

С.Г. Макарова^{1, 2}, Т.Р. Чумбадзе¹, С.Д. Поляков¹¹ Научный центр здоровья детей, Москва, Российская Федерация² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Российская Федерация

Особенности питания юных спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта

Контактная информация:

Макарова Светлана Геннадиевна, доктор медицинских наук, врач-диетолог, главный научный сотрудник отдела по клиническим исследованиям в педиатрии Научного центра здоровья детей, профессор кафедры аллергологии и клинической иммунологии педиатрического факультета Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Адрес: 119991 Москва, Ломоносовский проспект, д. 2, стр. 1, тел.: +7 (499) 134-01-51, e-mail: sm27@yandex.ru

Статья поступила: 02.12.2014 г., принята к печати: 29.06.2015 г.

В современном спорте проблема формирования адекватного питания является одной из главных задач в системе подготовки юных спортсменов. В обзоре литературы представлены современные подходы к нутритивному обеспечению юных спортсменов при занятиях циклическими видами спорта. Эти виды спорта требуют расхода большого количества энергии, работа выполняется с высоким напряжением и значительной интенсивностью. Соответственно, соотношение основных нутриентов у спортсменов, тренирующихся на выносливость, смещено в пользу углеводов, которые должны покрывать высокие потребности на физическую активность в зависимости от этапа тренировочного процесса и объема нагрузки. Использование высокожировых диет для обеспечения энергетической функции себя не оправдало, поэтому от такого нутритивного подхода отказались: содержание жиров в рационе спортсменов должно составлять около 25% от общей калорийности рациона. По современным требованиям, содержание белка в рационе спортсменов не должно превышать 1,2–1,6 г/кг массы тела. Во избежание риска развития дегидратации и снижения физической работоспособности спортсменам циклических видов спорта необходимо использовать (небольшими порциями через 10–15 мин) спортивные напитки во время и после тренировки (соревнования). Они содержат углеводы и электролиты, что более предпочтительно, чем употребление только воды.

Ключевые слова: нутритивная поддержка, циклические виды спорта, спортивная медицина, юные спортсмены.

(Для цитирования: Макарова С.Г., Чумбадзе Т.Р., Поляков С.Д. Особенности питания юных спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. Вопросы современной педиатрии. 2015; 14 (3): 332–340. doi: 10.15690/vsp.v14i3.1368)

ВВЕДЕНИЕ

Адекватное питание должно полностью обеспечивать потребности организма не только в энергии и всех основных пищевых веществах (белках, углеводах, жирах, пищевых волокнах), но и обязательно — в витаминах, минеральных солях, микроэлементах и других биологически активных компонентах пищи. Активные обменные

процессы, происходящие в костной и мышечной ткани, тканях суставов, требуют полноценного обеспечения всеми макро- и микронутриентами. Занятия спортом предъявляют организму ребенка повышенные требования, однако необходимое увеличение функциональных возможностей, адаптационного потенциала в детском и подростковом возрасте в условиях постоянных физи-

S.G. Makarova^{1, 2}, T.R. Chumbadze¹, S.D. Polyakov¹¹ Scientific Centre of Children Health, Moscow, Russian Federation² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Russian Federation

Dietary Habits of Young Athletes Going in for Cyclic Sports

In modern sports, outlining an adequate diet is one of the key issues in training young athletes. The following literature review presents new approaches to nutrition of young athletes going in for cyclic sports. These sports take a lot of energy, entail great strain and significant intensity of training. Correspondingly, the ratio of nutrients in athletes training for endurance tends to shift toward carbohydrates, the amount of which in the body should cover the increased need for workload as may be defined by the training process and the amount of workload. High-fat diets have proved irrelevant in terms of providing energy function; therefore, this nutritive approach was dismissed, since an athlete should have an about 25% share of fats of his/her menu's total caloric value. According to modern standards, the amount of proteins in athletes' menu should not exceed 1.2–1.6g per 1kg of body weight. To avoid the risk of dehydration and physical weakness, cyclic athletes should take sport drinks (in small portions) prior to and following a training session (competition). They contain carbohydrates and electrolytes and therefore are more preferable than pure water.

Key words: nutritional support, cyclic sports, sports medicine, young athletes.

(For citation: Makarova S.G., Chumbadze T.R., Polyakov S.D. Dietary Habits of Young Athletes Going in for Cyclic Sports. Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics. 2015; 14 (3): 332–340. doi: 10.15690/vsp.v14i3.1368)

ческих нагрузок происходит лишь при научно обоснованном и адекватно организованном тренировочном процессе, своевременном и современном медицинском обеспечении. Рациональное питание юных спортсменов в этом процессе может играть ключевую роль.

Спортивная диетология в настоящее время выделена в отдельную область науки о питании. Однако именно в этой области ощущается существенный дефицит исследований, основанных на принципах доказательной медицины. Именно поэтому многие существовавшие ранее представления, основанные на эмпирическом подходе или не имеющие достаточной доказательной базы, должны быть пересмотрены.

Согласно положениям консенсуса о питании детей спортсменов [1], на современном уровне развития детско-юношеского спорта необходима организация контроля нутритивного статуса, индивидуальный подбор питания, а также улучшение информированности детей, их родителей и тренеров в области современных научных представлений о питании.

МАКРОНУТРИЕНТНЫЙ СОСТАВ РАЦИОНА ПРИ ЗАНЯТИЯХ ЦИКЛИЧЕСКИМИ ВИДАМИ СПОРТА

Согласно общим рекомендациям для юных спортсменов, содержание пищевых веществ в рационе должно быть близким к следующему: белки — 14–15%, жиры — 25%, углеводы — 60–61% (по отношению к общей калорийности рациона) [2, 3]. Однако различные виды физической активности имеют свои особенности метаболического обеспечения работы органов и систем; соответственно, различаются и потребности в различных нутриентах.

Особенностью физической активности в циклических видах спорта, к которым относятся велоспорт, шорт-трек, гребля (академическая, на байдарках и каноэ), плавание, конькобежный спорт (многоборье), лыжные виды спорта (лыжные гонки, биатлон, лыжное двоеборье), беговые дисциплины легкой атлетики, велогонки, современное пятиборье, триатлон, является то, что одно и то же движение повторяется многократно, и тренировки нацелены в основном на выносливость. Этот вид физической активности требует расхода большого количества энергии, а сама работа выполняется с высоким напряжением и значительной интенсивностью. В циклических видах спорта необходимо сочетание выносливости при хорошей координации движений. При этом большая нагрузка ложится на сердечно-сосудистую и дыхательную систему, высокие требования предъявляются к опорно-двигательному аппарату и оперативному мышлению.

БЕЛКИ В СОСТАВЕ РАЦИОНА ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Среднесуточные энергозатраты юных спортсменов, определенные на основании хронометража отдельных видов деятельности [4], значительно выше, чем у их сверстников, не занимающихся спортом. При этом следует учитывать, что спортивную деятельность характеризуют интенсивность и неравномерность энергозатрат, часто сочетающиеся с нервно-психическими нагрузками, которые могут существенно увеличивать их величину. Проведенные расчеты позволили установить потреб-

ность юных спортсменов в энергии, и, соответственно, рассчитать ориентировочную потребность в нутриентах [5] для разных возрастных категорий спортсменов, занятых в различных видах спорта. Однако эти рекомендации скорее носят приблизительный характер и предназначены для расчета рационов питания в спортивных школах и интернатах с тем, чтобы с избытком покрыть потребности всех спортсменов. Для расчетов индивидуальных рационов необходимо ориентироваться на потребность в пересчете на 1 кг массы тела. Так, согласно таблицам, приведенным в руководстве [5], должное потребление белка для спортсменов в возрасте 14–18 лет, занятых в циклических видах спорта, для юношей составляет 154 г/сут, для девушек — 134 г/сут, что при весе девушки-спортсменки 50 кг будет соответствовать 2,7 г/кг массы тела. Это количество абсолютно не соответствует современным рекомендациям [6, 7], хотя 15–20 лет назад такие количества белка считались целесообразными. Так, в рекомендациях по питанию спортсменов от 1997 г. в ссылке на руководство 1989 г. можно прочитать следующее: «По причине высоких скоростно-силовых требований спринтеры нуждаются в большом количестве белков. Однако не следует думать, будто потребность в белке для других циклических видов — например, стайерского бега — существенно ниже. При среднем рекомендуемом для данной группы потреблении 2,6–2,7 г/кг в день для спринтеров оно должно составлять 2,7–2,9, а для стайеров и гонщиков — 2,5–2,6 г/кг» [6, 7].

В настоящее время в мировой практике взгляды на потребность спортсменов в белке пересмотрены. Общеизвестно, что потребление белка в количестве 1,2–1,6 (1,7) г/кг массы тела в сут обеспечивает оптимальное количество аминокислот для роста, поддержания и восстановления всех тканей при условии адекватного потребления калорий [3]. Так, в частности, показано, что у активно 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 у лиц, ведущих сидячий образ жизни [8, 9].

Баланс между синтезом и распадом белка является метаболической основой адаптации тренирующихся мышц [10], но влияние белка на построение мышц и их функциональную активность определяется разными факторами, в т.ч. особенностями химического состава и структуры молекул белка. Большое значение имеет аминокислотный состав белка. Все аминокислоты принято делить на заменимые и незаменимые. Незаменимыми называют те аминокислоты, которые организм не может синтезировать самостоятельно и должен получать с пищей. К ним относят триптофан, лизин, лейцин, изолейцин, валин, треонин, метионин и фенилаланин. Еще 2 аминокислоты (цистеин и тирозин) могут в случае необходимости синтезироваться организмом, поэтому в англоязычной литературе их называют полузаменимыми (semiesential). Потребность в белке основана на потребности в незаменимых аминокислотах. Иногда к незаменимым аминокислотам причисляют гистидин. Остальные аминокислоты — аланин, аргинин, аспарагин, аспарагиновая кислота, глутамин, глутаминовая кислота, глицин, пролин и серин — заменимые и могут синтези-

роваться в организме. Кроме того, есть несколько аминокислот, которые не входят в состав белка, но выполняют в организме важные функции. К ним относятся γ -аминомасляная кислота (ГАМК) и диоксифенилаланин (ДОФА) — важнейшие компоненты нервной ткани, участвующие в передаче нервных импульсов.

Разные органы используют аминокислоты с различной скоростью. Во время нагрузки мышцы активно метаболизируют аминокислоты с разветвленной боковой цепью, особенно лейцин. Такие аминокислоты представляют собой некую основу, вокруг которой строится весь метаболизм белков, они же наиболее активно расходуются при физической нагрузке [9, 11]. Эти же аминокислоты являются лимитирующим фактором, определяющим адекватность белка. Соответственно, особенно важны для организма спортсменов лейцин, изолейцин и валин.

Именно особенностью аминокислотного состава объясняется то, что животные белки дают более выраженный анаболический эффект, чем белки растительного происхождения [12]. Оптимальным считается соотношение животных и растительных белков в рационе 60:40.

Таким образом, потребление белка при адекватных его источниках у подростков и взрослых спортсменов не должно превышать 1,2–1,6 г/кг в сут [8]. Дальнейшее повышение квоты белка не приводит к повышению работоспособности. Избыточное количество белков расходуется на энергетические нужды или переходит в жировую ткань.

В связи с новыми рекомендациями по потреблению белка у спортсменов, тренирующихся на выносливость, квота белка в рационе при адекватных его источниках может оказаться ниже обычных 15%. Так, потребление белка в количестве 1,2–1,4 г/кг в сут соответствует приблизительно 12% калорийности 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 или более. Однако возможность такого снижения квоты белка у детей-спортсменов должна быть обязательно изучена с целью исключения негативного влияния на процессы роста и развития.

В плане повышения количества белка по отношению к рекомендациям по его потреблению единственным допустимым исключением считается употребление спортсменами до 2–2,3 г/кг белка в сут в диетах, направленных на снижение массы тела. Так, в сравнительном исследовании S. Mettler и соавт. показано, что спортсмены, имевшие рацион с содержанием белка 1,0 г/кг в сут, снижали вес быстрее, чем те, кто получал 2–2,3 г/кг белка в сут, но при этом больше теряли тощую массу [13].

Негативные эффекты превышения квоты белка могут отмечаться уже с дозы 2–4 г на 1 кг массы тела. В числе этих неблагоприятных эффектов — нарушение функции почек и отрицательный баланс кальция, способный привести к остеопорозу [14, 15].

В настоящее время отсутствуют убедительные данные о необходимости белкового питания во время нагрузки. Время оптимального приема белка после нагрузки также обсуждается. Существуют рекомендации по необходимости приема 20–25 г белка как можно скорее после тренировки [16].

В проведенном в Научном центре здоровья детей (НЦЗД) сравнительном исследовании была изучена эффективность приема в качестве нутритивной поддержки комплексного продукта, содержащего белки, жиры и углеводы, витамины и минеральные вещества. В исследовании, в котором участвовали 35 детей в возрасте от 10 до 17 лет, занимающихся в детско-юношеских спортивных школах и Училище олимпийского резерва г. Москвы (21 из них — спортсмены циклических видов спорта), продемонстрирована эффективность изокалорийного сбалансированного жидкого продукта на основе молочных белков российского производства. Детям назначали продукт в объеме 1–2 порций (что соответствовало 8–16 г белка) в зависимости от возраста, объема физической нагрузки и нутритивного статуса. Продукт применяли в течение первого часа после тренировки. В зависимости от вида спорта, возраста и пола ребенка прием одной порции продукта (200 мл) покрывал от 6 до 10% потребности в белке и от 5 до 14% потребности в витаминах и основных микроэлементах. Отмечено положительное влияние продукта как на состав тела (увеличение активной клеточной массы в процентном отношении по данным биоимпеданса к концу первого месяца от начала исследования), так и на психологические показатели в восстановительном периоде после физической нагрузки по сравнению с контрольной группой [17].

Известно, что за счет метаболического синергизма нутриентов эффект целого продукта отличается от суммарного эффекта его составляющих, поэтому значительный положительный эффект, полученный в данном исследовании, возможно, объясняется комплексным влиянием полноценного сбалансированного продукта, содержащего все макронутриенты, а также набор витаминов и минеральных веществ.

ЖИРЫ В СОСТАВЕ РАЦИОНОВ СПОРТСМЕНОВ, ТРЕНИРУЮЩИХСЯ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

Считается, что животные жиры должны составлять 65–80%, а растительные — 20–35% от общего количества потребляемых жиров.

В целом для спортсменов, тренирующихся на выносливость, может быть рекомендована диета, которая соответствует основным руководствам по пищевым жирам: 25% от общей калорийности рациона. Однако существуют подходы, когда с целью увеличения энергоемкости рациона бегуны на длинные дистанции потребляли 27–35% энергии за счет жира, профессиональные велосипедисты, участвующие в длительных гонках, — примерно 27% энергии [3].

Предел, до которого жиры вместе с углеводами могут возместить энергетические затраты мышечной ткани, зависит от длительности и интенсивности нагрузки. Известно, что стимуляция окисления запасов жира (липолиз) происходит после 15–20 мин нагрузки на выносливость. При этом процесс утилизации жиров характеризует более низкий по сравнению с углеводами уровень выработки АТФ на единицу массы и более высокую потребность в кислороде. Так, например, известно, что для полного окисления 1 молекулы глюкозы требуется 6 молекул кислорода, а для полного окисления пальмитиновой кислоты — 26 молекул кислорода. По этой причине при длительной нагрузке повышенная потребность

в кислороде для окисления жирных кислот может усилить напряжение сердечно-сосудистой системы, что является лимитирующим фактором в отношении длительности нагрузки [18, 19]. Несмотря на то, что, как обсуждалось выше, избыточное потребление жиров может увеличивать нагрузку на сердечно-сосудистую систему во время физических упражнений, показано, что диета с высоким потреблением жира у спортсменов (до 58% от общей калорийности) не ведет в дальнейшем к повышению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [20].

Проводились исследования с использованием голодания с целью усиления окисления жирных кислот по сравнению с углеводами при нагрузке. И хотя голодание способствовало окислению жирных кислот во время нагрузки, однако влияния на другие показатели отмечено не было [21]. Также изучалось влияние диет с низким содержанием углеводов и высоким содержанием жиров на выполнение физических упражнений и запасы гликогена. Эти манипуляции с диетами не дали желаемых эффектов в отношении запасов мышечного гликогена, работоспособности и показателей выносливости [22].

В 90-е гг. XX в. исследовали эффективность таких кратковременных диетических манипуляций, как жировая нагрузка, для повышения спортивных показателей за счет усиления окисления жиров и ослабления окисления углеводов у спортсменов, выполняющих нагрузку на выносливость [18]. Установлено, что длительная адаптация к диете, богатой жирами, может вызвать адаптацию метаболизма и/или морфологические изменения, которые, в свою очередь, смогут оказать влияние на спортивные показатели [23]. Эта адаптация к пищевым жирам может ассоциироваться с ферментами окисления жирных кислот. Сильная связь была обнаружена между активностью 3-оксиацил-КоА-дегидрогеназы и потреблением и окислением жирных кислот [24]. Однако, несмотря на эту адаптацию, вызванное тренировкой повышение показателей выносливости при усиленной жировой диете несравнимо с наблюдаемым при высокоуглеводной диете. В настоящее время использование высокожировых диет у спортсменов все же признано нецелесообразным, в первую очередь из-за возникающего ацидоза [25, 26].

Помимо пластической и энергетической функции, жиры влияют на усвоение жирорастворимых витаминов, а также доказано, что в присутствии жиров повышается усвоение аминокислот [27].

Некоторые спортсмены, особенно тренирующиеся на выносливость, пытаются снизить содержание жиров в диете с тем, чтобы увеличить потребление углеводов и повысить запасы гликогена, однако для молодых и юных спортсменов диеты с низким содержанием жиров могут не соответствовать требованиям роста и развития организма и энергетическим потребностям для хороших показателей выносливости [28, 29]. Кроме того, питание с низким содержанием жиров в течение длительного времени может способствовать развитию у спортсменов дефицита незаменимых жирных кислот и жирорастворимых витаминов, а также вызывать гормональные нарушения.

У женщин-спортсменок диеты с очень низким содержанием жиров могут обусловить менструальную дисфункцию и нарушить в будущем репродуктивную способность

[29]. У мужчин-спортсменов при такой диете наблюдается низкий уровень тестостерона в сыворотке крови, что, в свою очередь, может сказаться на их репродуктивной функции [29]. Ввиду этого в настоящее время в детской спортивной практике, а тем более в циклических видах спорта, где вопрос контроля массы тела не стоит остро, диеты с очень низким содержанием жира категорически не рекомендованы.

УГЛЕВОДЫ В ПИТАНИИ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

При занятиях циклическими видами спорта суммарные затраты энергии для развития выносливости значительно больше, чем в других видах спорта. На тренировочных занятиях они могут составлять 4000–6000 ккал, а в дни соревнований — еще больше. В связи с этим рекомендуется увеличение кратности приемов пищи до 5–6 раз в день. Основной рацион должен быть углеводной направленности, т.е. углеводы должны составлять, по мнению разных авторов, от 60 до 70% от общей калорийности рациона [2, 3, 30].

Значение углеводов для восполнения запасов гликогена в дни, предшествующие соревнованиям, требующим выносливости, хорошо известно [31]. Считается, что чувство усталости, связанное с перетренированностью, можно частично отнести на счет сниженных запасов гликогена [32]. Истощение запасов гликогена во время тренировки можно предотвратить высокоуглеводной диетой и периодическими днями отдыха.

В то же время показано, что после истощающих гликоген тренировок мышцы более активно создают запасы гликогена. Так, в исследовании, в котором сравнивали разные режимы тренировок, был сделан вывод, что тренировочные нагрузки в условиях сниженного содержания гликогена улучшают адаптацию мышц к физической нагрузке [33]. В связи с этим существуют специальные тренировочные режимы «train — low, compete — high» (имеется в виду низкая и высокая углеводная направленность рациона), направленные на повышение выносливости мышц в период соревнований.

Непосредственно перед началом нагрузки рекомендуется прием углеводной пищи, в зависимости от объема нагрузки и погодных условий. Так, перед интенсивной длительной лыжной гонкой подростку потребуется относительно более калорийная пища, содержащая до 200 г углеводов и выше. Она улучшает показатели путем более быстрого окисления углеводов в конце дистанции [34].

ДОТАЦИЯ УГЛЕВОДОВ НЕПОСРЕДСТВЕННО ВО ВРЕМЯ И ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Потребление углеводов во время физической нагрузки увеличивает концентрацию глюкозы и инсулина в крови, в результате чего поступление глюкозы в скелетные мышцы увеличивается вдвое [35, 36]. Результаты некоторых исследований подтверждают, что потребление углеводов в течение длительной нагрузки может давать значительное преимущество благодаря потенциальному ресинтезу гликогена. Как время, так и темп потребления углеводов во время нагрузки могут влиять на показатели. Установлено, что углеводные добавки в течение длительной нагрузки на выносливость как минимум за 15 мин до наступления утомления эффективны для его задержки

[36]. Эти данные позволяют считать, что для улучшения спортивных показателей необходимо минимум 45–60 г дополнительных углеводов в течение периода длительной нагрузки [36].

Показано, что велогонщики, которые потребляли во время умеренной нагрузки напитки, обогащенные углеводами, улучшили свои показатели. При этом установлено, что глюкоза в крови может окисляться с большой скоростью во время слабой, умеренной и длительной нагрузки, и потребленные углеводы являются существенным источником энергии для скелетных мышц [35]. Эти данные могут быть экстраполированы и на спортсменов других циклических видов спорта [36].

Наиболее целесообразно использовать углеводы в составе напитков, поскольку одновременно решается вопрос регидратации. Эффективен прием углеводных напитков в период физической нагрузки из расчета 90 г углеводов в час, что соответствует 750 мл 12% или 1,5 л 6% напитка [37].

Обычное содержание углеводов в спортивных напитках, предназначенных для регидратации и восполнения запасов углеводов, составляет 60–90 г/л, при этом показано, что сочетание глюкозы и фруктозы повышает усвоение углеводов на 8% [38].

Пополнение запасов печеночного и мышечного гликогена после напряженной двигательной активности — решающий фактор для тренировок на выносливость. Полагают, что существует верхний предел потребления углеводов (в диапазоне 500–600 г в день), превышение которого мало влияет на запасы гликогена и улучшение спортивных показателей [39]. В табл. 1 приведены ориентировочные рекомендации по потреблению углеводов во время физической нагрузки на выносливость.

Имеются также рекомендации о приеме пищи 1 раз в течение 30 мин после тренировки и еще раз — в течение 1–2 ч после тренировки для восстановления мышечного гликогена и энергии. Предпочтение отдается белковым и углеводным продуктам [41, 42].

Существует ряд подобных рекомендаций, однако было проведено исследование, в которое вошли 29 спорт-

сменов высокой квалификации в возрасте 14–19 лет, и в котором оценивали, насколько точно спортсмены следуют им [16]. Фактическое питание спортсменов и прием жидкости сравнивали с рекомендациями, которые им давали: при интенсивной физической нагрузке в прерывистом режиме в течение ≥ 1 ч потребление углеводов должно было составить 1–4 г/кг за 1–4 ч до тренировки, 30–60 г/ч — во время и 1–1,2 г/кг в час и 20–25 г белка — как можно скорее после тренировки. У юношей потребление углеводов и белка было более приближено рекомендуемым значениям, чем у девушек. Так, прием углеводов соответствовал рекомендуемому у юношей до тренировки в 78%, во время нагрузки — в 18%, после нагрузки — в 68% случаев. У девушек прием углеводов соответствовал рекомендуемому до, во время и после нагрузки в 57; 29 и 43% случаев, соответственно. Рекомендации по приему белка после нагрузки выполняли 73% юношей и 43% девушек. Наиболее выраженный дефицит углеводов отмечался во время тренировки, т. е. только 18% юношей и 29% девушек потребляли необходимые углеводы в количестве 30–60 г/ч.

Безусловно, рекомендации по потреблению углеводов до и после нагрузки должны быть скорректированы с учетом их суточного потребления с тем, чтобы суммарный прием углеводов не превышал установленные нормы.

ФАКТИЧЕСКОЕ ПИТАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ МИКРОНУТРИЕНТАМИ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНЯТЫХ В ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ СПОРТА

Витамины и минеральные вещества необходимы для нормального течения метаболических процессов и жизнедеятельности организма в целом. Они участвуют в многочисленных биохимических реакциях организма, обеспечивая физическую и умственную работоспособность человека и способствуя устойчивости организма к различным заболеваниям. Достаточная обеспеченность витаминами и минеральными веществами — значимый фактор, влияющий на спортивные результаты. Существует мнение, что спортсмены с их повышенными потребностями

Таблица 1. Рекомендованное потребление углеводов для лыжников [40]

Цель нутритивной поддержки	Потребление углеводов
Для участия в 5–6-часовой работе умеренной интенсивности, длительной и интенсивной. Очень высокая потребность в энергии, ежедневное восстановление мышечного гликогена и продолжающееся восполнение энергии во время упражнений (лыжникам-гонщикам для гонки > 50 км)	10–12 г/кг и более ежедневно
Для максимизации ежедневного восстановления мышечного гликогена, чтобы усилить длительные ежедневные тренировочные занятия или «нагрузить» мышцы гликогеном до длительного соревнования (лыжникам-гонщикам для дистанций ≥ 20 км)	7–10 г/кг ежедневно
Для удовлетворения потребностей в энергии и общего питания в программе, требующей меньше энергии. Например, < 1 ч работы умеренной интенсивности или много часов работы преимущественно малой интенсивности (короткая дистанция лыжной гонки 6–15 км, тренировки горнолыжников/прыгунов с трамплина)	5–7 г/кг ежедневно
Для улучшения раннего восстановления, когда следующая нагрузка будет менее чем через 8 ч, и восстановление уровня гликогена может быть ограничивающим фактором	1 г/кг сразу после нагрузки, продолжать до полного насыщения
Для увеличения энергии для длительных занятий (≥ 1 ч) — лыжные гонки	1–4 г/кг за 1–4 ч до нагрузки
Для обеспечения дополнительного источника углеводов во время длительной нагрузки умеренной мощности и интенсивной нагрузки, особенно в жарких условиях или когда запасы энергии до нагрузки субоптимальные (лыжная гонка и во время тренировочных занятий по скоростному спуску и прыжкам с трамплина)	30–60 г/ч в соответствующей форме жидкости или продукта

в энергии и основных нутриентах употребляют достаточно витаминов и минеральных веществ. Однако результаты исследований не соответствуют этому предположению.

Изучение фактического питания юных пловцов в Испании [43] показало, что их рацион дефицитен по калорийности. При этом на фоне избыточного количества белка в рационе у пловцов обою пола имело место недостаточное потребление каротинов, витаминов А, Е, D, фолиевой кислоты. Кроме того, у девушек было отмечено недостаточное потребление железа и кальция и вместе с тем значительно более высокое по сравнению с юношами потребление полиненасыщенных жирных кислот. При этом содержание железа, а также витаминов С и Е в плазме крови было нормальным.

Проведенная в НЦЗД оценка фактического питания 86 юных спортсменов в возрасте 7–18 лет (в т.ч. 55 пловцов) показала, что реальное потребление как макро-, так и микронутриентов значительно отличалось от рекомендуемых норм [44]. Сбор данных в этом исследовании проводился анкетно-опросным методом за 5–7 сут, фактический рацион оценивали при помощи компьютерной программы в соответствии с индивидуальным уровнем энергозатрат ребенка. Дефицит энергетической ценности рациона различной степени выраженности был отмечен почти у половины детей, чаще — в старшей возрастной группе. При этом в большинстве случаев питание было разбалансировано по ряду нутриентов. Наиболее часто отмечали недостаточное потребление белка, полиненасыщенных жирных кислот, кальция и избыточное поступление насыщенных жирных кислот. Анализ причин неадекватного питания показал, что основными факторами являются интенсивность тренировок, затрудняющая соблюдение необходимого режима приема пищи (практически у всех детей); избирательный аппетит (пищевые предпочтения — когда ребенок не любит определенные продукты) — в 67% случаев; пищевая аллергия или непереносимость — у 22% детей.

По данным зарубежных исследователей, для юных пловцов характерно достаточное содержание в рационе витаминов А и С, недостаточное — витамина Е; данные о потреблении витаминов группы В противоречивы [45, 46]. Имеются данные об адекватном уровне витамина С и витамина Е в сыворотке крови [47].

Оценка фактических рационов спортсменов аналитическими методами более трудоемкая, но дает более точные результаты. Так, например, в исследовании J. Czaja и соавт. [48] было проанализировано содержание магния и витамина В₆ в суточных рационах польских спортсменов. Концентрацию магния и витамина В₆ определяли спектрометрически в 62 собранных и 12 реконструированных суточных рационах питания детей высокой спортивной квалификации. Исследуемые рационы девушек-спортсменок содержали 256 ± 111 мг магния и $2,04 \pm 0,63$ мг витамина В₆, а мужчин — 284 ± 58 и $2,12 \pm 0,68$ мг, соответственно. Результаты данного исследования продемонстрировали недостаточное содержание в рационах спортсменов магния, хотя суточное потребление витамина В₆ находилось в пределах рекомендуемых норм [48]. При этом результаты компьютерного анализа этих же рационов составили 159–181% от значений содержания магния и витамина В₆, полученных лабораторными методами. Было установлено, что компьютерный анализ раци-

онов может давать завышенные показатели по микронутриентам из-за более низкого содержания витаминов и микроэлементов в овощах и фруктах.

Недостаток витаминов у большинства детей носит сочетанный характер. Так, в исследовании по оценке обеспеченности юных спортсменов витаминами Е, А, С, В₂ и β-каротином, проведенном в НЦЗД совместно с НИИ питания [49], показано, что у юных пловцов недостаток какого-то одного из исследованных микронутриентов (как правило, витамина В₂ или β-каротина) имел место в 31% случаев. Дефицит двух витаминов (чаще всего В₂ и β-каротина) наблюдался у 49% детей. Недостаток сразу трех биологически активных компонентов (витамина Е, β-каротина и витаминов А или В₂) испытывали 15% детей. Следует также отметить, что исследование проводилось в сентябре–октябре — в начале тренировочного сезона, когда обеспеченность витаминами после лета должна быть максимальной, поэтому объяснить обнаруженный дефицит можно только недостаточным потреблением данных микронутриентов, а не избыточным их расходом. Однако в этом же исследовании установили, что содержание аскорбиновой кислоты в крови более чем у половины обследованных детей находилось на верхней границе нормы (т.е. достигало предельной концентрации, которая может удерживаться в крови), что соответствовало избыточной обеспеченности. Это связано с обычной практикой приема детьми во время тренировок напитка, содержащего только один витамин С в количестве, в 1,5–2 раза превышающем рекомендуемую суточную норму потребления. Результаты этого исследования позволяют заключить, что такую практику следует признать неадекватной, поскольку на метаболические системы ложится неоправданная нагрузка.

Анализ литературных и собственных данных показывает, что недостаточная обеспеченность витаминами детей, занимающихся водным спортом, является, в первую очередь, результатом недостаточного потребления этих микронутриентов с пищей, а не только повышенным расходом этих витаминов в условиях активных физических нагрузок, сопровождающихся усилением перекисного окисления липидов [50, 51].

Установлено, что при дефиците витаминов у спортсменов на 7–12% снижаются максимальная работоспособность, потребление кислорода, выносливость, физическая сила; повышается уровень лактата в крови, а дополнительный прием витаминов лицами с субклиническими признаками недостаточности витаминов сопровождается повышением работоспособности [50, 52]. Существуют данные о том, что дефицит витаминов группы В может отрицательно сказаться на физических показателях [53, 54].

Оценка обеспеченности цинком пловцов высокой спортивной квалификации в различные периоды подготовки показала, что медиана концентрации микроэлемента как в плазме крови, так и в эритроцитах была ниже нормального значения на протяжении всех учебных периодов: как в базовом тренировочном, так и в подготовительном и соревновательном периоде. Это свидетельствует о том, что дефицит цинка связан не столько с повышенным его расходом, сколько с недостаточным потреблением [55]. Известно также о высокой частоте дефицита железа у девочек-пловчих [56].

Таким образом, спортсменам необходим дополнительный прием витаминов и минеральных веществ в виде обогащенных продуктов, сбалансированных витаминно-минеральных комплексов при содержании витаминов не выше 100% от суточной нормы потребления, а также оптимально использовать продукты и комплексы, ориентированные на спортсменов, со специально подобранным соотношением микронутриентов. Для восполнения имеющихся дефицитов необходим целенаправленный прием витаминных и минеральных препаратов [57].

Так, в плацебоконтролируемом исследовании, проведенном в НЦЗД совместно с НИИ питания, продемонстрирована возможность коррекции дефицита витаминов путем включения в рацион специального спортивного витаминно-минерального напитка российского производства, содержащего 13 витаминов в дозах, составляющих 28–94% от возрастной нормы их потребления, а также углеводы. Напиток использовали в комплексе мероприятий по регидратации в тренировочном периоде в процессе и после нагрузки. Прием детьми витаминно-минерального напитка на протяжении 20 дней сопровождался нормализацией концентрации витамина С в сыворотке крови, тенденцией к улучшению обеспеченности витамином Е и достоверно улучшал обеспеченность обследуемых детей β-каротином [49].

ПИТЬЕВОЙ РЕЖИМ

Считается, что обезвоживание, равное 2% массы тела, уже сказывается на спортивных показателях [15], а потеря 5% массы с жидкостью снижает работоспособность на 30% [58]. Несмотря на то, что плавание — это физическая активность в воде, наибольший риск для показателей пловца связан с потерей жидкости [59]. Считается, что обезвоживание может наступить после

30 мин плавания. Такие факторы, как теплая вода бассейна, высокая температура или высокая влажность воздуха, могут усилить риск обезвоживания и ухудшить показатели даже самых подготовленных пловцов [60].

В проведенном в НЦЗД исследовании состава тела юных спортсменов было показано, что содержание общей воды в организме юных пловцов, по данным биоимпеданса, было снижено у девочек в 16% случаев, у мальчиков — в 17% [49].

Во избежание риска развития дегидратации и снижения физической работоспособности спортсменам циклических видов спорта необходимо использовать во время и после тренировки (соревнования) небольшими порциями через 10–15 мин спортивные напитки, содержащие углеводы и электролиты, что более предпочтительно, чем употребление только одной воды [61]. Для нагрузки, которая длится более 60 мин или происходит в жаркую погоду, для восполнения энергии и электролитов рекомендуются спортивные напитки, содержащие 6% углеводов и 20–30 мг-экв/л натрия хлорида [62].

В табл. 2 приведены рекомендации по минимальному потреблению жидкости во время нагрузки для детей-спортсменов, разработанные секцией спортивной медицины педиатрического общества Канады (Canadian Paediatric Society, Paediatric Sports and Exercise Medicine Section). Более подробные рекомендации в зависимости от длительности нагрузки с ориентировочным диапазоном, который зависит в основном от погодных условий, представлены в табл. 3.

Оценка нутритивного статуса и контроль эффективности диетологических мероприятий могут осуществляться как по результатам антропометрических показателей, так и более углубленно — по данным биоимпедансного анализа [49] и психофизиологическим показателям.

Таблица 2. Рекомендуемое минимальное потребление жидкости во время и после тренировки (исходя из расчета 13 мл/кг во время тренировки и 4 мл/кг после нее)

Вес тела, кг	Восполнение жидкости во время тренировки, мл/ч	Восполнение жидкости после тренировки, мл/ч
25	325	100
30	390	120
35	455	140
40	520	160
45	585	180
50	650	200
55	715	220
60	780	240

Таблица 3. Ориентировочные объемы потребления жидкости при организации питьевого режима спортсменов [15]

Время	Объем жидкости
В течение 1–2 ч перед тренировкой	Масса тела < 40 кг: 85–170 мл Масса тела > 40 кг: 170–340 мл
Во время тренировки	Масса тела < 40 кг: 120 мл каждые 20 мин Масса тела 40–60 кг: 140–200 мл каждые 20 мин Масса тела > 60 кг: 230 мл каждые 20 мин
После тренировки	500–600 мл жидкости на каждый 0,5 кг потери веса

Биоимпедансный анализ состава тела является одним из современных методов морфологической и функциональной диагностики в спортивной медицине. Отличительной особенностью этого метода исследования является возможность оперативного обследования спортсменов в динамике во время как отдельно проводимой тренировки, так и на этапах тренировочного цикла [49].

Таким образом, современная спортивная тренировка, направленная на достижение высоких результатов, требует от спортсмена большого, а иногда предельного напряжения физиологических резервов и психических возможностей. Предельный уровень физических нагрузок, сочетающийся с высоким эмоциональным напряжением, часто приводит к перенапряжению физиологических систем и снижению функционального состояния организма в целом. В связи с этим возникают наиболее важные вопросы — о взаимодействии нагрузки и восстановления организма как факторов, которые обуславливают адаптационные процессы, проявляющиеся в структурных и функциональных преобразованиях в организме спортсмена, где одну из важных ролей выполняет адекватное питание.

Питание юного спортсмена должно базироваться на концепциях сбалансированного и адекватного питания в соответствии с физиологическими потребностями. При организации рационального питания спортсменов должны учитываться основные принципы:

- соответствие энергетической ценности рациона среднесуточным энергозатратам, зависящим от возраста, пола, характера и интенсивности физических нагрузок;
- сбалансированность рациона по основным пищевым веществам (белкам, жирам, углеводам, витаминам и минеральным веществам);

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования/конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Almqvist J., Valovich T., Cavanna A., Jenkinson D., Andrew E., Keith L. Summary Statement Appropriate Medical Care for the Secondary School-Aged Athlete. *J. Athletic Training*. 2008. 43 (4): 416–427.
2. Purcell L. K. Sport nutrition for young athletes. *Paediatr. Child Health*. 2013; 18 (4): 200–202.
3. Питание спортсменов. Под ред. К.А. Розенблюм. Киев. 2006. 535 с.
4. Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р. Питание юных спортсменов. Принципы построения рациона. М.: Советский спорт. 2007. 236 с.
5. Детская спортивная медицина. Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева. М. 1991. 560 с.
6. Рогозкин В.А., Пшендин А.И., Шишина Н.Н. Питание спортсменов. М.: Физкультура и спорт. 1989. 160 с.
7. Удалов Ю.Ф. Основы питания спортсменов. Малаховка: МГАФК. 1997. 304 с.
8. Phillips S.M. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition*. 2004; 20: 689–695.
9. Tipton K.D., Elliott T.A., Ferrando A.A., Aarsland A.A., Wolfe R.R. Stimulation of muscle anabolism by resistance exercise and ingestion of leucine plus protein. *Appl. Physiol. Nutr. Metabolism*. 2009; 34: 151–161.
10. Moore D.R., Fry J.L., Robinson M.J., Hartman J.W., Phillips S.M. Dose-responses of whole body protein turnover with increasing protein intake after an acute bout of resistance exercise in young men. *Faseb J*. 1992; 21: 336–336.
11. Nair K.S., Matthews D.E., Welle S.L., Braiman T. Effect of leucine on amino acid and glucose metabolism in humans. *Metabolism*. 1992; 41: 643–648.
12. Wilkinson S.B., MacDonald J.R., MacDonald M.J., Tarnopolsky M.A., Phillips S.M. Milk proteins promote a greater net protein balance than soy proteins following resistance exercise. *Faseb J*. 2004; 18: 854–854.
13. Mettler S., Mitchell N., Tipton K.D. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2010; 42 (2): 326–337.
14. McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L. Sports and exercise nutrition. 4th edn. *Wolters Kluwer Health*. 2013. 682 p.
15. Sally S., Anderson J., Harris S. Steven J. Care of the young athlete. *American Academy of Orthopedic Surgeons*. 2010. 612 p.
16. Baker L.B., Heaton L.E., Nuccio R.P., Stein K.W. Dietitian-observed macronutrient intakes of young skill and team-sport athletes: adequacy of pre, during, and postexercise nutrition. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab*. 2014; 24 (2): 166–176.

- выбор адекватных форм питания (продуктов, пищевых веществ и их комбинаций), обеспечивающих различную ориентацию рационов (белковый, углеводный, белково-углеводный) в зависимости от конкретных педагогических задач и направленности тренировок в отдельные периоды подготовки спортсменов;
- распределение рациона в течение дня, строго согласованное с режимом и характером тренировок и соревнований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные подходы к питанию юных спортсменов, занятых в циклических видах спорта, основаны на индивидуальном подборе оптимального рациона. Соотношение основных нутриентов у спортсменов, тренирующихся на выносливость, смещено в пользу углеводов, которые должны покрывать высокие затраты на физическую активность в зависимости от этапа тренировочного процесса и объема нагрузки. Использование жиров в высокожировых диетах для обеспечения энергетической функции себя не оправдало, поэтому от такого нутритивного подхода отказались: содержание жиров в рационе спортсменов должно составлять около 25% от общей калорийности рациона. Белковые нагрузки также неоправданы: соответственно, содержание белка в рационе не должно превышать 1,2–1,6 г/кг массы тела. Необходимыми компонентами оптимального питания юных спортсменов являются обогащенные продукты, нутрицевтики с витаминами и минералами, пре- и пробиотиками, полиненасыщенными жирными кислотами и другими биологически активными веществами, которые следует принимать ограниченно и целенаправленно под контролем врача-специалиста.

17. Баранов А.А., Макарова С.Г., Боровик Т.Э., Корнеева И.Т., Поляков С.Д., Чумбадзе Т.П. Нутритивная поддержка юных спортсменов с использованием специализированного отечественного продукта. *Педиатрическая фармакология*. 2013; 10 (6): 78–86.
18. Sherman W.M., Leenders N. Fat loading the next magic bullet. *Int. J. Sport Nutr.* 1995; 5 (Suppl.): 1–12.
19. Brouns F., van der Vusse G.J. Utilization of lipids during exercise in human subjects: metabolic and dietary constraints. *Brit. J. Nutr.* 1998; 79: 117–128.
20. Barclay A., Petocz P., McMillan-Price J., Flood V.M., Prvan T., Mitchell P., Brand-Miller J.C. Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk — a meta-analysis of observational studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 2008; 87: 627–637.
21. Loy S.F., Conlee R.K., Winder W.W., Nelson A.G., Arnall D.A., Fisher A.G. Effects of a 24-hour fast on cycling endurance time at two different intestines. *J. Appl. Physiol.* 1986; 61: 654–659.
22. Dyck D.J., Putman C.T., Heigenhauser G.J.F., Hultman E., Spriet L.L. Regulation of fat-carbohydrate interaction in skeletal muscle during intense aerobic cycling. *Am. J. Physiol.* 1993; 265: 852–859.
23. Kiens B., Helge J.W. Effect of high-fat diets on exercise performance. *Proc. Nutr. Soc.* 1998; 57: 73–75.
24. Kiens B. Effect of endurance training on fatty acid metabolism: local adaptations. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1997; 29: 640–645.
25. Борисова О.О. Питание спортсменов. Зарубежный опыт и практические рекомендации. М. 2007. 131 с.
26. Kiens B., Helge W.J. Adaptation to a High Fat Diet. In: Nutrition in Sport. R. M. Maughan (ed.). *Copenhagen Muscle Research Centre, August Krogh Institute, University*. 2000. P. 192–202.
27. Tipton K.D., Witard O.C. Protein requirements and recommendations for athletes: Relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clin. Sports Med.* 2007; 26 (1): 17–36.
28. Williams C. Dietary macro- and micronutrient requirements of endurance athletes. *Proc. Nutr. Soc.* 1998; 57: 1–8.
29. Brownell K.D., Nelson-Steen S., Wilmore J.H. Weight regulation practices in athletes: analysis of metabolic and health effects. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1987; 18: 546–556.
30. Олейникова С.А., Гунина Л.М. Спортивная фармакология и диетология Вильямс. *Диалектика*. 2008. 256 с.
31. Wilkinson J.G., Liebman M. Carbohydrate metabolism in sport and exercise. In: Nutrition in Exercise and Sport. I. Wolinsky (ed.). *New York: CRS Press*. 1998. P. 63–99.
32. Costill D.L., Hargreaves M. Carbohydrate nutrition and fatigue. *Sports Med.* 1992; 13: 86–92.
33. Hansen A.K., Fischer C.P., Plomgaard P., Andersen J.L., Saltin B., Pedersen B.K. Skeletal muscle adaptation: training twice every second day vs. training once daily. *J. Appl. Physiol.* 2005; 98: 93–99.
34. Coyle E.F. Substrate utilization during exercise in active people. *Am. J. Clin. Nutr.* 1995; 61 (Suppl.): 12–16.
35. Burke L.M., Claassen A., Hawley J.A., Noakes T.D. No effect of glycemic of pre-exercise meals with carbohydrate intake during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1998; 30: 3–12.
36. Coggan A.R., Coyle E.F. Carbohydrate ingestion during prolonged exercise, effects on metabolism and performance. *Exerc. Sports Sci. Rev.* 1991; 19: 1–40.
37. Sawka M.N., Noakes T.D. Does dehydration impair exercise performance? *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007; 39: 1209–1217.
38. Currell K., Jeukendrup A.E. Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008; 40: 275–281.
39. Lamb D.R., Rinehardt K.F., Bartels R.L., Sherman W.M., Snook J.T. Dietary carbohydrate and intensity of interval swim training. *Am. J. Clin. Nutr.* 1990; 52: 1058–1064.
40. Hawley J.A., Burke L.M. Peak Performance: Training and Nutrition Strategies for Sport. *Sydney, Australia: Allen Unwin*. 1998. P. 233–260.
41. Dietitians of Canada, the American Dietetic Association, and the American College of Sports Medicine Joint position statement: Nutrition and athletic performance. *Canada J. Diet Pract. Res.* 2000; 61 (14): 176–192.
42. Litt A. Fuel for young athletes: Essential foods and fluids for future champions. *Windsor: Human Kinetics*. 2004. 192 p.
43. Martinez S., Pasquarelli B.N., Romaguera D., Arasa C., Tauler P., Aguilo A. Anthropometric characteristics and nutritional profile of young amateur swimmers. *J. Strength Cond. Res.* 2011; 25 (4): 1126–1133.
44. Makarova S., Bоровик Т., Чумбадзе Т., Поляков С., Корнеева И., Гоготова В. Real nutrient intake of young athletes. *A Cochrane Rev. J. Evidence-Based Child. Health.* 2011; 6 (Suppl.): 92.
45. Rodriguez N.R., Di Marco N.M., Langley S. American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2009; 41 (3): 709–731.
46. Kabasakalis A., Kalitsis K., Tsalis G., Mougios V. Imbalanced Nutrition of Top-Level Swimmers. *Int. J. Sports Med.* 2007; 28: 780–786.
47. Hyzyk A.K., Romankow J. The evaluation of the state of saturation of the organism with antioxidant vitamins C and E and their influence on the physical efficiency of young sportsmen. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2005; 56 (1): 57–65.
48. Czaja J., Lebiezinska A., Marszall M., Szefer P. Evaluation for magnesium and vitamin B6 supplementation among Polish elite athletes. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2011; 62 (4): 413–418.
49. Баранов А.А., Корнеева И.Т., Макарова С.Г., Поляков С.Д., Боровик Т.Э., Чумбадзе Т.П. Нутритивная поддержка и лечебно-восстановительные мероприятия в детско-юношеском спорте. М.: *ПедиатрЪ*. 2015. 164 с.
50. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Никитюк Д.Б. Витамины в питании спортсменов. *Вопросы питания*. 2009; 78 (3): 60–75.
51. Gougoura S., Nikolaidis M.G., Kostaropoulos I.A. Increased oxidative stress indices in the blood of child swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2007; 100 (2): 235–239.
52. Manore M.M. Effect of physical activity on thiamine, riboflavin, and vitamin B6 requirements. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 72 (2): 598–606.
53. Scares M.J., Satyanarayana K., Bamji M.S., Jacob C.M., Ramana Y.V., Rao S.S. The effect of exercise on the riboflavin status of adult men. *Brit. J. Nutr.* 1993; 69: 541–551.
54. Belko A.Z., Obarzanek E., Kalwart H.J., Rotter M.A., Bogusz S., Miller D., Haas J.D., Roe D.A. Effects of exercise on riboflavin requirements of young women. *Am. J. Clin. Nutr.* 1983; 37: 509–517.
55. Giolo De Carvalho F., Rosa F.T., Marques Miguel Suen V., Freitas E.C., Padovan G.J., Marchini J.S. Evidence of zinc deficiency in competitive swimmers. *Nutrition*. 2012; 28 (11–12): 1127–1131.
56. Brigham D.E., Beard J., Krimmel R.S., Kenney W.L. Changes in iron status during competitive season in Female collegiate swimmers. *Nutrition*. 1993; 9: 418–422.
57. Maglischo E.W. Nutritional Guidelines for Swimmers. *Gatorade Sports Science Institute. Coaches Corner*. 1996. P. 7.
58. Noakes T.D. Drinking guidelines for exercise: what evidence is there that athletes should drink «as much as tolerable» to replace the weight lost during exercise or «ad libitum»? *J. Sports Sci.* 2007; 25: 781–796.
59. Taimura A., Sugahata M., Lee J.B., Matsumoto T. Effect of fluid intake on plasma volume, osmolality, body temperature, and performance during swimming training. *Med. Sci Sports Exerc.* 1997; 29 (Suppl.): 764.
60. Neilsen B. Physiology of thermoregulation during swimming. In: Swimming medicine IV-Proceeding of the Fourth International Congress on Swimming Medicine. B. Eriksson, B. Furberg (eds.). *Baltimore, Md: University Park Press*. 1997. 21 p.
61. Meyer F., O'Connor H., Shirreffs S.M. International Association of Athletics Federations Nutrition for the young athlete. *J. Sports Sci.* 2007; 25 (Suppl. 1): 73–82.
62. Rowland T. Fluid replacement requirements for child athletes. *Sports Med.* 2011; 41 (4): 279–288.