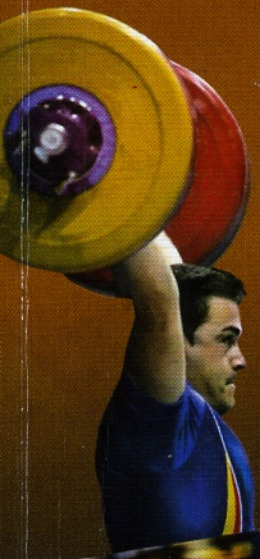
О.О. Борисова

ПИТАНИЕ спортсменов

зарубежный опыт и практические рекомендации







УДК 796/799
ББК 75.0
Б82

Рецензент
доктор медицинских наук, профессор *В. Г. Лифляндский*

Борисова О.О.
Б82 Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации [Текст] : учеб.-метод. пособие / О. О. Борисова. – М.: Советский спорт, 2007. – 132 с.

ISBN 978-5-9718-0220-4

Пособие представляет собой анализ литературных данных по вопросам питания в спорте и суммирует рекомендации ведущих российских и зарубежных специалистов. Целью пособия является популяризация знаний о роли факторов питания и основных принципах построения адекватного рациона спортсмена.

Особый интерес может привлечь третий раздел пособия, где представлены конкретные требования к количественным и качественным характеристикам питания в зависимости от особенностей обменных процессов в различных видах спорта.

Для студентов физкультурных вузов, спортсменов, тренеров, спортивных врачей.

УДК 796/799
ББК 75.0

ISBN 978-5-9718-0220-4

© О.О. Борисова, 2007
© Оформление. ОАО «Издательство "Советский спорт"», 2007

Введение

Питание – жизненная потребность человека. Основные задачи питания состоят в обеспечении организма человека энергией, пластическими (строительными) веществами и биологически активными компонентами. Любые отклонения от адекватного потребностям снабжения организма пищевыми веществами могут нанести существенный ущерб здоровью, привести к снижению сопротивляемости неблагоприятным факторам среды, ухудшению умственной и физической работоспособности.

Для спортсменов, стремящихся к достижению высоких результатов, вопросы рационального питания приобретают особое значение, поскольку взаимосвязь питания и физической работоспособности в настоящее время не вызывает сомнений.

Современный спорт характеризуется интенсивными физическими, психическими и эмоциональными нагрузками. Процесс подготовки к соревнованиям включает, как правило, двух- или даже трехразовые ежедневные тренировки, оставляя все меньше времени для отдыха и восстановления физической работоспособности. Грамотное построение рациона питания спортсмена с обязательным восполнением затрат энергии и поддержанием водного баланса организма – важное требование при организации тренировочного процесса. В основе стратегии питания спортсменов лежат общие принципы здорового питания, однако имеются и специальные задачи. Они заключаются в повышении работоспособности, отдалении времени наступления утомления и ускорении процессов восстановления после физической нагрузки. Возможность

активно и рационально использовать факторы питания на различных этапах процесса подготовки спортсменов, а также непосредственно в ходе соревнований всегда привлекала внимание специалистов. Однако следует отметить, что, несмотря на важность данного вопроса для спортсменов, практическое применение нередко находят концепции, не имеющие научного обоснования, или же теоретические построения, справедливость которых не подтверждена научными исследованиями. Возможно, разночтения в вопросе питания спортсменов связаны с ограниченным количеством адресованной непосредственно тренеру и спортсмену информации, основанной на научном обосновании соответствия характера и режима питания изменениям метаболизма, вызванным мышечной деятельностью.

В 2000 году при посредничестве Международного олимпийского комитета в сотрудничестве с Международной федерацией спортивной медицины издательством Blackwell Science Ltd был выпущен 7 том Энциклопедии спортивной медицины, посвященный вопросам питания в спорте. Редактор упомянутого издания профессор Ronald J. Maughan пригласил для участия в проекте более 60 специалистов с мировым именем – спортивных врачей, физиологов, специалистов по вопросам питания. Без всякого сомнения, компетентность и ценность представленной информации трудно преувеличить, равно как и необходимость донести современные взгляды ведущих зарубежных специалистов и до российского читателя. Мнения и рекомендации именно этих ученых положены в основу данного методического пособия, которое по сути своей представляет анализ литературных данных по вопросам питания в спорте. Суммируя рекомендации ведущих специалистов, данное методическое пособие служит цели популяризации знаний о роли факторов питания и основных принципах построения адекватного рациона спортсмена.

Определенная база знаний необходима, чтобы полностью оценить представленную информацию, что вполне обосновано. Без знания энергетических запросов физической активности, роли основных энергетических субстратов и представления о субстратах, лимитирующих мышечную деятельность, невозможно обосновать основные рекомендации по питанию в конкретном виде спорта.

Методическое пособие построено следующим образом:

в первом разделе приведена информация, которая лежит в основе практических рекомендаций по питанию в спорте (в свете

влияния физических нагрузок рассмотрены вопросы макро- и микронутриентов в питании, водного баланса организма, функции желудочно-кишечного тракта);

второй раздел затрагивает некоторые вопросы более частного характера (питание юных спортсменов, коррекция массы тела, вопросы повышения физической работоспособности с помощью факторов питания);

третий раздел представляет собой детальный обзор специфических вопросов, связанных с организацией питания перед, во время и после тренировок/соревнований в различных видах спорта.

Особый интерес спортсменов и тренеров может привлечь именно третий раздел пособия, благодаря конкретным требованиям к количественным и качественным характеристикам питания, которые представлены в зависимости от особенностей обменных процессов, обусловленных видом спорта.

Следует обратить внимание на большую осторожность, с которой следует относиться к любым обобщениям, когда речь идет о конкретном спортсмене. Необходимо принимать во внимание, что помимо физического напряжения спортсмены испытывают систематические нервно-эмоциональные перегрузки, особенно выраженные в период подготовки к соревнованиям и их проведения. На соревнованиях при выполнении одинаковой по объему работы энерготраты спортсмена примерно на 26–29 % выше, чем на тренировочных занятиях. Также надо иметь в виду, что объем и интенсивность нагрузки в разных видах спорта оценивают осредненным образом и в каждом конкретном случае они варьируют. То же можно сказать и относительно уровня энерготрат спортсменов, рассматривая приводимые здесь литературные данные в целом как ориентировочные.

Раздел I

Глава 1. БЕЛКИ, ЖИРЫ, УГЛЕВОДЫ В РАЦИОНЕ СПОРТСМЕНА И ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

1.1. Белки

Ключевым моментом физической работоспособности является оптимальное энергообеспечение мышечной деятельности. Этот вопрос привлекает внимание ученых уже более 150 лет, на протяжении которых представления о метаболической роли белков, жиров и углеводов при физической активности претерпели неоднократные изменения.

С 1840 года основным субстратом мышечных сокращений считались белки (Von Liebig). Накопленные к концу XIX – началу XX века экспериментальные факты, напротив, привели к утверждению о их незначительной роли в энергетическом метаболизме. Мнение об отсутствии влияния физических нагрузок на потребности в белке и, таким образом, отсутствии необходимости увеличения количества белка в рационе спортсменов настолько упрочилась, что на протяжении трех четвертей XX века внимание исследователей привлекали вопросы исключительно метаболизма углеводов и жиров. Лишь с начала 70-х годов (Felig & Wahren, 1971; Poortmans, 1975) стали появляться свидетельства благоприятного эффекта дополнительных, по сравнению с общепринятыми нормами,

количеств белка в случае регулярных интенсивных физических нагрузок. В настоящее время представляется очевидным, что физические нагрузки увеличивают потребности организма в белке, причем регулярные силовые нагрузки предъявляют бóльшие требования по сравнению с физической активностью, связанной с выносливостью (Tarnopolsky et al., 1992; Philips et al., 1993). Однако следует заметить, что однозначного ответа на вопрос о «норме» белка для спортсменов нет и по сей день. Считается, что для удовлетворения повышенных потребностей спортсменов достаточно увеличить потребление белка на 50–125% по сравнению с общепринятыми нормами (Lemon, 2000). Существуют следующие рекомендации по приему в сутки:

– 1,2–1,4 г белка на кг массы тела для спортсменов, чья физическая деятельность связана с *выносливостью* (Lemon, 1991; ADA, 2000);

– 1,7–1,8 г белка на кг массы тела (Lemon, 1991) и 1,6–1,7 г на кг массы тела (ADA, 2000) в *силовых видах* спорта;

– до 2 г на кг массы тела (1,4–2,0 г/кг) (Рогозкин В.А., 1993).

Ранее В.А. Рогозкин (1989) рекомендовал более высокие нормы потребления белка – 2,4–2,8 г на кг массы тела для спортсменов некоторых видов спорта (в частности скоростно-силовых). Такого же мнения придерживался М.Н. Волгарев (Волгарев М.Н. и др., 1985): «При небольшой физической и нервно-эмоциональной нагрузке достаточно 1,4–2,0 г белка на кг массы тела спортсмена в сутки. Потребность спортсменов в белке возрастает в период тренировок, направленных на развитие силы, скорости, увеличение мышечной массы, а также при выполнении крайне длительных и напряженных физических нагрузок (2,2–2,9 г на кг массы тела)». Для женщин рекомендуемые количества приема белка в сутки в целом несколько ниже.

В настоящее время научные взгляды на проблему удовлетворения повышенных потребностей спортсменов в белке отошли от представлений о пользе рационов с очень высоким его содержанием. Результаты современных исследований свидетельствуют, что при увеличении количества белка в рационе до 2,4 г/кг массы тела дальнейшего повышения синтеза белка уже не происходит. В связи с этим, такое количество белка уже считается избыточным (Fern et al., 1991; Tarnopolsky et al., 1992). Согласно современным представлениям, 2–2,5 г белка на кг массы тела и (или) обеспечивающее 25% общей калорийности – максимальное количество белка

в рационе, позволяющее удовлетворить потребности спортсменов (Bilsborough & Mann, 2006).

Говоря о нормах потребления белка, следует, вероятно, рассматривать в единстве абсолютные количества белка в рационе спортсмена (количество г в сутки), количество белка, соотнесенное с весом тела (г/кг массы тела) и процентное соотношение энергоценности, обеспечиваемой за счет белка, и общей калорийности рациона (табл. 1). Необходимость такого подхода можно понять на следующем примере. На первый взгляд, рацион, где 35% общей калорийности обеспечивается белками, содержит избыточное их количество. Однако в случае рациона калорийностью 1915 ккал абсолютное количество белка будет составлять порядка 165 г в сутки, что для человека весом 80 кг будет эквивалентно 2,1 г/кг массы тела, т.е. находиться в максимально допустимых пределах.

Независимо от научных взглядов, спортсмены часто практикуют использование белка в количествах, составляющих 300–775% от рекомендуемых норм потребления (Steen, 1991; Kleiner et al., 1994). В силовых видах спорта давно и прочно укоренилось мнение относительно пользы рационов с очень высоким содержанием белка для развития мышечной массы и силы при сочетании их с анаболическим стимулом силовых упражнений. Вероятно, такое расхождение с научными взглядами объясняется тем, что все исследования проводятся без использования фармакологических препаратов. Возможно, именно эффектом влияния анаболических веществ может поддерживаться существующее убеждение, хотя в целом данный вопрос требует большего внимания со стороны исследователей.

Однозначный ответ получен сегодня на вопрос об использовании рационов с высоким содержанием белка спортсменами, чья физическая деятельность связана с нагрузками аэробного характера. Исследовался эффект от применения высокоуглеводного рациона (7,9±1,9 г/кг массы тела – углеводы; 1,2±0,3 г/кг массы тела – жиры; 1,3±0,4 г/кг массы тела – белки) и рациона той же калорийности с повышенным содержанием белка (4,9 ±1,8 г/кг массы тела – углеводы; 1,3±0,3 г/кг массы тела – жиры; 3,3±0,4 г/кг массы тела – белки).

Согласно данным Macdermid & Stannard (2006), происходило снижение работоспособности спортсменов после использования в течение 7 дней рациона с повышенным количеством белка и сниженным количеством углеводов.

Таблица 1

Три подхода к определению количества белка
(Bilsborough & Mann, 2006)

Калорийность рациона, кДж (ккал)	% энергии за счет белков	Кол-во белков (г в день)	Масса тела (кг)							
			40	50	60	70	80	90	100	110
			Кол-во белка на кг массы тела (г/кг в день)							
6000 (1435)	15	53	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5
	25	88	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
	35	124	3,1	2,5	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
8000 (1915)	15	71	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
	25	118	2,9	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1
	35	165	4,1	3,3	2,7	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5
10 000 (2392)	15	88	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
	25	147	3,7	2,9	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3
	35	206	5,1	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9
12 000 (2870)	15	106	2,6	2,1	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
	25	176	4,4	3,5	2,9	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6
	35	247	6,2	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	2,2
14 000 (3350)	15	124	3,1	2,5	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
	25	206	5,1	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9
	35	288	7,2	5,8	4,8	4,1	3,6	3,2	2,9	2,6

Достаточно распространенным является представление об опасности рационов, содержащих большое количество белка. Анализ последних публикаций по данному вопросу позволяет сделать вывод об отсутствии в научной литературе экспериментальных данных относительно максимально допустимого количества белка в рационе, равно, как и обоснованного подтверждения опасности высокобелковых рационов (Bier, 2003; Young, 2003; Bilsborough & Mann, 2006). Однако это не означает отсутствия потенциальной возможности отрицательных эффектов от потребления высоких доз, как отдельных аминокислот, так и белка пищи или диетических добавок (IOM, 2005). Определение максимальных доз аминокислот связано с необходимостью выявления возможных отклонений от нормальных физиологических и биохимических процессов адаптации (Bier, 2003).

В обзоре Bilsborough & Mann (2006) упоминаются работы, связанные с изучением катаболизма аминокислот в печени, способно-

сти желудочно-кишечного тракта абсорбировать аминокислоты из пищевых белков, позволяющие теоретически допустить возможность безопасного использования до 285 г белка в сутки для человека массой 80 кг (Rudman et al., 1973). Однако давность этих исследований дает основание относиться к ним с осторожностью. В целом, какие-либо симптомы избыточного потребления белка у здорового человека наблюдаются крайне редко, если не сказать большего – никогда. Вероятно, организм может адаптироваться к изменениям содержания в рационе белка в широких пределах (Bilsborough & Mann, 2006).

С использованием высокобелковых рационов часто связывают опасности повышенной нагрузки на почки, развития атеросклероза, увеличение потерь кальция и воды. Нельзя отрицать, что большое количество белка дает дополнительную нагрузку на почки, но едва ли это представляет опасность для здорового организма, и отрицательные последствия таких рационов зафиксированы лишь в случаях нарушений функций почек. Согласно Scov et al. (1999), применение рациона, 26% энергоценности которого обеспечивалось за счет белков, не сказывалось на функции почек. Не отмечено связи между увеличением потребления белка (с 1,2 до 2,0 г/кг массы тела) и развитием почечной недостаточности в исследованиях Poortmans & Dellalieux (2000). В исследованиях Rudman et al. (1973) эффективность работы почек не страдала и при увеличении количества белка в рационе до 3 г/кг массы тела в сутки.

Несколько преувеличены также опасности потерь кальция и развития атеросклероза вследствие высокого содержания белков в рационе. Действительно, обнаружена положительная зависимость между животным белком и холестерином в крови при исследованиях, проводимых на животных, но по некоторым данным, факт этот не применим к людям (West & Beynen, 1985). К тому же стоит отметить, что связь между жирами пищи и жиром в крови в целом гораздо меньше, чем можно было бы ожидать (McNamara et al., 1987; Clifton & Nestel, 1996). Но даже если допустить наличие такой связи, вероятность отложения жира на стенках сосудов у спортсменов крайне невелика, благодаря различиям дальнейших путей метаболизма жира пищи у физически активных людей и людей, ведущих сидячий образ жизни. Если говорить о потерях кальция, то это возможно лишь в случае использования специальных белковых добавок. Белковая же пища содержит фосфаты, которые препятствуют потерям кальция (Flynn, 1985).

При употреблении рационов с высоким содержанием белка необходимо принимать во внимание факт потерь воды. Дополнительная экскреция является следствием азотистой нагрузки на почки. Вопрос оптимального потребления жидкости спортсменами, чьи рационы содержат большие количества белка, чрезвычайно важен, так как дегидратация отрицательно влияет на спортивную работоспособность. Сигналом необходимости дополнительной регидратации могут явиться изменения массы тела.

Стоит подчеркнуть, что независимо от количества белка обязательным является присутствие в рационе спортсмена углеводов, без адекватного количества которых снижается образование АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), усиливается мышечный катаболизм (через глюконеогенез). Наличие углеводов – необходимое условие протекания так называемых анаплеротических («возмещающих») реакций через пируват (специальных ферментативных механизмов, пополняющих запас промежуточных продуктов цикла трикарбоновых кислот). Подробнее механизм приведен ниже (метаболизм аминокислот при физических нагрузках).

Следует также обратить внимание на необходимость особой осторожности по отношению к использованию высоких доз отдельных аминокислот. Несмотря на теоретическое обоснование их эффективности, которое может звучать весьма убедительно, нельзя исключать вероятность потенциального вреда, так как в большинстве случаев необходимы дополнительные исследования для подтверждения безопасности и эффективности действия аминокислотных добавок. Ниже, в главе «Пути повышения работоспособности спортсменов с помощью факторов питания», рассматривается эффект разветвленных аминокислот и глутамина, применение которых в спорте достаточно широко исследовалось и нашло немало подтверждений в свою пользу.

В целом, для удовлетворения потребностей организма спортсмена в белке нет необходимости в употреблении специальных белковых добавок, так как рационально построенный рацион позволяет легко получать нужное количество белка из пищи. Неадекватная обеспеченность белком может наблюдаться в ситуациях, когда наряду с эффектом физических нагрузок на потребности организма влияют другие факторы. Примером могут служить период быстрого роста (детский и подростковый возраст), беременность. Особого внимания также заслуживают спортсмены, ограничивающие калорийность рациона, вегетарианцы.

Метаболизм аминокислот при физических нагрузках

В то время как печень способна окислять большинство из 20 аминокислот, представленных в белке, скелетные мышцы в состоянии покоя могут окислять лишь 6. Это разветвленные аминокислоты (лейцин, изолейцин и валин), глютамат, аспартат и аспарагин. Важную роль в энергетическом метаболизме при физических нагрузках играет взаимосвязь пула аминокислот и цикла трикарбоновых кислот. В течение первых 10 минут физической активности посредством аланинтрансаминазной реакции обеспечиваются и поддерживаются высокие концентрации α-кетоглутарата и других промежуточных соединений цикла трикарбоновых кислот. Увеличение скорости цикла отвечает задачам удовлетворения энергетических запросов физической деятельности. Другим механизмом, посредством которого возможно образование субстратов для цикла трикарбоновых кислот, является окислительное дезаминирование аминокислот. Синтез посредством этого механизма глутамина и субстратов цикла трикарбоновых кислот из глютамата и разветвленных аминокислот можно представить как альтернативный механизм, вступающий в силу при низких концентрациях гликогена и пирувата.

Однако тот факт, что при истощении запасов гликогена в мышцах посредством данного механизма возможно лишь поддержание мышечной деятельности мощностью 40–50% от МПК (максимальное потребление кислорода*, говорит о недостаточной эффективности данного механизма по сравнению с аланинтрансаминазной реакцией. Деградацию белков и окисление аминокислот в ходе физической деятельности, связанной с выносливостью, снижает употребление углеводов. Если в состоянии истощения запасов гликогена из кишечника абсорбируется глюкоза, то таким образом обеспечивается источник пирувата, что направляет аланинтрансаминазную реакцию в сторону образования ά-кетоглутарата и других промежуточных соединений цикла трикарбоновых кислот.

---

* МПК характеризует собой то предельное количество кислорода, которое может быть использовано организмом в единицу времени. Зависит от двух функциональных систем: кислородтранспортной системы (органы дыхания, кровь, сердечно-сосудистая система) и системы утилизации кислорода, главным образом мышечной. МПК обеспечивает достижение организмом спортсмена максимального усиления функций кардиореспираторной системы (Солодков, Сологуб, 1999).

Таким образом, аминокислоты играют определенную роль в энергетическом метаболизме при физической активности, но не в качестве непосредственного субстрата, как это происходит в случае глюкозы крови, гликогена или жирных кислот. Их роль заключается в поддержании высоких концентраций субстратов цикла трикарбоновых кислот – механизма, посредством которого поддерживается аэробный механизм энергообеспечения мышечной деятельности.

❖ Использованные источники

Волгарев М.Н., Коровников К.А., Яловая Н.И., Азазбекян Г.А. Особенности питания спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 1985. – № 1. – С.34–39.

Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология спорта: Учебное пособие / СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. СПб.,1999.

Рогозкин В.А., Пшендин А.И., Шишина Н.Н. Питание спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1989.

ADA Reports. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance // J. Am. Diet Assoc. – 2000. – 100. – P. 1543–1556.

Bier D.M. Amino acid pharmacokinetics and safety assessment // Journal Nutrition. – 2003. – 133. – P. 2034–2039.

Bilsborough S. & Mann N. A review of issues of dietary protein intake in humans // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2006. – 16. – P. 129–152.

Clifton P.M. & Nestel P.J. Effect of dietary cholesterol on postprandial lipoproteins in three phenotypic groups // American Journal of Clinical Nutrition. – 1996. – 64. – P. 361–367.

Institute of Medicine. Dietary reference for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. – National Academies Press, Washington, D.C., 2005.

Felig P. & Wahren J. Amino acids metabolism in exercising man // Journal of Clinical Investigation. – 1971. – 50. – P. 2703–2714.

Fern E.B., Bielinski R.N. & Schutz Y. Effects of exaggerated amino acid and protein supply in man// Experientia.– 1991. – 47. – P. 168–172.

Flynn A. Milk proteins in the diets of those of intermediate years // Milk Proteins / T.E. Galesloot & B.J.TinBergen (Ed). – Pudoc, Wageningen, 1985. – P. 154–157.

Kleiner S.M., Bazzarre T.L. & Ainsworth B.E. Nutritional status of nationally ranked elite bodybuilders // International Journal of Sport Nutrition. – 1994. – 4. – P. 54–69.

Lemon P.W. Effects of exercise on protein requirements // Journal of Sports Science. – 1991. – 9. – P. 53–70.

Lemon P.W.R. Effects of Exercise on Protein Metabolism // Nutrition in Sport /Maughan, R.M.(Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. –P. 131–152.

Macdermid P.W., Stannard S.R. A whey-supplemented, high-protein diet versus a high-carbohydrate diet: effects on endurance cycling performance // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2006. – 16. – P. 65–77.

McNamara D.J., Kolb P., Parker T.S. et al. Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man: response to changes in dietary fat quality and cholesterol quantity// Journal of Clinical Investigation. – 1987. – 79. – P. 1729–1739.

Phillips S.M., Atkinson S.A., Tarnopolsky M.A. & MacDougall J.D. Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance athletes // Journal of Applied Physiology. – 1993. – 75. – P. 2134–2141.

Poortmans J.R. Effect of long lasting physical exercise and training on protein metabolism//Metabolic Adaptations to Prolonged Physical Exercise / H.H. Howald & J.R. Poortmans (Ed). – Birkhauser, Basel, 1975. – P. 212–228.

Poortmans J.R. & Dellalieux O. Do regular high protein diets have potential health risks on kidney functions in athletes? // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2000. – 10. – P. 39–50.

Rogozkin V.A. Principles of athletes nutrition in the Russian Federation // World Review of Nutrition and Diet – 1993. – 71. – P. 154–182.

Rudman D., DiFulco T.J., Galambos R.B., Salam A.A. and Warren W.D. Maximal rates of excretion and synthesis of urea in normal and cirrhotic subjects // J. Clin. Invest. – 1973. – 52. – P. 2241–2249.

Scov A.R., Toubro S., Ronn B., Holm L. and Astrup A. Randomized trial on protein vs. carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for the treatment of obesity // Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. – 1999. – 23. – P. 528–536.

Steen S.N. Precontest strategies of a male bodybuilder // International Journal of Sport Nutrition. – 1991. – 1. – P. 69–78.

Tarnopolsky M.A., Atkinson S.A., MacDougall J.D., Chesley A., Phillips S.M. & Schwarcz H. Evaluation of protein requirements for trained strength athletes // Journal of Applied Physiology. – 1992. – 73. – P. 1986–1995.

West S.E. & Beynen A.C. Milk protein in contrast to plant protein: effects on plasma cholesterol // Milk Proteins / T.E. Galesloot & B.J.TinBergen (Ed). – Pudoc, Wageningen, 1985. – P. 80–87.

Young V.R. Introduction to the 2nd amino acid assessment workshop // Journal Nutrition. – 2003. – 133. – P. 2015–2020.

1.2. Углеводы

Энергетическая ценность пищевого рациона большинства людей, в том числе и спортсменов, обеспечивается, главным образом, углеводами (Волгарев М.Н., 1996). Углеводы имеют свойство высвобождать энергию для жизнедеятельности в процессе катаболиз-

ма, накапливаться в печени и мышцах, создавая тем самым ограниченный энергетический резерв. В настоящее время не вызывают сомнений факты повышения выносливости и физической работоспособности спортсменов при оптимизации углеводных запасов организма, употребления углеводсодержащих напитков в целях поддержания высоких скоростей окисления углеводов в ходе продолжительной физической нагрузки. В связи с этим большую важность приобретает выработка стратегий восполнения потерь углеводов и увеличения их запасов в организме.

Классификации углеводных продуктов

Углеводы поступают в организм в составе разнообразных углеводсодержащих продуктов и напитков. По своей структуре они подразделяются на моносахариды, дисахариды, олигосахариды и полисахариды. Вряд ли существует универсальная система классификации, позволяющая охватить все разнообразие свойств углеводных продуктов (метаболических, функциональных, питательных и т.д.). Традиционно углеводные продукты разделяют в соответствии со структурой содержащихся в них углеводов, что привело к использованию упрощенных названий – *простые* (содержащие главным образом моно-, ди- и олигосахариды) и *сложные* (содержащие полисахариды) углеводы. Этим категориям, согласно традиционному мнению, присущи определенные метаболические и питательные характеристики.

1. Употребление продуктов, содержащих «простые» углеводы, вызывает значительный и кратковременный подъем концентраций глюкозы в крови. Они имеют сладкий вкус, расщепляются полностью, к насыщению, как правило, не приводят.

2. Употребление продуктов, содержащих «сложные» углеводы, приводит к сглаженному и более продолжительному ответу со стороны глюкозы крови. Они ведут к насыщению. В составе этих продуктов имеются также значительные количества других нутриентов, в том числе пищевых волокон.

Такая упрощенная классификация вряд ли корректна. И причина здесь не только в том, что большинство углеводных продуктов представляют собой смесь углеводов разных типов, а также других макро- и микронутриентов. Кроме комплексной природы углеводсодержащих продуктов следует принимать во внимание тот факт, что реально корреляция между структурным типом углево-

дов и их влиянием на уровни глюкозы и инсулина крови небольшая. Интенсивность подъема глюкозы в крови в ответ на различные углеводсодержащие продукты далеко не соответствует тому, что можно было бы ожидать, исходя из представлений о «простых» и «сложных» углеводах. Так, употребление продуктов, содержащих, главным образом сахара (фрукты, фруктовое молоко), приводит к сглаженному ответу кривой глюкозы крови, тогда как другие продукты, в состав которых входят большей частью сложные углеводы (хлеб, картофель), вызывают высокий подъем концентраций глюкозы, близкий к тому, что наблюдается после употребления чистой глюкозы. Не всегда замедляет абсорбцию и приводит к сглаживанию кривой глюкозы наличие пищевых волокон. К примеру, ответы со стороны глюкозы крови на белый и зерновой хлеб принципиально не различаются.

С точки зрения представлений об изменении концентрации глюкозы крови в ответ на употребление различных углеводсодержащих продуктов более предпочтительным является разделение продуктов по принципу *«гликемического индекса»*. Это понятие появилось в начале 80-х годов (Jenkins et al., 1981) и, согласно исследованиям, вполне подходит для характеристики продуктов комплексной природы, содержащих углеводы (Wolever, 1990; Truswell, 1992). Гликемический индекс ранжирует все продукты по отношению к глюкозе (реже – белому хлебу) (табл. 2). При этом порция продукта, содержащая 50 г усвояемых углеводов (то есть без учета пищевых волокон), принимается утром натощак, далее происходит сравнение интенсивности подъема глюкозы в крови после употребления конкретного продукта или блюда с глюкозой с показателями, зафиксированными после приема 50 г чистой глюкозы.

Множество факторов влияет на гликемический индекс: изменение степени желатинизации крахмала и разрушения клеточных структур, происходящие при приготовлении продукта, размер частиц как результат дробления или переработки и т.п. Гликемический индекс может изменяться даже в зависимости от степени созревания некоторых фруктов, например бананов, так как при этом меняется соотношение крахмала и сахара.

Применение информации о гликемическом индексе продуктов в спортивном питании важно для оптимизации процесса восстановления мышечного гликогена. В период восстановления после продолжительной физической нагрузки спортсменам рекомендуется употребление продуктов с высоким гликемическим индексом,

так как они увеличивают запасы мышечного гликогена в большей степени, чем углеводные продукты, характеризующиеся низким гликемическим индексом (Burke et al., 1993). Предпочтение углеводным напиткам или продуктам с умеренным/высоким гликемическим индексом отдается также и в ходе продолжительной физической активности (Coyle, 1991).

Таблица 2

Пример классификации углеводсодержащих продуктов в зависимости от гликемического индекса (Burke, 2000)

Продукты	Гликемический индекс
Продукты с высоким гликемическим индексом (>70)	
Глюкоза	100
Спортивные напитки	95
Печеный картофель	85
Зерновые хлопья	84
Мед	73
Арбуз	72
Белый хлеб	70
Продукты с умеренным гликемическим индексом (55–70)	
Мюсли	68
Сахароза	65
Сдобные булки	62
Мороженое	61
Рис	58
Апельсиновый сок	57
Манго	55
Продукты с низким гликемическим индексом (<55)	
Зрелый банан	52
Овсяная каша	49
Шоколад	49
Зерновой хлеб	45
Апельсин	43
Макароны (спагетти)	41
Яблоки	36
Йогурт (фруктовый)	33
Незрелый банан	30
Молоко	27
Фруктоза	26

Инв. №

Как правило, наше представление о ценности продукта складывается из совокупности многих признаков. Это и содержание микронутриентов, и количество белка и жира, и др. И вряд ли корректным является представление о питательной ценности продуктов, основанное на той же упрощенной классификации по принципу структуры содержащихся углеводов. Существует большое количество примеров, когда углеводсодержащие продукты, состоящие главным образом из «сложных» углеводов, имеют низкую питательную ценность и/или высокий процент содержания жира. С точки зрения основных принципов здорового питания более предпочтительны, естественно, те продукты, которые пусть и содержат «простые» углеводы, но являются хорошими источниками белка, микронутриентов и пищевых волокон, в повышенном количестве которых нуждаются спортсмены вследствие высоких энергозатрат (табл. 3).

Таблица 3

Пример классификации углеводсодержащих продуктов по принципу структуры содержащихся в них углеводов с учетом питательной ценности (Burke, 2000)

Тип продуктов	Питательные	Менее питательные[1]
Продукты, содержащие «простые» углеводы	Фрукты Фруктовые соки Сушеные фрукты Консервированные фрукты Фруктовое молоко Йогурт и другие сладкие молочные продукты, особенно с низким содержанием жира Некоторые спортивные напитки Спортивные батончики	Сахар Джем, сироп Мороженое Желе, муссы Напитки типа колы Ароматизированная минеральная вода Десерты с высоким содержанием жира Шоколад
Продукты, содержащие «сложные» углеводы	Хлеб Сдобные булки Мюсли и другие сухие завтраки на основе зерен Рис и другие крупы Макаронные изделия Крахмалсодержащие овощи	Круассаны Картофельные чипсы Кондитерские изделия (пироги, бисквиты, кексы)

[1] Менее питательными здесь названы углеводные продукты, содержащие недостаточное количество других нутриентов и/или имеющие содержание жира более 30% от общей энергоценности.

Практические вопросы потребления углеводов и использования углеводных продуктов

Основные рекомендации для спортсменов относительно употребления углеводов (Burke, 2000).

1. В целях максимального восстановления мышечного гликогена после физической нагрузки и/или оптимизации его запасов перед соревнованиями спортсмен ежедневно должен употреблять 7–10 г углеводов на кг массы тела.

2. За 1–4 часа до физической нагрузки/соревнования, особенно если речь идет о продолжительной физической нагрузке, рекомендуется употребление богатой углеводами пищи в количестве 1–4 г углеводов на кг массы тела.

3. В целях обеспечения энергией в ходе продолжительной физической нагрузки умеренной/высокой интенсивности рекомендуется употребление углеводов в количестве 30–60 г в час.

4. В течение первых 30 мин после завершения физической нагрузки спортсменам рекомендуется прием богатой углеводами пищи, обеспечивающей, по меньшей мере, 1 г углеводов на кг массы тела.

Основными факторами, влияющими на скорость восстановления гликогена после физической нагрузки, являются: количество углеводов, их тип, время и кратность употребления, тип физической нагрузки.

Согласно литературным данным, скорость ресинтеза мышечного гликогена максимальна, если прием углеводов происходит непосредственно после завершения физической нагрузки. Таковой она поддерживается в течение 2 часов. Если прием углеводов происходит спустя 2 часа после физической нагрузки, то скорость образования гликогена снижается на 50%, несмотря на высокие концентрации глюкозы и инсулина крови. Объяснение этому факту кроется в снижении чувствительности мышц к инсулину в этот период.

Достаточно действенным для ресинтеза гликогена признается частый прием небольших количеств углеводов после физической нагрузки, так как в таком случае поддерживаются высокие концентрации инсулина и глюкозы в крови и эффект от употребления углеводов продлевается. По данным Blom et al. (1987), употребление углеводов непосредственно после физической нагрузки и дальнейшее их поступление с интервалом в 2 часа позволяло под-

держивать высокую скорость восстановления мышечного гликогена в течение 6-часового восстановительного периода.

Если говорить о количестве углеводов, то прием более 1–1,5 г углеводов на кг массы тела не увеличивает синтез гликогена, но может приводить к проблемам со стороны желудочно-кишечного тракта, в частности, тошноте и диарее.

Некоторые различия в метаболизме простых углеводов, в частности бóльший выброс инсулина после потребления глюкозы, чем фруктозы, ведут к предпочтительному использованию глюкозы и/или смеси ее полимеров для восстановления мышечного гликогена. В исследовании Blom et al. (1987) фруктоза оказалась в два раза менее эффективна для ресинтеза гликогена, чем сахароза или глюкоза. Различия во времени задержки в желудке, меньшая скорость всасывания фруктозы и возможность дисфункций со стороны желудочно-кишечного тракта при употреблении фруктозы обуславливают предпочтение в пользу других простых сахаров и в ходе физической нагрузки. Интересно, что использование смеси глюкозы и фруктозы приводит к повышению скорости окисления экзогенных углеводов по сравнению с использованием каждого из сахаров в отдельности (Adopo et al., 1994). Различия между глюкозой, сахарозой и мальтодекстрином в метаболизме и влиянии на физическую работоспособность в ходе физической нагрузки если и существуют, то незначительные. Менее приемлема, с точки зрения окисления в ходе физической нагрузки, галактоза (Leijssen et al., 1995). Каких-либо эффектов рибозы, с точки зрения влияния на работоспособность и восстановление, не обнаружено (Kerksick et al., 2005).

Некоторые аминокислоты значительно усиливают выброс инсулина в ответ на употребление углеводов. Наиболее эффективным с этой точки зрения является аргинин. Однако добавление аминокислот к углеводам не практикуется, так как вызывает множество побочных эффектов, в частности диарею.

В целях увеличения скорости ресинтеза мышечного гликогена к углеводам добавляют, как правило, небольшое количество белка. Вместе с тем данные результатов исследований по данному вопросу неоднозначны. Одни авторы сообщают об увеличении скорости ресинтеза гликогена при добавлении к углеводам белка (Van Loon et al., 2000; Ivy et al., 2002), другие – нет (Van Hall et al., 2000; Jentjens et al., 2001). То же можно сказать и относительно влияния на работоспособность. Есть данные, подтверждающие положительное влияние добавления белков к раствору углеводов (Williams et

al., 2003), и есть отрицающие это (Betts et al., 2005; Millard-Stafford et al., 2005). Интересно, что, сравнивая различные напитки, с точки зрения их влияния на процессы восстановления и последующую работоспособность, Millard-Stafford et al. (2005) отмечали меньшую болезненность мышц после употребления напитка, содержащего белок (8% углеводов + 2% белка). Этот факт позволяет предположить определенные преимущества такого состава в периоды изнурительных тренировок или турниров.

Если говорить о том, в каком виде должны поступать углеводы в организм после завершения физической нагрузки, то, с точки зрения скорости восстановления мышечного гликогена, жидкая форма не более предпочтительна, чем твердая. Однако состояние дегидратации (обезвоживания) и подавленного аппетита обычно определяет выбор спортсмена в пользу жидкости.

Рассматривая влияние вида физической нагрузки на синтез гликогена, стоит вспомнить об эндогенном субстрате для синтеза гликогена – лактате. Если физическая нагрузка приводит к быстрому снижению концентрации гликогена, то это вызывает увеличение лактата в крови и мышцах, и синтез гликогена в этом случае может быть весьма интенсивным даже без дополнительного потребления углеводов. В свою очередь продолжительные физические нагрузки истощают запасы лактата, что приводит к возрастающей роли экзогенных источников углеводов.

Также стоит, вероятно, отметить, что на синтез мышечного гликогена может влиять повреждение мышечных волокон. Причиной ограничения его восстановления может быть снижение концентраций белка GLUT-4, имеющее место в течение нескольких дней после физической нагрузки, повреждающей мышечные волокна.

Для максимального увеличения запасов гликогена перед соревнованиями существует следующая схема питания и тренировок:

7 дней – режим интенсивных тренировок с целью истощения запасов гликогена;

следующие 3 дня – тренировки умеренной интенсивности и длительности, сопровождающиеся хорошо сбалансированным рационом, 45–50% энергоценности которого обеспечивается углеводами;

в последующие 3 дня объем тренировок должен постепенно снижаться, при этом количество углеводов в рационе должно быть увеличено до 70% (Ivy, 2000).

Однако в спорте высоких достижений такой метод применяется нечасто, так как обычно на специальные подготовительные ме-

роприятия у профессиональных спортсменов просто нет времени. В соревновательный период дни сверхвысоких энергозатрат часто следуют один за другим. В таком случае в ежедневном рационе спортсмена содержание углеводов должно составлять 70% от общего количества потребляемой энергии. На практике не менее важно иметь представление об абсолютном количестве углеводов в рационе спортсмена, чем их процентном соотношении. Считается, что спортсмен весом 70 кг имеет запасы гликогена 600–700 г. Следовательно, нет необходимости в употреблении углеводов в количестве более 600–700 г (более 10 г/кг массы тела), так как дальнейшего увеличения запасов гликогена происходить уже не будет (Rauch et al., 1995).

Многие углеводные продукты характеризуются высоким содержанием пищевых волокон, часто сочетающимся с большим содержанием воды и жесткой структурой. На их пережевывание уходит значительное время, они объемны и вызывают чувство переполнения желудка. Такие характеристики продукта препятствуют потреблению необходимого количества углеводов, а также могут стать причиной дискомфорта в области желудка, особенно при физических нагрузках. Например, если речь идет о необходимости употребления углеводных продуктов в больших количествах, особенно в случаях, когда прием пищи предшествует тренировке/соревнованиям, предпочтение отдается переработанным фруктам по сравнению со свежими, «белому» хлебу и продуктам из переработанного зерна по сравнению с продуктами из цельного зерна. Объемным продуктам, потребление которых ведет к ощущению наполненного желудка, отводится первостепенная роль при необходимости снизить энергопотребление.

Нередко спортсмены сталкиваются с необходимостью употребления углеводсодержащих продуктов в особых ситуациях (сразу после завершения соревнований/тренировки, во время физической нагрузки) и в количествах бóльших, чем продиктовано аппетитом и возможностями ежедневного рациона. Ситуации, когда нет большого выбора продуктов и возможности готовить пищу, – не редкость в спортивной практике. Компактность и простота использования – важнейшие требования, предъявляемые к продуктам в таких ситуациях. Кроме того, такие продукты должны хорошо храниться.

Удобным для спортсменов представляется использование специальных, обогащенных углеводами спортивных продуктов типа

напитков и батончиков. Сладкий вкус таких продуктов обычно добавляет им популярности. Кроме того, в напитках часто используется ароматизация, способствующая увеличению потребления жидкости в ходе физической нагрузки и после нее, что преследует цель лучшей гидратации и большей доставки углеводов. Помимо компактности и минимальных усилий на приготовление, преимуществом специальных спортивных продуктов является известный их состав. Возможность получить в любой ситуации необходимое количество углеводов делает спортивные продукты весьма популярными среди спортсменов.

Потеря аппетита – очень распространенная ситуация после физической нагрузки. Углеводсодержащие напитки, а также богатые углеводами продукты с жидкой структурой (йогурты и другие молочные продукты) более приемлемы для спортсмена, находящегося в состоянии дегидратации. Если же предлагается твердая пища, то лучше, если она будет иметь вид маленьких кусочков (к примеру, если это фрукты, то предварительно порезанные).

❖ Использованные источники

Волгарев М.Н., Батурин А.К., Гаппаров М.М. Углеводы в питании населения России//Вопросы питания. – 1996. – № 2. – С. 3–6.

Adopo E., Peronnet F., Massicotte D., Brisson G.R. & Hillaire-Marcel C. Respective oxidation of exogenous glucose and fructose given in the same drink during exercise // Journal of Applied Physiology. – 1994. – 76. – P. 1014–1019.

Betts J.A., Stevenson E., Williams C., Sheppard C., Grey E. and Griffin J. Recovery of endurance racing capacity: effect of carbohydrate-protein mixtures // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2005. – 15. – P. 590–609.

Blom P.C.S., Hostmark A.T., Vaage O., Kardel K.R. & Maehlum S. Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1987. – 19. – P. 491–496.

Burke L.M. Dietary Carbohydrates//Nutrition in Sport/ Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 73–84.

Burke L.M., Collier G.R. & Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycaemic index of carbohydrate feedings // Journal of Applied Physiology. – 1993. – 75. – P. 1019–1023.

Coyle E.F. Timing and method of increased carbohydrate uptake to copy with heavy training, competition and recovery // Journal of Sports Science. – 1991. – 9 (Suppl.). – P. 29–52.

Jenkins D.J.A., Wolever T.M.S., Taylor R.H. et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange // American Journal of Clinical Nutrition. – 1981. – 34. – P. 362–366.

Ivy J.L. Optimization of Glycogen Stores // Nutrition in Sport/Maughan R.M.(Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 97–111.

Ivy J.L., Goforth H.W., Damon B.M., McCayley T.R., Parsons E.C. and Price T.B. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement // J. Appl. Physiol. – 2002. – 93. – P. 1337–1344.

Jentjens R.L.P.J., Van Loon L.J., Mann C.H., Wagenamakers A.J. and Jeukendrup A.E. Addition of protein and amino acids to carbohydrates does not enhance postexercise muscle glycogen synthesis // J.Appl.Physiol. – 2001. – 91. – P. 839–846.

Kerksick C, Rasmussen C, Bowden R., Leutholtz B., Harvey T., Earnest C., Greenwood M., Almada A. and Kreider R. Effects of ribose supplementation prior to and during intense exercise on anaerobic capacity and metabolic markers // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2005. – 15. – P. 653–664.

Leijssen D.P.C., Saris W.H.M., Jeukendrup A.E. & Wagenamakers A.J.M. Oxidation of exogenous (C^{13})galactose and (C^{13})glucose during exercise // Journal of Applied Physiology. – 1995. – 79. – P. 720–725.

Maehlum S., Felig P. & Wahren J. Splanchnic glucose and muscle glycogen metabolism after glucose feeding post-exercise recovery // American Journal of Physiology. – 1978. – 235. – P. 255–260.

Millard-Stafford M., Warren G. L., Thomas L.M., Doyle J.A., Snow T. and Hitchcock K. Recovery from run training: Efficacy of carbohydrate-protein beverage? // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2005. – 15. – P. 610–624.

Rauch L.H.G., Rodger I., Wilson G.R. et al. The effect of carbohydrate loading on muscle glycogen content and cycling performance // International Journal of Spot Nutrition. – 1995. – 5. – P. 25–36.

Truswell A.S. Glycaemic index of foods//European Journal of Clinical Nutrition. – 1992. – 46 (Suppl. 2). – P. 91–101.

Van Hall G., Shirreffs S.M., Calbet J.A. Muscle glycogen resynthesis during recovery from cycle exercise:no effect of additional protein ingestion // J. Appl. Physiol. – 2000. – 88. – P. 1631–1636.

Van Loon L.J., Saris W.H., Kruijshoop M. and Wagenamakers A.J. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures // Am.J.Clin.Nutr. – 2000. – 72. – P. 106–111.

Williams M.B., Raven P.B., Fogt D.L. and Ivy J.L. Effects of recovery beverages on glycogen restoration and endurance exercise performance // J. Strength Conditioning Res. – 2003. – 17. – P. 12–19.

Wolever T.M.S. The glycemic index // World Review of Nutrition and Dietetics. – 1990. – 62. – P. 120–185.

1.3. Жиры

Основными источниками энергии для мышечной работы служат, как известно, углеводы, жиры и, в меньшей степени, белки. Жир как источник энергии имеет некоторые преимущества: большая плотность (9 ккал/г для стеариновой кислоты по сравнению с 4 ккал/г для глюкозы) и большее количество аденозинтрифосфата (АТФ) на молекулу жира (142 по сравнению с 38 для глюкозы). Однако для получения эквивалентного количества АТФ требуется большее количество кислорода при окислении жирных кислот, чем глюкозы для полного окисления стеариновой кислоты (26 молекул кислорода, а глюкозы – 6 молекул кислорода).

В 1939 году Christensen & Hansen предоставили свидетельства о преимущественной роли жиров как источника энергии при физической активности. В настоящее время многочисленные исследования привели к пониманию зависимости вклада различных источников энергообеспечения от длительности и интенсивности физической нагрузки.

При нагрузке низкой интенсивности (мощность работы 25% от МПК) основную роль играет периферический липолиз. Скорость поступления жирных кислот из жировых депо в плазму и их окисление максимальны при данной интенсивности и снижается по мере увеличения интенсивности физической нагрузки. Из углеводов окисляется лишь глюкоза крови. Роль внутримышечных триглицеридов как источника энергии пренебрежимо мала.

При физической нагрузке с мощностью работы 65% от МПК периферический липолиз и липолиз внутримышечных триглицеридов имеют место в равной степени и в целом окисление жира максимально.

При дальнейшем увеличении интенсивности физической активности до 85% от МПК окисление жира уменьшается, причиной чему является, вероятно, увеличение концентрации катехоламинов в крови, стимулирующих гликогенолиз и использование глюкозы, что, в свою очередь, увеличивает концентрацию лактата и подавляет скорость липолиза.

Рационы с высоким содержанием жира и адаптация к ним

Интерес к вопросу использования рационов с высоким содержанием жира далеко не нов и уходит корнями во времена полярных экспедиций начала XX века. Специалистов по спортивному пита-

нию привлекала в данном вопросе возможность увеличения окисления жирных кислот и уменьшение скорости утилизации гликогена путем изменения рациона. Многочисленные лабораторные исследования показателей дыхательного коэффициента свидетельствовали об окислении исключительно жира после использования рационов с высоким процентным содержанием жиров. Исследования, выполненные на крысах, также доказывали положительный эффект высокожировых рационов на выносливость животных и способствовали появлению ряда гипотез (Miller et al., 1984; Simi et al., 1991; Lapachet et al., 1996). В настоящее время относительно каждой из них можно сделать следующие выводы (Kiens & Helge, 2000):

1. Резкое увеличение количества циркулирующих жирных кислот не оказывает заметного влияния на физическую работоспособность, связанную с выносливостью.

2. Кратковременное применение рационов с высоким содержанием жира (3–5 дней) ведет к ухудшению выносливости по сравнению с использованием высокоуглеводных рационов.

3. Адаптация к рациону с высоким содержанием жира в сочетании с тренировкой в течение 1–4 недель не влияет на связанную с выносливостью работоспособность при сравнении с высокоуглеводным рационом. При увеличении длительности воздействия до 7 недель высокоуглеводное питание имеет явные преимущества.

4. Переход на высокоуглеводный рацион после адаптации к рациону с высоким содержанием жира не дает преимуществ по сравнению с высокоуглеводным питанием.

В целом, нет оснований для увеличения доли жира в рационе спортсменов. На практике рационы спортсменов часто характеризуются избытком жиров, хотя желательно, чтобы их количество не превышало 25% от общей калорийности. Хорошо известен факт, что длительное употребление пищи с высоким содержанием жира провоцирует многие заболевания. Кроме медицинских противопоказаний к использованию высокожировых рационов, следует учитывать, что повышенные уровни свободных жирных кислот могут способствовать развитию утомления (через повышение уровня свободного триптофана, подробнее механизм описан в разделе 2, в главе «Пути повышения работоспособности спортсменов с помощью факторов питания», «Разветвленные аминокислоты»). При обычных условиях, несмотря на усиленную скорость мобилизации жирных кислот в результате симпатической стимуляции, концен-

трация их в плазме повышается незначительно, так как увеличивается также и скорость окисления жирных кислот работающими мышцами. Заметно концентрация свободных жирных кислот может повышаться в следующих ситуациях:

1) запасы гликогена мышц и печени истощены;

2) состояние голода (мобилизация жирных кислот регулируется не в точном соответствии с требованиями, определяемыми их окислением в мышцах);

3) избыточная жировая масса (ограничения точного соответствия требованиям окисления определяются количеством жировой ткани);

4) переменный характер физической нагрузки (возможно ограничение скорости окисления жирных кислот мышцами). Примером могут являться игровые виды (регби, теннис, хоккей и др.).

❖ **Использованные источники**

Kiens B.& Helge W.J. Adaptation to a High Fat Diet // Nutrition in Sport/ Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 192–202.

Lapachet R.A.B., Miller W.C. & Arnall D.A. Body fat and exercise endurance in trained rats adapted to a high fat diet and/or a high carbohydrate diet // Journal of Applied Physiology. – 1996. – 80. – P. 1173–1179.

Miller W.C., Bryce G.R. & Conlee R.K. Adaptation to a high fat diet that increase exercise endurance in male rats // Journal of Applied Physiology. – 1984. – 56. – P. 78–83.

Simi B., Sempore B., Mayet M.–H. & Favier R.J. Additive effects of training and high-fat diet on energy metabolism during exercise // Journal of Applied Physiology. – 1991. – 71. – P. 197–203.

Глава 2. ВИТАМИНЫ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

2.1. Витамины

Витамины – группа органических соединений, которые обладают выраженной биологической активностью. Они регулируют множество физиологических процессов, включая метаболизм углеводов, белков, жиров, использование клетками кислорода, синтез гемоглобина и другие функции, тесным образом связанные с энергообменом и составляющие основу физической работоспособности. Известны 20 витаминов, имеющих непосредственное значе-

ние для питания и здоровья. Большинство из них не могут синтезироваться в организме человека или же синтезируются в недостаточном количестве.

Применение витаминных препаратов и добавок широко распространено среди спортсменов. Недостаток информации относительно стратегии пищевого поведения на различных этапах тренировочного процесса и знаний по вопросам питания в целом часто приводит к употреблению витаминов в избыточном количестве, что может вызвать неблагоприятные для здоровья последствия. Спортсмены обычно едят больше, чем люди, ведущие сидячий образ жизни, и поэтому получают, как правило, больше витаминов и минеральных веществ относительно своих потребностей. При адекватном энергообеспечении спортсменам нет необходимости в специальных подсчетах содержания витаминов и минеральных веществ в своих пищевых рационах для сопоставления с нормами потребности в этих нутриентах. Однако представление об этих нормах желательно иметь, чтобы уметь сравнивать с данными о количестве тех или иных витаминов и минеральных веществ, указанных на упаковках препаратов витаминов и поливитаминно-минеральных диетических добавок, а также на этикетках пищевых продуктов.

Государственные санитарно-эпидемиологические нормативы Российской Федерации (Методические рекомендации «Рациональное питание» МР 2.3.1.19150-04, 2004) определяют *адекватный* и *верхний допустимый уровни потребления* витаминов. Они представлены в табл. 4 и слегка отличаются от величин, рекомендуемых нормами потребностей в витаминах и минеральных веществах США (табл. 5) (IOM, 1997, 2000, 2001, 2004). В табл. 6 представлена информация о верхних допустимых уровнях потребления витаминов, согласно рекомендациям Института питания США.

Таблица 4

Допустимые уровни потребления витаминов (согласно Государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию РФ)

Пищевые и биологически активные компоненты	Адекватный уровень потребления*	Верхний допустимый уровень потребления**
Витамин С (аскорбиновая кислота, ее соли и эфиры, дегидроаскорбиновая кислота)	70 мг	700 мг
Витамин B_1 (тиамин)	1,7 мг	5,1 мг

Окончание табл. 4

Пищевые и биологически активные компоненты	Адекватный уровень потребления*	Верхний допустимый уровень потребления**
Витамин B_2 (рибофлавин, флавинмононуклеотид)	2,0 мг	6,0 мг
Витамин B_6 (пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин и их фосфаты)	2,0 мг	6,0 мг
Витамин РР (никотинамид, никотиновая кислота, соли никотиновой кислоты)	20 мг	60 мг
Фолиевая кислота	400 мкг	600 мкг
Витамин B_{12} (цианкобаламин, метилкобаламин)	3 мкг	9 мкг
Пантотеновая кислота (и ее соли)	5 мг	15 мг
Биотин	50 мкг	150 мкг
Витамин А (ретинол и его эфиры)	1,0 мг	3 мг
Каротиноиды, в том числе:	15 мг	30 мг
β-каротин	5 мг	10 мг
Витамин Е (токоферолы, токотриенолы и их эфиры)	15 мг	100 мг
Витамин D и его активные формы	5 мкг	15 мкг
Витамин К	120 мкг	360 мкг
Холин	0,5 г	1 г
Инозит	500 мг	1500 мг

* Адекватный уровень потребления – уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, установленный на основании расчетных или экспериментально определенных величин или оценок потребления пищевых и биологически активных веществ группой/группами практически здоровых людей (с использованием эпидемиологических методов), для которых данное потребление (с учетом показателей состояния здоровья) считается адекватным (используется в тех случаях, когда рекомендуемая величина (норма) потребления пищевых и биологически активных веществ не может быть определена (МР, 2004).

** Верхний допустимый уровень потребления – наибольший уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который не представляет опасности развития неблагоприятных воздействий на показатели состояния здоровья практически у всех лиц из общей популяции. По мере увеличения потребления сверх этих величин потенциальный риск неблагоприятных воздействий возрастает (МР, 2004).

Таблица 5

Рекомендуемые нормы потребления* микронутриентов для взрослого населения США и Канады (мужчин и женщин 19–50 лет)
(Whiting & Barabash, 2006)

Микронутриенты	Рекомендуемая норма		Наличие данных о влиянии физической активности	Влияние физической активности на потребности в микронутриенте
	мужчины	женщины		
Витамины				
A (на ретиноловый эквивалент), мкг	900	700	нет	–
E, мг	15	15	да	Количество сведений недостаточно для выводов
C, мг	90	75	да	Влияние не показано[1]
B_1 (тиамин), мг	1,2	1,1	да	Влияние не показано[2]
B_2 (рибофлавин), мг	1,3	1,1	нет	–
PP (ниацин) (на ниациновый эквивалент)	16	14	нет	–
Bc (фолиевая кислота) (на фолиевый эквивалент), мкг	400	400	нет	–
B_6 (пиридоксин), мг	1,3	1,3	да	Выявлены эффекты на витаминный статус
B_{12} (кобаламин), мкг	2,4	2,4	нет	–
Минералы				
Фосфор, мг	700	700	нет	–
Железо, мг	8	18	да	Увеличение потребностей[3]
Магний, мг	400	310	да	Влияние не показано
Цинк	11	8	нет	–

* Рекомендуемая величина (норма) потребления пищевых веществ – уровень суточного потребления пищевых веществ, достаточный для удовлетворения потребностей в них конкретных групп здоровых лиц с учетом возраста и пола (МР, 2004).

Окончание табл. 5

Микронутриенты	Рекомендуемая норма		Наличие данных о влиянии физической активности	Влияние физической активности на потребности в микронутриенте
	мужчины	женщины		
Медь, мкг	900	900	нет	–
Селен, мкг	55	55	нет	–
Йод, мкг	150	150	нет	–
Молибден, мкг	45	45	нет	–
Потребности определены как уровень адекватного потребления				
Витамины				
Витамин Д, мкг	5	5	нет	–
Витамин К, мкг	120	90	нет	–
Биотин (витамин Н), мкг	30	30	нет	–
Пангамовая кислота (B_{15}), мг	5	5	нет	–
Холин (B_4), мг	550	425	да	Есть возможность эффекта[4]
Минералы				
Кальций, мг	1000	1000	да	Количество сведений недостаточно для выводов
Фтор, мг	4	3	нет	–
Хром, мкг	35	25	нет	–
Марганец, мг	2,3	1,8	нет	–
Электролиты				
Натрий, г	1,5	1,5	да	Есть возможность эффекта[5]
Калий, г	4,7	4,7	нет	–
Хлор, г	2,3	2,3	с натрием	–

[1] Данные основаны на изучении физической активности и статуса по витамину С.

[2] В случае активных тренировок могут требоваться повышенные количества тиамина.

[3] В случае интенсивных тренировок на 30–70%.

[4] Напряженная физическая активность снижает уровень холина плазмы крови, диетические добавки препятствуют этому процессу и, возможно, влияют на работоспособность.

[5] Потребление 1,5 г подразумевает умеренную физическую активность в умеренных климатических условиях. Дополнительные количества могут требоваться в период акклиматизации к тепловым нагрузкам.

Таблица 6

Верхний допустимый уровень потребления витаминов*
(Whiting & Barabash, 2006)

Микронутриент	Максимально допустимая доза	Форма приема
РР (ниацин)	35 мг/день	Синтетическая форма (обогащенные продукты или диетические добавки)
B_6 (пиридоксин)	100 мг/день	Все источники
Вс (фолиевая кислота)	1000 мкг/день	Синтетическая форма (обогащенные продукты или диетические добавки)
Холин	3500 мг/день	Все источники
Витамин С	2000 мг/день	Все источники
Витамин А	3000 мкг/день	Только в форме витамина А из любых источников
Витамин Д	50 мкг/день	Все пищевые источники
Витамин Е	1000 мкг/день	Любая форма α-токоферола, полученная из диетических добавок или обогащенных продуктов

Увеличивают ли физические нагрузки потребности в витаминах и необходимо ли дополнительное количество витаминов спортсменам – это основные вопросы, ответ на которые менялся по мере появления новых сведений. Сниженная абсорбция в желудочно-кишечном тракте, повышенная экскреция, в том числе с потом, адаптация к тренировкам, а также значительные нервно-эмоциональные и физические нагрузки, повышающие интенсивность обмена веществ, – все это теоретически может увеличивать потребность спортсменов в витаминах (Van der Beek, 1991; Whiting & Barabash, 2006). В целом вопрос «насколько "нормы", разработанные для населения, применимы для спортсменов?» остается до конца не ясным. Еще Н.Н. Яковлев говорил о необходимости установить отдельные нормы потребления для спортсменов. Такие нормы предлагали и другие специалисты. В табл. 7 и 10 приведены рекомендации М.Н. Волгарева относительно потребностей спортсменов в витаминах и минеральных веществах, соответственно.

* Согласно Whiting & Barabash (2006) максимально допустимые дозы не определены для тиамина, рибофлавина, биотина, пангамовой кислоты, витамина B_{12} и витамина К в связи с недостатком информации относительно неблагоприятных эффектов в рассматриваемой возрастной группе (19–50 лет), а также из-за затруднений с определением избыточных количеств. Во избежание чрезмерного их потребления рекомендуются исключительно пищевые источники этих витаминов.

Таблица 7

Суточная потребность спортсменов в витаминах (Волгарев М.Н., 1985)

Вид спорта	C, мг	B_1, мг	B_2, мг	B_3, мг	B_6, мг	B_9, мкг	B_{12}, мкг	PP, мг	A, мг	E, мг
Гимнастика, фигурное катание	120–175	2,5–3,5	3,0–4,0	16	5–7	400–500	0,003–0,006	21–35	2,0–3,0	15–30
Легкая атлетика:										
бег на короткие дистанции и прыжки,	150–200	2,8–3,6	3,6–4,2	18	5–8	400–500	0,004–0,008	30–36	2,5–3,5	22–26
бег на средние и длинные дистанции,	180–250	3,0–4,0	3,6–4,8	17	6–9	500–600	0,005–0,01	32–42	3,0–3,8	25–40
бег на сверхдлинные дистанции и спортивная ходьба на 20 и 50 км	200–350	3,2–5,0	3,5–5,0	19	7–10	500–600	0,006–0,01	32–45	3,2–3,8	28–45
Плавание и водное поло	150–250	2,9–3,9	3,4–4,5	18	6–8	400–500	0,004–0,008	25–40	3,0–3,8	28–40
Борьба и бокс	175–250	2,4–4,0	3,8–5,2	20	6–10	450–600	0,004–0,009	25–45	3,0–3,8	20–30
Тяжелая атлетика, метания	175–210	2,5–4,0	4,0–5,5	20	7–10	450–600	0,004–0,009	25–45	2,8–3,8	20–35
Велоспорт:										
гонки на треке,	150–250	3,5–4,0	4,0–4,6	17	6–7	400–500	0,005–0,01	23–40	2,8–3,6	28–35
гонки на шоссе	200–350	4,0–4,8	4,6–5,2	19	7–10	500–600	0,005–0,01	32–45	3,0–3,8	30–45
Конькобежный спорт	150–200	3,4–3,9	3,8–4,4	18	7–9	400–550	0,004–0,01	30–40	2,5–3,5	20–40
Футбол, хоккей	180–220	3,0–3,9	3,9–4,4	18	5–8	400–500	0,004–0,008	30–35	3,0–3,6	25–30
Баскетбол, волейбол	190–240	3,0–4,2	3,8–4,8	18	6–9	450–550	0,005–0,008	30–40	3,2–3,7	25–35
Лыжный спорт:										
короткие дистанции,	150–210	3,4–4,4	3,8–4,6	18	7–9	450–500	0,005–0,008	30–40	3,0–3,6	20–40
длинные дистанции	200–350	3,8–4,9	4,3–5,6	19	6–9	500–600	0,006–0,01	34–45	3,0–3,8	30–45

Потребность в витаминах всегда возрастает при систематических физических нагрузках (тренировках). На каждую дополнительную тысячу килокалорий потребность в витаминах возрастает на 33%. В случае, если тренировки длительные и проводятся в аэробном режиме, то заметно растет потребность в витаминах С, B_1. При интенсивной тренировке, связанной с накоплением мышечной массы, организму требуется больше витамина B_6. (Пшендин А.И., 2000). Как правило, потребность в витаминах больше в тех видах спорта, где преобладают длительные нагрузки на выносливость и может сложиться впечатление, что это связано в какой-то степени с величиной расхода энергии. Однако расчет потребностей в витаминах на 1000 ккал энерготрат показывает, что различия между представителями различных видов спорта при этом сохраняются (Яковлев Н.Н., 1977).

Одним из основных факторов, определяющих повышенную потребность организма спортсменов в ряде витаминов (B_1, B_2, B_6, РР и др.), является их участие в качестве коэнзимов в ферментных системах, участвующих в утилизации энергии при мышечной деятельности (Яковлев Н.Н., 1977; Волгарев М.Н. и др., 1985). Повышенная потребность в ряде витаминов (А, Е и др.) обусловлена ролью последних в поддержании структурной и функциональной целостности клеточных и субклеточных мембран (Волгарев М.Н. и др., 1985).

Есть витамины, которые непосредственно участвуют в реакциях обмена веществ, не подвергаясь предварительным превращениям в другие, более сложные биологически активные соединения. Это касается прежде всего витаминов С, B_{15}. Витамин С в форме дигидроаскорбиновой кислоты может являться акцептором водорода от восстановленной формы НАД, облегчая протекание окислительных процессов при физических нагрузках высокой интенсивности. Витамин B_{15} участвует в окислительных процессах и облегчает перенесение гипоксических состояний. В результате оба эти витамина могут уменьшать вызванные физическими нагрузками нарушения биохимического гомеостаза (Яковлев Н.Н., 1977).

Согласно современным данным, трудности с разработкой норм потребления микроэлементов для спортсменов связаны с тем, что реально влияние такого фактора, как физические нагрузки, изучалось лишь в одной трети случаев (табл. 6) (Whiting & Barabash,

2006). Причем, даже в этих случаях Американский Институт Медицины (IOM), к примеру, не дает каких-либо специальных рекомендаций относительно коррекции рекомендуемых норм потребления (или же норм адекватного потребления) в свете влияния физических нагрузок (исключение составляет лишь железо, количество которого рекомендуется увеличивать) (IOM, 2001). Этот факт дает основание для осторожного отношения к установленным для широкого населения нормам при интерпретации случаев интенсивной физической деятельности (Whiting & Barabash, 2006).

Анализ литературных данных относительно витаминного статуса спортсменов позволяет сделать заключение о потреблении ими количества витаминов, в большинстве случаев превосходящего рекомендуемые нормы. Стоит обратить внимание, что потребление витаминов в количестве ниже рекомендуемых норм само по себе еще не свидетельствует о наличии их дефицита, но может говорить о риске возникновения витаминной недостаточности в дальнейшем, в случае, если стратегия пищевого поведения не изменится.

Позицию большинства специалистов по спортивному питанию относительно проблемы обеспеченности рационов спортсменов витаминами можно сформулировать следующим образом (Chen, 2000).

1. Недостаточная обеспеченность витаминами организма спортсмена может снизить физическую работоспособность. Применение витаминных препаратов спортсменами с симптомами витаминной недостаточности позволяет улучшить физическую форму.

2. Дополнительный прием витаминов уместен при недостаточной обеспеченности витаминами рациона, примером могут являться случаи нарушения пищевого поведения, применение низкокалорийных рационов.

3. Дополнительное применение витаминов спортсменами в случае хорошо сбалансированного питания не представляется необходимым.

4. Физическая активность низкой/умеренной интенсивности не оказывает влияния на витаминный статус спортсмена, если в рационе присутствуют рекомендуемые количества витаминов. Режим высокоинтенсивных тренировок диктует необходимость контроля витаминного статуса спортсмена даже в случае соответствия содержания витаминов в рационе рекомендуемым нормам.

5. Употребление избыточных количеств витаминов опасно для здоровья в связи с их накоплением до токсического уровня (для жирорастворимых витаминов) и/или дисбалансом (для водорастворимых витаминов).

В целом, предпочтение в настоящее время отдается стратегии правильного подбора пищевых продуктов по сравнению с использованием витаминных препаратов.

❖ Использованная литература

Волгарев М.Н., Коровников К.А., Яловая Н.И., Азазбекян Г.А. Особенности питания спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 1985. – № 1. – С. 34–39.

Методические рекомендации «Рациональное питание» МР 2.3.1. 19150-04 Утв. 25.03.04.

Пшендин А.И. Рациональное питание спортсменов. Для любителей и профессионалов.– СПб: ГИОРД, 2000.

Яковлев Н.Н. Факторы, определяющие потребность в витаминах при мышечной деятельности // Теория и практика физической культуры. – 1977. – № 5. – С. 22–27.

Barr S.I. Introduction to dietary reference intakes // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2006. – 31. – P. 61–65.

Barr S.I. Applications of dietary reference intake in dietary assessment and planning // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2006. – 31. – P. 66–73.

Chen J. Vitamins: Effect of Exercise on Requirements // Nutrition in Sport /Maughan, R.M (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 281–291.

Institute of Medicine. Dietary reference for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride. – National Academies Press, Washington, D.C., 1997.

Institute of Medicine. Dietary reference for vitamin C, vitamin E, selenium and carotinoids. – National Academies Press, Washington, D.C., 2000.

Institute of Medicine. Dietary reference for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. – National Academies Press, Washington, D.C., 2001.

Institute of Medicine. Dietary reference for water, potassium, sodium, chloride and sulphate. – National Academies Press, Washington, D.C., 2004.

Rogozkin V.A. Principles of athletes nutrition in the Russian federation // World Review of Nutrition and Diet – 1993. – 71. – P. 154–182.

Van der Beek E.J. Vitamin supplementation and physical exercise performance // Journal of Sports Science. – 1991. – 9. – P. 79–89.

Whiting S.J. & Barabash W.A. Dietary reference intakes for micronutrients: considerations for physical activity // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2006. – 31. – P. 80–85.

2.2. Минеральные вещества

Минеральные вещества, входя в состав ферментов, катализируют обмен веществ в организме, участвуют в пластических процессах построения различных тканей, в том числе костей, принимают участие в кроветворении, влияют на защитные функции организма, участвуют в кислотно-щелочных реакциях, ферментативной и гормональной деятельности и т.п. В зависимости от их содержания в организме и пищевых продуктах минеральные вещества подразделяют на макроэлементы и микроэлементы.

Макроэлементы содержатся в количествах, измеряемых десятками и сотнями миллиграммов на 100 г живой ткани или продукта. К *макроэлементам* относятся кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор и сера. Калий, кальций, натрий и магний играют важную роль в регуляции функции сердечной и скелетных мышц. Если потребность в натрии, хотя она и наиболее высока, как правило, удовлетворяется за счет потребления поваренной соли, то возникновение дефицита других макроэлементов в организме спортсменов вполне вероятно.

Под воздействием нервно-эмоционального напряжения и гормональных сдвигов у спортсменов происходит повышенный выход *калия* из клеток в кровь и потеря его с мочой. Существенным источником калия являются растительные продукты, в том числе овощи, бобовые, сухофрукты. Их включение в рацион спортсменов обязательно.

Обычно много внимания уделяется вопросу адекватного обеспечения рациона портсменов *кальцием,* в особой степени это относится к женщинам. Также нельзя преуменьшить роль этого элемента в период роста. Поддержание достаточного потребления кальция является важным в профилактике остеопороза, при котором уменьшается костная масса и увеличивается восприимчивость к переломам. Вследствие более низкого количества минералов в костях и меньшей костной массы женщины больше подвержены остеопорозу, чем мужчины. Кроме того, после менопаузы в организме женщины вырабатывается меньше эстрогенов, что ведет к ускорению костных потерь. Пищевой кальций оказывает свое самое благотворное воздействие на плотность костей в возрасте от 9 до 30 лет. До достижения пика костной массы, который происходит приблизительно к 30 годам, формирование костной ткани превышает скорость ее резорбции. Величина костной массы, которую

человек имеет к 30 годам, сильно влияет на его подверженность переломам в последующие годы.

Физические нагрузки не повышают потребность в этом элементе. В случае соответствия энергопотребления энергетическим запросам и включения в состав рациона молочных продуктов необходимости в дополнительном приеме кальция спортсменами не существует (Aulin, 2000). Предпочтительное употребление богатых кальцием продуктов и применение препаратов кальция лишь в качестве дополнительного средства и только в случаях недостаточной обеспеченности кальцием рациона – такова позиция по данному вопросу большинства специалистов по спортивному питанию (Gabel, 2000). В разных странах рекомендуемые нормы потребления кальция слегка различаются и находятся в пределах 800–300 мг в день, причем рекомендуемые количества одинаковы как для мужчин, так и для женщин любого возраста. Спортсменкам, страдающим аменореей, следует обращать особое внимание на потребление кальция во избежание риска развития остеопороза в более позднем возрасте.

Для оптимального усвоения кальций должен находиться в определенном соотношении с *фосфором* и *магнием*. Оптимальное соотношение кальция и магния 1:0,6, кальция и фосфора 1:1,5. Важность *фосфора* определяется тем, что он входит в состав макроэргических соединений, являющихся аккумуляторами энергии для обеспечения всех функций организма (АТФ, креатинфосфат), а также многих белков-катализаторов, нуклеиновых кислот. *Магний* принимает участие в регуляции возбудимости нервной системы, сокращении мышц. Ощелачивающий эффект магния способствует, в частности, предупреждению сдвига кислотно-щелочного равновесия.

Фосфор содержится практически во всех пищевых продуктах. Из продуктов животного происхождения он усваивается лучше, однако, его высокое содержание в зерновых продуктах и овощах позволяет отнести последние к хорошим поставщикам фосфора.

Основными источниками магния являются хлеб и крупы. В продуктах животного происхождения магния значительно меньше.

Микроэлементы – большая группа химических веществ, которые присутствуют в низких концентрациях, выраженных единицами, десятыми и меньшими долями миллиграмма на 100 г живой ткани или продукта. Эти концентрации в десятки и сотни раз ниже концентраций макроэлементов. Наиболее важным в питании спорт-

сменов является *железо* в связи с его участием в энергетическом метаболизме. Железо необходимо для образования гемоглобина и миоглобина, является составной частью многих ферментов и цитохромов. Другими словами, железо необходимо для доставки кислорода в клетку и его использования. Дефицит железа в организме в своем развитии проходит две стадии. Низкий уровень гемоглобина (ниже 120 г/л для женщин и 130 г/л для мужчин) является показателем развития железодефицитной анемии. С проблемой дефицита железа чаще сталкиваются женщины, при этом анемия, даже легкой степени, снижает физическую работоспособность. Физические нагрузки могут увеличить выведение железа из организма и, таким образом, повысить риск развития железодефицита, как у женщин, так и у мужчин. Чрезмерные потери железа во время физической нагрузки чаще всего происходят в результате желудочно-кишечных микрокровотечений или вследствие обильного потоотделения. Кроме того, причиной возникновения дефицита железа у женщин, занимающихся спортом, как, впрочем, и у других, является недостаточное потребление железа с пищей. С этой проблемой часто сталкиваются спортсменки, ограничивающие калорийность рациона в целях контроля веса или страдающие нарушением пищевого поведения, вегетарианцы. Рекомендуемые нормы потребления железа приведены в табл. 5 и 8. В табл. 8 представлены утвержденные Государственными санитарно-эпидемиологическими нормативами Российской Федерации (МР, 2004) нормы потребности в минеральных веществах для здорового среднестатистического человека. Табл. 5 и 9 представляют аналогичные рекомендации IOM (США) (IOM, 1997, 2000, 2001, 2004).

Потребности спортсменов в железе примерно на 70% выше, чем у людей, не занимающихся спортом (особенно это относится к видам спорта, связанным с выносливостью). Таким образом, согласно МР (2004), рекомендуемые нормы для мужчин и женщин, занимающихся спортом, составляют 17 и 25,5 мг соответственно; согласно IOM (2001), 13,6 и 30,6 мг соответственно.

Спортсменам, находящимся под угрозой железодефицита, особенно менструирующим женщинам, стоит рекомендовать периодически проверять статус железа. Важным является определение в сыворотке крови железа (в норме у мужчин – 13–30, у женщин – 11,5–12 мкмоль/л), ферритина (железа запасов в органах в норме – выше 12 мкг/л) и трансферрина (транспортное железо в норме составляет 16–50%).

Таблица 8

Рекомендуемые нормы потребности в минеральных веществах для здорового среднестатистического человека (MP, 2004)

Пищевые и биологически активные компоненты	Адекватный уровень потребления	Верхний допустимый уровень потребления
Макроэлементы		
Кальций	1250 мг	2500 мг
Фосфор	800 мг	1600 мг
Магний	400 мг	800 мг
Калий	2500 мг	3500 мг
Микроэлементы		
Железо	15 мг для женщин, 10 мг для мужчин	45 мг
Цинк	12 мг	40 мг
Йод	150 мкг	300 мкг*
Селен	70 мкг	150 мкг
Медь	1 мг	5 мг
Молибден	45 мкг	200 мкг
Хром	50 мкг	250 мкг
Марганец	2,0 мг	11 мг
Кремний	5,0 мг	10 мг
Кобальт	10 мкг	30 мкг
Фтор	1,5 мг	4,0 мг
Ванадий	40 мкг	100 мкг
Бор	2,0 мг	6,0 мг
Германий	0,4 мг	1,0 мг
Литий	100 мкг	300 мкг
Серебро	30 мкг	70 мкг

Эти тесты являются очень ценными, поскольку позволяют обнаружить дефицит железа на ранней стадии его развития. Низкий уровень сывороточного железа и ферритина, а также сниженное насыщение трансферрина означает, что спортсмен имеет большой риск развития железодефицитной анемии. Для предотвращения негативных последствий железодефицитной анемии запасы железа атлета могут быть увеличены за счет диеты и (или) приема

* Из морских водорослей – 1000 мкг (с учетом низкой усвояемости).

железосодержащих добавок. Потребление железа можно увеличить путем употребления большего количества нежирного красного мяса, апельсинового сока перед приемом пищи, исключения употребления чая и кофе одновременно с приемами пищи.

В случае возникновения железодефицитной анемии диета, обогащенная богатыми железом продуктами, ликвидировать анемию все же не может и необходим прием лечебных препаратов железа. Однако при приеме железосодержащих добавок не следует превышать рекомендуемые суточные нормы потребности в железе, если нет специальных предписаний врача. В целом, использование препаратов железа спортсменами должно основываться исключительно на необходимости. Есть сведения, что избыточное употребление железа ведет к нарушениям функции иммунной системы (Calder & Jackson, 2000; Gleeson, 2006). То же можно сказать и относительно применения избыточного количества цинка (Gleeson, 2006).

В табл. 8 и 9 приведены сведения относительно максимально допустимых доз минеральных веществ, превышение которых может приводить к неблагоприятным последствиям (согласно MP, 2004 и IOM, соответственно).

Обмен микроэлементов в ходе серьезных физических нагрузок происходит более интенсивно. Имеются данные об изменении (уменьшении) содержания микроэлементов в крови при физических нагрузках, хотя убедительного теоретического объяснения этот факт не находит. Возможно, некоторые микроэлементы могут теряться с потом и мочой. Но все же обоснованных подтверждений влияния дополнительных количеств микроэлементов на физическую работоспособность или же на состав массы тела не существует. Прежде всего, такие исследования достаточно ограничены. Попытка их анализа была сделана в обзоре Clarkson (2000), из которого следует, что теории относительно эффективности употребления цинка для увеличения роста мышц или хрома в целях снижения массы тела не находят обоснованного экспериментального подтверждения. В том же обзоре упоминается лишь одно исследование, посвященное изучению эффекта применения сульфата ванадия, не подтвердившее изменений в составе массы тела, а также несколько работ, отрицающих влияние избытка бора на массу костной и мышечной тканей, так же как и на уровень тестостерона. Положительное воздействие, согласно обзору Clarkson, оказывает лишь дополнительное употребление селена на антиоксидантную защиту.

Таким образом, дополнительное применение микроэлементов вряд ли может улучшить физическую работоспособность или же повлиять на состав массы тела спортсмена в случае сбалансированности его рациона. Следует отметить, что микроэлементы оказывают выраженное взаимное влияние, связанное с их взаимодействием на уровне всасывания в желудочно-кишечном тракте, транспорта и участия в различных метаболических реак-

Таблица 9

Верхний допустимый уровень потребления минеральных веществ*

(Whiting & Barabash, 2006)

Микронутриент	Максимально допустимая доза	Форма приема
Кальций	2500 мг/ день	Все источники
Фосфор	4000 мг/ день[1]	– " –
Магний	350 мг/ день	Только в виде фармакологических препаратов
Железо	45 мг/ день	Все источники
Цинк	40 мг/ день	– " –
Йод	1100 мкг/день	– " –
Селен	400 мкг/день	– " –
Медь	10 000 мкг/день	– " –
Марганец	11 мг/ день	– " –
Фтор	10 мг/ день	– " –
Молибден	2 мг/ день	– " –
Натрий	2,3 г/день	– " –
Хлор	3,6 г/день	– " –

[1] Возможно превышение указанных максимально допустимых доз профессиональными спортсменами, чьи энерготраты превышают 6000 ккал в день. Никакого вреда в этом случае не отмечалось (IOM, 1997).

* Согласно Whiting & Barabash (2006), максимально допустимые дозы не определены для хрома и калия в связи с недостатком информации относительно неблагоприятных эффектов в рассматриваемой возрастной группе, а также из-за затруднений в определении избыточных количеств. Во избежание чрезмерного их потребления рекомендуются исключительно пищевые источники этих витаминов.

циях. Избыток одного микроэлемента может вызвать дефицит другого. В связи с этим всякое отклонение от оптимальных соотношений между отдельными микроэлементами может вести к развитию патологических сдвигов в организме. В табл. 10 приводится суточная потребность спортсменов в некоторых минеральных веществах.

Таблица 10

Суточная потребность спортсменов в некоторых минеральных веществах, мг
(Волгарев М.Н., 1985)

Вид спорта	Минеральные вещества				
	Кальций	Фосфор	Железо	Магний	Калий
Гимнастика, фигурное катание	1000–1400	1250–1750	25–35	400–700	4000–5000
Легкая атлетика:					
бег на короткие дистанции и прыжки,	1200–2100	1500–2500	25–40	500–700	4500–5500
бег на средние и длинные дистанции,	1600–2300	2000–2800	30–45	600–800	5000–6500
бег на сверхдлинные дистанции и спортивная ходьба на 20 и 50 км	1800–2800	2200–3500	35–45	600–800	5500–7000
Плавание и водное поло	1200–2100	1500–2600	25–40	500–700	4500–5500
Борьба и бокс	2000–2400	2500–3000	20–35	500–700	5000–6000
Тяжелая атлетика, метания	2000–2400	2500–3000	20–35	500–700	4000–6500
Велоспорт:					
гонки на треке,	1300–2300	1600–2800	25–30	500–700	4500–6000
гонки на шоссе	1800–2700	2250–3400	30–40	600–800	5000–7000
Конькобежный спорт	1200–2300	1500–2800	25–40	500–700	4500–6500
Футбол, хоккей	1200–1800	1500–2250	25–30	450–650	4500–5500
Баскетбол, волейбол	1200–1900	1500–2370	25–40	450–650	4000–6000
Лыжный спорт:					
короткие дистанции,	1200–2300	1500–2800	25–40	500–700	4500–5500
длинные дистанции	1800–2600	2300–3250	30–45	600–800	5000–7000

❖ **Использованные источники**

Волгарев М.Н., Коровников К.А., Яловая Н.И., Азазбекян Г.А. Особенности питания спортсменов // Теория и практика физической культуры.– 1985.–№1.– С.34–39.

Методические рекомендации «Рациональное питание» МР 2.3.1. 19150-04. Утв. 25.03.04.

Aulin K.P. Minerals:Calcium // Nutrition in Sport/ Maughan R.M. (Ed).– Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 318–325.

Calder P.C., Jackson A.A. Undernutrition, infection and immune function // Nutr. Res. Rev. – 2000. – 13. – P. 3–29.

Clarkson P.M. Trace Minerals // Nutrition in Sport/ Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 339–255.

Institute of Medicine. Dietary reference for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride. – National Academies Press, Washington, D.C., 1997.

Gabel K.A. The Female Athletes // In Nutrition in Sport/Maughan R.M/ (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 417–428.

Gleeson M. Can Nutrition limit exercise-induced immunodepression // Nutrition Reviews. – 2006. – 64(3). – P. 119–131.

Глава 3. ТЕМПЕРАТУРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ И БАЛАНС ЖИДКОСТИ В ОРГАНИЗМЕ

Физические нагрузки предъявляют серьезные требования к гомеостатическим механизмам. Поддержание внутренней среды организма должно происходить в зоне оптимального функционирования. При физических нагрузках некоторое повышение температуры тела закономерно. В этом можно усмотреть даже благоприятные моменты, так как повышается скорость ключевых химических реакций, повышается эластичность тканей. Однако существенные изменения температуры представляют угрозу не только физической работоспособности, но и здоровью в целом. Потоотделение – физиологический ответ организма, направленный на снижение температуры тела путем увеличения потерь тепла через испарение. В ходе физических нагрузок, связанных с выносливостью, с потом может теряться 2–5% массы тела. Во избежание дегидратации в ходе физической нагрузки и после нее необходимо восполнение потерь воды и электролитов. Выбор напитков, рекомендованных для использования в целях регидратации, должен учитывать обстоятельства, степень потери воды, электролитов и субстратов работающих

мышц и исходить из понимания не только физиологических, но и психологических факторов, влияющих на процесс потребления жидкости.

Терморегуляция при физических нагрузках

Нарушение терморегуляции организма – существенный фактор, лимитирующий спортивную работоспособность спортсмена. «Потери воды при умеренной физической нагрузке в течение 1 часа у спортсмена с массой 70 кг достигают 1,5–2 л/час (при температуре 20–25 °С). Если бы не было терморегуляции, то при такой нагрузке температура тела могла бы подняться на 11° выше нормы» (Пшендин А.И., 2000).

При низкой температуре окружающей среды теплообмен осуществляется, главным образом, путем конвекции и радиации. Эти физические процессы эффективны в случае большого температурного градиента и могут приводить как к потере тепла, так и к повышению температуры тела.

При повышении температуры окружающей среды градиент между поверхностью кожи и окружающей средой снижается, и при нагревании воздуха выше 35 °С как результат данных физических процессов происходит увеличение температуры тела. При таких температурных условиях единственным средством снижения температуры тела является потеря тепла путем испарения. Этот процесс определяется во многом величиной поверхности тела и доступом к ней воздуха. Те же самые факторы способствуют и притоку тепла путем радиации и конвекции в случаях, когда температура окружающей среды выше температуры тела и, следовательно, в условиях жаркого климата приобретает значение соотношение относительной скорости физических процессов и процесса отдачи тепла через испарение пота. Среди факторов, ограничивающих процесс испарения, первое место занимает большая влажность при высокой температуре воздуха. Препятствуя испарению, такие условия окружающей среды снижают теплоотдачу и могут стать причиной гипертермии. Одежда, ограничивающая приток воздуха к поверхности тела, приводит к насыщению воздуха у поверхности кожи испарениями, что также затрудняет дальнейшее испарение пота.

Проблема дегидратации возникает не только при физической нагрузке в условиях жаркого климата. Погодные условия, безусловно, играют очень большую роль. И здесь приобретают зна-

чение даже такие моменты как наличие или отсутствие кондиционеров в помещениях для отдыха, сна и т.п. Интенсивность, длительность и частота тренировок определяют величину потерь организмом жидкости наряду с погодными условиями. Высокие скорости потообразования могут сопутствовать энергоемкой физической нагрузке при любых внешних условиях. Так, при марафоне в условиях температуры 10–12 °С спортсмены теряют 1–5% массы тела (Maughan, 1985).

Обычно считают, что процессы акклиматизации и повышения тренированности сопровождаются увеличением потообразования. Содержание электролитов в поте при этом снижается. Такая адаптация служит улучшению терморегуляции путем увеличения способности к испарению и поддержанию объема плазмы путем сохранения электролитов, что крайне важно для деятельности сердечно-сосудистой системы.

Способность к потообразованию снижается с возрастом (Kenney, 1995). (Данное наблюдение не относится к детям, так как у юных спортсменов эта способность низка при выражении на единицу поверхности тела (Meyer et al., 1992) и взрослые находятся в преимущественном положении по сравнению с детьми в условиях жаркого климата). Факт снижения потообразования с возрастом не следует рассматривать как неспособность пожилых людей к физической активности при жарких погодных условиях или возможность пренебрежения вопросом регидратации. Напротив, пожилым людям надо уделять больше внимания использованию жидкости при физической нагрузке, так как чувство жажды у них выражено в меньшей степени.

Есть также некоторые данные, что женщины потеют меньше, чем мужчины при одинаковых условиях (Wyndham et al., 1965), хотя возможно, что большей частью эти половые различия вызваны все же разным уровнем тренированности и акклиматизации.

Возмещение потерь электролитов при физической нагрузке

Производители спортивных продуктов предлагают для использования в ходе тренировок и соревнований спортсменам схожие по составу электролитов напитки. Вероятно, есть необходимость рассмотреть предпосылки появления таких составов и определить цели, которые преследуются добавлением того или иного электролита.

Основные электролиты, которые теряет организм с потом, – это натрий и хлор. Концентрация натрия в спортивных напитках варьируется обычно между 20 и 40 ммоль/л. Целью добавления этого электролита является не только необходимость возмещения его запасов. Добавлением натрия в спортивные напитки преследуются цели поддержания объема внеклеточной жидкости (Hubbard et al., 1990), увеличения скорости абсорбции воды и глюкозы в тонком кишечнике (Maughan, 1994). Кроме того, добавление натрия в напиток способствует желанию пить (Hubbard et al., 1990) и это может увеличить количество потребляемой жидкости, что благоприятно для поддержания объема внеклеточной жидкости.

Вряд ли есть необходимость в потреблении дополнительных количеств натрия при непродолжительных физических нагрузках. Очевидную значимость возмещение потерь этого электролита приобретает в ходе длительной физической активности, для поддержания его концентрации в плазме крови и сохранения осмотического давления.

В состав спортивных напитков производители включают, как правило, калий в концентрациях, близких к его концентрациям в поте и плазме. Однако вряд ли это необходимо. Концентрации калия в поте достаточно велики по сравнению с его содержанием в плазме (4–8 по сравнению с 3,2–5,5 ммоль/л, соответственно), но при этом внутриклеточные концентрации значительно их превышают (150 ммоль/л). Поддержание концентрации калия в плазме, несмотря на потери с потом, осуществляется за счет его запасов в клетках крови, печени и мышц и является нормальным ответом на физическую нагрузку. В связи с этим дальнейшее увеличение его концентраций вряд ли целесообразно. Если рассматривать вопросы восстановления запасов калия в организме после физической нагрузки, то его количество, получаемое из спортивных напитков, незначительно в сравнении со средним суточным потреблением с продуктами. В целях обеспечения организма калием более предпочтительным может быть, к примеру, томатный, абрикосовый или виноградный сок.

Такая же ситуация складывается и относительно вопроса добавления магния в спортивные напитки. Концентрация в плазме крови магния в основном не меняется после физической нагрузки умеренной интенсивности. Незначительное снижение концентрации после продолжительной нагрузки с большей вероятностью яв-

ляется отражением перераспределения запасов магния в организме, чем результатом его потерь (Maughan, 1991). Потери магния с потом рассматриваются многими спортсменами и тренерами как фактор, ответственный за мышечные спазмы. Есть мнение о благоприятном эффекте включения магния в спортивные напитки. Однако согласно литературным данным, добавление этого электролита в растворы для инъекций спортсменам, страдающим мышечными спазмами, не приносило результатов (O'Toole et al., 1993). Однозначно причины мышечных спазмов при физической нагрузке не определены, но и изучение в связи с этим вопроса об изменениях концентраций электролитов в крови или плазме и их потерь с потом также не внесло ясности в данный вопрос.

Выбор напитка для регидратации

Употребление спортивных напитков в ходе физической нагрузки призвано служить повышению спортивной работоспособности. Основной целью является возмещение потерь жидкости с потом и доставка субстратов для работающих мышц в форме углеводов. В некоторых случаях важным представляется также возмещение потерь электролитов. Использование напитка для регидратации – исключительно выбор спортсмена, и невозможно дать рекомендации, удовлетворяющие всех и, во всех ситуациях. Поэтому приведем основные положения, знание которых может облегчить выбор оптимальной стратегии регидратации применительно к конкретным обстоятельствам.

Согласно рекомендациям Института медицины США (IOM, 2004), адекватным считается потребление воды в сутки в условиях незначительной физической активности и умеренной температуры для взрослых здоровых мужчин – 3,7 л и женщин – 2,7 л., соответственно. Потребности в жидкости возрастают с увеличением температуры и уровня физической активности.

Приведенные нормы не удовлетворяют повышенным запросам тренировочной деятельности. Во избежание риска развития дегидратации и снижения физической работоспособности спортсменам желательно использовать во время и после тренировки (соревнования) специальные спортивные напитки, содержащие углеводы и электролиты (von Duvillard et al., 2004).

Рекомендации по использованию напитков в ходе тренировок и соревнований не сильно различаются. Исключение составляют

кратковременные физические нагрузки. Однако и здесь крайне важно состояние нормальной гидратации организма перед выступлением. Привычка пить в ходе физической активности должна вырабатываться на тренировках. Это поможет спортсмену привыкнуть к чувству «тяжести в желудке», которое является для многих препятствием к употреблению жидкости при спортивной деятельности, позволит выбрать наиболее приемлемую стратегию регидратации. Необходимо, прежде всего, однозначно уяснить, что использование воды лучше, чем ее ограничение. Использование разбавленных растворов углеводов и электролитов более благоприятно сказывается на спортивной деятельности, чем использование одной воды (Maughan et al., 1989, 1996).

Первым среди факторов, влияющих на скорость процесса регидратации, является время задержки жидкости в желудке. Скорость опустошения желудка зависит от объема и состава его содержимого. Скорость, с которой жидкость покидает желудок, увеличивается с увеличением объема. Это справедливо для любой жидкости. По мере уменьшения объема содержимого время задержки жидкости в желудке резко возрастает. Большие количества жидкости в желудке во время физической активности вызывают определенный дискомфорт (Mitchell & Voss, 1991). И в тех ситуациях, когда желательна высокая скорость доставки жидкости, рекомендуется постоянное поддержание определенного объема жидкости в желудке периодическим ее употреблением (Rehrer, 1990). Следует оговориться, что при таком способе употребления концентрированных растворов углеводов результатом может стать прогрессирование процесса накопления жидкости.

Скорость опустошения желудка обратно пропорциональна концентрации глюкозы (Vist & Maughan, 1994) и поэтому концентрированные растворы сахаров долго задерживаются в желудке. Существуют разногласия относительно концентрации глюкозы в растворе, при которой начинает происходить снижение скорости опустошения желудка. Согласно данным Vist & Maughan (1994), такой эффект начинает наблюдаться при концентрации глюкозы порядка 40 ммоль/л.

Увеличение времени нахождения в желудке характерно для жидкостей с высоким осмотическим давлением. Есть данные, что использование вместо глюкозы ее полимеров с различной длиной цепи ведет к снижению осмотического давления при той же концентрации углевода. Этот факт находит практическое примене-

ние. Например, 4-процентный раствор глюкозы и 18-процентный раствор ее полимеров имеют одинаковое осмотическое давление (Vist & Maughan, 1995). Это определяет выбор в пользу раствора с большей энергетической плотностью в случаях, когда необходимо быстро восполнить значительные количества энергии после физической нагрузки.

Включение в состав напитка различных углеводов, в том числе глюкозы, сахарозы и мальтодекстрина несет определенные преимущества и с точки зрения скорости всасывания воды и сахаров, равно как и улучшения вкусовых качеств напитка (Shi et al., 1995). Вкусовые ощущения играют немаловажную роль, так как могут повлиять на количество потребляемого напитка.

Конечная абсорбция углеводов происходит в тонком кишечнике и является активным процессом, связанным с транспортом натрия. Высокие концентрации глюкозы не способствуют дальнейшему увеличению ее всасывания в кишечнике по сравнению с более разбавленными растворами.

Таким образом, в ходе физической активности преимущество остается за разбавленными растворами. В большинстве ситуаций рекомендуется концентрация углеводов 2–8%. Как уже отмечалось выше, на практике часто применяют смеси различных углеводов, включая свободную глюкозу, сахарозу, мальтозу, мальтодекстрин. Добавление фруктозы допустимо, но использования высоких ее концентраций или одной фруктозы стоит избегать, так как всасывание фруктозы происходит хуже, чем глюкозы, и, в конечном счете, высокие ее дозы могут вести к риску диареи.

Согласно рекомендациям Американского колледжа спортивной медицины (1984), напитки должны быть охлажденными в целях уменьшения времени задержки жидкости в желудке. Однако есть экспериментальные свидетельства (Lambert and Maughan, 1992) скорейшего появления в циркуляции воды высокой температуры (50 °С), а не охлажденной перед употреблением до 4 °С. В целом, анализ литературных данных по данному вопросу позволяет сделать заключение об отсутствии ощутимого эффекта температуры потребляемой жидкости на время задержки ее в желудке. Единственным положительным эффектом использования охлажденных напитков является предпочтение спортсменов и, как следствие, потребление таких напитков в больших объемах (Hubbard et al., 1990). Температуру напитка порядка 12–15 °С рекомендует А.И. Пшендин в книге «Питание спортсменов».

Другие факторы, такие как pH, имеют незначительное влияние на скорость задержки жидкости в желудке. Никакой роли не играет и незначительное включение карбонатов в состав спортивных напитков (Lambert et al., 1993; Zachwieja et al., 1992). Причем при использовании растворов, содержащих карбонаты (6-процентный раствор углеводов с карбонатами в исследовании Lambert et al., 1993), возможно появление ощущения переполненности желудка, что, однако, не влияет на физиологические функции.

К вопросу гидратации до и после физической нагрузки

Различают три состояния гидратации организма: нормальную гидратацию, гипогидратацию и гипергидратацию. Важность вопроса адекватной гидратации организма для успешной спортивной деятельности послужила предпосылкой к появлению теории положительного эффекта гипергидратации и, как следствие, возникновению различных способов максимального увеличения запасов воды в организме перед физическими нагрузками. Хотя в настоящее время считается, что состояние гипергидратации организма едва ли дает какие-либо преимущества в терморегуляции по сравнению с состоянием нормальной гидратации (Latzka et al. 1997), все-таки стоит упомянуть некоторые способы, практикуемые для повышения содержания воды в организме.

Следствием повышенного употребления жидкости, как правило, является увеличение диуретического ответа организма. Основными факторами, регулирующими вопрос экскреции или удержания жидкости и электролитов, являются объем крови, осмотическое давление плазмы и концентрация в ней натрия. Для уменьшения эффекта разбавления, снижающего концентрацию натрия и осмотическое давление при потреблении значительных объемов жидкости, в напитки часто добавляют большие количества хлорида натрия (100 ммоль/л и больше), что действительно приводит к временному состоянию гипергидратации. Однако в таком случае нельзя избежать некоторых отрицательных для терморегуляции последствий. Так, например, существует факт прямой взаимосвязи между осмотическим давлением плазмы и температурой тела (Greenleaf et al, 1974; Harrison et al., 1978). Повышенное осмотическое давление плазмы перед началом физической нагрузки повышает порог потоотделения (Fortney et al., 1984).

Альтернативным методом является добавление глицерина к употребляемому напитку. Метаболический эффект глицерина в высоких концентрациях незначителен. При этом его влияние на осмос ведет к тому, что часть воды, потребляемой вместе с глицерином, задерживается в организме. Однако здесь существуют некоторые опасения относительно возможности внутриклеточной дегидратации при повышенном осмотическом давлении внеклеточного пространства.

Изучение вопроса использования глицерина при физической активности дает противоречивые результаты. Это касается и его влияния на физическую работоспособность в ходе продолжительных нагрузок (Burge et al., 1993) и вопросов воздействия на скорость потообразования, температуру тела и т.п. (Latzka et al., 1997). Отрицательные последствия для терморегуляции, как результат повышенного осмотического давления плазмы, весьма вероятны и в этом случае.

Регидратация после физической нагрузки – важная составная часть процесса восстановления. Для восполнения потерь рекомендуется употребление объема жидкости, превышающего, по меньшей мере, на 50% ее количество, потерянное с потом (Maughan 1994). Четкие рекомендации по восполнению потерь электролитов дать достаточно трудно в связи с большими индивидуальными различиями в составе пота, но пренебрежение вопросом пополнения запасов электролитов (особенно натрия) однозначно приведет к падению их концентрации, снижению осмотического давления, что усилит экскрецию жидкости. Такой диуретический эффект может наблюдаться даже при отрицательном балансе жидкости в организме. В том случае, если достаточно соли потребляется одновременно с адекватным количеством воды, баланс жидкости восстановится и лишь избыток будет выведен почками.

В некоторых случаях требуется быстрое восполнение потерь жидкости, в частности, это необходимо, когда время между выступлениями спортсмена ограничено или когда накануне соревнований спортсмены, преследуя цель снижения веса, прибегают к методам дегидратации. Такие ситуации достаточно часто возникают в видах спорта, где соревнования организуются по принципу весовых категорий. В этом случае становится чрезвычайно важным, сколько времени остается у спортсмена до выступления после момента взвешивания. Этого, естественно, будет недостаточно для

полного восстановления, но какое-то восполнение запасов жидкости в организме все же возможно. В целях быстрого повышения скорости восстановления используют разбавленные растворы глюкозы с добавлением хлорида натрия, так как именно такие гипотонические растворы наиболее эффективны с точки зрения уменьшения времени задержки в желудке и абсорбции в кишечнике.

В рамках данной главы уместно затронуть механизмы возникновения жажды. Прежде всего, стоит отметить, что ощущение жажды не является в полной мере индикатором состояния гидратации организма человека. Потребность в жидкости, которая ощущается как жажда, может и не быть напрямую связана с физиологической потребностью в воде, а может быть вызвана привычкой, ритуалом, потребностью в охлаждающем или согревающем эффекте и т.п. Такие ощущения, как сухость во рту и горле, связываются с чувством жажды, тогда как наполнение желудка является сигналом к прекращению приема жидкости, даже если дефицит еще не восполнен. Центры контроля жажды находятся в гипоталамусе и переднем мозге и играют ведущую роль в регуляции жажды и диуреза. Их рецепторы могут напрямую реагировать на изменения осмотического давления, объема и давления крови. Другие рецепторы стимулируются гормонами, регулирующими водный баланс, а также экскрецию. Изменения осмотического давления плазмы в диапазоне 2–3% достаточно, чтобы вызвать ощущение жажды, и оно сопровождается увеличением концентрации антидиуретического гормона (Hubbard et al., 1990). Механизмы, посредством которых происходит ответ на изменения давления и объема крови, менее чувствительны, что, вероятно, предохраняет их от избыточной активности в ходе обычной жизнедеятельности, так как она зачастую характеризуется большими изменениями в объеме и давлении крови.

Есть данные о появлении чувства жажды только после падения объема крови на 10% (Fitzsimons, 1990). В ходе продолжительной физической деятельности, особенно в условиях жаркого климата, происходит уменьшение объема плазмы, наблюдается тенденция к увеличению осмотического давления. Потребление жидкости в ходе и непосредственно после физической нагрузки часто бывает недостаточно для восстановления нормального состояния гидратации организма (Ramsay, 1989). Причиной этого является преждевременное завершение приема жидкости вследствие быстрого исчез-

новения симптомов жажды, чувства «переполнения» при попытках пить быстро и т.п. (Rolls et al., 1980). Поэтому обычно рекомендуется пить до полного исчезновения чувства жажды и еще сверх этого объема. К примеру, детям рекомендуется выпивать дополнительно 100–125 мл жидкости, подросткам – стакан.

❖ Использованные источники

Методические рекомендации «Рациональное питание» МР 2.3.1. 19150-04 Утв. 25.03.04.

Burge C.M., Carey M.F. & Payne W.R. Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1993. – 25. – P. 1358–1364.

Institute of Medicine. Dietary reference for water, potassium, sodium, chloride and sulphate. – National Academies Press, Washington, D.C., 2004.

Fitzsimons J.T. Evolution of physiological and behavioural mechanisms in vertebrate body fluid homeostasis // Thirst: Physiological and Psychological Aspects/ D.J. Ramsay & D. A. Booth (Ed). – ILSI Human Nutrition Reviews. Springer-Verlag, London, 1990. – P. 3–22.

Fortney S.M., Wenger C.W., Bove J.R. & Nadel E.R. Effect of hyperosmolality of control the blood flow and sweating // Journal of Applied Physiology. – 1984. – 57. – P. 1688–1695.

Greenleaf J.E., Castle B.L. & Card D.H. Blood electrolytes and temperature regulation during exercise in man // Acta Physiologica Polonica. – 1974. – 25. – P. 397–410.

Harrison M.H., Edwards R.J. & Fennessy P.A. Intravascular, volume and tonicity as factors in the regulation of body temperature // Journal of Applied Physiology. – 1978. – 44. – P. 69–75.

Hubbard R.W., Szlyk P.C. & Armstrong L.E. Influence of thirst and fluid palatability on fluid ingestion during exercise // Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Vol. 3. Fluid Homeostasis during Exercise / C.V. Gisolfi & D.R. Lamb (Ed). – Benchmark Press, Indianapolis, IN, 1990. – P. 39–95; P. 103–110.

Latzka W.A., Sawka M.N., Montain S. et al. Hyperhydration: thermoregulatory effects during compensable exercise – heat stress // Journal of Applied Physiology. – 1997. – 83. – P. 860–866.

Kenney W.L. Body fluid and temperature regulation as a function of age // Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Vol. 8. Exercise in Older Adults /D.R.Lamb C.V. Gisolfi & E.R. Nadel (Ed). – Benchmark Press, Indianapolis, IN, 1995. – P. 305–352.

Lambert C.P. & Maughan R.J. Effect of temperature of ingested beverages on the rate of accumulation in the blood of an added tracer for water uptake // Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. – 1992. – 2. – P. 76–78.

Lambert C.P., Blieler T.L., Chang R.T. et al. Effect of carbonated and noncarbonated beverages at specific intervals during treadmill running in the heat // International Journal of Sport Nutrition. – 1993. – 2. – P. 177–193.

Maughan R.J. Thermoregulation and fluid balance in marathon competition at low ambient temperature // International Journal of Sports Medicine. – 1985. – 6. – P. 15–19.

Maughan R.M. Exercise-induced muscle cramp: a prospective biochemical study in marathon runners // Journal of Sports Science. – 1986. – 4. – P. 31–34.

Maughan R.J. Carbohydrate-electrolyte solutions during prolonged exercise // Perspectives in Exercise Science and Sports Science. Vol. 4. Ergogenics: The Enhancement of Sport Performance /D.R. Lamb & M.H. Williams (Ed). – Benchmark Press, Carmel, CA, 1991. – P. 35–85.

Maughan R.J. Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise // Oxford Textbook of Sports Medicine (M. Harries, C. Williams, W.D. Stanish & L.L. Micheli (Ed). – Oxford University Press, New York, 1994. – P. 82–93.

Meyer E., Bar-Or O., MacDaugall D. & Heigenhauser G.J.F. Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1992. – 24. – P. 776–781.

Mitchell J.B. & Voss K.W. The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise // Med. Sci. Sport Exerc. – 1991. – 23. – P. 314–319.

O'Toole M.L., Douglas P.S., Lebrun C.M. et al. Magnesium in the treatment of exertional muscles cramps // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1993. – 25. – P. S19.

Ramsay D.J. The importance of thirst in the maintenance of fluid balance // Clinical Endocrinology and Metabolism. Vol. 3, No. 2. Water and Salt Homeostasis in Health and Desease. – Bailliere Tindall, London, 1989. – P. 371–391.

Rehrer N.J. Limits to Fluid Availability during Exercise. – De Vrieseborsch: Haarlem, 1990.

Rolls B.J., Wood R.J., Rolls E.T., Lind W. & Ledingham J.G.G. Thirst following water deprivation in humans // American Journal of Physiology. – 1980. – 239. – P. R476–R482.

Schedl H.P. & Clifton J.A. Solute and water absorption by humane small intenstine // Nature. – 1963. – 199. – P. 1264–1267.

Shi X., Summers R.W., Schedl, H.P. et.al. Effect of carbohydrate type and concentration and solution osmolality on water absorption // Journal of Applied Physiology. – 1995. – 27. – P. 1607–1615.

Vist G.E. & Maughan R.J. The effect of increasing glucose concentration on the rate of gastric emptying in man // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1994. – 26. – P. 1269–1273.

Vist G.E. & Maughan R.J. The effect of osmolality and carbohydrate content on the rate of gastric emptying of liquids in man // Journal of Physiology. – 1995. – 486. – P. 523–531.

Von Duvillard S.P., Broun W.A., Markofski M., Beneke R. and Leithäuser R. Fluids and hydration in prolonged endurance performance // Nutrition. – 2004. – 20. – P. 651–656.

Wyndham C.H., Morrison J.F. & Williams C.G. Heat reaction of male and female Caucasian // Journal of Applied Physiology. – 1965. – 20. – P. 357–354.

Zachwieja J.J., Costill D.L., Beard G.C. et al. The effects of carbonated carbohydrate drink on gastric emptying, gastrointestinal distress, and exercise performance // International Journal of Sport Nutrition. – 1992. – 2. – P. 239–250.

Глава 4. ФУНКЦИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА И ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

Адаптация сердечно-сосудистой системы, нервно-мышечного аппарата к физической нагрузке достаточно хорошо изучена и продолжает изучаться спортивной физиологией, что нельзя сказать о пищеварительной системе. Научных исследований с корректной постановкой экспериментов по данной тематике известно мало. При этом растет количество свидетельств нарушений функций желудочно-кишечного тракта под влиянием физических нагрузок. Нет сомнений, что клинические проявления таковых могут серьезно влиять на успешность выступлений спортсмена. Кроме того, дисфункция желудочно-кишечного тракта может ограничить ассимиляцию необходимых нутриентов, в частности, воды и углеводов, необходимых для поддержания высокой физической работоспособности в ходе физической нагрузки. В связи с вышесказанным крайне важным является понимание спортсменами необходимости правильного пищевого режима и этиологии нарушений функций желудочно-кишечного тракта при физической активности.

4.1. Влияние физических упражнений на функции желудочно-кишечного тракта

Перераспределение потока крови

Результатом физической нагрузки является снижение притока крови к области органов брюшной полости. Перераспределение крови в результате физической активности и потребления пищи регу-

лируется гормональной и симпатической нервной системой с преимущественным вкладом последней. Существует обратная корреляция между потоком крови в портальной вене и концентрацией в плазме норадреналина, как при умеренных, так и высокоинтенсивных физических нагрузках (Iwao et.al., 1995). Нейропептид Y выделяется из нервных окончаний при симпатической активации. Будучи повышенным при физической активности (Ahlborg et al., 1992) он, возможно, вносит вклад в перераспределение потока крови, регулируя тонус сосудов в брюшной полости и области печени. Сокращение сосудов брюшной полости и области почек вызывает ангиотензин-2, уровень которого также повышается при физической нагрузке (Stebbins & Symons, 1995).

Свой вклад в регуляцию потока крови к органам пищеварения вносят холецистокинин, секретин, а также эндотелин-1 (ЭТ-1). Но говорить о роли секретина и холецистокинина уместно, когда речь идет о снабжении кровью органов пищеварения после потребления пищи, а не о регуляции потока крови в ответ на физическую нагрузку. О роли ЭТ-1 позволяет судить эксперимент с его дополнительным введением в ходе физической нагрузки. Согласно литературным данным, поток крови в области брюшной полости после этого уменьшался в большей степени, чем при физической нагрузке без его введения (Ahlborg et al., 1995).

Двигательные функции желудочно-кишечного тракта

Физическая активность увеличивает скорость прохождения пищи через желудочно-кишечный тракт (Cordain et al., 1986; Koffler et al., 1992), что может быть благоприятно для здоровья в целом. В высоких скоростях поступления питательных веществ можно усмотреть положительный эффект и для спортивной деятельности, если при этом минимален риск желудочно-кишечных расстройств.

Объем пищи (напитков) и ее состав, включая концентрацию нутриентов, осмотическое давление и размер частиц пищи – все эти и другие факторы влияют на время нахождения пищи в желудке (Costill & Sallin, 1974; Green, 1992). Существуют данные и о влиянии физических нагрузок на скорость опустошения желудка (Moses, 1990). Если в случае нагрузок низкой и умеренной интенсивности нет определенной картины (превалируют сведения об

уменьшении времени нахождения пищи в желудке по сравнению с состоянием покоя), то в случае физических нагрузок высокой интенсивности (МПК>70%) скорость опустошения желудка однозначно замедляется (Rehrer & Gerrard, 2000). Физическая активность также оказывает косвенное влияние на функции желудка. Гипертермия и гипогидратация, являющиеся следствием физических упражнений, увеличивают время нахождения пищи в желудке (Neufer et al., 1989; Rehrer et al., 1990). Также действует и эмоциональный стресс. В связи с этим не все данные, полученные в условиях лаборатории, могут безоговорочно проецироваться на конкретную ситуацию в условиях спортивного соревнования. Кроме того, при работе со спортсменами всегда существует возможность индивидуальных различий и отклонений.

Секреторная и всасывающая функции

В желудке под влиянием физической нагрузки снижается скорость секреции желудочного сока и пепсинов. Четкой картины влияния физической нагрузки на скорость секреции в кишечнике нет (Rehrer & Gerrard, 2000). Вероятно, состав напитка, его осмотическое давление играют основную роль в процессах абсорбции, в частности таких важных нутриентов, как вода и углеводы.

4.2. Физические нагрузки и дисфункции желудочно-кишечного тракта

Продолжительные физические напряжения однозначно усугубляют проблемы со стороны желудочно-кишечного тракта (Moses, 1990). Есть данные, что более 50% спортсменов страдают нарушениями пищеварения (Brouns, 1991; Wright, 1991). По данным Worobetz & Gernard (1985), среди новозеландских спортсменов такой процент превышал 80%. Дисфункции со стороны желудочно-кишечного тракта естественно не являются угрозой жизни, но могут препятствовать успешному выступлению спортсмена или тренировке и явиться причиной его (ее) прерывания. Тошнота, рвота, отрыжка, запоры, диарея, кровотечения из прямой кишки, метеоризм, спазмы в области кишечника – все это симптомы нарушений деятельности желудочно-кишечного тракта, связанные с физическими нагрузками, которые нельзя не принимать во внимание, работая со спортсменами. Причинами таких симптомов яв-

ляются дегидратация, изменения в кровоснабжении внутренних органов, изменения проницаемости кишечника и его моторной функции, психологические воздействия (стресс), фармакологические препараты.

Тошнота, рвота после физической нагрузки или спазмы при беге могут явиться результатом задержки пищи в желудке (Olivares, 1988). Как уже упоминалось выше, скорость опустошения желудка зависит от многих факторов, в числе которых осмотическое давление. Растворы, осмотическое давление которых высоко, медленнее покидают желудок в ходе физической активности и поэтому употребление их крайне нежелательно. Твердая пища также дольше задерживается в желудке при физической нагрузке.

К причинам нарушения моторной функции кишечника, в особенности диареи, относятся: рацион спортсмена (включая потребление жидкости), использование медикаментов (к примеру, такой эффект возможен под действием антибиотиков, препаратов железа), влияние психологического стресса, интенсивность и механическое воздействие физических упражнений, гормональные изменения и относительная ишемия кишечника в ходе физической активности.

Существуют, естественно, фармакологические средства для решения проблем, связанных с нарушением моторики кишечника. Не останавливаясь на них, хочется обратить внимание на возможность побочных эффектов, в частности, ингибирование потоотделения при употреблении достаточно распространенных спазмолитиков, относящихся к антихолинэргической группе препаратов. Применяемые противодиарейные фармакологические средства должны относиться к числу разрешенных препаратов и их употребление не должно быть частым. Нефармакологические воздействия подразумевают обязательную адекватную гидратацию до физической нагрузки и в ходе ее выполнения.

Наиболее неприятным и достаточно распространенным явлением можно назвать ректальное кровотечение с диареей и предшествующими спазматическими болями в области живота (Swain, 1994). Эти симптомы не сразу были соотнесены с физическим напряжением. В 1982 году для объяснения кровопотерь из желудочно-кишечного тракта при беге был предложен механизм прямой травмы (Porter, 1982). Однако исследования показали, что не только бегуны, но и все спортсмены, чья физическая деятельность связана с выносливостью, могут в той или иной степени сталки-

ваться с данной проблемой. Этиология кровотечений желудочно-кишечного тракта у спортсменов имеет в основе множество факторов, но наиболее часто упоминают два – дегидратацию и ишемию кишечника.

Кровотечения могут быть связаны с анемией, но могут быть сигналом и более серьезных расстройств. Поэтому любые кровотечения желудочно-кишечного тракта – повод для эндоскопического обследования, так как необходимо прежде всего устранить любые подозрения на патологию.

Практическая значимость информации такого рода прежде всего в правильном выборе времени приема пищи спортсменом и ее состава. Перед выступлением предпочтительной считается жидкая пища, изотоническая по составу, малая по объему, с низким содержанием жира, белка и пищевых волокон. Как правило, 3–4 часа должно пройти после последнего приема пищи до начала физической нагрузки. В некоторых случаях за час до выступления возможен легкий перекус углеводной направленности. Если употребляется твердая пища (типа крекеров), то обязательно одновременно с жидкостью.

❖ Использованные источники

Ahlborg G., Weitzberg E., Sollevi A. & Lundberg J.M. Splanchnic and rental vasoconstrictor and metabolic responses to neuropeptide Y in resting and exercising man // Acta Physiologica Scandinavica. – 1992. – 145. – P. 139–149.

Ahlborg G., Weitzberg E. & Lundberg J.M. Metabolic and vascular effects of circulating endothelin 1 during moderately heavy prolonged exercise // Journal of Applied Physiology. – 1995. – 78. – P. 2294–2300.

Below P., Mora-Rodriguez R., Gonzalez-Alonso J. & Coyle E.F. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense cycling // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1994. – 27. – P. 200–210.

Brouns F. Etiology of gastrointestinal disturbances during endurance events // Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. – 1991. – 1. – P. 66–77.

Cordain L., Latin R.W. & Behnke M.S. The effects of an aerobic running program on bowel transit time // Journal of Sports Medicine. – 1986. – 26. – P. 101–104.

Costill D.L. & Saltin B. Factors limiting gastric emptying // Journal of Applied Physiology. – 1974. – 37. – P .679–683.

Green G. Gastrointestinal disorders in the athlete // Clinics in Sports Medicine. – 1992. – 11. – P. 453–470.

Iwao T., Toyonaga A., Ikegami M. et al. Effects of exercise-induced sympathooadrenergic activation on portal blood flow // Digestive Diseases and Science. – 1995. – 40. – P. 48–51.

Koffler K.H., Menkes R.A., Redmond R.A., Whitehead W.E., Prattley R.E. & Hurley B.F. Strength training accelerates gastrointestinal transit in middle-aged and older men // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1992. – 24. – P. 415–419.

Moses F.M. The effect of exercise on gastrointestinal tract // Sports Medicine. – 1990. – 9. – P. 159–172.

Neufer P.D., Young A.J. & Sawka M.N. Gastric emptying during walking and running: effects of varied exercise intensity // European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. – 1989. – 58. – P. 440–445.

Olivares C.J. Toughest ironman ever // Triathlete. – 1988. – 53. – P. 33–42.

Porter A.M.W. Marathon running and the caecal scalp syndrome // British Journal of Medicine. – 1982. – 16. – P. 178.

Rehrer N.J., Beckers E.J., Brouns F., Ten Hoor F. & Saris W.H. Effects of dehydrotation on gastric emptying and gastrointestinal distress while running // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1990. – 22. – P. 790–795.

Rehrer N.J. & Gerrard D.F. Gastrointestinal Function and Exercise // Nutrition in Sport/Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 241–255.

Stebbins C.L. & Symons J.D. Role of angiotensin 2 in hemodynamic responses to dynamic exercise in miniswine // Journal of Applied Physiology. – 1995. – 78. – P. 185–190.

Swain R.A. Exercise-induced diarrhoea: when to wonder // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1994. – 26. – P. 523–526.

*Worobetz L.J. & Gerrard D.F.*Gastrointestinal symptoms during exercise in enduro athletes: prevalence and speculations on the aetiology // New Zealand Medical Journal. – 1985. – 98. – P. 644–646.

Wright J.P. Exercise and the gastro-intestinal tract // South African Medical Journal. – 1991. – 83. – P. 50–52.

Раздел II

Глава 5. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ С ПОМОЩЬЮ ФАКТОРОВ ПИТАНИЯ

Спортсмены и тренеры всегда искали пути повышения физической работоспособности, уделяя при этом немалое внимание факторам питания. Особый интерес вызывала возможность с помощью некоторых нутриентов влиять на эффективность трех основных систем энергообеспечения (образование АТФ путем ресинтеза креатинфосфата (КрФ), гликолитического и дыхательного фосфорилирования). Ярким примером могут являться использование креатина с целью повышения эффективности ресинтеза АТФ за счет КрФ, влияние углеводного питания при физических нагрузках аэробного характера для повышения эффективности дыхательного фосфорилирования. Множество других нутриентов также тем или иным образом вовлекаются в процесс энергообеспечения мышечной деятельности. Так, целям увеличения доставки кислорода в мышцы и более эффективной его утилизации служит применение добавок железа и коэнзима Q_{10} соответственно; снижению накопления метаболитов в мышцах и повышению тем самым эффективности анаэробного гликолиза служит использование бикарбоната натрия.

Надо отметить, что в стремлении улучшить физическую форму спортсмены нередко прибегают к средствам, применение которых не имеет научного обоснования, или

же эффективность которых не находит подтверждения в научных исследованиях. Данная глава представляет собой обзор сведений относительно некоторых нутриентов, которые рассматриваются спортсменами как эффективные и применяются в целях повышения работоспособности при физических нагрузках, связанных с аэробной выносливостью или силой.

Прежде чем применять какую-либо диетическую добавку, необходимо иметь представление об ее эффективности и безопасности. Следует учитывать, что иногда безопасные в рекомендуемых дозах диетические добавки представляют опасность для здоровья при приеме в более высоких количествах и принцип «если один хорошо, то десять лучше», нередко практикуемый спортсменами, совершенно неприемлем в данном вопросе. Также следует иметь в виду, что некоторые БАДы могут содержать кофеин или эфедрин и могут привести к положительному тесту на допинг. Нутриенты, используемые на практике в целях повышения физической работоспособности, можно условно разделить на группы.

1. Высокие дозы ценных нутриентов – витаминов (C, E, B_{12}); аминокислот (аргинин, орнитин, лизин, триптофан), минералов (бор, хром, фосфаты).
2. Продукты метаболизма нутриентов (HMB – β-гидрокси-β-метилбутират, DHAP – дигидроксиацетон плюс пируват, FDP – дифосфат фруктозы и др.).
3. Не столь ценные нутриенты – к ним, вероятно, можно отнести карнитин, холин, глицерин, инозит.
4. Экстракты растений (парафармацевтики).
5. Алкоголь и кофеин.

Бикарбонат натрия и цитрат натрия

Теория

Предпосылкой к применению бикарбоната натрия ($NaHCO_3$) является возможность снижения метаболического ацидоза при кратковременных высокоинтенсивных нагрузках, что, согласно теории, ведет к усилению способности противостоять утомлению.

При нормальных физиологических условиях pH крови и внеклеточной жидкости составляет порядка 7,4, мышц – 7,0. В ходе высокоинтенсивной нагрузки количество ионов водорода возрастает и pH крови падает примерно до 7,0 и ниже (мышц – до 6,8 и ниже), что называют состоянием метаболического ацидоза. По-

скольку метаболизм мышц чрезвычайно чувствителен к концентрации ионов водорода (нарушается, в частности, процесс образования актин-миозинового комплекса при снижении pH, ингибируются процессы гликолиза), важную роль приобретает возможность противостоять ацидозу.

Кислотно-щелочной баланс в организме поддерживается с помощью трех основных механизмов: вывод кислот почками, легочная вентиляция, и, наиболее быстрый механизм – буферные системы крови. Одной из них является бикарбонатная буферная система, состоящая из слабой угольной кислоты и соли этой кислоты – бикарбоната натрия. В поддержании pH крови принимает участие бикарбонат ион, способный присоединять протон, в том числе и от молочной кислоты, образующейся при метаболизме физической деятельности:

$$HCO_3^- + H^+ - H_2CO_3 - H_2O + CO_2.$$

Эффективность

Основными вопросами, которые ставились исследователями в связи с применением бикарбоната и цитрата натрия, являлись вопросы о его дозе и времени, на протяжении которого распространяется эффект.

Согласно литературным данным (McNaughton, 2000), существует минимальная доза – 200 мг бикарбоната или цитрата натрия на кг массы тела, ниже которой эффект от их применения не наблюдается. Оптимальной считается доза 300 мг на кг массы тела, дальнейшее ее увеличение не приводит к усилению эффекта.

После применения бикарбоната натрия физическая работоспособность улучшается, если длительность нагрузки составляет от 1 до 10 мин, а если менее 30 с, то использование его неэффективно.

Безопасность

Бикарбонат (цитрат) натрия применяют в дозе 300 мг на кг массы тела с большим количеством (0,5 л и более) жидкости (лучше воды). Спортсмен должен быть ознакомлен с возможностью побочных эффектов. Согласно литературным данным, у некоторых спортсменов наблюдались кратковременные расстройства желудочно-кишечного тракта после применения бикарбоната (цитрата) натрия, диарея (Goldfinch et al., 1988; McNaughton & Cedaro, 1991), дискомфорт в желудке (Downs & Stonebridge, 1989; Reynolds, 1989). Есть некоторые данные о возможности мышечных спазмов и аритмии (Heigenhauser & Jones, 1991).

Надо отметить, что эффект использования бикарбоната и цитрата натрия крайне сложно установить однозначно, так как множество других факторов также может изменять реакцию мочи. К примеру, рационы с высоким содержанием белка или углеводов приводят к метаболическому ацидозу (Maughan & Greenhaff, 1991) или алкалозу (Greenhaff et al., 1987, 1988a, 1988b) соответственно.

Креатин

Теория

Креатин поступает в организм главным образом с животными продуктами (мясом, рыбой и др.), но может и синтезироваться в организме из аминокислот аргинина, глицина и метионина с помощью двух ферментов, локализованных главным образом в печени. В организме человека концентрация креатина наиболее высока в скелетных мышцах. При массе человека 70 кг общее количество креатина в организме составляет в среднем 129 г, 95% которого локализовано в мышцах (Williams & Branch, 1998). Около 60% мышечного креатина существует в форме КрФ.

При обычных условиях запасы креатина восполняются со скоростью порядка 2 г в день за счет биосинтеза и/или поступления его с пищей, причем увеличение поступления креатина с пищей подавляет его биосинтез. Дополнительное употребление креатина ведет к увеличению запасов общего креатина и КрФ, особенно в мышечных волокнах 2 типа (Casey et al., 1996b). Поскольку лимитирующим фактором физической работоспособности при выполнении кратких нагрузок высокой мощности является наличие КрФ, увеличение его концентрации может способствовать поддержанию концентрации АТФ, эффективно влияя тем самым на сократительную способность мышечных волокон. Этому предположению находятся экспериментальные подтверждения в виде снижения концентраций аммиака и гипоксантина – маркеров нарушения ресинтеза АТФ в мышцах – при выполнении высокоинтенсивной нагрузки после употребления креатина (Greenhaff et al., 1993). Положительный для энергетического метаболизма эффект, вытекающий из увеличения концентрации свободного креатина в цитоплазме и стимуляции ресинтеза КрФ, может проявляться и при выполнении серий кратких высокоинтенсивных упражнений, разделенных короткими периодами отдыха.

Эффективность

Как правило, креатин употребляют в течение 5 дней в количестве 20 г в день (4×5 г). Доза 5 г растворяется в 250 мл жидкости. Такая схема приводит к быстрому (порядка 20 мин), заметному (примерно на 1000 нмоль/л) и длительному (около 3 ч) подъему концентрации креатина в плазме крови (Harris et al., 1992), чем создаются благоприятные условия для транспорта креатина в мышцы. Затем дозу снижают до 2 г в день. Для повышения растворимости креатина используют теплую воду.

Дополнительный прием креатина может привести к повышению концентрации общего креатина в мышцах до 160 ммоль/кг сухого веса. Такая концентрация считается верхним пределом, достижение которого возможно, согласно исследованиям Harris et al. (1992) & Creenhaff et al. (1994), примерно в 20% случаев. При этом в 20–30% случаев концентрация креатина в мышцах остается менее 10 ммоль/кг сухого веса, что свидетельствует о больших различиях в степени накопления креатина в мышцах в результате его употребления.

В целом, результаты исследований позволяют сделать вывод о существовании эффекта дополнительного приема креатина на физическую работоспособность при выполнении единичных или же серий физических упражнений высокой мощности и краткой длительности, энергообеспечение которых происходит ресинтезом креатинфосфата (Williams & Branch, 1998). Однако он наблюдается лишь в тех случаях, где увеличение концентрации общего креатина в мышцах достигает 20 ммоль/кг сухого веса и выше. Этим фактом объясняются выводы об отсутствии эффекта креатина, которые делались в результате некоторых исследований. Концентрация общего креатина в мышцах в этих случаях оставалась не более 10 ммоль/кг сухого веса после приема креатина.

Согласно исследованиям Green et al. (1996a, 1996b), употребление креатина в растворе (5 дней по 20 г в день) в сочетании с простыми углеводами (370 г в день) на 60% увеличивает накопление общего креатина в мышцах, приближаясь к максимально возможной концентрации. Таким образом, в целях повышения эффективности креатин следует употреблять с растворами углеводов.

Безопасность

В настоящее время неизвестны какие-либо отрицательные для здоровья последствия, вызванные применением креатина. Доза 2 г в день, рекомендуемая для длительного применения в целях под-

держания концентрации креатина в мышцах, лишь незначительно превышает количество креатина, обеспечиваемое за счет рационов, содержащих животные продукты (рыбу, мясо). Длительное применение высоких доз креатина (5 дней по 20 г в день и затем в течение 51 дня по 10 г в день), согласно проведенным исследованиям, не оказывало влияния на показатели крови, как клинические, так и маркеры функционального состояния печени и почек в крови (Earnest et al., 1996). Увеличение креатинина в моче после приема креатина является следствием повышенного количества мышечного креатина и большей его деградации, а не каких-либо нарушений со стороны деятельности почек (Hultman et al., 1996).

Стоит отметить, что использование нерастворенного креатина может привести к некоторому дискомфорту со стороны желудочно-кишечного тракта. При употреблении креатина возможен прирост массы тела (обычно 1–2 кг), нередко 1–3 кг в течение 3–4 дней (Williams & Branch, 1998).

Разветвленные аминокислоты (BCA)

Теория

Теоретически положительное действие разветвленных аминокислот – лейцина, изолейцина и валина проявляется в предупреждении наступления утомления. Одним из биохимических механизмов возникновения утомления считаются изменения в концентрациях некоторых аминокислот в крови, ведущие к изменениям концентраций нейротрансмитеров в мозге.

Основные тезисы гипотезы.

1. Разветвленные аминокислоты и триптофан проникают в мозг с помощью одного и того же переносчика и, таким образом, являются конкурентами.

2. В мозге триптофан превращается двумя ферментами в нейропептид 5-гидрокситриптофан (5-HT).

3. Высокий уровень 5-HT ведет к его появлению в синапсах некоторых нейронов, вовлеченных в возникновение утомления.

4. Триптофан – единственная аминокислота, способная связываться с альбумином и существующая, таким образом, как в связанном, так и в свободном виде. Состояние равновесия между двумя этими формами смещается в сторону свободного триптофана по мере увеличения концентрации свободных жирных кислот в плазме.

Свободный триптофан, конкурируя с разветвленными аминокислотами, определяет скорость проникновения триптофана в мозг и, тем самым, уровень 5-НТ. Уменьшение концентраций разветвленных аминокислот или же увеличение концентраций свободных жирных кислот плазмы приводит к увеличению отношения «свободный триптофан: разветвленные аминокислоты», что в итоге повышает уровень 5-НТ и в то же время понижает моторную активность и работоспособность.

Эффективность и безопасность

О положительном эффекте применения разветвленных аминокислот (BCA) – лейцина, изолейцина и валина – в частности при велогонках и в марафоне, свидетельствует немало исследований (Blomstrand et al., 1991; Blomstrand et al., 1997; Mittleman et al., 1998). Предпочтение на практике отдается низким дозам. Высокие дозы приводят к повышению концентраций аммиака в плазме, что может вызвать утомление, снижение моторных функций и координаций (Banister & Cameron, 1990). В связи с этим следует с большой осторожностью относиться к применению разветвленных аминокислот в видах спорта, связанных с моторной координацией. В большинстве исследований разветвленные аминокислоты употребляли перед началом физической активности. Применение BCA в ходе нагрузки стало возможной причиной неизменных концентраций аммиака как отмечено в исследованиях Blomstrand et al. (1997) и Mittleman et al. (1998). Сравнение эффективности применения разветвленных аминокислот с добавлением углеводов и в чистом виде позволяет отдать предпочтение последнему способу.

Глутамин

Теория

Глутамин наряду с глюкозой является источником энергии для клеток иммунной системы, участвует в синтезе некоторых важных соединений, необходимых для синтеза новых ДНК и РНК в ходе пролиферации лимфоцитов, для синтеза мРНК и восстановления ДНК в макрофагах. Ситуации, требующие повышенной активности иммунной системы, например операции, ожоги, сепсис, голодание, характеризуются снижением концентраций глутамина в плазме крови. Повреждения мышц в ходе продолжительных интенсивных физических нагрузок также повышают потребность в глутамине, что, вероятно, связано с увеличением количества им-

мунных клеток, включающихся в пролиферацию в целях необходимого восстановления. Пониженный уровень глутамина в плазме наблюдается в течение 3–4 часов после интенсивной тренировки. Есть данные, что в состоянии перетренированности концентрации глутамина у спортсменов ниже, чем в контрольной группе спортсменов, а в группе тренированных спортсменов ниже, чем в группе спортсменов-любителей (Parry-Billings et al., 1990). Снижение активности иммунной системы вследствие перетренированности продолжается длительный период, о чем свидетельствуют пониженные по сравнению с контрольными величинами концентрации глутамина после 6 недель восстановительного периода, несмотря на значительное восстановление физической работоспособности.

Существуют данные о частых вирусно-инфекционных заболеваниях верхних дыхательных путей у спортсменов, чьи физические нагрузки характеризуются большой интенсивностью, длительностью и носят регулярный характер (Левандо В.А. и др., 1988; Brenner et al., 1994; Nieman, 1994a). Если регулярные физические нагрузки низкой и умеренной интенсивности помогают снизить уровень инфекций, то при активной спортивной деятельности и, особенно в случае перетренированности, наблюдается увеличение числа инфекций (Левандо В.В. и др., 1988; Nieman, 1994a, 1994в). Резко повышается заболеваемость в периоды максимально переносимых тренировочных и соревновательных нагрузок (Левандо В.А. и др., 1988). Продолжительные интенсивные нагрузки оказывают следующий эффект на иммунную систему (Хрущев С.В. и др., 1991; Brenner et al., 1994; Nieman, 1997; Pedersen et al., 1998):

– снижение числа циркулирующих Т-лимфоцитов через 3-4 часа после физической нагрузки;
– снижение цитолитической активности лейкоцитов;
– снижение способности к пролифирации лимфоцитов;
– нарушение синтеза антител;
– снижение уровней иммуноглобулина;
– снижение отношения CD_4 / CD_8 клеток (снижение отношения CD_4 / CD_8 Т-клеток является возможной причиной и индикатором повреждения иммунной системы (Shepherd et al., 1991)).

Для получения точной картины и окончательных выводов о том, каким образом глутамин может воздействовать на уровень инфекций, наблюдаемых у спортсменов, требуются дополнительные более солидные и объективные данные, подкрепленные фундаментальными исследованиями иммунной системы.

Эффективность

Эффективность и безопасность применения глутамина подтверждена большим количеством исследований (Newsholme & Castell, 2000). Предполагается, что в тех ситуациях, где отмечается низкий уровень глутамина, простым и безопасным методом восстановления физиологических его концентраций может явиться употребление экзогенного глутамина. Дозы и время употребления глутамина исследовались Castell & Newsholme (1997). Было показано, что употребление глутамина в виде напитка в количестве 5 г (0,1 г на кг массы тела) приводило к увеличению концентрации глутамина плазмы через 30 мин. Концентрация возвращалась к исходным значениям примерно через 2 часа. Как правило, такими дозами оперируют и в других исследованиях, направленных на изучение эффекта глутамина у спортсменов. Напитки, содержащие глутамин, применяют непосредственно после завершения физической активности.

Аргинин, орнитин, лизин

Теория

Гормон роста или соматотропин (СТГ) – важнейший стимулятор линейного роста организма и синтеза белка в клетках. Применение некоторых аминокислот, в частности аргинина, орнитина и лизина, рассматривается как попытка стимулировать секрецию гормона роста передней долей гипофиза. Кроме того, употребление аминокислот теоретически стимулирует секрецию инсулина, другого анаболического гормона.

Эффективность

Анализ литературных данных об эффективности различных комбинаций аргинина, орнитина и лизина приведен в обзоре Williams и Leutholtz (2000), где делается вывод об отсутствии какого-либо воздействия различных комбинаций аргинина, орнитина и лизина как на секрецию СТГ, так и на мышечную массу и силу (Fogelelholm et al., 1993; Lambert et al., 1993; Mitchell et al., 1993). Кроме того, само по себе использование СТГ не имело влияния на синтез белка, объем мышц и силу.

Безопасность

Умеренные дозы аминокислот могут быть безопасны, большие дозы (170 мг орнитина на кг массы тела) ведут к осмотической диарее.

β-гидрокси-β-метилбутират

Теория

β-Гидрокси-β-Метилбутират (HMB) – продукт метаболизма аминокислоты лейцина. Хотя роль HMB в организме человека до конца неясна, существует предположение о благоприятном его влиянии на увеличение мышечной массы путем снижения катаболического эффекта стресса, вызванного физическими нагрузками, на метаболизм белка.

Существуют гипотезы о том, что HMB может являться компонентом клеточных мембран, подверженных отрицательному воздействию стресса, или может регулировать ферменты, важные для мышечного роста.

Эффективность

Эксперименты, выполненные на животных, показали возможность увеличения мышечной массы и снижения жира тела при употреблении HMB (Nissen et al., 1994). Вместе с тем, по данным Williams & Leutholtz (2000), исследования о влиянии HMB на организм людей ограничены и получены лишь одной лабораторией. Результаты весьма впечатляющи и свидетельствуют об увеличении мышечной массы и силы, уменьшении процента жировой массы тела, как у тренированных, так и у нетренированных людей при употреблении 1,5–3 г HMB в день. Однако для окончательных выводов в поддержку анаболического или антикатаболического эффекта HMB необходимы подтверждения из других лабораторий. Кроме того, согласно Williams & Leutholtz (2000), в каждом из упомянутых исследований есть некоторые неточности, которые могут позволить усомниться в обоснованности полученных данных. Они касаются методов измерения силы, эффекта HMB при измерениях одними тестами и отсутствия такового в других.

По данным Hespel et al. (2006), за последние 10 лет немногие исследователи обратили внимание на вопрос влияния HMB на гипертрофию мышц, и имеющихся сведений по-прежнему недостаточно для выводов.

Безопасность

Употребление HMB в дозах 1,5–3 г в день в течение нескольких недель не приводит к каким-либо отрицательным последствиям. Данных относительно длительного его применения людьми не существует (Williams & Leutholtz, 2000).

L-карнитин

Теория

Основными источниками поступления карнитина является мясо и мясопродукты, но он может также синтезироваться в печени и почках. Карнитин необходим для нормальной функции мышц и поддержания их оптимального физиологического состояния. Принимает участие в процессе переноса остатков жирных кислот. Физиологически активной формой является L-карнитин, и именно в такой форме он и используется в виде пищевой добавки.

Теоретически употребление L-карнитина должно усилить окисление жирных кислот, сберегая запасы мышечного гликогена, что в конечном итоге должно иметь положительный эффект при продолжительных физических нагрузках аэробного характера. К тому же, в теории, используя L-карнитин, можно увеличить окисление пирувата, так как вследствие изменения отношения ацетил-КоА и кофермента А (КоА) усиливается активность пируватдегидрогеназы. Такой эффект может привести к уменьшению накопления молочной кислоты, способствуя тем самым физической работоспособности при анаэробных нагрузках.

Эффективность

Результаты исследований однозначно указывают на отсутствие влияния карнитина на процесс накопления молочной кислоты (Kanter & Williams, 1995). Данные относительно воздействия L-карнитина на использование жирных кислот и МПК при нагрузках аэробного характера неоднозначны. Есть свидетельства как подтверждающие, так и оспаривающие теорию увеличения окисления жирных кислот (Kanter & Williams, 1995; Heinonen, 1996). Существуют данные об отсутствии эффекта приема L-карнитина (2 г/2 ч) при беговых нагрузках (прием креатина происходил перед началом бега на 20 км и перед началом марафона) (Colambani et al., 1996).

В работе Broad et al. (2005) исследовался эффект более длительного приема карнитина. Карнитин применялся в форме тартрата в течение 4 недель. Доза была эквивалентна 2 г L-карнитина в сутки. Однако и в этом исследовании влияния на утилизацию субстратов в ходе физической деятельности или физическую работоспособность в ходе нагрузок продолжительностью 90 мин выявлено не было. Вероятно, для окончательных выводов необходимы

исследования эффекта длительного приема L-карнитина, включающие данные биопсии мышц, позволяющие судить о влиянии приема карнитина на его запасы в мышцах.

Необходимы, вероятно, дополнительные исследования эффекта длительного приема L-карнитина, включающие данные биопсии мышц, позволяющие судить о влиянии приема карнитина на его запасы в мышцах. А.И. Пшендин (2000) в главе «О некоторых спорных вопросах в науке о питании спортсменов» приводит мнение компетентных ученых относительно применения креатина, которые сводятся к представлению о том, что это потеря времени и денег. «Креатин участвует в транспорте жирных кислот в митохондрии, где происходит процесс окисления жира. Этот процесс происходит при посредничестве фермента, связывающего жирные кислоты с карнитином. Однако активность этого фермента (пальмитоилтрансферазы) и функция, направленная на сжигание жира, не подвержены влиянию пищевых добавок, содержащих карнитин. Есть несколько исследований, подтверждающих эту точку зрения» (Пшендин И.А., 2000).

Безопасность

Дозы L-карнитина, использованные в упомянутых выше исследованиях, безопасны. В больших дозах он может вызывать диарею. Не следует применять добавки, содержащие D-карнитин, так как использование этого изомера может привести к нарушению синтеза L-карнитина в организме и развитию его дефицита с такими симптомами, как мышечная слабость.

Коэнзим Q_{10} (убихинон)

Теория

Коэнзим Q_{10} локализуется преимущественно в митохондриях клеток сердца и мышц. Принимает участие в утилизации кислорода и продуцировании энергии, и, согласно теории, может быть эффективен при физических нагрузках аэробного характера.

Эффективность

Анализ литературных данных относительно применения коэнзима Q_{10} показал отсутствие каких-либо его эффектов с точки зрения окисления жиров и утилизации субстратов, несмотря на повышение его концентрации в крови после употребления 70–150 мг в день в течение 4–8 недель (Williams & Leutholtz, 2000). В ходе

велоэргометрических тестов не было обнаружено и влияния коэнзима Q_{10} на концентрацию лактата в крови, потребление кислорода, а также на время наступления утомления.

Безопасность

Вопросы безопасности длительного применения коэнзима Q_{10} достаточно широко освещены в литературе, хотя есть мнения, что он может действовать как прооксидант, образуя свободные радикалы (Demopoulous et al., 1986). Существуют данные о повреждении мышц при физических нагрузках после употребления испытуемыми в течение 20 дней коэнзима Q_{10} в количестве 120 мг в день (Malm et al., 1996).

Фосфор (фосфаты)

Теория

Фосфаты пищи являются источником важного макроэлемента – фосфора, участвующего в продуцировании и переносе энергии. Большинство теорий влияния солей фосфора на аэробную выносливость сводится к возможностям увеличения уровней 2,3-дифосфоглицерата, что ведет к ускорению высвобождения кислорода из гемоглобина. Помимо значения 2,3-дифосфоглицерата для красных клеток крови стоит отметить роль фосфата натрия как буфера.

Эффективность

В научной литературе имеются данные, свидетельствующие об улучшении физической работоспособности при использовании дополнительных доз фосфатов (Cade et al., 1984; Kreider et al., 1990, 1992). В пользу применения фосфатов говорит и тот факт, что ни в одном из исследований не наблюдалось снижения физической работоспособности (Williams & Leutholtz, 2000). Однако механизм, лежащий в основе происходящих изменений, остается неясным. В частности, уровни 2,3-дифосфоглицерата остаются неизменными. Несмотря на весьма впечатляющие данные об увеличении максимального потребления кислорода и выносливости при выполнении велоэргометрических тестов, требуется более серьезное изучение данного вопроса.

Безопасность

Применение фосфатов без достаточного количества жидкости (пищи) может явиться причиной желудочно-кишечных расстройств. Постоянное употребление, особенно при недостатке кальция в рационе, может привести к изменению соотношения кальция и фосфора и нарушить баланс кальция в организме.

Холин

Теория

Холин – витаминоподобное вещество. Образуется в организме из аминокислоты метионина, но в недостаточном количестве, поэтому должен присутствовать в рационе питания. Теоретически употребление холина способствует увеличению синтеза ацетилхолина (медиатора передачи нервного возбуждения в двигательных и парасимпатических нервах), что может отдалить развитие утомления при физических нагрузках, связанных с выносливостью.

Эффективность

Согласно литературным данным, применение холина (2,43 г битартрата холина) увеличивало концентрацию холина в плазме, но не влияло на время наступления утомления в тестах с применением как высокоинтенсивной нагрузки, так и нагрузки большой длительности. В целом, Williams & Leutholtz (2000) делают заключение об отсутствии сведений в поддержку эффективности холина как средства повышения физической работоспособности и необходимости дальнейших исследований в подтверждение такого мнения.

Безопасность

Холин – натуральный пищевой компонент и небольшие дозы его не могут считаться опасными.

Глицерин

Теория

Глицерин – спирт, образующийся из триглицеридов. В теории применение воды с глицерином ведет к гипергидратации организма. Увеличение же запасов воды может увеличивать аэробную выносливость через поддержание большего объема плазмы крови и большей устойчивости к дегидратации в ходе физической активности, особенно в жарких климатических условиях.

Эффективность

Гипергидратация, вызванная применением глицерина (1 г глицерина на кг массы тела с 20–25 г воды на 1 г глицерина) ведет к большему увеличению общего содержания воды в организме, включая объем плазмы, по сравнению с использованием одной воды (De Luka, et al., 1993). Есть данные о положительном эффекте гипергидратации, вызванной применением глицерина, для сердечно-сосудистой деятельности и терморегуляции при физических нагрузках при

жарких климатических условиях (Lyons et al., 1990). Однако существуют и данные, отрицающие какой-либо эффект от применения глицерина (Lamb et al., 1997). Дополнительные исследования требуются для разрешения противоречий по данному вопросу.

Безопасность

Дозы, применяемые в упомянутых выше исследованиях, можно назвать безопасными. Большие дозы не рекомендуются, так как существует опасность повышения давления внутри тканей.

❖ Использованные источники

Левандо В.А., Суздальский Р.С., Кассиль Г.Н. Проблемы стресса, адаптации и островозникающей патологии при спортивной деятельности // Вестн. АМН СССР. – 1988. – № 4. – С. 82.

Хрущев С.В., Левин М.Я. Влияние систематических занятий спортом на неспецифическую и специфическую (иммунологическую) реактивность юных спортсменов // Детская спортивная медицина / Под ред. Тихвинского С.Б., Хрущева С.В. – М.: Медицина, 1991. – С. 107–119.

Banister E.W. & Cameron B.J. Exercise-induced hyperammonemia: peripheral and central effects // International Journal of Sports Medicine. – 1990. – 11. – P. 129–142.

Blomstrand E., Hassmen P. & Newsholme E.A. Administration of branch-chain amino acids during sustained exercise: effects on performance and on the plasma concentration of some amino acids // European Journal of Applied Physiology. – 1991. – 63. – P. 83–88.

Blomstrand E., Hassmen P., Ekblom S. & Newsholme E.A. Influence of ingesting a solution of branched-chain amino acids on perceived exertion during exercise // Acta Physiologica Scandinavica. – 1997. – 158. – P. 87–96.

Brenner I.K.M., Shek P.N. & Stephard R.J. Infection in athletes // Sports Medicine. – 1994. – 17. – P. 86–107.

Broad E.M., Maughan R.M., Galloway S.D.R. Effects of four weeks L-carnitine L-tartrate ingestion on substrate utilization during prolonged exercise // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2005. – 15. – P. 665–679.

Cade R., Conte M., Zauner C. et al. Effects of phosphate loading on 2,3-diphosphoglycerate and maximal oxygen uptake // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1984. – 16. – P. 263–268.

Casey A., Constantin-Teodosiu D., Howell S., Hutman E. & Greenhaff P.E. Creatine supplementation favourably affects performance and muscle metabolism during maximal intensity exercise in humans // American Journal of Physiology. – 1996. – 271. – P. 38–43.

Castell L.M. & Newsholme E.A. The effects of oral glutamine supplementation upon athletes after prolonged, exhaustive exercise // Nutrition. – 1997. – 13. – P. 738–742.

Colombani P., Wenk C., Kunz I. et al. Effects of L-carnitine supplementation on physical performance and energy metabolism of endurance-trained athletes: a double-blind crossover field study // European Journal of Applied Physiology. – 1996. – 73. – P. 434–439.

De Luka J., Freund B., Montain S., Latzka W. & Sawka M. Hormonal responses to hyperhydratation with glycerol vs. water alone (Abstract) // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1993. – 25. – P. 36.

Demopoulous H., Santomier J., Seligman M., Hogan P. & Pietronigro D. Free radical pathology: rationale and toxicology of antioxidants and other supplements in sports medicine and exercise science // Sport, Health and Nutrition/ F. Katch (Ed.). – Human Kinetics, Champaign, IL., 1986. – P. 139–189.

Downs N. & Stonebridge P. Gastric rupture due to excessive sodium bicarbonate ingestion // Scottish Medical Journal. – 1989. – 34. – P. 534–535.

Earnest C., Almada A. & Mitchell T. Influence of chronic creatine supplementation on repatorenal function // FASEB Journal. – 1996. – 10. – P. 4588.

Fogelelholm M., Nagueri H., Kiilavuori K. & Haarkaonen M. No effects on serum human growth hormone and insulin in male weightlifters // International Journal of Sport Nutrition. – 1993. – 3. – P. 290–297.

Goldfinch J., McNaughton L.R. & Davies P. Bicarbonate ingestion and its effects upon 400-m racing time // European Journal of Applied Physiology. – 1988. – 57. – P. 45–48.

Green A.L., Hultman E., Macdonald I.A., Sewell D.A. & Greenhaff P.E. Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in man // American Journal of Physiology. – 1996a. – 271. – P. 812–826.

Green A.E., Simpson E.J., Littlewood J.J., Macdonald I.A. & Greenhaff P.L. Carbohydrate ingestion augments creatine retention during creatine feeding in man // Acta Physiologica Scandinavica. – 1996b. – 158. – P. 195–202.

Greenhaff P.L., Gleeson, M. & Maughan R.J. The effects of dietary manipulation on blood acid base status and performance of high intensity exercise // European Journal of Applied Physiology. – 1987. – 56. – P. 331–337.

Greenhaff P.L., Gleeson M. & Maughan R.J. Diet induced metabolic acidosis and the performance of high intensity exercise in man // European Journal of Applied Physiology. – 1988a. – 57. – P. 583–590.

Greenhaff P.L., Gleeson M. & Maughan R.J. The effect of glycogen loading regimen on acid base status and blood lactate concentrations before and after a fixed period of high intensity exercise in man // European Journal of Applied Physiology. – 1988b. – 57. – P. 254–259.

Greenhaff P.L., Casey A., Short A.H., Harris R.C., Soderlund K. & Hultman E. Influence of oral creatine supplementation on muscle during torque repeated bouts of maximal voluntary exercise in man // Clinical Science. – 1993. – 84. – P. 565–571.

Greenhaff P.L., Bodin K., Soderlund K. & Hultman E. The effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis // American Journal of Physiology. – 1994. – 266. – P. 725–730.

Harris R.C., Soderlund K. & Hultman E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation // Clinical Science. – 1992. – 83. – P. 367–374.

Heigenhauser G.J.F. & Jones N.L. Bicarbonate loading // Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Vol.4. Ergogenics Enchancement of Performance in Exercise and Sport/D.R. Lamb & M.H.Williams (Ed). – Wm C. Brown, Dubuque, IA., 1991. – P. 183–212.

Heinonen O. Carnitine and physical exercise // Sports Medicine. – 1996. – 22. – P. 109–132.

Hespel P., Maughan R.J. & Greenhaff P.L. Dietary supplements for football // Journal of Sports Sciences. – 2006. – 24(7). – P. 749–761.

Hultman E., Soderlund K., Timmons J., Cederblad G. & Greenhaff P.L. Muscle creatine loading in man // Journal of Applied Physiology. – 1996. – 81. – P. 232–237.

Kanter M. & Williams M. Antioxidants, carnitine and choline as putative ergogenic aids // International Journal of Sport Nutrition. – 1996. – 5. – P. 120–131.

Kreider R., Miller G., Williams M., Somma C. & Nassar T. Effects of phosphate loading on oxygen uptake, ventilatory anaerobic threshold, and run performance // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1990. – 22. – P. 250–256.

Kreider R., Miller G., Schenck D. et al. Effects of phosphate loading on metabolic and myocardial responses to maximal and endurance exercise // International Journal of Sport Nutrition. – 1992. – 2. – P. 20–47.

Lamb D., Lightfoot W. & Myhal M. Prehydration with glycerol does not improve cycling performance vs. 6% CHO-electrolyte drink (Abstract) // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1997. – 29. – P. 249.

Lambert M., Hefer J., Millar R & Macfarlane P. Failure of commercial oral amino acids supplements to increase serum growth hormone concentrations in male bodybuilders // International Journal of Sport Nutrition. – 1993. – 3. – P. 298–305.

Lyons T., Riedesel M., Meuli L. & Chick T. Effects of glycerol induced hyperhydration prior to exercise in the heat on sweating and core temperature // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1990. – 22. – P. 477–483.

Malm C., Svensson M., Sjoberg B., Ekblom B. & Sjodin B. Supplementation with ubiquinone 10 causes cellular damage during intense exercise // Acta Physiologica Scandinavica. – 1996. – 157. – P. 511–512.

McNaughton L.R. & Cedaro R. Sodium citrate ingestion and its effects on maximal anaerobic exercise of different durations // European Journal of Applied Physiology. – 1991. – 64. – P. 36–41.

Mitchell M., Dimeff R. & Burns B. Effects of supplementation of arginine and lysine on body composition, strength and growth hormone levels in weight-lifters (Abstract) // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1993. – 25. – P. 25.

McNaughton L.R. Bicarbonate and Citrate // Nutrition in Sport/Maughan R.M.(Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 393–404.

Mittleman K.D., Ricci M.R. & Bailey S.P. Branched-chain amino acids prolong exercise during heart stress in men and women // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1998. – 30. – P. 83–91.

Maughan R.J. & Greenhaff P.L. High intensity exercise performance and acid-base balance: the influence of diet and induced metabolic alkalosis // Advanced in Nutrition and Top Sport/F. Brouns(Ed). – Karger, Basel., 1991. – P. 147–165.

Newsholme E.A. & Castell L.M. Amino Acids, Fatigue and Immunodepression in Exercise // Nutrition in Sport / Maughan, R.M (ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 153–170.

Nieman D. Exercise, infection and immunity // International Journal of Sports Medicine. – 1994a. – 15. – P. 131–141.

Nieman D. Exercise, upper respiratory tract infection and immune system // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1994b. – 26. – P. 128–139.

Nieman D. Immune response to heavy exertion // Journal of Applied Physiology. – 1997. – 82. – P. 1385–1394.

Nissen S., Faidlay T., Zimmerman D., Izard R. & Fisher C. Colostral milk fat percentage and pig performance and enhanced by feeding the leucine metabolite в-hydroxy–в-methyl butyrate to sows // Journal of Animal Science. – 1994. – 72. – P. 2331–2337.

Parry-Billings M., Blomstrand E., McAndrew N. & Newsholme E.A. A communicational link between skeletal muscle, brain and cells of immune system // International Journal of Sports Medicine. – 1990. – 11. – P. 122.

Pedersen B.K., Rohde T. & Ostrowski K. Recovery of the immune system after exercise // Acta Physiologica Scandinavica. – 1998. – 162. – P. 325–332.

Reynolds J. The Extra Pharmacopoeia. – Pharmaceutical Press, London,1989.

Shepherd R.J., Verde T.J., Thomas S.G. & Shek P. Physical activity and the immune system // Canadian Journal of Sports Science. – 1991. – 16. – P. 163–185.

Williams M.H. & Branch J.D. Creatine supplementation and exercise performance: an update // Journal of the American College of Nutrition. – 1998. – V. 17. – № 3. – P. 216–234.

Williams M.H. & Leutholtz B.C. Nutritional Ergogenic Aids // Nutrition in Sport / Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 356–366.

Глава 6. ПИТАНИЕ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Многие виды спорта в настоящее время характеризуются снижением возраста спортсменов. Физически одаренные дети часто имеют высокую мотивацию и крайне рано вступают на путь интенсивных ежедневных тренировок, так как достаточно широко распространено, хотя и необоснованно, положение о том, что для достижения успеха тренировочную и соревновательную деятельность необходимо начинать до полового созревания.

Данных о потребностях детей и подростков, занимающихся спортом, в энергии, основных пищевых веществах и витаминах недостаточно. Часто при работе с детьми специалисты по питанию пользуются экстраполяцией норм, рекомендуемых для взрослых. Однако в случае спортивной деятельности, когда повышенные требования, предъявляемые к организму ребенка физическими нагрузками, совпадают с периодом физиологических изменений и быстрого роста, также требующих дополнительного количества энергии, простая экстраполяция данных вряд ли приемлема.

Специалисты, работающие с юными спортсменами, сталкиваются с большими трудностями и, прежде всего, с определением самого понятия «нормы». «Следует отметить, что принятые в нашей стране нормы питания значительно превышают официальные рекомендации ФАО/ВОЗ, которые основаны на минимальных потребностях в основных пищевых веществах и с точки зрения советских педиатров не могут обеспечить оптимального развития детского организма». Эта цитата из работы «Организация питания в школах-интернатах спортивного профиля» (Рогозкин В.А. и др., 1978) достаточно хорошо отражает сложности в интерпретации самого понятия «нормы».

В целом, проблему питания детей, занимающихся спортом, необходимо рассматривать в более широком контексте: это не только вопрос влияния питания на физическую работоспособность, но, прежде всего, вопрос взаимосвязи питания, физической активности и физиологического роста.

Влияние физических нагрузок и питания на рост и половое созревание детей

Нередко встречается предположение, что энергетические потребности детей, занимающихся спортом, не возмещаются, что накладывает отпечаток на их рост и половое развитие. Анализ литера-

турных данных по вопросу питания детей подросткового возраста действительно позволяет говорить о заниженных, по сравнению с рекомендуемыми, нормах энергопотребления. Однако судя по выводам из некоторых исследований, это никаким образом не сказывалось на здоровье детей (Lindholm et al., 1995). В целом сложно сказать, насколько вообще приемлемы данные, полученные для ребенка среднего веса определенного хронологического возраста, например, для юных гимнастов, которые обычно ниже и легче своих сверстников.

Интенсивные тренировки оказывают влияние на гормоны гипоталамо-надпочечниковой системы, однако далеко не очевидно, насколько это влияние отвечает за снижение способности к росту у спортсмена (Theintz et al., 1993). Известно, что рост и половое созревание замедляются при недостаточном питании. В таком случае рост человека при достижении им взрослого возраста может быть ниже, чем мог бы стать потенциально (Tanner, 1989). Однако едва ли есть основания говорить о регулярном недоедании юных спортсменов. Как правило, эксперименты с питанием недлительны, носят эпизодический характер и не столь уж жестки. По прошествии их можно говорить о более или менее полном восстановлении детей. Более склонны к нарушению пищевого поведения девушки-подростки. Группу риска составляют спортсменки тех видов спорта, где традиционно подразумевается определенный тип телосложения, в частности, это относится к гимнастике, танцам, фигурному катанию. Если среди юношей в целом существует тенденция увеличивать объем тренировок и питаться при этом в соответствии с аппетитом, то среди девушек с наступлением подросткового возраста наблюдается тенденция снижать объем физических нагрузок и придерживаться различных схем питания, обещающих стройную фигуру (Unnithan & Baxter-Jones, 2000).

Анализ литературных данных (Theintz et al., 1989, 1993) относительно предпосылок снижения роста спортсменов, в частности гимнастов, позволяет заключить, что маленький рост спортсменов данного вида спорта определяется в большей степени генетически, чем факторами питания и влиянием тренировок. То же можно сказать и о факте более позднего полового созревания спортсменов. Согласно исследованию английских ученых (Baxter-Jones and Helms, 1996), средний возраст наступления менструаций у спортсменок (гимнастика, плавание, теннис) был выше (14,3; 13,3; 13,2 соответственно), чем у их сверстниц (в среднем 13 лет). Положи-

тельная корреляция, прежде всего, была обнаружена между возрастом наступления первой менструации дочери и матери. Таким образом, в проблеме влияния занятий спортом на рост и половое развитие детей скорее преобладает выбор вида спорта в соответствии со своими физическими и антропометрическими данными.

Физиологические особенности юных спортсменов

В целях разработки адекватного рациона и оценки возможных последствий каких-либо манипуляций с питанием детей при занятиях спортом стоит остановиться на некоторых физиологических особенностях юных спортсменов.

Метаболизм белка у детей и взрослых различается несущественно, следовательно, повышенные потребности детей, занимающихся спортом, в белке скорее есть результат требований, предъявляемых к организму физическими нагрузками и ростом. В различных странах рекомендуемые нормы потребления белка различны (0,8–1,2 г/кг массы тела в день). Для детей обычно рекомендуют 1 г/кг массы тела в день (Lemon, 1992). Bar-Or и Unnithan (1994) для детей, не занимающихся спортом, приводят следующие нормы потребления белка: 1,2 г/кг массы тела в день (7–10 лет) и порядка 1 г/кг массы тела в день (11–14 лет).

В сравнении с этими значениями рекомендации относительно количества белка для юных спортсменов, основанные на установленных советскими педиатрами нормах, выглядят явно завышенными – 3 г на кг массы тела для возрастной группы 11–13 лет (2,58 г на кг массы тела рекомендуется детям, не занимающимся спортом) и 2,4 г на кг веса для подростков 14–17 лет (2,14 г на кг массы тела для учащихся обычных школ) (Рогозкина и др., 1978).

В отличие от метаболизма белков, метаболизм жиров и углеводов взрослых и юных спортсменов несколько различается. Детям более свойствен аэробный нежели анаэробный механизм энергообеспечения мышечной деятельности (Bar-Or and Unnithan, 1994). Множество свидетельств – повышенные уровни глицерина и свободных жирных кислот при выполнении физических нагрузок у детей по сравнению с взрослыми, различия в активностях ферментов (более низкая активность фосфофруктокиназы мышц и сниженный гликолитический потенциал, повышенная активность ферментов цикла трикарбоновых кислот у детей) – говорит о более весомом по сравнению со взрослыми использовании жиров

в качестве источника энергии при физической активности детей (Unnithan and Baxter-Jones, 2000). Этот факт дает основание предположить возможность благоприятного эффекта увеличения доли жиров в рационе юных спортсменов при длительной физической деятельности. Однако нельзя не принимать во внимание риск развития сердечно-сосудистых и других заболеваний, провоцируемых длительным употреблением пищи с высоким содержанием жира. Кроме медицинских противопоказаний к использованию высокожировых рационов, следует учитывать, что повышенные уровни свободных жирных кислот могут способствовать утомлению. Согласно теории, под влиянием высоких уровней свободных жирных кислот повышается уровень свободного триптофана и, в конечном итоге, уровень серотонина в мозге. Повышение же уровня серотонина может обострять чувство усталости (Young, 1991).

Рекомендуемое соотношение углеводов, жиров и белков в рационе юных спортсменов – 55 : 30 : 15 (Richbell, 1996), но здесь возможны изменения в зависимости от вида спорта, объема тренировочной или соревновательной деятельности.

Микронутриенты

Достаточно много внимания уделяется в настоящее время правильной обеспеченности организма детей, занимающихся спортом, микронутриентами. Однако следует сразу отметить отсутствие необходимости в дополнительном употреблении витаминов или минералов независимо от возраста спортсмена в случае, если рацион в целом характеризуется разнообразием продуктов и его калорийность отвечает повышенным энерготратам спортсмена.

Как правило, особое внимание специалистов привлекает обеспеченность рационов юных спортсменов витаминами, железом и кальцием, хотя адекватность содержания цинка, магния, калия и натрия заслуживает не меньшего внимания (Shephard, 1982). К примеру, известны эффекты цинка и магния, равно как железа и витаминов (A, E, B_6, B_{12}), на функции иммунной системы (Gleeson, 2006). Дефицит железа при отсутствии анемии нередко встречается среди подростков, занимающихся спортом. В частности, ему подвержены бегуны на длинные дистанции. Однако такой дефицит вряд ли сказывается на спортивной деятельности (Unnithan and Baxter-Jones, 2000). Говорить о каком-либо снижении физической работоспособности можно в случае низкого уров-

ня ферритина и граничащего с нормой гемоглобина (исследования относились к девушкам). Абсолютно необходимым является регулярное употребление юными спортсменами мяса птицы, нежирного красного мяса, зеленых овощей, обогащенных железом различных злаковых хлопьев (мюсли) на завтрак.

Потребности в кальции на протяжении детского и подросткового возраста, как известно, наиболее высоки (в большем количестве кальция нуждаются лишь беременные и кормящие женщины). Нет данных, позволяющих однозначно говорить об эффективности дополнительного приема кальция в детском возрасте (Welten et al., 1994), при этом важность регулярного употребления богатых кальцием продуктов очевидна. Вполне возможно, что для осознания этого вопроса юными спортсменами необходим определенный образовательный компонент в работе.

Особого внимания заслуживают спортсмены, ограничивающие калорийность рациона, например гимнасты и танцоры (O'Connor, 1994). Неадекватное потребление кальция и аменорея у данной категории спортсменов может вызывать серьезные опасения, связанные с остеопорозом (Bailey et al., 1996).

Анализ литературных данных позволяет заключить, что неадекватное потребление микронутриентов детьми и подростками наблюдается в тех случаях, когда в рационе присутствует большое количество кондитерских изделий, напитков и других продуктов, характеризующихся низкой плотностью полезных питательных веществ (O'Connor, 1994). Также внимания заслуживают спортсмены, ограничивающие калорийность питания. Если в первом случае необходимым является разработка сбалансированного рациона, то во втором – прием витаминно-минеральных комплексов был бы, вероятно, весьма желателен (Gleeson, 2006).

Потребление жидкости

Прежде чем говорить о потреблении жидкости при занятиях спортом, а также рекомендуемом составе напитков, необходимо кратко обрисовать особенности терморегуляции детей по сравнению со взрослыми. Прежде всего, дети и подростки в ходе физической активности типа ходьбы и бега скорее абсорбируют тепло при высокой температуре и быстрее отдают его при низкой температуре окружающей среды (MacDougall et al, 1983). Порог потоотделения у детей гораздо выше, чем у взрослых (Araki et al., 1979). Темпера-

тура тела повышается быстрее в ответ на гипогидратацию (Bar-Or, 1980). Могут ли эти различия снижать физические возможности детей при занятиях спортом? Определенного ответа нет, но очевидно, что при физической активности в условиях жаркого климата взрослые находятся в лучшем положении, чем дети. При высокой температуре окружающей среды рекомендуется употребление жидкости до полного исчезновения чувства жажды и 100–125 мл сверх этого объема для детей, стакан – для подростков. В целях предотвращения дегидратации необходимо использование напитков в ходе спортивных соревнований. Объем потребляемой жидкости можно увеличить, стимулируя чувство жажды путем изменения состава и вкуса напитков. В исследовании Wilk and Bar-Or (1996) ароматизированная вода употреблялась в большем количестве (на 45%), чем обычная, причем для этих целей вкус винограда был предпочтительнее вкуса яблока и апельсина. Еще большее увеличение объема выпиваемой жидкости (на 47%) наблюдалось при добавлении углеводов и NaCl. В целях увеличения объема восстанавливаемой жидкости после дегидратации рекомендуют обычно употребление 0,45 г NaCl в форме капсул на 100 мл воды (Nose et al. 1988).

❖ Использованная литература

Рогозкин В.А. Шишина Н.Н., Александрова Г.Н. Организация питания спортсменов в школах-интернатах спортивного профиля. – Л., 1978.

Araki T., Toda Y., Matsushita K. and Tsujino A. Age differences in sweating during muscular exercise // Japanese Journal of Physical Fitness and Sport Medicine. – 1979. – 28. – P. 239–248.

Bailey D.A., Faulkner R.A. and McKay H.A. Growth, physical activity, and bone mineral acquisition // Exercise and Sport Sciences Reviews. – 1996. – 24. – P. 233–266.

Bar-Or O. Climate and the exercising child // International Journal of Sport Medicine. – 1980. – 1. – P. 53–65.

Bar-Or O. and Unnithan V.B. Nutritional requirements of young soccer players // Journal of Sport Sciences. – 1994. – 2. – P. 39–42.

Baxter-Jones A.D.G. and Helms P.J. Effects of training at a young age: a review of the training of young athletes (TOYA) study // Pediatric Exercise Science. – 1996. – 8. – P. 310–327.

Gleeson M. Can nutrition limit exercise-induced immunodepression // Nutrition Reviews. – 2006. – 64 (3). – P. 119–131.

Lemon P. Effect of exercise on protein requirements // Journal of Sport Sciences. – 1992. – 9 (Special Issue). – P. 53–70.

Lindholm C., Hagerfieldt K. and Hugman U. A nutrition study in juvenile elite gymnasts // Acta Paediatrica. – 1995. – 84. – P. 273–277.

MacDougall J.D., Roche R.D., Bar-Or O. Maximal aerobic capacity of Canadian school children: predicted based on age-related oxygen cost of running // International Journal of Sport Medicine. – 1983. – 4. – P. 194–198.

Nose H., Mack G.W., Shi X. and Nadel E.R. Role of plasma osmolality and plasma volume during rehydration in humans // Journal of Applied Physiology. – 65. – P. 225–231.

O'Connor H. Special needs: children and adolescents in sport // In Clinical Sport Nutrition/L.M. Burke (& V. Deakin (Ed). – McGrow Hill, Sydney, 1994. – P. 390–414.

Richbell M. Nutritional habits of junior elite athletes. Dissertation, University of Liverpool, 1996.

Shephard R.J. Physiology and Biochemistry of Exercise. – Praeger, New York, 1982.

Tanner G.M. Foetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity, 2nd edn. Castlemead Publications. – Ware, UK, 1989.

Theintz G., Howald H., Allemann Y. and Sizonenko P.C. Growth and pubertal development of young female gymnasts and swimmers: a correlation with parental data // International Journal of Sports Medicine. – 1989. – 10. – P. 87–91.

Theintz G.E., Howald H., Weiss U. and Sizonenko P.C. Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts // Journal of Pediatrics. – 1993. – 122. – P. 306–313.

Unnithan V.B. and Baxter-Jones A.D.G. The Young Athlete // Nutrition in Sport/Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd, 2000. – P. 429–441.

Welten D., Kemper H.C.J., Post G.B. et al. Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake // Journal of Bone Mineral Research. – 1994. – 9. – P. 1089–1096.

Wilk B. and Bar-Or O. Effect of drink flavour and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat // Journal of Applied Physiology. – 1996. – 80. – P. 1112–1117.

Young S.J. The clinical psychopharmocology of triptophan // Nutrition and the Brain/Wurtman R.J. and Wurtman J.J. (Ed). – Raven Press, NY, 1991. – P. 49–88.

Глава 7. ВОПРОС ВЕСА В СПОРТЕ

7.1. Баланс энергии и пищевых веществ

Классическое правило гласит: вес стабилен, если потребление энергии равняется энергетическим тратам. Однако в таком виде правило энергетического баланса не отражает изменения состава массы тела и энергетических запасов организма (Ravussin & Swinburn,

1993). Соотношение расхода и потребления энергии – лишь одна сторона общей картины энергетического баланса, которую нельзя рассматривать, не принимая во внимание тип и количество потребляемых пищевых веществ (белков, жиров, углеводов, алкоголя), скорость окисления этих нутриентов в организме.

При обычных физиологических условиях углеводы, белки и алкоголь едва ли могут превращаться в триглицериды, откладывающиеся в жировых депо организма (Ravussin & Swinburn, 1993), поскольку увеличение количества этих нутриентов пропорционально стимулирует скорости их окисления. Избыточная энергия, полученная в виде пищевых жиров, напротив, откладывается в форме триглицеридов жировой ткани лишь с незначительным вкладом в энергетические нужды (Thomas et al., 1992). Избыток углеводов, белков и употребление алкоголя может косвенно способствовать процессу отложения жира. При употреблении белков в количестве, превышающем анаболические запросы организма, углеродные скелеты аминокислот могут использоваться для энергетических целей, «сберегая» жиры. Хорошо известен факт ингибирования окисления жиров углеводами. Что касается алкоголя, то он, хотя сам по себе и не может откладываться как жир, но подавляет окисление жиров, являясь более легкоусваиваемым источником энергии для организма. Если спортсмен употребляет алкоголь, то в целях поддержания энергетического баланса потребление получаемой за счет основных пищевых веществ энергии должно быть в целом пересмотрено.

Состояние энергетического баланса само по себе является динамическим. Так, некоторый период положительного энергетического баланса вызовет прибавление веса. В свою очередь, возрастание массы тела ведет к увеличению энергетических трат. То есть прирост веса является следствием положительного энергетического баланса, но в то же время и механизмом, посредством которого энергетический баланс поддерживается.

Говоря об энергетическом балансе, следует, вероятно, остановиться на составляющих потребления и траты энергии и факторах, на них влияющих.

Общие энергетические траты

Основной обмен, специфически-динамическое действие пищевых веществ, регулируемые затраты энергии являются составляющими общих энергетических трат. При этом под **основным обменом**

понимают энергию, необходимую для поддержания систем организма и температуры тела в состоянии покоя. Обычно основной обмен составляет 60–80% от общих энергетических трат человека (Bogardus et al., 1986; Ravussin et al., 1986). Однако, у спортсменов этот процент гораздо ниже, так как до 2000 ккал в день может расходоваться на физическую активность, и основной обмен может быть порядка 38–47% общих энергетических трат. Известно, что основной обмен зависит от пола, возраста, массы тела, включая количество мышечной и жировой массы. Мышечная масса характеризуется большей скоростью метаболической активности. Основной обмен мужчин, как правило, выше, чем женщин. Данный факт не является лишь следствием большей массы тела и большего количества мышечной массы мужчин. Есть данные (Ferraro et al., 1992), что основной обмен женщин примерно на 100 ккал ниже даже при отсутствии различий с мужчинами в возрасте, массе тела и количестве мышечной массы.

Менее 1–2% за десятилетие (со второго по седьмое) – таково снижение основного обмена с возрастом. В целом основной обмен определяется генетически.

Физическая активность может оказывать как прямое, так и косвенное воздействие на основной обмен, ускоряя его. Во-первых, физические упражнения способствуют увеличению мышечной массы, напрямую влияя тем самым на основной обмен. Во-вторых, по окончании физической нагрузки основной обмен остается в течение некоторого времени повышенным. Степень и продолжительность повышения обмена веществ под влиянием физической активности определяется ее интенсивностью и длительностью. К примеру, есть данные об увеличении основного обмена на 15%, наблюдавшемся на протяжении 12 ч после 80 мин аэробных упражнений (70%) (Bahr et al., 1987). Значительное повышение основного обмена в течение 4 ч после нагрузки было зафиксировано после серии из 3 повторений интенсивных упражнений (108%) длительностью 2 мин (Bahr et al., 1992). Интересным является тот факт, что в случае, когда спортсмен тратит на физическую активность энергии больше, чем ежедневно получает с пищей, основной обмен его становится значительно ниже, чем при адекватном потреблении энергии (Bullough et al., 1995). Таким образом, энерготраты при одной и той же работе двух спортсменов могут значительно различаться лишь только потому, что один из них ограничивает калорийность рациона, а другой питается адекватно.

Специфически-динамическое действие пищи – это траты энергии сверх основного обмена, возникшие вследствие ежедневного потребления пищи. Они включают энерготраты, связанные с расщеплением, превращениями, абсорбцией, транспортом нутриентов и т.п., а также энерготраты, являющиеся следствием сопровождающей процесс потребления пищи активности симпатической нервной системы. Энерготраты на специфически-динамическое действие пищи обычно выражают в виде процента от энергостоимости употребляемых продуктов. Они зависят от количества потребляемой энергии, соотношения основных пищевых веществ в рационе. Углеводы и жиры имеют более низкий термической эффект, чем белки, поскольку синтез и метаболизм белков в организме происходит с большими затратами энергии. Считают, что термический эффект глюкозы составляет 5–10%, жиров – 3–5%, белков – 20–30%. Обычно при приеме смешанной пищи эти энергозатраты на специфически-динамическое действие пищи составляют 6–10% общих энергетических трат (у женщин, как правило, ниже – 6–7%) (Poehlman, 1989). Существуют исследования, связанные с изучением влияния физической активности на специфически-динамическое действие пищи (Nichols et al., 1988; Bahr, 1992), но эффект этот настолько мал, что значимость его в энергетическом балансе, вероятно, нет смысла принимать во внимание.

Второй по величине после основного обмена составляющей энерготрат организма являются, так называемые, **регулируемые затраты энергии.** Как известно, энергетические затраты при той или иной деятельности рассчитываются по расходу кислорода и выделению углекислого газа. К сожалению, это метод таит в себе возможность ошибок и дает большие погрешности. В результате у разных авторов нет полной идентичности в определении энергетической стоимости одного и того же вида деятельности, и всевозможные опубликованные данные о величинах энергозатрат на определенную мышечную деятельность можно считать лишь ориентировочными. Также достаточно приблизительно позволяют оценить суммарные энергозатраты различные теоретические расчеты, поскольку точность получаемых величин зависит от множества факторов: точности хронометрирования физической активности, точности расчетов и, самое главное, точности непосредственно самих данных об энерготратах. Способы теоретических расчетов суточных энергозатрат подробно описаны в специальной литературе (Пшендин А.И., 2000; Montoye, 2000; Food and Nutrition Board, 1989).

При работе со спортсменами вполне приемлем метод, предлагающий ввести понятие общей активности (ежедневной бытовой активности – ходьба, вождение машины и т.п.) и специфической активности (непосредственно связанной со спортивной деятельностью). Ориентировочные энергозатраты при различных видах физической активности даны в приложении. Умножением количества времени, затраченного на ту или иную деятельность, на энергоемкость данного вида активности предлагается получить величины энерготрат, отвечающие за общую и специфическую активность, которые затем суммируют с величиной основного обмена с учетом специфически-динамического действия пищи. Более простым методом является умножение соответствующего фактора активности на величину основного обмена.

Существует множество способов теоретического определения величины основного обмена. В целях определения тех из них, которые наиболее приемлемы для работы со спортсменами Thompson и Manore (1996), сравнили полученные методом непрямой калориметрии значения с теоретически вычисленными величинами. В результате наиболее приемлемым для работы со спортсменами, как мужчинами, так и женщинами, было признано следующее равенство (Cunningham, 1980):

$$RMR = 500 + 22(LBM),$$

где *RMR* – основной обмен (ккал), *LBM* – «тощая масса» тела (кг).

Второе, по точности определения величины основного обмена, место принадлежит следующей формуле (Harris and Benedict, 1919):

$$\text{мужчины} - \text{RMR} = 66{,}47 + 13{,}75(\text{wt}) + 5(\text{ht}) - 6{,}67(\text{age}),$$

$$\text{женщины} - \text{RMR} = 665{,}1 + 9{,}56(\text{wt}) + 1{,}85(\text{ht}) - 4{,}68(\text{age}),$$

где RMR – основной обмен (ккал), wt – вес в кг, ht – рост в сантиметрах, age – возраст в годах.

Преимущество данной формулы – большая простота использования, поскольку в данном случае не требуется определения «тощей массы» тела.

Энергопотребление

Потребление энергии – другая сторона энергетического баланса. Для оценки состава основных пищевых компонентов и энергетической стоимости рациона используется чаще всего метод, осно-

ванный на личном участии обследуемого (Метод. рекомендации, 1996). Ему предлагается заполнить дневник питания с максимально подробным описанием всех приемов пищи и всех использованных продуктов. Для более точной качественной и количественной оценки рациона (необходимость которой зависит от целей обследования) желательны взвешивание или другие количественные измерения используемых продуктов, сохранение этикеток с указанным составом продуктов и его энергетической ценностью. Также желательно фиксировать время, место приема пищи, а при необходимости, и связанные с едой ощущения. Наиболее адекватную картину потребления энергии и нутриентов дает заполнение дневника питания в течение 7 дней, так как в данном случае под описание попадают не только дни тренировок, но и выходные дни, когда режим питания, как правило, меняется. Недостатками этого метода являются тенденция менять привычные схемы питания в случае записи рациона и снижение внимания обследуемых к качеству записей по мере увеличения количества описываемых дней. В случае анализа рационов за меньший промежуток времени (3–4 дня) следует внимательно относиться непосредственно к выбору самих дней в целях получения наиболее характерной картины питания.

Рекомендуемые нормы питания

Важнейшим разделом науки о питании является обоснование потребностей в пищевых веществах (нутриентах) и энергии для различных групп населения – норм питания. В обосновании норм питания участвует как Всемирная организация здравоохранения, так и специалисты отдельных стран, которые разрабатывают национальные медицинские нормы питания. Нормы питания важны для каждого человека как ориентир при самоконтроле за своим питанием – составной частью здорового образа жизни.

Нормы питания базируются на основных принципах здорового питания, в частности на учении о его сбалансированности. Они рассчитаны не на отдельного человека, а на большие группы людей, объединенных по полу, возрасту, характеру труда и другим факторам. Поэтому рекомендуемые средние величины потребности в пищевых веществах и энергии могут совпадать или в той или иной мере не совпадать с таковыми у конкретного человека, принимая во внимание индивидуальные особенности обмена веществ, массы тела и образа жизни (Barr, 2006).

Нормы питания периодически пересматриваются, так как представления о потребности человека и отдельных групп населения в пищевых веществах и энергии не являются исчерпывающими. Пересмотр норм питания диктует и изменение характера труда и быта населения разных стран, а применительно к спортсменам – изменение характера тренировочных процессов и появление новых видов спорта.

7.2. Питание и коррекция массы тела в спорте

Вопрос веса чрезвычайно важен во многих видах спорта. Для одних спортсменов (баскетбол, регби и т.п.) увеличение массы тела (при условии, что это увеличение является результатом прироста мышечной массы) дает очевидные преимущества. Другим, напротив, приходится снижать массу тела перед соревнованием. Множество видов спорта предполагает организацию соревнований по принципу весовых категорий. К ним относятся бодибилдинг, бокс, конный спорт, восточные единоборства, гребля, штанга, борьба. Кроме того, существует группа видов спорта, в которых хотя и не используется такое понятие как «весовая категория», но предполагается определенный тип телосложения спортсмена и традиционно это, как правило, небольшой вес спортсмена. К данной группе можно отнести такие виды спорта как гимнастика, фигурное катание, синхронное плавание, танцы, бег на длинные дистанции и т.п.

Проблемы, встающие перед спортсменами, той и другой группы видов спорта, одинаковы. Согласно обычным критериям спортсмен может и не иметь избытка веса, но для определенного вида спорта или же для весовой категории, в которой выступает спортсмен, масса его тела может превышать допустимую норму. Требования, предъявляемые видом спорта, нередко приводят к попыткам спортсмена снизить вес любой ценой. Часто это происходит с ущербом для физической работоспособности и здоровья в целом. Основным правилом для спортсмена является положение о том, что любая попытка снижения веса должна быть направлена на достижение веса и состава массы тела, оптимальных для здоровья и физической работоспособности. Кроме того, любая программа снижения веса должна обязательно содержать образовательный компонент. В противном случае нарушения пищевого поведения, диеты, различные препараты для снижения веса, наводнившие рынок, становятся неизбежной практикой, от которой не защищены и спортсмены.

Ниже приведены некоторые *практические рекомендации*, которые полезно учесть, прежде чем приступать к снижению веса (Manore, 2000). Возможно, что некоторые критерии и ответы на вопросы будут полезны в определении оптимального веса спортсмена.

1. Преимущество не весу, а здоровью и физической форме:

– не ставить целью достижение нереального веса (полезно, прежде всего, ответить на вопросы: удерживали ли Вы когда-нибудь вес, который хотите достичь, не прибегая к диетам; каков был последний вес, который Вы удерживали; есть ли предпосылки, что снижение веса улучшит физическую форму и т.д.);

– обращать в большей степени внимание не на вес, а на состав тела и образ жизни;

– не допускать быстрого снижения веса;

– наблюдать за сопутствующими снижению веса изменениями физической работоспособности и общим состоянием.

2. Изменение рациона и пищевого поведения:

– не голодать и не допускать чрезмерного снижения калорийности рациона (не менее 1200–1500 ккал для женщин и не менее 1500–1800 ккал для мужчин);

– умеренно снизить потребление энергии и изменить рацион настолько, чтобы он был приемлем и достижим при Вашем образе жизни;

– не устанавливать нереальные правила питания и не лишать себя регулярно любимых продуктов;

– снизить потребление жиров;

– употреблять в пищу больше цельных круп и злаков, овощей и фруктов, увеличить количество пищевых волокон в рационе до 25 и более грамм в день;

– не пропускать приемы пищи и не допускать состояния чрезмерного голода; завтракать, так как это поможет не переесть позднее;

– питание перед тренировкой (соревнованием) должно быть адекватным;

– планировать вперед возможность перекусов, брать при необходимости какие-то полезные продукты с собой, всегда употреблять после интенсивной физической нагрузки высокоуглеводные продукты;

– знать свои слабости, такие как: едите ли вы больше, когда взволнованы, расстроены, подавлены? Можете ли вы удержаться в ситуации, когда вокруг обильно едят?

3. Коррекция графика физической активности:

– аэробные упражнения и силовая тренировка должны быть включены в качестве обязательного компонента физической активности, так как их наличие является абсолютным требованием для сжигания жира и поддержания мышечной массы;

– эти упражнения должны стать регулярными независимо от тренировок как таковых.

Таким образом, прежде всего желательно внести необходимые разумные изменения в рацион и график физической активности спортсмена. В случае, если снижение веса для спортсмена действительно остается необходимостью, планомерную программу снижения веса желательно начинать как можно раньше, во избежание циркуляции веса в дальнейшем. Программы снижения веса не рекомендуется сочетать с периодами интенсивных тренировок выносливости, так как в этом случае нельзя ожидать, что тренировки будут достаточно интенсивны и станут способствовать улучшению физической формы спортсмена. Также следует помнить о неблагоприятных последствиях использования рационов, неадекватных по количеству энергии и(или) белка, для функции иммунной системы (Gleeson, 2006).

На практике снижение массы тела разделяют по скорости: постепенное (от нескольких месяцев), умеренное (несколько недель) и быстрое (24–72 часа). Наиболее распространенный метод быстрого снижения массы тела – дегидратация. В данном контексте под это определение попадают меры, влияющие на потери воды путем повышенного потообразования (сауна, специальная одежда и т.п.). Нельзя сказать, что эти методы не имеют отрицательных последствий (в конечном итоге дегидратация может нарушать терморегуляцию), однако, они остаются мощным инструментом снижения массы тела в случае необходимости сделать это за короткий промежуток времени.

Для потери веса с любой скоростью приемлем метод отрицательного энергетического баланса. В идеале спортсмен ставит себе целью достижение желаемого веса за реальный промежуток времени и придерживается тактики постепенного снижения веса (максимум 0,5–1 кг в неделю). При таком подходе – отрицательном энергетическом балансе за счет увеличения энергетических трат и уменьшения потребления энергии, гарантируются минимальные потери «тощей массы». В идеале отрицательный энергетический баланс должен составлять 400–800 ккал в день (уменьшение в среднем ка-

лорийности рациона на 10–25%). Если калорийность питания спортсмена становится ниже 1800–1900 ккал в день, то необходимое восполнение запасов мышечного гликогена затрудняется и адекватное энергообеспечение физической деятельности в ходе интенсивных тренировок невозможно. Кроме того, при очень низкокалорийных рационах (порядка 800 ккал в день), а также низкокалорийных рационах, практикуемых в течение длительного времени, значительную часть потерь веса составляют потери воды и белка. Также за счет запасов воды и белка (50 и более процентов ушедшего веса) происходит снижение веса в случае быстрой его потери.

Часто спортсмены, прибегающие к практике программ снижения веса, уже имеют низкий процент жировой массы тела. В этом случае достижение необходимого веса возможно только путем потерь «тощей массы» с незначительным вкладом жировой составляющей. Снижение веса при этом происходит за счет уменьшения запасов воды в организме, запасов гликогена мышц и печени, т.е. запасов, чрезвычайно важных для спортивной работоспособности.

Очень большое значение приобретает время, остающееся у спортсмена после процедуры определения весовой категории непосредственно до выступления. Это остающееся время необходимо грамотно использовать для восстановления запасов гликогена, воды, возмещения электролитов, потерянных в процессе дегидратации. Для решения этих задач в короткие сроки хорошо подходят спортивные напитки (5–10% углеводов и электролиты) в сочетании с такими высокоуглеводными источниками, как спортивные батончики (по меньшей мере, за 2–3 часа до соревнований).

В целом, разумно придерживаться следующих рекомендаций:

– выступать в реальной весовой категории, не ставить недостижимых целей;

– стараться снижать вес постепенно, стремиться к максимальным потерям жировой составляющей массы тела. В некоторых случаях возможна следующая схема: большую часть лишнего веса убрать постепенно в течение предсоревновательного периода и последующий вес – путем дегидратации за 24–48 часов до соревнований;

– стараться, чтобы тренировочному процессу сопутствовал высокоуглеводный рацион (60–70% потребляемой энергии за счет углеводов), поскольку запасы гликогена мышц и печени должны вос-

полняться наилучшим образом, несмотря на период снижения массы тела;

– рекомендуемое количество белка – 1,2–1,8 г/кг массы тела, причем соотношение «количество белка: количество получаемой энергии» важно и должно увеличиваться в случае снижения калорийности рациона;

– употреблять витаминно-минеральные комплексы в случае, если количество потребляемой пищи ограничивается в течение 3–4 недель и более;

– поддерживать нормальную гидратацию в ходе тренировочного процесса за исключением 24–48-часового периода до процедуры определения весовой категории в случае, если необходима коррекция веса путем дегидратации;

– в случае использования дегидратации для коррекции веса стараться максимально удлинять период времени между процедурой определения весовой категории и выступлением в целях использования этого времени для восстановления энергетических запасов и запасов воды в организме.

❖ Использованные источники

Методические рекомендации по оценке количества потребляемой пищи методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания. Утв. ГКСЭН РФ, НИИ ИП РАМН, М., 1996.

Пшендин А.И. Рациональное питание спортсменов. Для любителей и профессионалов. СПб: ГИОРД., 2000.

Bahr R., Ingnes L., Vaage O., Sejersted O.M. & Newsholme E.A. Effect of duration of exercise on excess postexercise O_2 consumption // Journal of Applied Physiology. – 1987. – 62. – P. 485–490.

Bahr R., Gronnerod O. & Sejersted O.M. Effect of supramaximal exercise on excess postexercise O_2 consumption // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1992. – 24. – P. 66–71.

Bahr R. Excess of postexercise oxygen consumption: magnitude, mechanisms and practical implications // Acta Physiologica Scandinavica. – 1992. – 144 (Suppl.). – P. 1–70.

Barr S.I. Introduction to dietary reference intakes // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2006. – 31. – P. 61–65.

Bodgardus C., Lillioja S. & Ravussin E. et al. Familial dependence of the resting metabolic rate // New England Journal of Medicine. – 1986. – 315. – P. 96–100.

Bullough R.C., Gillette C.A., Harris M.A. & Melby C.L. Interaction of acute changes in exercise energy expenditure and energy intake on resting metabolic rate // American Journal of Clinical Nutrition. – 1995. – 61. – P. 473–481.

Cunningham J.J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults // American Journal of Clinical Nutritio. – 1980. – 33. – P. 2372–2374.

Ferraro R., Lillioja S., Fontvieille A.M., Rising R., Bodgardus C. & Ravussin E. Lower sedentary metabolic rate in women compared to men // Journal of Clinical Investigation. – 1992. – 90. – P. 780–784.

Food and Nutrition Board Recommended Dietary Allowances, 10-th edn. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC., 1989

Gleeson M. Can Nutrition limit exercise-induced immunodepression // Nutrition Reviews. – 2006. – 64 (3). – P. 119–131.

Harris J.A & Benedict F.G. A Biometric Study of Basal Metabolism in Man (Carnegie Institute, Washington publication no 279). FB. Lippincott, Philadelphia, PA., 1919.

Manore M.M. The Overweight Athlete // Nutrition in Sport /Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd.,2000. – P. 469–483.

Montoye H.J. Energy costs of exercise and sport // Nutrition in Sport/ Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 53–72.

Nichols J., Ross S. & Patterson P. Thermic effect of food at rest and following swim exercise in trained college men and women // Annals of Nutrition and Metabolism. – 1988. – 32. – P. 215–219.

Poehlman E.T. A review: exercise and its influence on resting energy metabolism in man // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1989. – 21. – P. 515–525.

Ravussin E., Lillioja S., Anderson T.E., Christin L. & Bogardus C. Determinants of 24-hour energy expenditure in man: methods and results using a respiratory chamber // Journal of Clinical Investigation. – 1986. – 78. – P. 1568–1578.

Ravussin E. & Swinburn B.A. Energy metabolism // Obesity: Theory and Therapy, 2nd edn./A.J. Stuncard & T.A.Wadden (Ed). – Raven Press, New York, 1993. – P. 97–123.

Thomas C.D., Peters J.C., Reed W.G., Abumrad N.N., Sun M. & Hill J.O. Nutrient balance and energy expenditure during ad libitum feeding of high-fat and high-carbohydrate diets in humans // American Journal of Clinical Nutrition. – 1992. – 55. – P. 934–942.

Thompson J.L. & Manore M.M. Predicted and measured resting metabolic rate of male and female enduramce athletes // Journal of American Dietetic Association. – 1996. – 96. – P. 30–34.

Раздел III

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Глава 8. ЦИКЛИЧЕСКИЕ ВИДЫ СПОРТА

8.1. Бег на длинные дистанции

В беге на длинные дистанции основой питания является повышенное энергопотребление. Данное положение распространяется и на многие другие виды спорта. В случае, если затраты энергии не восполняются, неминуемо снижение тренировочной способности и, как следствие – результатов. Важным моментом при беге на выносливость является также количество энергии, полученное от углеводов. Оптимальным для данного вида спорта считается следующее суточное распределение энергии: углеводы – 70% общего энергопотребления, жиры – 15%, белки – 15% (Hawley et al., 2000). Если исходить из абсолютного количества углеводов, приходящихся на единицу массы спортсмена, то для быстрого восстановления после тренировочной нагрузки спортсменам рекомендуется до 8–10 г углеводов на кг массы тела. При этом следует учитывать, что употребление очень больших (> 600 г в день) количеств углеводов с пищей не оказывает уже дальнейшего влияния на увеличение запасов мышечного гликогена. Эффект больших запасов мышечного гликогена не сказывается в случае умеренно-интенсивной физической

активности длительностью менее 90 мин и проявляется при более продолжительной физической нагрузке. В частности, есть данные об улучшении времени выполнения 30-километрового бега на тредмиле на фоне высокоуглеводного рациона (Karlsson and Saltin, 1971; Williams et al., 1992). По данным Williams et al. (1992), увеличивалась и скорость на последних 5 км. Также существуют свидетельства положительного влияния высокоуглеводного рациона на показатель времени «бега до отказа» (70–75% МПК) (Galbo et al., 1967).

Основной вопрос для спортсменов в данном виде спорта – восполнение потерь жидкости, вызванных усиленным потообразованием. По многим причинам (быстрое исчезновение симптомов жажды, чувство «переполнения» при попытках пить быстро и т.п.) спортсмен прекращает пить раньше, чем происходит полное восстановление потерь внутриклеточной жидкости, что ведет к развитию дегидратации.

Первые упоминания о возмещении потерь жидкости при беге на длинные дистанции относятся к 1953 году. Правилами запрещалось употребление напитков, иных, чем предоставленные организаторами (вода), и не раньше, чем через 15 км после старта. Преимущество использования углеводных напитков было продемонстрировано еще в 20-е годы XX века, но данные этих исследований не принимались во внимание. В 60–70 годах прошлого века мнение о большей пользе воды, чем углеводных напитков, в ходе физической деятельности приобрело значительную популярность. После 1967 года в правила были внесены незначительные изменения: употребление воды разрешалось после 11 км бега. И только коммерческие интересы в конце 1970-х – начале 1980-х годов в США подтолкнули возобновление исследований, связанных с использованием углеводов в ходе выполнения физической нагрузки. Данные 50-летней давности о положительном влиянии углеводсодержащих напитков на выносливость при продолжительной физической деятельности подтвердились, и сейчас использование напитков, содержащих электролиты и углеводы, разрешено на протяжении всей дистанции 10 км и выше. Надо заметить, что оптимальный, с точки зрения возмещения потерь энергии, воды и электролитов состав спортивных напитков продолжает корректироваться.

В настоящее время спортсменам, занимающимся бегом на длинные дистанции (имеются в виду физические нагрузки умеренной интенсивности длительностью до 6 ч), предлагаются следую-

щие рекомендации относительно питьевого режима (Hawley et al., 2000):

– непосредственно перед началом физической нагрузки или в течение разминки спортсмену рекомендуется выпить до 5 мл на кг массы тела холодной воды (возможны вкусовые добавки);

– в течение первых 60–75 мин физической нагрузки следует выпивать 100–150 мл холодного раствора полимера глюкозы (3,0–5,0 г на 100 мл) с интервалом в 10–15 мин. Считается нежелательным употребление углеводов в количестве более 30 г в течение этого периода, поскольку, независимо от принятого количества, лишь 20 г углеводов окисляется в первый час умеренно-интенсивной нагрузки;

– примерно через 90 мин концентрация потребляемого раствора должна быть увеличена до 7–10 г на 100 мл и добавлены электролиты натрия (раствор 20 мЭкв/л) и, возможно, калия (раствор 2–4 мЭкв/л), для усиления регидратации. В оставшееся время спортсмену рекомендуется употреблять 100–150 мл этого раствора через регулярные интервалы времени (10–15 мин).

Такой питьевой режим должен обеспечивать оптимальную скорость обеспечения жидкостью и энергией, ограничивая вызванные дегидратацией снижение объема плазмы и поддерживая скорость окисления углеводов примерно 1 г/мин (оптимально возможную через 70–90 мин физической нагрузки).

❖ Использованные источники

Galbo H., Holst J. & Christensen N.J. The effect of different diets and of insulin on the hormonal response to prolonged exercise // Acta Physiologica Scandinavica. – 1967. – 107. – P. 19–32.

Hawley J.A., Schabort E-J. & Noakes T.D. Distance Running // Nutrition in Sport/ Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 550–561.

Karlsson J. & Satin B. Diet, muscle glycogen and endurance performance // Journal of Applied Physiology. – 1971. – 31. – P. 203–206.

Williams C., Brower J. & Walker M. The effect of a high carbohydrate diet on running performance during a 30-km treadmill time trial // European Journal of Applied Physiology. – 1992. – 65. – P. 18–24.

8.2. Спринт

Термин «спринт» часто используют для обозначения короткого максимального усилия в различных видах спорта, таких как бег, плавание, велоспорт, хоккей, регби и т.д. В этих условиях длитель-

ность физической активности может разниться. Следует оговорить, что в рамках данного обзора под спринтом подразумевается короткая максимальная физическая нагрузка (бег) длительностью менее 60 с. Спортсмены высокого класса могут удерживать максимальную скорость бега на протяжении 20–30 м (женщины 15–20 м) (Nicholas, 2000). Причины этого факта кроются как в механических, так и метаболических факторах. Одним из достаточно весомых механических ограничений, особенно при больших скоростях бега, является сопротивление воздуха. Метаболические ограничения скорости бега связаны с уменьшением концентрации креатинфосфата (КрФ) или АТФ в мышцах (Murase et al., 1976; Hirvonen et al., 1992). Особенно следует подчеркнуть важность КрФ, так как, несмотря на достаточный уровень гликогена и АТФ в мышечных волокнах, скорость бега падает при истощении высокоэнергетических фосфатных запасов и возрастании доли анаэробного гликолиза как поставщика энергии. Это обусловливает возможность использования креатина в виде пищевой добавки в спринте.

Основным требованием является обеспечение питанием энергозатрат во время тренировок. Увеличение запасов гликогена в мышцах, вероятно, не может влиять на результаты в спринте, поскольку наличие гликогена не является лимитирующим фактором при беге на дистанциях 400 м и короче. Однако есть данные о критической концентрации гликогена (20–30 ммоль/кг сухого веса), ниже которой углеводных запасов уже недостаточно для нормального поддержания высокоинтенсивной физической активности (Costill,1988). Таким образом, при подготовке к соревнованиям спортсменам-спринтерам рекомендуется постоянное употребление адекватного количества углеводов для предотвращения снижения запасов гликогена в ходе ежедневных интенсивных тренировок. На долю углеводов должно приходиться 60–70% потребляемой ежедневно энергии (или 7–8 г на кг массы тела спортсмена).

Существует мнение, что при силовой тренировке высокобелковый рацион может служить увеличению силы. Многие спортсмены прибегают к дополнительному потреблению двух аминокислот – аргинина и орнитина, что связано с их действием на выработку гормона роста. (Гормон роста или соматотропин стимулирует в конечном итоге синтез белков и нуклеиновых кислот в скелетных мышцах). Не обсуждая в рамках данного обзора безуспешность такого вмешательства в пищевой статус спортсменов,

стоит обратить внимание на то, что тренировка спортсменов-спринтеров сама по себе является эффективным средством увеличения выработки гормона роста, поскольку короткие периоды высокоинтенсивной физической нагрузки значительно увеличивают его концентрацию. В 10 раз увеличивалась концентрация гормона роста по сравнению с первоначальным его уровнем и оставалась повышенной в течение 1 часа после максимального 30-секундного спринта (Nevill et al., 1996). Адекватным количеством белка для данного вида спорта считается 1,2–1,7 г/кг массы тела спортсмена (обычно 12–15% общей калорийности рациона) (Nicholas, 2000).

❖ **Использованные источники**

Costill D.L. Carbohydrates for exercise: dietary demands for optimal performance // International Journal of Sports Medicine. – 1988. – 9. – P. 1–18.

Hirvonen J., Nummela H., Rehunen S. & Harkonen M. Fatigue and changes of ATP, creatine phosphate, and lactate during 400-m sprint // Canadian Journal of Sport Science. – 1992. – 17. – P. 141–144.

Murase Y., Hoshikawa T., Yasuda N., Ikegami Y. & Matsui H. Analysis of the changes in progressive speed during 100-metre dash // Biomechanics V-B/ P.V. Komi (Ed). – University Park Press, Baltimore, MD., 1976. – P. 200–207.

Nevill M.E., Holmyard D.J., Hall G.M., Allsop P., van Oosterhout A. & Nevill A.M. Growth hormone responses to treadmill sprinting in sprint and endurance-trained athletes // European Journal of Applied Physiology. – 1996. – 72. – P. 460–467.

Nicholas G.W. Sprinting // Nutrition in Sport/Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 535–549.

8.3. Плавание

Основными проблемными моментами в плавании можно назвать объем, частоту и интенсивность тренировок. Длительность тренировок достигает 3 часов, они включают различные виды деятельности (тренировку выносливости, интервальную тренировку и т.п.), в том числе тренировку на суше (бег, силовая подготовка и т.д.). Большой объем высокоинтенсивных тренировок предъявляет определенные требования к питанию спортсменов и обуславливает следующие рекомендации (Sharp, 2000).

1. Поддержание энергетического баланса. Энергетические затраты при одной 4-часовой тренировке для мужчин составляют примерно 4000–5400 ккал в день, для женщин 3400–4000 ккал (Sherman & Maglisho, 1992). Конечно, эти величины могут значительно ва-

рьировать в зависимости от массы тела спортсменов, интенсивности тренировок и т.д. Тем не менее приведенные литературные данные говорят о весьма значительных энергетических потребностях спортсменов-пловцов, которые должны компенсироваться тщательно сбалансированным рационом.

2. Минимум 600 г углеводов в день. Недостаточное количество углеводов в условиях ежедневных, часто двукратных, тренировок приводит к большой вероятности хронического истощения запасов гликогена в мышцах, следствием чего может явиться ухудшение результатов, а в дальнейшем и состояние перетренированности. Следует принимать во внимание факторы, способствующие ускорению ресинтеза гликогена (см. Раздел 1, «Углеводы»).

3. Интенсивные тренировки пловцов часто приводят к усилению катаболизма белков. Вместе с тем развитие и сохранение мышечной массы и мышечной силы имеют огромное значение в данном виде спорта. Нормы белка для пловцов составляют в среднем 1,5–2 г на кг массы тела в день и должны быть увеличены в случае низкокалорийного и низкоуглеводного питания для компенсации мышечного катаболизма, усиливающегося при истощении запасов гликогена.

Средством для решения перечисленных выше задач – удовлетворения энергетических запросов тренировки, адекватного потребления углеводов, уменьшения мышечного протеолиза – может быть просто снижение тренировочной нагрузки. Тренер при составлении тренировочной программы должен учитывать возможность возникновения перечисленных выше проблем. В случае, когда одна тренировка в день недостаточна, целесообразно, варьирование между тренировочными днями с высоким и низким объемом нагрузки с целью обеспечения достаточного для восстановления мышечного гликогена периода времени между интенсивными тренировками.

❖ Использованные источники

Sharp R.L. Swimming // Nutrition in Sport/Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 609–620.

Sherman W.M. & Maglischo E.W. Minimizing athletic fatigue among swimmers: special emphasis on nutrition // Sports Science Exchange. – Gatorade Sports Science Institute, 1992. – 4. – 35.

Zawadzki K.M., Yaspelkis B.B. & Ivy J.L. Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise // Journal of Applied Physiology. – 1992. – 72. – P. 1854–1859.

8.4. Велоспорт

Велоспорт традиционно активно изучался спортивными физиологами и специалистами по спортивному питанию. Одними из первых различные рационы велосипедистов изучали Christensen и Hansen в 1939 году, обращая внимание на важность углеводов для поддержания и повышения спортивной работоспособности. С тех пор вопрос использования углеводов для оптимизации энергообеспечения физической деятельности и их роли в восстановлении мышечного гликогена после физической нагрузки достаточно изучен.

В велоспорте приемлем метод суперкомпенсации гликогена (метод максимального увеличения запасов гликогена описан в разделе 1, «Углеводы) (Bergstrom et al., 1967; Sherman et al., 1981), однако в спорте высоких достижений он применяется нечасто, в связи с недостатком времени на специальные подготовительные мероприятия. Профессиональные спортсмены участвуют в короткий промежуток времени во многих гонках, дни сверхвысоких энергозатрат часто следуют один за другим. В таком случае рекомендуется высокоуглеводное питание (содержание углеводов 70% от общего количества потребляемой энергии).

Велоспорт относится к числу самых энергоемких видов спорта. К примеру, в течение 3 недель гонки «Тур де Франс» спортсмены преодолевают почти 4000 км. Энергетические траты велосипедистов на наиболее длинных этапах (300 км) достигают 8300 ккал в день (Saris et al. 1989). Поддержание энергетического баланса при таких энергозатратах нелегко само по себе, в условиях же гонки оно затрудняется еще и такими факторами, как недостаток времени для потребления большого количества высокоэнергетической (высокоуглеводной) пищи, подавленный из-за изнурительной физической работы аппетит спортсменов и т.д. Велосипедисты могут проводить в пути 4–6 часов в день, при этом стараются не есть за 1–3 часа до старта. В таких условиях незаменимыми становятся «энергетики» – продукты (напитки) углеводной направленности.

Рассматривая в качестве примера гонку «Тур де Франс», можно привести данные, что на практике около 50% общей энергии и 60% потребляемых углеводов спортсмены получают в ходе соревнований непосредственно на этапах гонки (Jeukendrup, 2000). Используются концентрированные спортивные напитки, содержа-

щие углеводы, фрукты, специальные энергетические батончики, кондитерские изделия. Причем выбор желательно делать в пользу продуктов с большей питательной ценностью. Только такой режим питания позволит спортсменам-велосипедистам в течение более 20 дней гонки поддерживать энергетический баланс.

Рекомендации по питанию до и во время физической нагрузки, предлагаемые для велоспорта (Jeukendrup, 2000), имеют целью адекватное обеспечение организма жидкостью и дополнительной энергией. В ситуации усиленного расхода гликогена использование углеводных напитков обеспечивает работающие мышцы дополнительными субстратами, способствует поддержанию концентрации глюкозы в крови, увеличению окисления экзогенных углеводных источников и ресинтезу мышечного гликогена в периоды нагрузки низкой интенсивности.

Основные рекомендации по питанию велосипедистов перед соревнованиями

1. В течение 3 дней, предшествующих гонке, обеспечить потребление с пищей углеводов в количестве 10 г/кг массы тела, что должно увеличить запасы гликогена.

2. На протяжении всех предшествующих гонке дней пить достаточное количество жидкости. В случае, если можно предположить большую степень потообразования в ходе соревнований, рекомендуется добавлять в напитки небольшое количество соли.

3. В день, непосредственно предшествующий соревнованиям, следует избегать пищи с высоким содержанием клетчатки для предотвращения проблем со стороны желудочно-кишечного тракта.

4. За 2–4 ч до соревнований рекомендуется употребление высокоуглеводной пищи (>200 г) для восполнения запасов гликогена в печени; перед короткими гонками – легкоусвояемая углеводная пища или энергетические напитки, перед продолжительными гонками – полужидкая или твердая пища, типа энергетических батончиков, хлеба. Следует избегать большого количества жира и белка в данный прием пищи, так как в этом случае возможно замедление пищеварения и чувство дискомфорта.

5. Несмотря на то, что прием углеводов за несколько часов до гонки в целом не оказывает отрицательного влияния на физическую работоспособность, у некоторых спортсменов употребление высокоуглеводной пищи и напитков может приводить к гипогли-

кемии и снижению работоспособности. В таких случаях рекомендуется последний прием пищи за 5 мин до начала гонки или во время разминки. Для определения возможности развития гипогликемии используется тест на толерантность к глюкозе.

Рекомендации по питанию велосипедистов в ходе физической нагрузки

1. При интенсивной физической нагрузке длительностью более 45 мин рекомендуется употребление углеводсодержащих напитков; при менее длительной в этом нет необходимости.

2. В ходе физической нагрузки рекомендуется 60–70 г углеводов в час. Углеводы оптимально употреблять с жидкостью, количество которой определяется условиями окружающей среды, индивидуальными потерями жидкости с потом и возможностями пищеварительной системы спортсмена.

3. Тип углеводов (глюкоза, сахароза, полимер глюкозы, мальтоза, растворимый крахмал) не играет роли при употреблении небольших или умеренных их количеств. Фруктоза и галактоза являются менее эффективными.

4. Прием углеводных напитков на протяжении всего времени физической нагрузки предпочтительнее, чем употребление воды в начале физической деятельности и углеводсодержащего напитка в ходе нее.

5. Следует избегать напитков с излишне высоким содержанием углеводов и/или осмотическим давлением (>15–20% углеводов), так как употребление более 1,5 г углеводов в минуту уже не будет далее увеличивать скорость их окисления, но может привести к проблемам со стороны желудочно-кишечного тракта.

6. Рекомендуется оценить заранее возможные потери жидкости с потом (рассматриваются физические нагрузки длительностью более 90 мин). Желательно, чтобы количество потребляемой спортсменом жидкости соответствовало ожидаемым ее потерям. При теплых погодных условиях с низкой влажностью спортсменам следует пить больше, а напитки должны быть более разбавленными. При холодной погоде рекомендуется пить в небольших количествах более концентрированные напитки.

7. В связи с тем, что большие объемы выпитой жидкости в большей степени стимулируют опустошение желудка, спортсменам рекомендуются следующие количества жидкости: 6–8 мл/кг массы

тела за 3–5 мин перед стартом и в последующем в ходе физической деятельности 2–3 мл/кг массы тела каждые 15–20 мин.

8. Если после употребления большого количества жидкости возникло чувство дискомфорта и пустоты в желудке, желателен прием небольшого количества твердой легкоусвояемой углеводной пищи. В ходе длительных гонок низкой интенсивности твердая пища может быть рекомендована к использованию и в первой фазе гонок. Рекомендуется избегать пищи с большим количеством белка и клетчатки.

9. Спортсменам необходимо учиться пить при выполнении физической нагрузки. Этот навык надо тренировать.

Рекомендации по питанию велосипедистов после физической нагрузки

1. Для скорейшего пополнения запасов гликогена рекомендуется потребление 100 г углеводов в течение первых 2 ч после физической нагрузки в виде жидкости или легкоусвояемой твердой (полужидкой) пищи. Можно рекомендовать около 10 г углеводов на кг массы тела в течение 24 ч, причем 2/3 этого количества должны составлять продукты с преимущественно высоким гликемическим индексом.

2. Для быстрого восстановления углеводных запасов желательно, чтобы все употребляемые в этот период углеводы имели гликемический индекс не ниже среднего (средний – высокий).

3. Для лучшего восстановления баланса жидкости рекомендуется добавление в используемые для регидратации напитки NaCl в количестве 1,5–5,5 г на 1 литр.

❖ Использованные источники

Bergström J., Hermansen L., Hultman E. & Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance // Acta Physiologica Scandinavica. – 1967. – 71. – P. 140–150.

Brouns F. Dietary problems in the case of strenuous exertion // Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. – 1986. – 26. – P. 306–319.

Jeukendrup A.E. Cycling // Nutrition in Sport /Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 562–573.

Saris W.H.M., van Erp-Baart M.A., Brouns R., Westerterp K.R.& Ten Hoor R. Study on food intake and energy expenditure during extreme sustained exercise: the Tour de France // International Journal of Sports Medicine. – 1989. – 10. – P. S26–S31.

Sherman W.M., Costill D.L., Fink W.J. & Miller J.M. The effect of exercise and diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance // International Journal of Sports Medicine. – 1981. – 2. – P. 114–118.

8.5. Конькобежный спорт

Для конькобежного спорта характерны различные по длительности виды физической активности – от спринта до марафона. Длительность гонок может достигать 18 ч (гонка на 200 км проводится, в частности, по замерзшим каналам на севере Нидерландов). Так как гонка на длинные дистанции требует большой аэробной выносливости, а в основе спринта лежат скоростно-силовые качества, тренировка спортсменов-конькобежцев должна способствовать совершенствованию различных механизмов энергообеспечения мышечной деятельности. Как правило, тренировка включает (Snyder & Foster, 2000):

– тренировку аэробной выносливости (40%);

– высокоинтенсивную интервальную/анаэробную тренировку (20%);

– тренировку силы и силовой выносливости (15%);

– отработку техники (25%).

В конькобежном спорте, как и в других зимних видах спорта, существуют специфические проблемы, связанные с необходимостью специального оборудования. Лишь немногие крытые катки имеют лед в течение всего года. Тренировочный год для спортсменов-конькобежцев делят на 3 периода: подготовительный (с июня до октября), соревновательный (с ноября до марта) и переходный (с апреля по июнь) (Crowe, 1990).

Для повышения эффективности тренировок в течение подготовительного и соревновательного периодов спортсменам при составлении рационов рекомендуется обратить внимание на следующие моменты (Snyder & Foster, 2000):

1. Доля углеводов должна составлять не менее 60% суточного энергопотребления.

2. В течение 2 ч после соревновательной или тренировочной нагрузки рекомендуется употребление 100 г углеводов (в жидкой или твердой форме) для лучшего восстановления запасов мышечного гликогена, в последующих приемах пищи также должны присутствовать углеводы.

3. Для поддержания или увеличения мышечной силы необходимо употреблять 1,6 г белка на кг массы тела ежедневно.

В день соревнований за 4 часа до выступления рекомендуется прием высокоуглеводной пищи, между выступлениями желательны легкие углеводные перекусы, если позволяет время. Обязательным является наличие напитков на местах проведения всех соревнований и тренировок. Учитывая, что чувство жажды не всегда появляется на ранних стадиях дегидратации организма, рекомендуется периодическое употребление жидкости.

❖ Использованные источники

Crowe M. Year-round preparation of the winter sports athlete // Winter Sports Medicine/ M.J. Casey, C. Foster & E.G. Hixson (Ed). – F.A. Davis, Philadelphia, PA., 1990. – P. 7–13.

Snyder A.C. & Foster C. Skating // Nutrition in Sport/Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 646–655.

8.6. Лыжные гонки

С точки зрения метаболизма мышечной деятельности лыжные гонки можно охарактеризовать следующим образом:

– метаболизм мышечной деятельности преимущественно аэробный;

– длительность гонок часто такова, что запасы гликогена истощаются;

– нагрузка на сердечно-сосудистую систему максимальна.

Лыжные состязания проходят на сильнопересеченной местности, поэтому функциональные и биохимические сдвиги в организме спортсменов-лыжников оказываются очень большими. В ходе преодоления подъемов частота сердечных сокращений приближается или достигает пиковой, соответствующей максимальной при традиционном беге на тредмиле. Выше, чем при беге, и величина МПК (Stromme et al. 1977), причем независимо от стиля, применяемого для преодоления подъема (Bergh & Forberg, 1991). При спусках частота сердечных сокращений в среднем на 20 ударов ниже максимума, при равнинных гонках – на 10–15 ударов.

Спортсменам-лыжникам высокого уровня присущи высокие значения МПК, в мышцах ног доминируют высокооксидативные мышечные волокна. Хорошо развитая сеть капилляров вокруг волокон данного типа способствует газообмену и переносу нутриен-

тов между мышечными клетками и кровью, что благоприятствует эффективности аэробного метаболизма. Такой же тип волокон преимущественно характерен и для дельтовидной мышцы.

Энергетические запросы данного вида спорта чрезвычайно высоки. Есть данные, что в течение подготовительного или основного тренировочного периода, подразумевающего обычно тренировки 2 раза в день, средний расход энергии составляет порядка 4800–6000 ккал в день. В ходе спортивных сборов энерготраты могут быть на 950–1200 ккал выше. В ходе гонки на 15 км расход энергии составляет в среднем 950–1200 ккал, на 50 км – 3100–3600 ккал (Ekblom & Bergh, 2000). Для женщин, как правило, расход энергии на определенной дистанции на 30% меньше.

Высокие энергетические запросы тренировочной и спортивной деятельности предъявляют соответствующие требования к питанию спортсменов-лыжников. Данная проблема, как правило, решается трехразовым питанием и дополнительными небольшими приемами пищи после каждой тренировки. Основной проблемой в данном виде спорта является невозможность зачастую полностью восстановить истощенные запасы гликогена в течение 24–48 ч после тяжелых гонок и (или) тренировок. Скорость ресинтеза гликогена может снижаться после физических нагрузок, сопровождающихся повреждением мышечных волокон, имеющим место в ходе лыжных гонок.

Следует учитывать факторы, способствующие ускорению ресинтеза гликогена (Раздел 1, «Углеводы»), и особенно – важность употребления богатых углеводами продуктов сразу после завершения тренировок, поскольку на практике после гонки спортсмены, как правило, не испытывают голода. В качестве средства, позволяющего ускорить восстановление мышечного гликогена, рекомендуется также употребление богатых углеводами продуктов перед сном.

Несмотря на холодную температуру окружающей среды, для лыжного спорта характерно обильное потоотделение. Потери воды могут приводить к потерям массы тела на 2–4% в ходе гонки на дистанциях от 15 до 50 км. Таким образом, важность регидратации в данном виде спорта очевидна. Согласно некоторым данным многие спортсмены высокого класса употребляют до 8–10 л воды в день (Ekblom & Bergh, 2000). Кроме того, лыжные гонки характеризуются большой продолжительностью и, следовательно, надо

ожидать положительный эффект от употребления углеводных напитков. Большинство лыжников употребляют около 100–200 мл 5–10-процентного углеводного напитка каждые 10–15 мин на протяжении гонки, если длительность ее превышает один час. Однако некоторые спортсмены предпочитают 25–30-процентные напитки. Они обеспечивают больше глюкозы по сравнению с традиционными напитками, но потребление воды за счет таких напитков, конечно, меньше.

❖ Использованные источники

Berg U. & Forsberg A. Cross-country ski racing // Endurance in Sports/ R. Shephard & P.O. Åstrand (Ed). – Blackwell Science, Oxford., 1991. – P. 570–581.

Ekblom B. & Bergh U. Cross-country Skiing // Nutrition in Sport/Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 656–662.

Stromme S.B., Ingjer F. & Meen H.D. Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes // Journal of Applied Physiology. – 1977. – 42. – P. 833–837.

Глава 9. ИГРОВЫЕ ВИДЫ СПОРТА

Игровые виды спорта, такие как баскетбол, волейбол, гандбол, теннис, регби и т.д. имеют общую особенность – переменный характер физической нагрузки. Физическая активность игроков может меняться в широких пределах – от покоя до спринта. Периоды нагрузки высокой интенсивности часто имеют достаточную длительность и требуют больших энергетических затрат, что определяет высокую энергетическую стоимость игры в целом. Специфические особенности таких видов спорта связаны не только с быстрым переключением действий в соответствии с меняющимися условиями игры, но и с необходимостью принятия решений при остром дефиците времени. Наряду с физической нагрузкой спортсмены в игровых видах спорта испытывают большие нервно-психологические нагрузки, сопряженные с сильным эмоциональным возбуждением.

В ходе матча задействованы различные механизмы энергообеспечения мышечной деятельности, при которых основными энергетическими субстратами служат и углеводы, и жиры. В ходе наиболее интенсивных моментов игры энергетические запросы

организма удовлетворяют наличие креатинфосфата (КрФ), утилизация мышечного гликогена, хотя может использоваться и глюкоза крови. Вследствие переменного характера физической активности частичное восстановление гликогена и КрФ происходит уже по ходу матча, в течение периодов отдыха или периодов нагрузки с низкой интенсивностью (Nordheim & Vollestad, 1990; Bangsbo, 1994).

Высок вклад аэробного механизма энергообеспечения мышечной деятельности. В периоды отдыха после интенсивной физической нагрузки сохраняется высокое потребление кислорода, что определяет среднюю интенсивность физической нагрузки в футболе порядка 70% от уровня максимального потребления кислорода. Основными энергетическими субстратами при этом являются внутримышечные триглицериды (Bangsbo, 1991).

Существуют определенные сложности переноса на практику результатов, полученных при изучении физиологии нагрузок переменного характера в лаборатории. Они состоят в том, что лабораторные исследования предполагают регулярные изменения интенсивности и длительности физической нагрузки, тогда как во многих видах спорта, имеющих в основе своей переменные нагрузки, такие изменения носят случайный характер. Возможны большие индивидуальные различия в расходе энергии, что связано с множеством факторов, влияющих на интенсивность физической нагрузки в ходе игры, таких как мотивация, эмоциональный фон, физические возможности и тактические условия и т.п.

Итак, должен ли рацион спортсмена-игровика быть каким-то особенным? Согласно литературным данным (получены при работе со шведскими футболистами с учетом физической активности и веса каждого игрока), калорийность рациона спортсменов должна быть не менее 4800 ккал в день (Bangsbo, 2000). Учитывая возможность существования больших индивидуальных различий даже среди игроков одной команды, приведенная величина энергоценности – лишь примерный ориентир возможных энергозатрат. Качественное и количественное распределение пищи в суточном рационе у представителей игровых видов спорта должно производиться с учетом предстоящей игры.

В связи с наиболее заметной ролью мышечного гликогена в ходе физической активности в игровых видах спорта спортсменам следует рекомендовать высокоуглеводные рационы не только перед

матчем, но и ежедневно, поскольку в ходе тренировок расходуется значительное количество углеводных запасов. Есть данные, что рацион, обеспечивающий 600 г углеводов в день (7,9 г/кг массы тела) более благоприятен при выполнении длительной нагрузки переменного характера в ходе теста, разработанного специально с учетом специфики хоккея, по сравнению с рационом, содержащим 355 г углеводов в день (4,6 г/кг массы тела) (Bangsbo, 2000). На практике же важность потребления углеводов с пищей не всегда достаточно правильно оценивается спортсменами. Обычно рационы характеризуются избытком жиров, хотя весьма желательно, чтобы их количество не превышало 25% от общей калорийности. Минимум 60% поступающей энергии должно обеспечиваться углеводами. Ежедневная норма белка для спортсменов – 1–2 г/кг массы тела (Jacobs et al., 1982; Bangsbo et al., 1992). Несмотря на повышенное внимание к количеству белка в рационе спортсменов, особенно в тех видах спорта, где важна мышечная сила (а многие игровые виды спорта также попадают в эту категорию), нет необходимости в дополнительном использовании специальных белковых препаратов даже во время интенсивных силовых тренировок. При условии тщательно сбалансированного рациона не требуется и дополнительный прием витаминных и минеральных добавок спортсменами, занимающимися игровыми видами спорта, хотя в некоторых случаях они могут быть на пользу: использование витамина С и препаратов витаминов группы В в условиях жаркого климата; увеличение доз витамина Е при высокоинтенсивных тренировках.

Следует еще раз отметить важную роль железа для спортсменов, особенно женщин. Рекомендуемая норма железа для спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта, 20 мг, причем лучше их получать с пищей, чем в виде специальных добавок, поскольку железо из твердой пищи более эффективно всасывается из кишечника в кровь.

В связи с тем, что КрФ играет определенную роль при энергообеспечении мышечной деятельности, можно предположить эффективность использования креатина в игровых видах спорта. Например, Hespel et al. (2006) рекомендуют креатин футболистам в целях повышения работоспособности. Классическая схема приема креатина (в течение 4–5 дней по 15–20 г ежедневно, затем доза снижается до 2–5 г), согласно их рекомендациям, практикуется

в течение 8–10 недель и повторяется через 4 недели. Эффективность креатина рассматривалась нами в разделе 2, главе «Пути повышения работоспособности спортсменов с помощью факторов питания». Несмотря на существующие данные о положительном эффекте использования креатина при выполнении серий физических упражнений высокой мощности и краткой длительности, в целом, при условии хорошо сбалансированного ежедневного рациона, положительный эффект креатина для спортсменов, участвующих в игровой деятельности, все же весьма сомнителен. Исключение составляют спортсмены с низким изначальным уровнем мышечного креатина, например, вегетарианцы или спортсмены, которые в течение длительного времени употребляют недостаточное количество животных белков (белков мяса) (Burke et al., 2003; Watt et al., 2004).

Рекомендации относительно пищевого режима перед соревнованием (тренировкой)

В день матча необходимо ограничить потребление богатых жиром и белком продуктов, особенно мяса. Последний прием пищи не должен быть обильным и должен иметь углеводную направленность. При этом после еды должно пройти 3–4 ч до начала соревнований (тренировки). Возможны перекусы с использованием, например, хлеба с джемом за 1,5 ч до матча, однако необходимо принимать во внимание индивидуальные особенности спортсменов, разные возможности переваривания пищи. В последний час перед матчем следует избегать приемов твердой пищи или жидкостей с высоким содержанием углеводов.

Рекомендации относительно пищевого режима после физической нагрузки

Физическая нагрузка – мощный стимул к ресинтезу гликогена. При этом скорость восстановления углеводных запасов в течение первых 2 ч после приема углеводов быстрее, если углеводы были приняты сразу после нагрузки, чем через 2 ч после ее окончания (Ivy et al., 1988). Во многих игровых видах спорта существует возможность повреждений мышечных волокон, что нарушает способность к восстановлению гликогена (Blom et al., 1987; Widrick et al., 1992). Повышенное употребление углеводов может частично способствовать уменьшению этого эффекта (Bak & Peterson, 1990).

Таким образом, игрокам можно порекомендовать большие количества углеводов, как в твердой, так и в жидкой форме, непосредственно после матча (тренировки).

Рекомендации относительно питьевого режима

– пить в избытке за день до соревнований; в день матча – больше, чем это необходимо просто для предотвращения жажды;

– пить регулярно, как перед игрой, так и по ходу матча, но небольшими порциями (не более 300 мл каждые 15 мин;

– рекомендуемая температура напитков 5–10 °С, а концентрация сахара не более 5%. Соотношение между потребностью в жидкости и углеводах зависит от температуры, влажности окружающей среды – в холодных климатических условиях возможно использование напитков с содержанием сахара до 10%, в жару углеводная составляющая должна быть значительно ниже;

– пить в больших количествах после матча, в том числе по прошествии нескольких часов;

– апробировать на тренировках различные схемы употребления жидкости и различные напитки, в том числе и с высоким содержанием сахара, чтобы выбрать наиболее приемлемые для конкретного спортсмена.

❖ Использованные источники

Bak J.F & Peterson O. Exercise enchanced activation of glycogen synthesis in human skeletal muscle // American Journal of Physiology. – 1990. – 258. – P. E957–E963.

Bangsbo J., Gollnick P.D., Graham T.E. & Saltin B. Substrates for muscle glycogen synthesis in recovery from intense exercise in humans // Journal of Physiology. – 1991. – 434. – P. 423–440.

Bangsbo J., Norregaard L. & Thorsoe F. The effect of carbohydrate diet on intermittent exercise performance // International Journal of Sports Medicine. – 1992. – 13. – P. 152–157.

Bangsbo J. The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise // Acta Physiologica Scandinavica. – 1994. – 151 (Suppl. 610). – P. 1–156.

Bangsbo J. Team Sports // Nutrition in Sport/ Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – 574–587.

Blom P.C.S., Costill D.L. & Völlestad, N.K. Exhaustive running: inappropriate as a stimulus of muscle glycogen supercompensation // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1987. – 19. – P. 398–403.

Burke D.G., Chilibeck P.D., Parise G., Candow D.G., Mahoney D. and Tarnopolsky M. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2003. – 35. – P. 1946–1955.

Hespel P., Maughan R.J. & Greenhaff P.L. Dietary supplements for football // Journal of Sports Sciences. – 2006. – 24(7). – P. 749–761.

Ivy J.L., Katz A.L., Cutler C.L., Sherman W.M. & Coyle E.F. Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion // Journal of Applied Physiology. – 1988. – 64. – P. 1480–1495.

Jacobs I., Westlin N., Karlsson J., Rasmusson M. & Houghton B. Muscle glycogen and diet in elite soccer players // European Journal of Applied Physiology. – 1982. – 48. – P. 297–302.

Nordheim K. & Vollestad N.K. Glycogen and lactate metabolism during low-intensity exercise in man // Acta Physiologica Scandinavica. – 1990. – 139. – P. 475–484.

Watt K.K., Garnham A.P., Snow R.J. Skeletal muscle total creatine content and creatine transporter gene expression in vegetarians prior to and following creatine supplementation // International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism. – 2003. – 14. – P. 517–531.

Widrick J., Costill D.L., McConell G. K., Anderson D.E., Pearson D.R. & Zachwieja J.J. Time course of glycogen accumulation after essentric exercise // Journal of Applied Physiology. – 1992. – 75. – P. 1999–2004.

9.1. Теннис (бадминтон)

Эти виды спорта характеризуются переменной физической активностью. Матчи могут длиться до нескольких часов, что предъявляет повышенные требования к энергообеспечению мышечной деятельности и питьевому режиму спортсмена. Согласно литературным данным, теннис можно классифицировать как средне/высокоинтенсивный вид спорта с преимущественно аэробным энергообеспечением (частота сердечных сокращений 60–90% от максимальной, МПК – 50–80%) (Docherty, 1982; Elliott et al., 1985; Carden et al., 1986). Метаболические запросы физической активности в ходе матча удовлетворяются главным образом за счет мышечного гликогена. Увеличение глицерина и свободных жирных кислот в крови, коррелирующее с длительностью матча, свидетельствует о протекании липолиза (Noakes et al., 1982; Carden et al., 1986; Christmass et al., 1995).

Если говорить о питании спортсменов-теннисистов, то следует отметить, что основные моменты, присущие питанию других спортсменов в большинстве видов спорта, такие как адекватное

энергообеспечение соревновательной и тренировочной деятельности, повышенное содержание углеводов в рационе, достаточное употребление жидкости важны и в данном виде спорта. Однако при более детальном рассмотрении выявляется множество факторов, влияющих на потребности спортсмена и определяющих индивидуальный подход в составлении рационов. Наибольшее значение имеет уровень энергозатрат, зависящий в свою очередь от длительности игры, уровня участников, числа тренировок (соревнований) и т.д.

Огромное влияние на терморегуляцию и водный баланс в ходе игры оказывают условия окружающей среды. При обычных условиях после матча температура тела спортсмена повышается на 0,8–1,5 °С, еще более значительное ее увеличение наблюдается в жару (Elliot et al., 1985). Для снижения риска обезвоживания в ходе матча обязательно употребление жидкости. Необходимость в дополнительном употреблении углеводов определяется интенсивностью и длительностью матча. И хотя положительный эффект от применения углеводов в ходе игры вызывал большие сомнения, все же с помощью специально разработанных для тенниса тестов, позволяющих оценить частоту ошибок, скорость мяча и т.д., было подтверждено их положительное влияние (Vergauwen et al., 1998). В настоящее время практика использования углеводных напитков в ходе длительных матчей вполне приемлема для тенниса (бадминтона).

❖ Использованные источники

Christmass M.A., Richmond S.E., Cable N.T. & Hartmann P.E. A metabolic characterization of single tennis // Science and Racket Sports/T. Reilly, M. Hughes & A. Lees (Ed). – E & FN Spon, London, 1995. – P. 3–9.

Docherty D. A comparison of heart rate responses in racquet games // British Journal of Sports Medicine. – 1982. – 16. – P. 96–100.

Elliott B., Dawson B. & Pyke F. The energetics of singles tennis // Journal of Human Movement Studies. – 1985. – 11. – P. 11–20.

Garden G., Hale P.J., Horrocks P.M., Crase J., Hammond J. & Nattrass M. Metabolic and hormonal responses during squash // European Journal of Applied Physiology. – 1986. – 55. – P. 445–449.

Noakes T.D., Cowling J.R., Gevers W. & Van Niekark J.P. de V. The metabolic response to squash including the influence of pre-exercise carbohydrate ingestion // South African Medical Journal. – 1982. – 2. – P. 721–723.

Vergauwen L., Brouns F. & Hespel P. Carbohydrate supplementation improves stroke performance in tennis // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1998. – 30. – P. 1289 – 1295.

9.2. Хоккей

Основные требования к рациону, приведенному выше для конькобежцев и фигуристов: 60% суточного энергопотребления за счет углеводов; норма белка – 1,6 г на кг массы тела спортсмена, – применимы также для хоккеистов.

В хоккее ритм игры предполагает многократные повторения высокоинтенсивной нагрузки в течение коротких промежутков времени, что ведет к высокому использованию мышечного гликогена, повышению концентрации лактата в крови и медленному восстановлению от метаболического ацидоза из-за специфики коротких периодов отдыха.

Хоккеисты часто употребляют за 3 дня до начала серии игр дополнительно 360 г углеводов. Согласно литературным данным, это действительно приводит к повышению уровня гликогена в 2 раза. В целом, в сезон игр, когда 2–3 игры могут проходить в течение недели и при этом в свободные от игр дни тренировки также не прекращаются, спортсменам рекомендуется регулярное употребление высокоуглеводной пищи или специальных спортивных продуктов углеводной направленности.

Помимо энергетического метаболизма потенциальным ограничением физической деятельности при игре являются нарушения температурной регуляции. Вследствие высокоинтенсивной физической нагрузки и наличия специальной защитной одежды хоккеисты могут терять 2–3 кг веса за игру, несмотря на употребление жидкости (Green et al., 1978). Улучшить терморегуляцию можно, в частности, путем уменьшения количества защитной одежды в периоды отдыха (спортсмены снимают, по возможности, шлемы, перчатки т.п.), а также употребления большого количества жидкости до, в течение и после игры.

❖ Использованные источники

Green J.H., Houston M.E. & Thompson J.A. Inter- and intragame alterations in selected blood parameters during ice hockey performance // Ice Hockey/F. Landry & W.A.R. Orban (Ed). – Symposia Specialists, Miami, FL., 1978. – P. 37–46.

Глава 10. СЛОЖНОКООРДИНАЦИОННЫЕ ВИДЫ СПОРТА

10.1. Гимнастика

Традиционно в гимнастике считаются преимуществом маленький рост и вес спортсмена. Вопрос веса можно назвать главным в гимнастике. Это относится и к мужской гимнастике, где контроль энергопотребления в целях снижения веса является также обычным и даже желательным явлением. К практике регулирования веса спортсменов в этом виде спорта сложилось отношение как к обычной рутинной работе, сопровождающей тренировочный процесс, но результаты таких вмешательств не всегда конструктивны. В процессе роста происходит сопутствующее увеличение веса. Нежелание признавать этот факт часто заставляет юных гимнастов стремиться к снижению веса, прибегая к любым средствам.

Девочки-подростки составляют большинство участвующих в соревновательной деятельности спортсменок. Как раз они и представляют собой группу, наиболее склонную к нарушениям пищевого поведения. Средства, используемые гимнастками для достижения желаемого телосложения, контрпродуктивны по многим причинам. Сокращение количества потребляемой пищи обеспечивает неадекватное энергопотребление, что ведет к замедлению скорости обмена веществ и недостаточному поступлению пищевых и биологически активных веществ. Следует подчеркнуть, что это происходит в подростковом возрасте, когда потребности организма в них особенно высоки. Тяжелые тренировки и недостаточное потребление пищи является причиной аменореи, встречающейся у многих юных спортсменок.

Одним из факторов, ведущих к развитию аменореи, является недостаток железа в рационе гимнасток (Loosli, 1993) (согласно литературным данным у 1/3 спортсменок отмечается анемия). Неадекватное потребление кальция ведет к плохому развитию костной ткани, увеличению риска развития раннего остеопороза. Недостаточное энергообеспечение и неадекватное количество потребляемых пищевых веществ могут снизить тренировочный эффект, так как для работы на оптимальном уровне мышцы должны получать достаточно энергии и продуктов обмена веществ. Глюкоза является необходимым источником энергии также и для функционирования мозга и нервной системы, отсюда возрастающая

вероятность ошибок и травм при недостаточном потреблении пищи спортсменами.

Тренировка спортсменов-гимнастов высокого класса длится по 3–5 ч в день, в некоторых случаях имеют место двукратные тренировки. И все же, хотя общее время, затрачиваемое на тренировку в гимнастике велико, реальное время значительно меньше, поскольку в данном виде спорта тренировка представляет собой серии коротких упражнений высокой интенсивности, чередующиеся с отдыхом. За исключением групповых соревнований в ритмической гимнастике ни одно из выступлений не длится более 90 с.

Длительность и характер нагрузки позволяют охарактеризовать гимнастику как высокоинтенсивный вид спорта с анаэробным типом энергообеспечения мышечной деятельности. Мышечные волокна (тип 2), задействованные в этом виде деятельности, являются низкооксидативными, имеют плохое капиллярное снабжение. Этот фактор ограничивает использование гимнастами жирных кислот в качестве источника энергии при физической деятельности и ставит на первое место зависимость от КрФ и углеводных источников энергии (как глюкозы, так и гликогена).

Для полноценного пополнения запасов гликогена лучше всего подходят богатые сложными углеводами рационы. Схемы потребления углеводов, ведущие к суперкомпенсации гликогена в тканях, неприемлемы в гимнастике в связи с тем, что в этом виде спорта особое место отводится гибкости, а на каждый грамм углеводных запасов задерживается 2,7 г воды, что не благоприятствует проявлению этого физического качества. Спортсменам-гимнастам скорее можно рекомендовать высокоуглеводные рационы как постоянную и неотъемлемую часть питания.

Креатин синтезируется из аминокислот глицина, аргинина и метионина и для его образования предпочтительно употребление белков мяса.

Анаэробный характер гимнастики накладывает некоторые ограничения на общее количество потребляемого жира, так как он едва ли может служить источником энергии в ходе тренировочной деятельности. Избегать потребления жира не следует, но разумное уменьшение его количества с одновременным увеличением доли сложных углеводов могло бы стать весьма желательным изменением в рационе гимнастов. Наиболее простым способом ограничения количества потребляемых жиров является исключение из ра-

циона жареных продуктов, видимых жиров (масла, маргарина, жирного мяса и т.п.) и жирных молочных продуктов.

Таким образом, для гимнастов рекомендуется следующее соотношение в распределении получаемой с пищей энергии: 15% общей калорийности рациона должно приходиться на долю белков; 60–65% – углеводов; 20–25% – жиров (Benardot, 2000). Потребление пищи и жидкости должно быть регулярным. Частый прием пищи в виде небольших порций предпочтительнее, чем редкий и обильный, даже при условии равноценности общей их калорийности.

Питание перед соревнованием (тренировкой)

Прием пищи перед соревнованием преследует две цели: обеспечить достаточное количество энергии и жидкости. Еда перед соревнованием (тренировкой) – не время для экспериментов с новыми продуктами. Нет необходимости в данном случае стремиться и к ее сбалансированности, особенно если обычный ежедневный рацион спортсмена построен рационально. Этот прием пищи должен состоять главным образом из сложных углеводов и жидкости. Если количество пищи было большим, то физическую активность желательно начинать через 3,5–4 ч после еды. За 2–3 ч до начала физической нагрузки целесообразно потребление небольшого количества пищи. Легкие углеводные закуски типа крекеров позволительны за 1 ч до соревнований (тренировки), но при этом потребление твердых продуктов всегда должно сопровождаться употреблением жидкости. Не все спортсмены способны есть перед соревнованиями. Решением проблемы для этой группы гимнастов является большое количество углеводов в рационе за день перед соревнованиями и небольшие периодические перекусы (с жидкостями) в день выступления.

Что касается питьевого режима, то обычно рекомендуют 235–470 мл жидкости за 2 ч перед последним приемом пищи и затем 115–235 мл жидкости в ходе последнего перед соревнованием (тренировкой) перекуса (Burke, 1996; O' Connor, 1996).

Питание в ходе соревнований (тренировки)

В течение соревнований (тренировки) гимнастам необходимы источники энергии. Существуют два основных подхода к этому вопросу.

1. Употребление примерно 115–235 мл спортивных напитков, содержащих углеводы, каждые 15–20 мин – это наиболее принятый подход. Следует учитывать, что указанное количество может варьировать в зависимости от температуры окружающей среды, веса гимнаста и т.п.

2. Другой подход – потребление воды (115–235 мл каждые 15–20 мин) и короткий (10 мин) перерыв через 2–3 ч после начала тренировки для перекуса. Данный прием пищи может включать, к примеру, несколько крекеров и небольшое количество спортивного напитка.

Цель, преследуемая как первым, так и вторым подходом, одна – поддержание уровня глюкозы в крови.

В ходе соревнований гимнастам рекомендуется периодически пить спортивные напитки в небольших количествах (115–235 мл каждые 15–20 мин). Такой же практики разумно придерживаться и на тренировках.

Питание после соревнований (тренировки)

Наиболее благоприятным для восстановления гликогена мышц является прием углеводов в течение первого часа после окончания физической активности. Рекомендуется употребление углеводной пищи, энергоценность которой составляет примерно 200–400 ккал непосредственно после физической нагрузки. Еще 200–300 ккал в основном за счет углеводов необходимо получить в течение последующих нескольких часов (Harkins et al., 1993). Если прием пищи включает твердые продукты, употребление жидкости обязательно.

❖ Использованные источники

Benardot D. Gymnastics // Nutrition in Sport / Maughan R.M/ (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 588–608.

Burke L.M. Rehydration strategies before and after exercise // Australian Journal of Nutrition and Diet. – 1996. – 53 (Suppl.4). – P. S22–S26.

Harkins C., Carey R., Clark N. & Benardot D. Protocols for developing dietary prescriptions // Sport Nutrition: A Guide for the Professional Working with Active People/D. Benardot (Ed). – American Dietetic Association, Chicago, IL., 1993. – P. 170–185.

Loosli A.R. Reversing sport-relating iron and zinc deficiencies // Physician and Spotsmedicine. – 1993. – 21. – P. 70–78.

O'Connor H. Practical aspects of fluid replacement // Australian Journal of Nutrition and Dietetics. – 1996. – 53 (Suppl.4). – P. 27–34.

10.2. Фигурное катание

Фигуристы в ходе тренировок могут проводить на льду до 5 ч в день (Smith & Micheli, 1982). Обычно спортсмены тратят менее 5 мин перед тренировкой на подготовительные упражнения (как вне льда, так и на льду). Несмотря на большое значение мышечной силы в фигурном катании, исторически сложилось, что фигуристы не занимаются или же занимаются незначительно силовой тренировкой вне льда. Развитие мышечной силы происходит в ходе многократных повторений прыжков, которые можно назвать основным компонентом фигурного катания (Podolsky et al., 1990).

Большой объем выполняемой нагрузки требует адекватного питания с высоким содержанием сложных углеводов (60%) и достаточным уровнем белков (1,6 г/кг массы тела спортсмена).

В фигурном катании определенное значение имеет вопрос внешнего вида и веса, и среди фигуристов нередки случаи нарушения пищевого поведения. И хотя этот вопрос уже рассматривался выше, следует еще раз обратить внимание на то, что низкокалорийные и бедные белками и углеводами рационы могут не только ухудшить спортивную форму, но и нанести вред здоровью, если не в настоящем, то в будущем.

❖ Использованные источники

Smith A.D. & Micheli H.B. Injuries in competitive skaters // Physician and Sportsmedicine. – 1982. – 82. – P. 38–47.

Podolsky A. et al. The relationship of strength and jump height in figure skaters // American Journal of Sports Medicine. – 1990. – 78. – P. 400–405.

Глава 11. ТЯЖЕЛАЯ АТЛЕТИКА И СПОРТИВНЫЕ ЕДИНОБОРСТВА

Спортивные единоборства и тяжелую атлетику можно причислить к скоростно-силовым видам спорта. Специфика спортивной деятельности спортсменов-единоборцев заключается, главным образом, в быстрой перестройке двигательных действий, соответствующей меняющейся ситуации. Наиболее полно данными видами

спорта развивается сила, быстрота, выносливость. Знание соотношений между силой и скоростью мышечных сокращений, описанных еще в 1939 году (Hill), позволяет определить основные принципы тренировки, нацеленной на развитие необходимых характеристик спортсмена.

Силовая тренировка вызывает многочисленные изменения в организме спортсмена, включающие изменения гормонального фона (в ответ на высокоинтенсивную силовую тренировку происходит выброс гормона роста, тестостерона, кортикостероидов, кортизола), чувствительности мышц к циркулирующим гормонам и факторам роста, что в конечном итоге приводит к специфическим изменениям в синтезе белка и увеличению мышечной массы. Изменения затрагивают и костную систему. По мере возрастания силы мышц возрастают и нагрузки, что является стимулом для новых костных формирований, хотя такие изменения и требуют длительного времени. Адаптивные изменения, происходящие в различных органах и тканях в ответ на тренировочную нагрузку, носят фазовый характер. В связи с этим тренировочную программу обычно строят по принципу микроциклов длительностью 3–5 дней. Каждый микроцикл подразумевает завершение изменений, вызванных специфическим тренировочным воздействием. Адаптация к данному типу тренировочного воздействия обычно возникает после 3–5 повторений микроцикла.

Существует несколько категорий силовых упражнений: изометрические (статические, характеризующиеся постоянной длиной мышцы), изокинетические (подразумевают сокращение мышцы с фиксированной скоростью или с изменяющимся сопротивлением и требуют, как правило, специального оборудования) и наиболее распространенные изотонические упражнения (сокращение мышцы с постоянной нагрузкой в виде свободного веса или тренажера).

В изотоническом режиме возможны две разновидности работы мышц: преодолевающий режим (концентрический) и уступающий (эксцентрический). Согласно литературным данным, сочетание концентрического и эксцентрического режимов работы мышц более благоприятно для развития силы, чем применение только концентрических усилий (Fahey, 1986). Эксцентрическая нагрузка приводит к большему повреждению мышечных волокон. Следствием последующих восстановительных процессов является увеличение их размера. При неизменной длине мышечных волокон увеличивается область их перекрывания. По данным MacDougall et al.

(1980), увеличение области перекрывания происходит для мышечных волокон 1-го типа на 39% , а 2-го типа – на 31% после тренировки, направленной на развитие силы.

Для развития максимальной изометрической силы на тренировках используются силовые усилия, составляющие 70–100% от максимального изометрического усилия. Высокие скорости мышечных сокращений достигаются тренировочным режимом, где силовые усилия не превышают 70% максимального изометрического усилия. Для тренировки взрывной силы используют силовые усилия порядка 40–70% от максимального (Rogozkin, 2000).

Для повышения эффективности тренировочного процесса рацион спортсмена должен удовлетворять энергетическим запросам физической деятельности и обеспечивать необходимые нутриенты. В периоды интенсивных силовых тренировок энерготраты спортсменов составляют порядка 3500–4500 ккал в зависимости от массы тела (Рогозкин В.А. и др., 1989, Rogozkin, 2000). Содержание жира в рационе может составлять порядка 2 г на кг массы тела. Рекомендуемое количество углеводов – 8–10 г на кг массы тела. Некоторые этапы тренировочного цикла, направленные на развитие мышечной массы, диктуют повышение потребностей спортсмена в белке. Если исходить из более поздних рекомендаций В.А. Рогозкина, то количество белка в рационе спортсменов силовых видов спорта, в частности штангистов, должно составлять 1,4–2,0 г на кг массы, что несколько выше предлагаемых Lemon (1991) 1,4–1,7 г на кг массы тела.

В случае если стоит задача ускорения синтеза мышечных белков и увеличения мышечной силы, то основное и главное требование к пище в период подготовки спортсмена – это наличие в ней всех аминокислот в оптимальных соотношениях. Выполнение следующих рекомендаций поможет создать оптимальные условия для синтеза белка (Рогозкин В.А. и др., 1989).

1. Потребность организма спортсмена в энергии должна полностью удовлетворяться источниками небелковой природы (углеводы, жиры) с учетом энергозатрат.

2. Пища должна содержать повышенное (на 15–30%) количество полноценных и легкоусвояемых белков преимущественно животного происхождения из разных источников (мясо, рыба, молоко, яйца).

3. Кратность приемов пищи, богатой белками, должна быть не менее 5 раз в день.

4. Должны создаваться оптимальные условия для усвоения белкового компонента пищи. Так, по окончании тренировок мясо следует употреблять с овощными гарнирами, а специальные белковые препараты – в перерывах между тренировками.

5. Необходимо увеличить потребление витаминов B_1, B_2, B_6, PP и C, которые способствуют обмену белков и накоплению мышечной массы.

Потребности спортсменов силовых видов спорта в витаминах и минеральных веществах в периоды интенсивных силовых тренировок приведены в табл. 11.

Таблица 11

Потребности спортсменов силовых видов спорта в витаминах и минеральных веществах (Rogozkin, 1993)

Микронутриенты	Суточная потребность спортсменов
C	175–200 мг
B_1	2,5–4,0 мг
B_2	4,0–5,5 мг
B_3	20 мг
B_6	7–10 мг
B_9	0,5–0,6 мг
B_{12}	4–9 мкг
PP	25–45 мг
A	2,8–3,8 мг
E	20–30 мг

❖ Использованные источники

Рогозкин В.А., Пшендин А.И., Шишина Н.Н. Питание спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1989.

Fahey T. Athletic Training: Principles and Practice. – Mayfield, Mountain View, C.A., 1986.

Lemon P.W. Effects of exercise on protein requirements // Journal of Sports Science. – 1991. – 9. – P. 53–70.

MacDougall J.D., Elder J.C., Sale D.G., Moroz J.R. & Sutton G.R. Effects of strength training and immobilization of human muscle fibres // European Journal of Applied Physiology. – 1980. – 43. – P. 25–34.

Rogozkin V.A. Weightlifting and power events // Nutrition in Sport /Maughan R.M. (Ed). – Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 621–631.

Приложение

Энергозатраты при некоторых видах физической активности (Montoye, 2000).

Вид деятельности	Энергетическая стоимость (ккал/ч кг массы тела)
Ходьба (км/ч):	
менее 3	1,9
5	3,6
6	4
Бег (км/ч):	
8	7,8
9,6	10
10,8	10,9
11,3	11,4
12	12,4
12,8	13,3
13,8	14
14,5	15
16,1	15,9
17,5	17,8
Езда на велосипеде (км/ч):	
менее 16	4
16–19	5,9
19,1–22,4	7,8
22,5–25,5	10
15,6–30,5	11,9
более 30,5	15,9

Продолжение 1

Вид деятельности	Энергетическая стоимость (ккал/ч кг массы тела)
Плавание:	
на реке, озере;	5,9
кролем 50 м/мин (умеренная интенсивность);	7,8
кролем 75 м/мин (высокая интенсивность);	10,9
баттерфляем, в общем;	10,9
на спине, в общем;	7,8
синхронное плавание;	7,8
водное поло	10
Конькобежный спорт, в общем	6,9
менее 15 км/ч;	5,5
скоростная гонка (соревновательная активность)	15,0
Фигурное катание	9
Хоккей на льду	7,8
Ходьба на лыжах:	
4 км/ч;	6,9
6–8 км/ч (умеренная интенсивность);	7,8
8,1–13 км/ч (высокая интенсивность);	9
гонка (13 км/ч);	14
с максимальными усилиями (рыхлый снег, подъем в гору);	16,4
спуск с горы (умеренная интенсивность), в общем	5,9
Спортивные игры:	
теннис (парный);	5,9
теннис (одиночки);	7,8
настольный теннис;	4,0
бадминтон, в общем;	4,5
бадминтон – соревнования;	6,9
волейбол любительский;	3,1
волейбол – соревнования;	4,0
пляжный волейбол;	7,8

Окончание табл.

Вид деятельности	Энергетическая стоимость (ккал/ч кг массы тела)
гандбол – соревнования;	11,9
футбол – соревнования;	9
баскетбол – соревнования;	7,8
регби;	10,0
хоккей на траве	7,8
Гимнастика, в общем	4,0
Дзюдо, карате	10
Бокс:	
на ринге, в общем;	11,9
с боксерской грушей;	5,9
спарринг	9,0

❖ Использованные источники

Montoye H.J. Energy costs of exercise and sport // Nutrition in Sport / Maughan R.M. (Ed). –Blackwell Science Ltd., 2000. – P. 53–72.

Оглавление

Введение .....

Раздел I

Глава 1. Белки, жиры, углеводы в рационе спортсмена и физическая работоспособность .....

1.1. Белки .....

1.2. Углеводы .....

1.3. Жиры .....

Глава 2. Витамины и минеральные вещества .....

2.1. Витамины .....

2.2. Минеральные вещества .....

Глава 3. Температурная регуляция и баланс жидкости в организме .....

Глава 4. Функции желудочно-кишечного тракта и физические упражнения .....

4.1. Влияние физических упражнений на функции желудочно-кишечного тракта .....

4.2. Физические нагрузки и дисфункции желудочно-кишечного тракта .....

Раздел II

Глава 5. Пути повышения работоспособности спортсменов с помощью факторов питания .....

Глава 6. Питание юных спортсменов .....

Глава 7. Вопрос веса в спорте .....

7.1. Баланс энергии и пищевых веществ .....

7.2. Питание и коррекция массы тела в спорте .....

Раздел III
Практические рекомендации

Глава 8. Циклические виды спорта 98
8.1. Бег на длинные дистанции 98
8.2. Спринт 100
8.3. Плавание 102
8.4. Велоспорт 104
8.5. Конькобежный спорт 108
8.6. Лыжные гонки 109
Глава 9. Игровые виды спорта 111
9.1. Теннис (бадминтон) 116
9.2. Хоккей 118
Глава 10. Сложнокоординационные виды спорта 119
10.1. Гимнастика 119
10.2. Фигурное катание 123
Глава 11. Тяжелая атлетика и спортивные единоборства 123

Приложение
Энергозатраты при некоторых видах физической активности 127