребляемые спортсменами (кисломолочные, холодный чай, нектар и т.п.), тоже не оптимальны для утоления жажды. Они могут содержать большое количество углеводов (более 8%) и электролитов, что приводит к увеличению осмотической концентрации содержимого желудка и способствует замедлению его опорожнения.

Несмотря на то что преимущества спортивных напитков очевидны, доля их употребления среди спортсменов России ничтожно мала. Можно обозначить несколько причин, которые приводят к низкой популярности регидрационных спортивных напитков в нашей стране. Прежде всего это связано с недостаточностью информации об их пользе и преимуществе перед другой жидкостью, а также практически полном отсутствии в продаже данных специализированных продуктов. Рынок регидрационных напитков в России не только невелик, но и в основном представлен спортивными напитками импортного производства, что в первую очередь отражается на их стоимости. Как следствие, это приводит к невозможности приобрести регидрационный напиток в необходимом количестве.

Исходя из изложенного можно не сомневаться, что создание регидрационных спортивных напитков, обеспечивающих нутритивную поддержку организма, является перспективным направлением в производстве специализированных пищевых продуктов для спортивного питания в России.

## Сведения об авторах

*Новокшанова Алла Львовна* – кандидат технических наук, доцент кафедры общей и прикладной химии ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»  
E-mail: alla.novok@yandex.ru

*Ожиганова Екатерина Викторовна* – заместитель генерального директора по качеству открытого акционерного общества «Учебно-опытный молочный завод» ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»  
E-mail: molotov1@mail.ru

Литература

1. *Колеман Э.* Питание для выносливости: Пер. с англ. – Мурманск: Тулома, 2005. – 192 с.
2. *Лакен П.* (ред.-сост.) Функциональные напитки и напитки специального назначения: Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с. (Серия: Научные основы и технологии).
3. *Cheuvront S.N., Carter R. 3<sup>rd</sup>, Castellani J.W. et al.* // J. Appl. Physiol. – 2005. – Vol. 99, N 5. – P. 1972–1976.
4. *Cosa D.J., Clarkson P.M., Roberts W.O.* // Curr. Sports Med. Rep. – 2005. – Vol. 4. – P. 115–127.
5. *Coyle E.F.* // Med. Sci. Sports Exerc. – 1992. – Vol. 24 (9S). – P. S324–S330.
6. *Coyle E.F.* // Int. J. Sports Med. – 1998. – Vol. 19. – P. S121–S124.
7. *Gonzalez-Alonso J., Mora-Rodriguez R., Bellow P.R. et al.* // J. Appl. Physiol. – 1997. – Vol. 82, N 4. – P. 1229–1236.
8. *Maughan R.J.* Fundamentals of sports nutrition: application to sports drink // Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects / Maughan R.J., Murray R. – Boca Raton, Florida: CRC Press, 2001. – P. 1–28.
9. *Sawka M. N., Berk L.M., Ihner E.R. et al.* // Med. Sci. Sports Exerc. – 2007. – Vol. 39. – P. 377–390.
10. *Sawka M.N., Coyle E.F.* // Exerc. Sports Sci. Rev. – 1999. – Vol. 27. – P. 167–218.



**Для корреспонденции**

Новокшанова Алла Львовна – кандидат технических наук,  
доцент кафедры общей и прикладной химии  
ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная  
молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»  
Адрес: 160555, г. Вологда, с. Молочное Вологодского района,  
ул. Панкратова, д. 15  
Телефон: (8172) 52-55-51  
E-mail: alla.novok@yandex.ru

А.Л. Новокшанова, Е.В. Ожиганова

## Медико-биологическое обоснование рецептуры регидрационного напитка с использованием молочной сыворотки для спортсменов

Medical and biological  
basis of the recipe  
of whey-containing  
rehydrating beverage  
for the athletes

A.L. Novokshanova, E.V. Ozhiganova

ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная  
академия им. Н.В. Верещагина»  
Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

*В статье по результатам проведенных физико-химических исследований представлен компонентный состав нового изотонического регидрационного напитка, рассчитана его пищевая и энергетическая ценность. В отличие от других спортивных напитков такой направленности третья часть воды в новом продукте заменена сывороткой молока. С физико-химической точки зрения молочная сыворотка является сложной полидисперсной системой, в которой гидратированные белки находятся в состоянии коллоидного раствора, липиды представляют тонко эмульгированные липопротеиновые частицы, углеводный и минеральный компоненты приближены к составу в цельном молоке. Естественный комплекс макро- и микроэлементов (фосфора, кальция, магния, железа, йода, цинка, меди, селена и др.) сыворотки молока, причем большинство из них находится в хелатной форме, по своему широкому спектру и биодоступности оптимален для человека. Содержание витаминов, минеральных веществ, свободных незаменимых аминокислот сыворотки повышает пищевую ценность напитка. Для придания вкуса напитку были использованы натуральные сиропы брусники, клюквы и шиповника, содержащие сахар. Осмоляльность нового напитка находится в пределах 280–350 ммоль/кг H<sub>2</sub>O, что позволяет классифицировать его как изотонический спортивный напиток. Натуральные компоненты, а также умеренное содержание углеводов, липидов и относительно невысокая энергетическая ценность позволяют рекомендовать напиток спортсменам любой специализации без каких-либо ограничений.*

**Ключевые слова:** регидратация, спортивные напитки, углеводы, электролиты, аминокислоты, молочная сыворотка

*According to the results of the physic-chemical research the composition of new isotonic rehydrating beverage has been presented and its nutritional and energy value has been calculated. As opposed to other sport drinks of this kind, a part of water in the new product is substituted by whey. From the physic-chemical standpoint whey is a complicated dispersed system in which hydrated proteins are*

*in the form of colloidal solution, lipids are finely emulsified lipoprotein particles, carbohydrate and mineral components are close to the composition in the whole milk. Natural milk whey complex of macro- and trace elements (phosphorus, calcium, magnesium, iron, iodine, zinc, copper, selenium, etc.), most of which are in chelated form, have high biological value and bioavailability for humans. The content of vitamins, minerals, essential amino acids of whey increases the nutritional value of the beverage. Natural sugar syrups – containing of lingonberry, cranberry and rosehip were used to flavor the drink. The new beverage osmolarity is in the limits of 280–350 mmole/l, which allows classifying it as an isotonic sport drink. Natural ingredients and moderate carbohydrate, lipid content, and relatively low energy value enable to recommend this beverage to the athletes of any specialization without any restrictions.*

**Key words:** rehydration, athletic drinks, carbohydrates, electrolytes, amino acids, whey

Спортивный успех складывается из множества составляющих. Одна из них – нутритивная поддержка. При этом в первую очередь учитывается поступление макро- и микронутриентов за счет пищевых продуктов [4, 10, 11, 13]. Гораздо меньше внимания уделяется спортивным напиткам, судя по их удельному весу в общей массе продуктов для питания спортсменов [8, 12]. Тем не менее спортивные напитки поставляют жидкость и различные субстраты в хорошо усвояемой растворимой форме, они необходимы во все периоды тренировочного макроцикла.

Анализ литературы показывает, что базовая рецептура спортивных напитков включает воду, сахар и соль. Это легко объяснимо с точки зрения биохимических изменений, происходящих в организме во время физических нагрузок. В результате мышечной работы в первую очередь расходуется гликоген, расщепляющийся до глюкозы. Начальный этап распада глюкозы – гликолиз – обеспечивает работающие мышцы энергией в анаэробных условиях. При этом часть энергии рассеивается в виде тепла и мышцы разогреваются до 41–42 °С. Это критическая температура для белков организма, поэтому срабатывает защитный механизм терморегуляции – потоотделение. Подсчитано, что при потере 1 г пота в окружающую среду рассеивается 0,58 ккал тепла [17]. В результате температура мышц и тела снижаются до нормы. Однако с уменьшением содержания жидкости в организме терморегуляция затрудняется. При восстановлении запасов жидкости с помощью питьевой воды достигается кратковременная регидратация организма, так как срабатывает механизм осмо-регуляции, который, в свою очередь, стимулирует мочеотделение.

Кроме жидкости в процессе потоотделения организм теряет разные минеральные элементы. Наибольшими влагоудерживающими свойствами обладает натрий, который участвует в поддержа-

нии водно-солевого равновесия. Исследования показали, что положительный баланс жидкости удастся сохранить при концентрации натрия в напитке не менее 50 ммоль/л. Больше содержание соли может ухудшать его вкус. В обычных безалкогольных напитках и соках натрия практически отсутствует, поэтому они не эффективны для регидратации организма [14].

Для полного восстановления после нагрузки необходимы углеводы, содержание которых в напитке не должно превышать 8%, так как при большей концентрации замедляется опорожнение желудка и снижается количество жидкости, доступной для всасывания. Суммарное содержание углеводов и электролитов влияет на осмотическую концентрацию спортивных напитков. Регидрационными свойствами обладают гипотонические и изотонические напитки, имеющие осмоляльность ниже или близкую к осмоляльности крови – 270–340 ммоль/кг H<sub>2</sub>O [5, 14].

Одновременно с расходом углеводов, минеральных веществ и воды во время мышечной работы разрушаются белковые молекулы. Это вызвано обновлением белков, необходимых для сокращения мышц, а также микроповреждениями белков мышечных волокон. Самым эффективным и быстрым способом введения белковых компонентов являются свободные аминокислоты, пептиды и сывороточные белки. Однако добавление этих нутриентов резко повышает осмоляльность растворов, в результате чего они не могут претендовать на категорию регидрационных.

В своих исследованиях мы поставили цель устранить это противоречие. В качестве основы регидрационного напитка было решено использовать молочную сыворотку, в которую переходит около 50% всех сухих веществ молока. Более 70% сухого вещества сыворотки составляет молочный сахар, усвояемость которого достигает 98–99,7%, а медленное расщепление способствует поддержанию

жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов в кишечнике [11, 15]. Сывороточный белок обладает высокой биодоступностью по отношению к другим белкам, что объясняется набором его аминокислот. Естественный комплекс макро- и микроэлементов (фосфора, кальция, магния, железа, йода, цинка, меди, селена и др.) молочной сыворотки, причем большинство из них находится в хелатной форме, по своему широкому спектру и доступности для организма с биологической точки зрения оптимален для человека. Кроме минеральных веществ в сыворотку почти полностью переходят водорастворимые витамины. Такая высокая плотность макро- и микронутриентов молочной сыворотки не позволяет использовать ее в цельном виде как регидрационный напиток. Однако весьма заманчиво найти применение нативным углеводам, электролитам и витаминам сыворотки, включив их в состав спортивного напитка. В работе была поставлена **цель** – разработать рецептуру регидрационного напитка с использованием молочной сыворотки для спортсменов.

## Материал и методы

Объектом исследования служила творожная сыворотка, содержание углеводов, белка и жира в которой определяли с помощью утвержденных в РФ методик, минеральный состав изучали ионо-селективным методом [1–3, 7]. Осмоляльность определяли криоскопическим методом, используя миллиосмометр-криоскоп [6].

## Результаты и обсуждение

В результате исследований установлено, что осмоляльность творожной сыворотки подвержена значительным колебаниям и находится в пределах 340–400 ммоль/кг H<sub>2</sub>O [9]. Это основной лимитирующий показатель, который не позволяет использовать цельную сыворотку в качестве регидрационного напитка. В связи с этим было принято решение заменить часть сыворотки в напитке водой. При соотношении воды

и сыворотки 1:1 осмоляльность смеси составляет 170–200 ммоль/кгH<sub>2</sub>O, что не позволяет обогащать ее электролитами и углеводами. В случае замены воды на треть сывороткой осмоляльность смеси колеблется от 100 до 120 ммоль/кг H<sub>2</sub>O. Такое значение осмоляльности допускает дополнительное введение соли и углеводов.

Поскольку концентрация натрия в исходной сыворотке по меньшей мере в 2,0–2,5 раза ниже, чем рекомендуется для регидрационного напитка, было решено вносить хлорид натрия до концентрации 50–55 ммоль/л в готовом продукте.

Важной особенностью нового напитка является его вкус. Традиционные напитки для регидратации организма не имеют вкуса или обладают оттенком вкуса, присущим некоторым солям. Как известно, вкус напитка имеет большое значение в желании пить или отказе от него. В связи с этим для придания вкуса напитку были использованы натуральные сиропы брусники, клюквы и шиповника, содержащие сахар. Таким образом, углеводный компонент напитка представляет смесь лактозы и сахарозы. Лактоза обладает невысоким гликемическим индексом, равным 46, а гликемический индекс сахарозы – 68. Это значит, что поступление глюкозы в кровь не будет сопровождаться одномоментным выбросом, что является несомненным преимуществом для пищеварительной системы и организма в целом. К тому же, по последним данным, при сочетании различных экзогенных углеводов усиливается их окисление, т.е. наблюдается более быстрое вовлечение в энергетический обмен [16].

В результате проведенных исследований был выбран компонентный набор напитка и рассчитана его пищевая и энергетическая ценность. В таблице показаны минимально и максимально допустимые концентрации компонентов, которые зависят от их содержания в исходной сыворотке.

Как видно из представленных в таблице данных, в отличие от традиционных регидрационных напитков новый продукт содержит жиры и белок – дополнительный энергетический и пластический материал. Липиды сыворотки легко усваиваются по сравнению с другими липидами, поскольку, во-первых, тонко диспергированы, а во-вторых, содержат коротко- и среднецепочечные жирные кис-

Состав регидрационных напитков

Показатель	Содержание в 100 г продукта	
	традиционный напиток	с использованием сыворотки
Жир, г	0,0	0,01–0,1
Белок, г	0,0	0,1–0,2
Углеводы, г	6,0–8,0	3,5–4,5
Хлорид натрия, ммоль/л	10–50	50–55
Энергетическая ценность 100 мл, ккал	20–55	15–20
Осмоляльность, ммоль/кг H <sub>2</sub> O	270–330	280–350

лоты. Зная о наличии липидов в составе напитка, их количество легко учитывать в общем рационе. Например, максимальное содержание жира в 2 л напитка составляет 2,0 г. Это не более 1,0–2,5% рекомендуемого количества липидов в суточном рационе. Максимальное содержание белка в таком количестве напитка составляет 4,0 г, причем часть белка гидролизована до пептидов и свободных аминокислот, что значительно повышает его усвояемость. Напиток отличается невысокой энергетической ценностью относительно большинства углеводно-электролитных продуктов, в которых этот показатель, как правило, в 2–2,5 раза больше.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований разработана рецептура нового напитка, обладающего регидрационными

свойствами, изготовленного с использованием творожной сыворотки. Осмоляльность напитка находится в пределах 280–350 ммоль/кгH<sub>2</sub>O, что позволяет классифицировать его как изотонический напиток для спортсменов. Дополнительное введение натрия способствует всасыванию глюкозы и воды в пищеварительном тракте, а в сочетании с осмоляльностью раствора обуславливает его регидрационные свойства. Исключительно натуральные компоненты, а также умеренное содержание углеводов, липидов и относительно невысокая энергетическая ценность позволяют рекомендовать напиток спортсменам любой специализации в соревновательный во все периоды тренировочного макроцикла без ограничений.

### Сведения об авторах

*Новокшанова Алла Львовна* – кандидат технических наук, доцент кафедры общей и прикладной химии ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»  
E-mail: alla.novok@yandex.ru

*Ожиганова Екатерина Викторовна* – заместитель генерального директора по качеству открытого акционерного общества «Учебно-опытный молочный завод» ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»  
E-mail: molotov1@mail.ru

### Литература

1. ГОСТ 23327-98. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка.
2. ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества.
3. ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира.
4. *Воробьева В.М. и др.* // Вопр. питания. – 2010. – Т. 79, № 6. – С. 64–68.
5. *Колеман Э.* Питание для выносливости: Пер. с англ. – Мурманск: Тулома, 2005. – 192 с.
6. Методика выполнения измерений. Миллиосмометр-криоскоп термозлектрический МТ-5. Руководство по эксплуатации.
7. Методика выполнения измерений № 04-2006. Методика выполнения измерений массовой доли лактозы в молоке и молочных продуктах.
8. *Никитюк Д.Б. и др.* // Вопр. питания. – 2012. – Т. 81, № 4. – С. 72–76.
9. *Новокшанова А.Л., Ожиганова Е.В.* // Науч. обозрение. – 2012. – № 6. – С. 14–17.
10. *Новокшанова А.Л., Никитюк Д.Б., Поздняков А.Л.* // Вопр. питания. – 2013. – Т. 82, № 1. – С. 79–83.
11. *Новокшанова А.Л., Елагина Н.Л.* Особенности рационального питания занимающихся физической культурой и спортом. Молоко и молочные продукты: Учебное пособие / Мин-во образов. и науки РФ; Вологод. гос. пед. ун-т. – Вологда: ВГПУ, 2011. – 104 с.
12. *Новокшанова А.Л., Ожиганова Е.В.* // Мол. пром-сть. – 2012. – № 6. – С. 82–83.
13. *Новокшанова А.Л., Ожиганова Е.В.* // Мол. пром-сть. – 2012. – № 12. – С. 82–83.
14. Функциональные напитки и напитки специального назначения: Пер. с англ. / П. Пакен. (ред.-сост.). – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с. (Серия: Научные основы и технологии).
15. *Храмцов А.Г.* Феномен молочной сыворотки. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
16. *Maughan R.J., Murray R.* Fundamentals of sports nutrition: application to sports drink // Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects. – Boca Raton, Florida: CRC Press, 2001. – P. 1–28.
17. *Maughan R.J., Murray R.* Sports Drinks. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2001.

**Для корреспонденции**

Басов Александр Александрович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры фундаментальной и клинической биохимии ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России

Адрес: 350063, г. Краснодар, ул. Седина, д. 4

Телефон: (861) 268-02-30

E-mail: son\_sunytch@mail.ru

А.А. Басов, И.М. Быков

## Изменение антиоксидантного потенциала крови экспериментальных животных при нутриционной коррекции окислительного стресса

Change of blood antioxidant capacity of experimental animals during nutritional correction under oxidative stress

A.A. Basov, I.M. Bykov

ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, Краснодар  
Kuban State Medical University, Krasnodar

*В ходе проведенных исследований изучено влияние нутриционной коррекции (диеты с высоким содержанием пищевых продуктов с антиоксидантной направленностью) на показатели крови у лабораторных животных при нарушениях метаболизма, связанных с явлениями окислительного стресса. На экспериментальной модели лабораторных животных (кролики-самцы весом 3,5–4,0 кг, n=40) с гнойно-септическими заболеваниями продемонстрировано, что применение нутриционного способа коррекции (замена 100 г зерновой смеси через день на смесь капусты 50 г, моркови 50 г, свеклы 25 г, яблок 25 г, киви 10 г, граната 10 г в расчете на 1 кролика) не уступает по своей эффективности использованию глутатиона (2 г через день). Использование антиоксидантных средств у лабораторных животных позволило на 5-е сутки значительно снизить явления окислительного стресса: статистически значимо повысить антиокислительную емкость крови на 14,9 и 26,6%, а также снизить площадь вспышки люминолзависимой H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-индуцированной хемилюминесценции плазмы крови на 44,2 и 48,6% в опытных группах, получающих соответственно нутриционную коррекцию и глутатион. Восстановить потенциал низкомолекулярного звена антиоксидантной системы крови и сбалансировать активность супероксиддисмутазы (снизить) и каталазы (увеличить) удалось на 10-е сутки эксперимента. Эти показатели достоверно отличались от параметров группы, не получающей антиоксидантной коррекции (p<0,05), у последних изучаемые показатели прооксидантно-антиоксидантной системы достигали значений, сопоставимых с данными у интактных животных (n=10) только на 30-е сутки, что подтверждает целесообразность назначения комплексной антиоксидантной терапии.*

**Ключевые слова:** антиоксидантная система, энергетический потенциал, окислительный стресс, пищевые вещества

*The effect of nutritional correction (a diet high in foods with antioxidant content) on blood parameters in laboratory animals with metabolic disorders associated with oxidative stress has been studied. In experimental models of laboratory animals (male rabbits weighing 3,5–4,0 kg, n=40) with purulent septic diseases it has been demonstrated that the use of nutritive correction (replacement of 100 g of the cereal mixture through day on a mixture of cabbage 50 g, carrots 50 g, beet 25 g, apple 25 g, kiwi 10 g and garnet 10 g per 1 rabbit) is not inferior to its efficiency of glutathione use (2 g per day). The use of these antioxidants in laboratory animals significantly reduced the phenomenon of oxidative stress on the 5th day: blood antioxidant capacity significantly increased by 14,9 and 26,6%, and the area of the flash of luminol-dependent H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced chemiluminescence of blood plasma reduced by 44,2 and 48,6% in the experimental groups receiving respectively nutritive correction and glutathione. The low-molecula level of blood antioxidant capacity was restored and the balance of the activity of superoxide dismutase (decrease) and catalase (increase) was achieved on the 10<sup>th</sup> day of the experiment. These figures significantly (p<0,05) differed from than in the group of animals receiving no antioxidant correction. The latter studied parameters of prooxidant-antioxidant system reached values comparable with those in intact animals (n=10) only on the 30<sup>th</sup> day, confirming the advisability of appointing a complex antioxidant therapy.*

**Key words:** antioxidant system, energy potential, oxidative stress, nutrients

Одной из актуальных проблем современной медицины является изучение окислительного стресса (ОС), возникающего в организме при многих патологических и некоторых физиологических состояниях. В связи с этим поиск новых способов коррекции нарушений свободнорадикального окисления (СРО) является актуальным. Необходимость в пищевых веществах с антиоксидантными свойствами особо возрастает в связи с увеличением энергетических потребностей организма, которые наблюдаются при интенсивных физических нагрузках [22], что объясняется усилением генерации свободных радикалов, сопровождающей анаэробные и анаэробно-аэробные процессы при выполнении короткой и интенсивной работы, например в скоростно-силовых видах спорта. Психоэмоциональные и физические нагрузки, ведущие к увеличению потребности в витаминах в качестве коэнзимов в ферментных системах, участвующих в утилизации энергии при мышечной деятельности, могут приводить к истощению неспецифических защитных систем, прежде всего антиоксидантной, что в свою очередь является причиной активации процессов перекисного окисления биомолекул (белков, липидов, нуклеиновых кислот) [25]. Нельзя не отметить, что коррекцию процессов СРО необходимо проводить для профилактики и лечения ряда заболеваний, таких как сахарный диабет, бронхиальная астма, инфаркт миокарда, инсульт, ревматоидный артрит, катаракта, нейродегенеративные заболевания и некоторых других [10]. Кроме того, одна из существующих концепций рассматривает поддержание скорости реакций перекисного окисления на физиологическом уровне

с помощью антиоксидантов как способ замедления процессов старения и увеличения продолжительности активной жизнедеятельности человека. Этим также объясняется больший интерес в научной литературе к профилактике и коррекции нарушенного гомеостаза в результате патофизиологических проявлений ОС, а разработка новых профилактических и лечебных мероприятий, позволяющих скорректировать антиоксидантный статус организма, продолжает оставаться одной из основных задач современной медицины [1, 3, 11, 13, 15, 21, 23, 27, 30, 36]. Необходимо указать, что дополнительный прием витаминов и микроэлементов с целью коррекции их недостатка в рационе питания и потерь в процессе физических нагрузок является широко распространенной практикой среди спортсменов [11, 35]. Однако недостаток информации в ряде аспектов по эффективности и взаимодействию различных классов антиоксидантов не позволяет максимально использовать в спортивном питании комбинации нутриентов и лекарственных средств для коррекции дисбаланса эндогенной антиоксидантной системы.

В клинической практике использование лекарственных средств с антиоксидантным действием распространено достаточно широко, но нередко применяют их только в комплексной терапии уже при сформированном остром или хроническом патологическом процессе [17], когда на фоне сформировавшегося патобиохимического состояния затраты на лечение достигают максимальных показателей, а эффективность становится невысокой, что связано с формированием различных инкурабельных осложнений.

Большой практический интерес в настоящее время представляет использование диетотерапии для коррекции прооксидантно-антиоксидантного статуса. Поскольку любые потребляемые человеком пищевые продукты влияют на состояние прооксидантно-антиоксидантного баланса в разной степени и с различной направленностью, это создает предпосылки для коррекции антиоксидантного потенциала без использования фармацевтических препаратов при достаточно высокой эффективности за счет длительного систематического воздействия факторов питания [2, 4, 9, 14, 29, 33, 34, 36]. Известно, что применение синтетических антиоксидантов, в том числе парафармацевтиков, ограничено из-за их возможного побочного действия, что приводит к необходимости поиска альтернативных соединений в пищевых продуктах, обладающих высокой антиоксидантной активностью и безвредных для человека.

Учитывая все вышесказанное, **целями** настоящего исследования были разработка и апробация экспериментального комплексного подхода в диагностике окислительного стресса, а также поиск путей для нутритивной коррекции дисбаланса прооксидантно-антиоксидантной системы организма.

## Материал и методы

Изучение эффективности способа нутритивной коррекции антиоксидантного потенциала организма была апробирована на лабораторных животных (кроликах-самцах весом 3,5–4,0 кг,  $n=50$ ), у которых моделировали ОС путем формирования гнойной раны (абсцесса). После развития у лабораторных животных клиники нагноения раны, которая соответствовала первому (острому) периоду моделирования ОС, снимали швы (на 5-е сутки), что соответствовало второму периоду ОС и в дальнейшем проводили местное лечение гнойной раны под мажевыми повязками до ее полного заживления вторичным натяжением (патент на изобретение № 2 455 703 [5]). Для создания модели абсцесса у животных до начала эксперимента срезали и выбривали шерсть на средней и нижней третях спины. Затем под местной анестезией раствором новокаина 0,5% наносили повреждение мягких тканей (область длинных мышц спины) в предполагаемой зоне формирования абсцесса. В день начала эксперимента проводили разрез скомпрометированной накануне области длиной 3–5 см и в мягкие ткани вводили марлевый шарик диаметром 10 мм, пропитанный 1 мл жидкости с патогенным штаммом *S. aureus* с концентрацией  $10^3$ – $10^8$  КОЕ/мл, в последующем на рану накладывали первичные швы. Через 120 ч с момента проведения имплантации инфицированного инородного тела переводили воспалительный

процесс в хронический, формируя гнойную рану, путем снятия кожных швов и удаления инородного тела с последующей санацией полости абсцесса, что обеспечивало регулируемое по тяжести и длительности, двухфазную по характеру экспериментальную модель ОС, позволяющую достоверно оценивать эффективность мероприятий, корректирующих состояние прооксидантно-антиоксидантной системы и направленных на выздоровление животных.

Коррекцию ОС осуществляли с помощью нутритивной терапии, для этого в пищевой рацион вводили продукты, содержащие антиоксиданты (овощи и фрукты). В группе сравнения использовали глутатион, который входит в состав многих биологически активных добавок к пище. Все животные (кролики) были разделены на 4 группы. Животные 1-й группы (контрольная группа,  $n=12$ ) получали после моделирования ОС обычный рацион (зерновая смесь 100 г/сут) в течение 30 дней. Кролики 2-й группы (опытная группа,  $n=14$ ) получали после моделирования ОС через день (по перемежающейся схеме) обычный рацион (зерновая смесь 100 г/сут), на другой день диету с антиоксидантами (капуста 50 г, морковь 50 г, свекла 25 г, яблоко 25 г, киви 10 г, гранат 10 г в расчете на 1 кролика в сут). 3-я группа животных (группа сравнения,  $n=14$ ) получала после моделирования ОС через день (по перемежающейся схеме) обычный рацион (зерновая смесь 100 г/сут), на другой день смесь обычного рациона с глутатионом (2 г глутатиона смешивали с первой порцией зерновой смеси). 4-я группу (интактная группа,  $n=10$ ) составили животные, которым не проводили моделирование ОС, и они получали обычный рацион (зерновая смесь 100 г/сут). Забор биологического материала (крови) у животных осуществляли на 5-е, 10-е и 30-е сутки эксперимента.

С целью оценки интенсивности СРО был использован метод люминолзависимой  $H_2O_2$ -индуцированной хемилюминесценции плазмы крови, которую измеряли на хемилюминотестере ЛТ-01 (НПО «Люмин», РФ) по методике [7, 18, 19], полученные результаты выражали в виде максимума вспышки хемилюминесценции (МВХЛ) и площади вспышки хемилюминесценции (ПВХЛ) в условных единицах (усл. ед.). Определение антиокислительной активности (АОА) плазмы крови проводили амперометрическим способом на анализаторе антиоксидантной активности «Яуза-01-ААА» (ОАО НПО «Химвавтоматика», РФ) по методу [26] в собственной модификации [8].

Определение активности каталазы (КАТ) проводили в гемолизате эритроцитов (1:200) по методу [28] в собственной модификации [20]. Для определения активности супероксиддисмутазы (СОД) использовали методику [12] в собственной модификации [20]. Комплексную оценку



состояния ферментного звена антиоксидантной системы проводили при помощи интегрального показателя функционирования ферментов антирадикальной защиты (ИПФФАРЗ), выражаемому в единицах соотношения каталаза/супероксиддисмутаза (КАТ/СОД) по разработанному методу (патент на изобретение № 2 436 101 [6]).

Для определения базального количества продуктов окислительной модификации в эритроцитах использовали методику [16], в плазме крови – методику [24], полученные результаты выражали в виде тиобарбитурового числа (ТБЧ) в единицах оптической плотности (е.о.п.). Количество тиоловых групп в гемолизате крови определяли с помощью реактива Элмана по методике [16, 31]. Расчет интегрального показателя состояния прооксидантно-антиоксидантной системы для диагностики окислительного стресса производили по разработанному методу (патент на изобретение № 2 236 008 [17]) и выражали в виде коэффициента окислительной модификации биомолекул эритроцитов (КОМБэр) в окислительных единицах активности (ОЕА).

Статистическую обработку полученных данных осуществляли методами вариационной статистики при помощи ЭВМ с использованием свободного программного обеспечения – системы статистического анализа R (R Development Core Team, 2008, достоверным считали различие при  $p < 0,05$ ).

## Результаты и обсуждение

В ходе проведенных исследований на 5-е сутки было установлено, что во всех экспериментальных группах (1-й, 2-й и 3-й) наблюдалось развитие дисбаланса в работе прооксидантно-антиоксидантной системы. Наиболее выраженные изменения выявлены в 1-й группе, что характеризовалось достоверными изменениями всех показателей прооксидантно-антиоксидантной системы в сравнении с параметрами в 4-й группе (табл. 1). АОА плазмы крови снизилась на 51,2%, МВХЛ и ПВХЛ повысились соответственно в 2,9 и 2,6 раза, количество SH-групп уменьшилось на 51,8%. В работе ферментного звена АОС развился дисбаланс со снижением каталазной емкости и адаптивным повышением активности СОД, приводящим к нарушению утилизации реактивных молекул перекисной природы и повышению риска образования вторичных свободных радикалов в организме. Во 2-й и в 3-й группах аналогичные изменения были менее выражены, хотя и достоверно отличались от показателей интактных животных (4-я группа). При этом необходимо отметить достоверно более выраженный эффект воздействия низкомолекулярного антиоксиданта глутатиона на показатели антиоксидантной емкости крови.

По-видимому, это происходит за счет частичного восстановления окислено модифицированных дисульфидных групп и пополнения пула свободных тиолов, что, в свою очередь, приводит к достоверным изменениям показателей в сравнении с 1-й группой (табл. 1): повышению АОА на 26,6%, снижению ПВХЛ на 48,6%, интегрального показателя КОМБэр в 2,73 раза и свидетельствует об активной роли глутатиона в регенерации низкомолекулярных антиоксидантных факторов крови [32]. Также следует отметить, что во 2-й группе, получавшей коррекцию с помощью пищевых продуктов с антиоксидантной направленностью, восстановление работы ферментного звена АОС происходило более сбалансировано, что отражает более высокий показатель ИПФФАРЗ — на 37,5% выше, чем в 3-й группе. Подобные различия можно объяснить наличием в овощах и фруктах большого разнообразия кофакторов, необходимых для адекватного функционирования в крови ферментов первой и второй линии антирадикальной защиты, повышающих активность КАТ и СОД в условиях ОС. Кроме того, ряд нутриентов с антиоксидантной направленностью способны сами проявлять дисмутазную и пероксидазную активность [4], что также способствует ускорению утилизации первичных свободных радикалов и реактивных молекул в организме, снижая прооксидантную нагрузку на АОС организма.

Проведенное исследование показало, что антиоксидантная диета по эффективности коррекции нарушений прооксидантно-антиоксидантного баланса и влиянию на большинство показателей статистически значимо не отличалась от способа с применением глутатиона (табл. 1).

На 10-е сутки эксперимента в обеих группах, получающих антиоксидантную коррекцию, отмечалось практически полное возвращение к физиологическим значениям показателей АОС, что характеризуется отсутствием статистически значимых отличий неферментативного и ферментативного звеньев АОС лабораторных животных во 2-й и в 3-й группах от показателей интактных животных (табл. 2). Из особенностей применения диеты с высоким антиоксидантным потенциалом стоит отметить несколько замедленное развитие протективного эффекта в сравнении с результатами у животных из группы, получающей глутатион. Это подтверждается отсутствием статистически достоверных отличий полученных результатов во 2-й группе для показателей АОС (АОА плазмы, количества SH-групп) на 5-е сутки эксперимента в сравнении с данными в 1-й группе ( $p > 0,05$ ), тогда как в 3-й группе аналогичные показатели отличались статистически значимо ( $p < 0,05$ ). Вместе с тем восстановление пролонгированных защитных факторов при использовании одной антиоксидантной диеты во 2-й группе было неполным и на 10-е сутки экспери-

**Таблица 1.** Состояние прооксидантно-антиоксидантного баланса у животных с хирургической моделью окислительного стресса на 5-е сутки эксперимента

Показатель	1-я группа (контроль, n=12)	2-я группа (опытная, n=14)	3-я группа (группа сравнения, n=14)	4-я группа (интактная группа, n=10)
АОА, нАхс	594,2±35,3#	682,9±41,9#	752,3±29,7*,#	1216,8±32,4
МВХЛ, усл. ед.	1,383±0,199#	1,152±0,107#	1,036±0,141#	0,482±0,075
ПВХЛ, усл. ед.	3,021±0,258#	1,686±0,140 *,#	1,553±0,217 *,#	1,172±0,096
ТБЧ плазмы, е.о.п.	0,725±0,061#	0,590±0,073#	0,637±0,065#	0,275±0,031
ТБЧ эритроцитов, е.о.п.	2,141±0,126#	1,881±0,069#	1,922±0,084#	1,070±0,056
SH-группы, е.о.п.	0,232±0,037#	0,314±0,023#	0,381±0,033*,#	0,481±0,019
КАТ, ед. акт.	1,724±0,104#	1,842±0,065#	1,767±0,040#	2,109±0,026
СОД, ед. акт.	0,325±0,017#	0,283±0,019#	0,311±0,013#	0,203±0,012
КОМБэр, ОЕА	59,86±7,81#	38,74±8,36#	21,94±5,72*,#	0,00±1,28
ИППФАРЗ, ед. соотношения КАТ/СОД	2,39±0,94	24,23±1,75 *,#	17,85±2,06*,#	100,04±1,53

**Примечание.** Здесь и в табл. 2: \* –  $p < 0,05$  в сравнении с 1-й группой, # –  $p < 0,05$  в сравнении с 4-й группой.

**Таблица 2.** Состояние прооксидантно-антиоксидантного баланса у животных с хирургической моделью окислительного стресса на 10-е сутки эксперимента

Показатель	1-я группа (контроль, n=12)	2-я группа (опытная, n=14)	3-я группа (группа сравнения, n=14)	4-я группа (интактная группа, n=10)
АОА, нАхс	744,8±27,5#	1170,9±42,1*	1198,2±30,4*	1197,8±37,1
МВХЛ, усл. ед.	0,982±0,150#	0,561±0,107*	0,498±0,061*	0,491±0,072
ПВХЛ, усл. ед.	1,613±0,064#	1,467±0,055#	1,164±0,082*	1,165±0,118
ТБЧ плазмы, е.о.п.	0,581±0,059#	0,326±0,052*	0,410±0,038	0,280±0,036
ТБЧ эритроцитов, е.о.п.	1,612±0,092#	1,114±0,051*	1,266±0,073*	1,087±0,049
SH-группы, е.о.п.	0,357±0,034#	0,448±0,025*	0,456±0,019*	0,477±0,015
КАТ, ед. акт.	1,830±0,065#	2,112±0,071*	2,080±0,067*	2,123±0,038
СОД, ед. акт.	0,273±0,015#	0,221±0,018	0,201±0,011*	0,208±0,014
КОМБэр, ОЕА	17,29±2,82#	1,66±0,47*	0,89±0,25*	0,00±1,37
ИППФАРЗ, ед. соотношения КАТ/СОД	38,31±3,07#	94,85±2,94*	101,77±1,83*	100,02±1,26

мента, что подтверждается сохраняющимся повышением ПВХЛ на 25,9% ( $p < 0,05$ ) по сравнению с показателями группы 4.

Восстановление антиоксидантного потенциала крови с одновременным возвращением интенсивности СРО до физиологических значений в 3-й группе связано как с высокой способностью глутатиона непосредственно нивелировать избыточное образование свободных радикалов, так и с его участием в регенерации многих низкомолекулярных антиоксидантов, что повышает адаптационные возможности организма в условиях ОС.

В то же время следует указать, что в крови животных 1-й группы, не получающих никакой пищевой коррекции с антиоксидантной направленностью, выявлено выраженное наличие дисбаланса в работе прооксидантно-антиоксидантной системы, характеризующееся достоверным отличием ее показателей от данных, полученных в группе интактных животных (табл. 2). В 1-й группе установлены достоверные изменения интегральных показателей: повышение КОМБэр

(до 17,29 ОЕА), отражающее дефицит факторов, ингибирующих реакции СРО в крови, и снижение ИППФАРЗ на 38,3%, указывающее на разбалансированное функционирование ферментов первой и второй линий антиоксидантной защиты с преобладанием дисмутазной активности, что свидетельствует о перенапряженной работе неспецифических защитных систем и может приводить к избыточному накоплению перекисей в условиях снижения активности КАТ.

Проведенные исследования показателей АОС выявили отсутствие статистически значимых различий между показателями 1-й и 4-й групп ( $p > 0,05$ ) только на 30-е сутки эксперимента, что показывает, насколько длительный период требуется для восстановления баланса прооксидантно-антиоксидантной системы в крови у лабораторных животных при отсутствии дополнительной антиоксидантной коррекции с помощью пищевых нутриентов (2-й группа) и глутатиона (3-й группа).

Полученные результаты позволяют говорить о возможности нутриционной коррекции нарушений прооксидантно-антиоксидантной системы

в клинических условиях, однако такие мероприятия возможны только при строгом соблюдении пациентами всех предписаний в рамках диетотерапии.

### Выводы

Таким образом, в проведенном исследовании продемонстрирован достаточно высокий уровень эффективности коррекции дисбаланса прооксидантно-антиоксидантной системы с помощью обогащения рациона пищевыми продуктами, содержащими антиоксиданты. Стоит отметить также тот факт, что предложенная методика восстановления потенциала эндогенной АОС приобретает особый интерес в рамках превентивных мероприятий, направленных на профилактику ОС и поддержание активной жизнедеятельности современного человека, в том числе при повышенных физических нагрузках.

Следует отметить, что существуют пищевые продукты как с преобладанием антиоксидантных факторов (овощи, фрукты, молочные продукты), так и с преобладанием прооксидантных компонентов (продукты категории быстрого питания) [4]. При разработке превентивных мероприятий, направленных на поддержание процессов СРО на физиологическом уровне, можно рассматри-

вать использование пищевых продуктов с высокой АОА как потенциальных средств коррекции прооксидантно-антиоксидантного баланса организма человека. Использование антиоксидантной коррекции в модельной системе с гнойно-септическими заболеваниями на лабораторных животных позволяет значительно уменьшить проявления ОС уже на 5-е сутки: статистически значимо повысить антиокислительную емкость крови на 14,9 и 26,6%, а также снизить площадь вспышки хемиллюминесценции соответственно на 44,2 и 48,5% в опытных группах, получающих нутриционную коррекцию и глутатион. Используя данный способ, удается практически полностью устранить ОС уже на 10-е сутки, что существенно быстрее в сравнении с методами лечения без применения средств с антиоксидантной направленностью. При этом не отмечено статистически значимых отличий ( $p>0,05$ ) эффективности диеты, содержащей продукты с высоким антиоксидантным потенциалом, в сравнении с использованием традиционного низкомолекулярного антиоксиданта-парафармацевтика (глутатиона).

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта вуза (ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2010–2011 гг., грант № 7).*

### Сведения об авторах

*Басов Александр Александрович* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры фундаментальной и клинической биохимии ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России (Краснодар)

E-mail: son\_sunytch@mail.ru

*Быков Илья Михайлович* – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой фундаментальной и клинической биохимии ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России (Краснодар)

E-mail: ilyamb@ksma.ru

### Литература

1. Базарнова Ю.Г. // *Вопр. питания.* – 2007. – Т. 76, № 1. – С. 22–26.
2. Байляк М., Господарев Д., Семчишин Г. и др. // *Биохимия.* – 2008. – Т. 73, вып. 4. – С. 515–523.
3. Балаболкин М.И., Креминская В.М., Клебанова Е.М. // *Пробл. эндокринол.* – 2005. – Т. 51, № 3. – С. 22–33.
4. Басов А.А., Быков И.М. // *Вопр. питания.* – 2013. – Т. 82, № 3. – С. 77–80.
5. Басов А.А., Быков И.М., Федосов С.Р., Малышко В.В. Патент на изобретение № 2455703 Российская Федерация, МПК G09B 23/28 (2006.01). – 10.07.2012. – Бюл. № 19. – 12 с.
6. Басов А.А., Павлюченко И.И., Быков И.М., Федосов С.Р., Губарева Е.А. Патент на изобретение № 2436101, Россий-
7. Басов А.А., Павлюченко И.И., Плаксин А.М. и др. // *Вестн. новых мед. технологий.* – 2003. – Т. 10, № 4. – С. 67–68.
8. Басов А.А., Федосов С.Р., Канус И.С. и др. // *Соврем. пробл. науки и образов.* – 2006. – № 4, прил. 1. – С. 149.
9. Гаппаров М.М.Г., Суханов Б.П., Тутельян В.А. Питание в борьбе за выживание. – М.: Академкнига, 2003. – 448 с.
10. Евсеев В.Н., Кузнецов О.Р., Румянцева С.А. // *Рос. мед. журн.* – 2009. – Т. 17, № 5. – С. 332–334.
11. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Никитюк Д.Б. // *Вопр. питания.* – 2009. – Т. 78, № 3. – С. 67–77.

12. Костюк А.В., Потапович А.И., Ковалева Ж.В. // *Вопр. мед. химии.* – 1990. – № 2. – С. 88–91.
13. Кулинский В.И., Леонова З.А., Колесниченко Л.С. и др. // *Биомед. химия.* – 2007. – Т. 53, вып. 1. – С. 91–98.
14. Лакомкин В.Л., Коновалова Г.Г., Каленикова Е.И. и др. // *Биохимия.* – 2005. – Т. 70, вып. 1. – С. 97–104.
15. Макеева А.В., Попова Т.Н., Матасова Л.В. // *Биомед. химия.* – 2007. – Т. 53, вып. 2. – С. 181–189.
16. Орехович В.Н. *Современные методы в биохимии.* – М.: Медицина, 1977. – 293 с.
17. Павлюченко И.И., Басов А.А., Федосов С.Р. Патент на изобретение № 2236008, Российская Федерация, МПК G01N33/48. – 10.09.2004. – Бюл. № 25.– 10 с.
18. Павлюченко И.И., Басов А.А., Федосов С.Р. Патент на полезную модель № 54787 Российская Федерация, А61К 33/00. – 27.07.2006. – Б. 21. – 2 с.
19. Павлюченко И.И., Федосов С.Р., Басов А.А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006611562. – 16.03.2006. – 1 с.
20. Павлюченко И.И., Федосов С.Р., Басов А.А. и др. // *Открытое образование.* – 2006. – № 3. – С. 425–427.
21. Перевозкина М.Г., Кудрявцев А.А., Третьяков Н.Ю., Сторожок Н.М. // *Биомед. химия.* – 2007. – Т. 53, вып. 2. – С. 146–158.
22. Полиевский С.А. *Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов.* – М.: Физкультура и спорт, 2005. – 384 с.
23. Тутельян В.А. // *Вопр. питания.* – 1996. – № 6. – С. 3–12.
24. Ушкалова В.Н., Иоанидис Н.В., Кадочникова Г.Д. и др. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1993. – 182 с.
25. Яковлев Н.Н. Факторы, определяющие потребность в витаминах при мышечной деятельности // *Теория и практика физической культуры.* – 1977. – № 5. – С. 22–27.
26. Яшин А.Я. // *Рос. хим. журн.* – 2008. – Т. LII, № 2. – С. 130–135.
27. Arora A., Byrem T.M., Nair M.G. et al. // *Arch. Biochem. Biophys.* – 2000. – Vol. 373. – P. 102–109.
28. Beers R., Sizer I. // *J. Biol. Chem.* – 1952. – Vol. 195. – P. 133.
29. Cos P., De Bruyne T., Hermans N. et al. // *Curr. Med. Chem.* – 2003. – Vol. 10. – P. 1345–1359.
30. Lichenthaler R., Marx F. // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – Vol. 53. – P. 103–110.
31. Robyt J.F., Ackerman R.J., Chittenden C.G. // *Arch. Biochem.* – 1971. – Vol. 147. – P. 262–269.
32. Song J.J., Rhee J.G., Suntharalingam M. et al. // *J. Biol. Chem.* – 2002. – Vol. 277. – P. 46566–46575.
33. Verhoeven M.E., Bovy A., Collins G. et al. // *J. Exp. Bot.* – 2002. – Vol. 11. – P. 2099–2106.
34. Vladimirov Yu. *Abstract Book The 11th International Congress PHYTOPHARM.* – Leiden, 2007. – P. 32.
35. Volpe S.L. // *Clin. Sports Med.* – 2007. – Vol. 26, N 1. – P. 119–130.
36. Wu X., Gu L., Holden J. et al. // *J. Food Composition Analysis.* – 2004. – Vol. 17. – P. 407–422.

*При направлении статьи в редакцию в редакцию журнала «Вопросы питания» необходимо соблюдать следующие правила:*

- Текстовый материал представляется отпечатанным в 2 экземплярах и в электронном виде (дискета, диск). Текст на электронных носителях должен быть полностью идентичен прилагаемой принтерной распечатке. Каждый файл на дискете (диске) необходимо проверить на отсутствие вирусов.

- Текст печатается в текстовом редакторе Word шрифтом Times, кеглем 12, через 1,5 интервала на листе А4.

- Статья должна иметь сопроводительное письмо (на бланке, заверенное печатью), подписанное руководителем учреждения, в котором была выполнена работа, или его заместителем. В письме должно быть указано, что материал статьи публикуется впервые.

- Материалы можно присылать в электронном виде на адрес red@ion.ru. Обязательно прикладывайте отсканированное сопроводительное письмо (см. выше).

- Объем оригинальной статьи не должен превышать 8–10, обзорной – 10–12 печатных страниц. В основной части оригинальной статьи должны быть выделены разделы «Материал и методы» и «Результаты и обсуждение». Смысловые выделения делаются полужирным шрифтом или курсивом.

- На титульной странице указывается: название статьи (не допускается употребление сокращений в названии статьи); **полностью – фамилия, имя, отчество** (фамилии), должность, ученая степень, ученое звание **каждого автора (авторов)**; принадлежность каждого автора к соответствующему учреждению; **e-mail каждого автора** (если таковых не имеется, указывается e-mail учреждений); **полное название на русском и английском языке**, адреса и телефоны **учреждений**, на базе которых выполнено исследование; инициалы и фамилия руководителя кафедры, клиники, отдела, лаборатории; подписи всех авторов. Необходимо полностью указать фамилию, имя и отчество, телефон и e-mail автора, с которым можно вести переговоры и переписку по поводу представленного в редакцию материала.

- Статья должна содержать **расширенную аннотацию (резюме) на русском языке и английском языке** (объем – 1 печатная страница). В резюме необходимо отразить **цель, материал и методы**, а также основные **результаты** исследования с приведением конкретного цифрового материала.

- В статье **на русском и английском языке** должны быть указаны ключевые слова и полное название учреждения, на базе которого выполнена работа.

- Каждый иллюстративный материал (графики, диаграммы, рисунки, фотографии, таблицы) представляется отдельным файлом на электронных носителях в формате tif или eps, текст-подпись – отдельно в формате Word (с соответствующей нумерацией).

- Графики, диаграммы должны быть только черно-белыми! Представляются либо отдельным файлом в векторном виде в формате eps (шрифты – в кривых),

либо созданными в программе Word (использование текстур и художественных заливок не допускается). Фотографии, рисунки, рентгенограммы (только черно-белые!) представляются отдельным файлом в формате tif. Размер изображения в представляемом файле должен быть равен его окончательному физическому размеру (в миллиметрах), разрешением 300 dpi. **Цветные иллюстрации и диаграммы, а также их экранные копии в работу не принимаются.**

- Однотипные иллюстрации должны быть одинаковыми по размеру, масштабу, характеру представления информации.

- Чертежи, диаграммы и таблицы должны иметь принтерную распечатку.

- При использовании цитат, приводимых в статье, в сноске указывается источник цитаты (название издания, год, выпуск, страница).

- При описании лекарственных препаратов указываются международное непатентованное наименование (мнн) и тщательно выверенные дозировки.

- Библиографические ссылки в тексте статьи даются цифрами в квадратных скобках в соответствии с пристрастным списком литературы, в котором авторы перечисляются в алфавитном порядке (сначала отечественные, затем зарубежные). В списке цитируемой литературы указываются:

- а) для книг – фамилия и инициалы автора, полное название работы, место и год издания, количество страниц в книге или ссылка на конкретные страницы;

- б) для журнальных статей – фамилия и инициалы автора, название журнала, год, том, номер, ссылка на конкретные страницы;

- в) для диссертаций – указывается только автореферат данной диссертации (фамилия и инициалы автора, докторская или кандидатская, полное название работы, год, место издания).

В список литературы не включаются неопубликованные работы и учебники. При цитировании электронных материалов необходима ссылка на соответствующие интернет-ресурсы – электронные документы, базы данных, порталы, сайты, веб-страницы и т.д. В списке литературы должно не более 2–3 электронных источников.

Автор несет ответственность за правильность данных, приведенных в указателе литературы.

*Статьи, оформленные не по данным правилам, к рассмотрению не принимаются и авторам не возвращаются.*

**Плата за публикации рукописей не взимается.**

**Статьи отправлять по адресу:**

109240, г. Москва, Устьинский проезд, д. 2/14, НИИ питания РАМН, **редакция журнала «Вопросы питания», для Вржесинской Оксаны Александровны**

# Уважаемые читатели!

Подписаться на журнал «Вопросы питания» можно непосредственно в редакции издательской группы «ГЭОТАР-Медиа»

## Редакционная подписка – это:

- Льготная цена
- Подписка с любого номера
- Гарантированная и своевременная доставка

## Стоимость подписки:

### для физических лиц

полгода (3 номера) – 900 рублей

год (6 номеров) – 1800 рублей

### для юридических лиц

полгода (3 номера) – 1200 рублей

год (6 номеров) – 2400 рублей

Извещение	Форма №ПД-4
	<b>ООО Торговый Дом «Медкнигасервис»</b>
	(наименование получателя платежа)
	<b>7705619040</b>
	(ИНН получателя платежа)
	№ <b>40702810800260000097</b>
	(номер счета получателя платежа)
	<b>В ОАО Банк ВТБ г. Москвы</b>
	(наименование банка и банковские реквизиты)
	<b>к/с 30101810700000000187</b>
<b>БИК 044525187</b>	
Подписка на журнал «Вопросы питания»	
год (6 номеров)/полгода (3 номера) (нужное подчеркнуть)	
(наименование платежа)	
Дата _____ Сумма платежа: _____ руб.00 коп.	
Информация о плательщике: _____	
(ФИО, адрес, телефон)	
Плательщик (подпись) _____	
кассир	
Извещение	Форма №ПД-4
	<b>ООО Торговый Дом «Медкнигасервис»</b>
	(наименование получателя платежа)
	<b>7705619040</b>
	(ИНН получателя платежа)
	№ <b>40702810800260000097</b>
	(номер счета получателя платежа)
	<b>В ОАО Банк ВТБ г. Москвы</b>
	(наименование банка и банковские реквизиты)
	<b>к/с 30101810700000000187</b>
<b>БИК 044525187</b>	
Подписка на журнал «Вопросы питания»	
год (6 номеров)/полгода (3 номера) (нужное подчеркнуть)	
(наименование платежа)	
Дата _____ Сумма платежа: _____ руб.00 коп.	
Информация о плательщике: _____	
(ФИО, адрес, телефон)	
Плательщик (подпись) _____	
Кассир	

## ИНФОРМАЦИЯ

### Периодичность выхода журнала – 1 раз в два месяца.

Оформить подписку очень просто. Разборчивым почерком впишите в квитанцию оплачиваемый период подписки (полгода или год), сумму, ФИО получателя, телефон, точный почтовый адрес для доставки журнала. Оплатите квитанцию в любом отделении Сбербанка России. Подтвердите оплату по телефону/факсу (495) 921-39-07 (доб. 137) или по электронной почте: bookpost@medknigaservis.ru (информация для отдела подписки).



<p><u>Оборотная сторона</u> Информация о плательщике</p> <p>_____</p> <p>(Ф.И.О., адрес плательщика)</p> <p>_____</p> <p>(ИНН налогоплательщика)</p> <p>№ _____</p> <p>(номер лицевого счета (код) плательщика)</p>	
<p><u>Оборотная сторона</u> Информация о плательщике</p> <p>_____</p> <p>(Ф.И.О., адрес плательщика)</p> <p>_____</p> <p>(ИНН налогоплательщика)</p> <p>№ _____</p> <p>(номер лицевого счета (код) плательщика)</p>	