

**Международная научная конференция по вопросам
состояния и перспективам развития медицины в
спорте высших достижений**

«СпортМед–2007»

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**24–25 ноября 2007 г.
Москва, Экспоцентр, «Конгресс-Центр»**

**Европейская Комиссия
Генеральный директорат по охране здоровья и защите прав
потребителей**

Научный комитет по питанию

**СОСТАВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ ПРОДУКТОВ
ПИТАНИЯ, КОТОРЫЕ ОБЕСПЕЧИВАЮТ
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПОСЛЕ ИНТЕНСИВНЫХ
МЫШЕЧНЫХ НАГРУЗОК, В ЧАСТНОСТИ ДЛЯ
СПОРТСМЕНОВ**

(Принято НКП 22/6/2000, исправлено НКП 28/2/2001)

Перевод А.Е. Ивановой

Редакторы перевода:
д.м.н. проф. Б.А. Поляев,
д.м.н. проф. С.А. Парастаев,
к.м.н. асс. И.Т. Выходец

I Содержание	4
1. Административная сводка	6
2. Границы полномочий	9
3. Эксперты-консультанты и документы	10
4. Основные вопросы для рассмотрения	10
5. Категории продуктов питания, которые обеспечивают восстановление энергии после сильных мышечных нагрузок, в частности для спортсменов	13
6. Категория А. Продукты питания богатые углеводами	14
6.1 Сведения общего характера	14
6.2 Питание до занятий спортом	16
6.3 Продукты питания, которые следует потреблять во время занятий спортом	18
6.4 Продукты питания, которые следует потреблять после занятий спортом	18
6.5 Состав и определение перечня продуктов питания, богатых углеводами	20
7. Категория В. Углеводно-электролитные растворы	
7.1 Сведения общего характера	21
7.2 Состав углеводно-электролитных растворов	21
7.3 Содержание углеводов: их концентрация и типы	22
7.4 Осмолярность	23
7.5 Состав и концентрация электролитов	25
7.6 Состав и определение перечня углеводно-электролитных растворов	26
8. Категория С. Белки и их компоненты	
8.1 Сведения общего характера	26
8.2 Обмен белков у занимающихся спортом на выносливость	27
8.3 Обмен белков у бодибилдеров и занимающихся силовым спортом	28
8.4 Состав и определение перечня продуктов питания, содержащих белки и их компоненты	30
9. Категория Д. Дополнения	
9.1 Категория 1. Необходимые питательные вещества	31
9.1.1 Сведения общего характера	31
9.1.2 Основные вопросы для рассмотрения	31
9.1.2.1 Концентрация энергообразующих питательных веществ	31
9.1.2.2 Спортивные факторы	32
9.1.2.3 Риск для здоровья, связанный с занятиями спортом	33
9.2 Минеральные вещества (К, Mg, Ca)	33
9.3 Микроэлементы	35
9.4 Витамины	36
9.4.1 Витамины, участвующие в процессе энергообмена (витамин В1, витамин В2, витамин В6, витамин В12, никотиновая кислота)	36
9.4.2 Антиоксиданты (витамин С, витамин Е, каротиноиды)	37
9.5 Необходимые жирные кислоты	37

9.6 Состав и определение перечня продуктов питания, содержащих в частности минеральные вещества, микроэлементы, витамины и необходимые жирные кислоты 38

10. Категория D. II Другие составляющие продуктов питания

10.1 Кофеин	38
10.2 Креатин	39
10.3 Карнитин	41
10.4 Триглицериды средней длины цепи - МСТ	42
10.5 Аминокислоты с разветвленной цепью – ВСАА	43
10.6 Состав и определение перечня продуктов питания, содержащих, в частности, кофеин, креатин, карнитин, МСТ и ВСАА	44

II Определения и аббревиатуры

Спортсмен	Общее обозначение спортсменов мужского и женского пола
УЭР	Углеводно-электролитные растворы
СНО	Углевод
Эргогенность	Тенденция к увеличению продолжительности физической или умственной работы
ФИФА	Международная Федерация Футбольных Ассоциаций
Индекс гликемии	Реакция крови после употребления в пищу 50 г обогащенного глюкозой продукта, не достигающая установленной кривой в течение 3 часов, выраженная в процентах по отношению к реакции крови в течение того же самого времени на такое же количество принятой внутрь глюкозы
МФСА	Международная федерация спортивных ассоциаций
Изотонический раствор	Относится к осмолярности жидкости организма (297 мОсм/кг воды)
КПБ (NPU)	Конечная переработка белков
Осмолярность	Количество частиц (молекул и ионов) на единицу молекулярного веса недиссоциированного раствора. Например: 180 гр. глюкозы на 1 кг. воды – 1 осмол с осмолярностью равной 1 Осм/кг
СПН	Стандарт потребления среди населения

1. Административная сводка

Директива Совета 89/398/ЕЕС по продуктам питания, регулирующая процесс потребления, в соответствии с поправкой Директивы 1999/41/ЕС, предусматривает принятие Комиссией специального свода указаний, касающихся продуктов питания, регулирующих процесс потребления в целях восстановления энергии после высоких мышечных нагрузок, в особенности для спортсменов. Для разработки данных директив Комиссия обратилась к Научному комитету по питанию (НКП) за помощью касательно вопросов характера, в случае необходимости - обязательного состава, а также других специальных требований, имеющих отношение к разрешению применения и соответствующему использованию продуктов питания.

Комитет изучил научную литературу по вопросам питания в спорте, а также ряд согласованных отчетов, подготовленных различными спортивными организациями, и пришел к выводу, что идея хорошо сбалансированной диеты для спортсменов сводится к удовлетворению их основных пищевых потребностей. Однако, принимая во внимание такие стороны интенсивных мышечных упражнений, как их интенсивность, продолжительность и частоту, а также особые ограничивающие факторы, такие, как время и комфорт, от определенных продуктов питания и их ингредиентов спортсмены могут получать большую пользу по сравнению с той, которая установлена для широкого населения диетическими нормами.

Более высокая, чем обычно, необходимость в получении энергии служит причиной того, что у спортсменов увеличивается потребление продуктов питания. Это может привести к изменению выбора пищи, образа питания, а также к желудочно-кишечным болям. Таким образом, употребление специально одобренных питательных продуктов и жидкостей поможет решить специфические проблемы, и за счет этого достичь оптимального пищевого баланса. Подобное положительное воздействие может быть оказано не только на группы спортсменов, которые подвержены регулярным, интенсивным и продолжительным мышечным нагрузкам, но и на другие целевые группы. Например, на занятых на профессиональном производстве, выполняющих тяжелый физический труд или работающих в крайне плохих экологических условиях, а также на лиц, подверженных чрезмерным физическим нагрузкам и переутомлению.

На основании данных соображений, были выделены и рассмотрены четыре категории продуктов питания. В некоторых случаях были сформулированы также обязательные требования.

- **Продукты питания богатые углеводами**

Согласие было достигнуто и по вопросам о существенной роли, которую играет потребление углеводов во время физической активности, то есть выполнения всех типов упражнений, в промежутки времени более одного часа. Подобные выводы основываются на том, что запас гликогена в печени и

мышцах важен для эффективного выполнения длительного и тяжелого упражнения, а также на том, что существует прямая связь между уровнем потребления углеводов и повторным синтезом мышечного гликогена после изнуряющих упражнений.

Принятие пищи в течение 24 часов после длительных и тяжелых физических упражнений по собственному усмотрению может привести к несоразмерному поступлению энергии, а особенно углеводов, и в результате к избыточному их возмещению. Поэтому в случае, если у спортсмена на восстановление после физических упражнений есть только 24 часа, оптимальное потребление углеводов должно быть описано в особых инструкциях, которые касаются вопросов выбора времени и способа поступления углеводов в организм (вместе с пищей и/или за счет обогащенных углеводами продуктов). В первую очередь рекомендуются углеводсодержащие продукты с высоким гликемическим индексом, которые должны обеспечивать пополнение в 10 г на кг массы тела во время восстановительного периода в 24 часа. Пополнение запаса углеводов должно начинаться незамедлительно после окончания спортивной встречи, достигать 1 г, а затем - 0,5 г на кг массы тела и происходить с часовым интервалом вплоть до следующего приема пищи, которая должна состоять из продуктов с высоким индексом гликемии.

В этой связи допускается употребление всех доступных углеводов, эффективно повышающих концентрацию глюкозы. Помимо диетических норм, предписывающих высокое содержание углеводов и низкое - жиров, специально разработанные обогащенные углеводами продукты питания могут быть полезны для достижения требуемого уровня потребления углеводов.

- **Углеводно-электролитные растворы (УЭР)**

Два фактора, которые в большей степени служат причиной усталости при выполнении физических упражнений, - это истощение в организме запаса углеводов и начало обезвоживания как следствия потери воды и электролитов с потом.

Существенная часть научных доказательств подтверждает предположение, что употребление в течение длительных упражнений жидкостей, содержащих углеводы и электролиты, а в особенности натрия, улучшает интенсивность работы заметнее, чем употребление обычной воды.

Оптимальная концентрация углеводов в напитке зависит от ряда факторов, среди которых потребность в воде (холодная или жаркая погода), интенсивность и тип упражнений [желудочно-кишечная впитывающая способность, осмолярность (скорость переваривания в желудке, а также впитывание воды в тонкой кишке), тип углевода - простой или полимер]. Поэтому рекомендованный диапазон колебаний составляет 80-350 ккал (335-1470 кДж) СНО/1000 мл напиток CES. Единственный электролит, входящий в состав напитков, потребляемых во время занятий спортом и дающий

физиологическое преимущество, это натрий. Концентрация натрия, равная 20-50 ммоль/л (460-1150 мг/л), доводит поглощение углеводов и воды в тонкой кишке до максимума и помогает поддержать объем внеклеточной жидкости. Доказательства, позволяющие придать другим компонентам статус необходимых ингредиентов, на сегодняшний день недостаточно убедительны.

- **Белки и их компоненты**

Как и Олимпийцы древности, современные спортсмены все еще полагают, что высокий уровень потребления белков необходим для достижения максимальных результатов. Для этого, однако, находится мало научно подтвержденных доказательств.

У занимающихся видами спорта на выносливость увеличение потребности в белке невелико, поэтому рекомендованная им доза достигает 1.2-1.4 г/кг массы тела в день. Диета, предполагающая потребление 10-11% белков от общего рациона, соответствует данному требованию, поскольку ежедневная потребность в энергии у спортсменов может быть в 2-3 раза выше, чем у людей, далеких от спорта. Использование белково-углеводных растворов или твердой пищи, богатой белками и углеводами, в период после тренировки может способствовать быстрому восстановлению запасов гликогена, растроченных в ее процессе.

Необходимое потребление белка занимающимися силовыми видами спорта на протяжении уже долгого времени не превышает 1.0-1.2 г/кг массы тела в день. У новичков, только приступивших к программе силовых тренировок, количество потребляемого белка увеличивается на минимальную величину и достигает рекомендованного уровня в 1.3-1.5 г/кг массы тела в день. Диета общего характера, предполагающая потребление 10-12% белков, может не содержать их необходимого количества, чтобы пополнить временную нехватку, если общее поступление энергии при такой диете достаточно низкое. Кроме того, не существует специальных научных доказательств, позволяющих дальнейшее повышение потребления белка и веществ, его дополняющих, до уровня в 3-6 г/кг массы тела в день, что часто происходит на практике. Таким образом, применение веществ, дополняющих свободные аминокислоты, не оказывает благотворного влияния на весь организм и на синтез белков, в частности по сравнению с потреблением сбалансированного состава белков вместе с пищей.

- **Дополнения**

По вопросам питательных микроэлементов в научных кругах было принято решение, что при сбалансированном диетой поступлении энергии необходимость в дальнейшем пополнении запасов микроэлементов, таких, как минеральные вещества, микроэлементы, витамины, отсутствует. В случае ограничения питания, что часто наблюдается в видах спорта, зависящих от

весовой категории, поступление в организм питательных микроэлементов может достигнуть минимального или дефицитного уровня, что в состоянии оправдать пополнение их запасов. Потребление таких минеральных веществ и витаминов, как магний, кальций, цинк и антиоксидантов – витаминов С, Е, а также каротиноидов, считается в процессе физических тренировок особенно важным. Пока научные доказательства необходимости потребления данных веществ свыше диетической нормы недостаточны или противоречивы. Верхние границы количества поступления в организм минеральных веществ и витаминов в данный момент рассматриваются НКП и в этом докладе отражены не были.

Наконец, было рассмотрено число других составляющих продукты питания, поскольку они также имеют непосредственное отношение к процессу физических тренировок. Пока только в случае кофеина и креатина существуют научно обоснованные данные о том, что эти вещества обладают эргогенным эффектом. Так, кофеин в количестве от 3 до 8 мг/кг массы тела повышает эффективность как краткосрочных, так и продолжительных интенсивных тренировок. А потребление креатина в количестве 2-3 г в день, по проверенным данным, повышает общее количество мышечного креатина и эффективность краткосрочных интенсивных тренировок.

Руководство Комитета хотело бы отметить, что данный доклад рассматривает физиологическую необходимость в потреблении и соответствующее нормам использование продуктов питания и их ингредиентов, которые обеспечивают восстановление энергии после значительных мышечных нагрузок. Вопросы безопасности при высоком уровне потребления определенных соединений, таких, как свободные аминокислоты, в докладе не учитываются. Верхние границы количества поступления в организм витаминов и питательных веществ в данный момент рассматриваются НКП. Комитет уже принял решение по вопросу безопасности кофеина (Заключение по кофеину, таурину и D-глюкуроно-гамма-лактону как составляющим так называемых «энергетических» напитков, сделанное 21 января 1999 года). Комитет рассматривает вопросы безопасности потребления креатина в отдельном докладе.

2. Границы полномочий

Научный комитет по питанию, разработавший данные указания, разъясняет вопросы характера, в случае необходимости - обязательного состава, а также другие специальные требования, имеющие отношение к разрешению применения и соответствующему использованию продуктов питания, которые обеспечивают восстановление энергии после интенсивных мышечных нагрузок, в частности для спортсменов.

На основе полученных рекомендаций Комиссия предполагает подготовить специальную директиву по продуктам питания и детально описать правила их потребления, что является необходимым согласно Директиве Совета 89/398/ЕЕС от 3 мая 1989 года, Директиве 1999/41/ЕС,

вносящей поправки, и производится в соответствии с законами государств-членов.

3. Эксперты-консультанты и документы

В разработке данных заключений, помимо Рабочей группы по питанию, принимали участие четыре эксперта:

а. Др. А. Берг, кафедра спортивной медицины, Университет г. Фрайбург, Германия

б. Проф. Р.Д.М. Моэн, Медицинский университет г. Абердин, Великобритания

с. Др. А.Д.М. Вагенмакерс, НИИ питания и токсикологии NUTRIM, Университет г. Маастрихт, Нидерланды

д. Проф. К. Уильямс, Кафедра физического воспитания и спортивных наук, Университет г. Логборо, Великобритания.

Комитет изучил опубликованные документы по вопросам питания в спорте, заключения Международного научного консенсуса МОК «Питание и спорт» 1991 года [49], Консенсуса ФИФА «Питание и футбол» от 1994 года [50], Консенсуса МФСА «Проблемы питания в современном спорте» 1995 года [104], а также провел ряд консультаций с экспертами из IDACE.

Комитет, кроме того, принял во внимание доклад Ассоциации диетического питания ЕС «Спортивное питание» [73].

4. Основные вопросы для рассмотрения

Питание оказывает существенное влияние на физическую активность. Эта связь становится более очевидной при условии интенсивных мышечных нагрузок. Как следствие, питание приобрело важнейшее значение для регулирования процесса занятий соревновательным спортом особенно сейчас, когда многие спортсмены достигли максимума в объемах и интенсивности тренировок. В среде спортсменов и спортивных врачей вновь возник интерес к роли питания и влиянию заболеваний желудочно-кишечного тракта на тренировочный процесс и здоровье.

Реалистичное заключение, сделанное в научной литературе, сводится к тому, что хорошо сбалансированная диета – основное требование, предъявляемое к спортсменам. Помимо этого, могут возникать специфические требования к питанию, что зависит от особенностей физического состояния конкретного атлета, которое формируется в процессе тренировок и соревнований. Однако открытым остается вопрос, до какой степени подобные специфические требования к питанию отличаются от диетических норм, установленных для всего населения.

Данный вопрос не должен быть ограничен кругом спортсменов, подверженных продолжительным интенсивным мышечным нагрузкам, но распространяться и на другие целевые группы, вовлеченные в регулярные или нерегулярные интенсивные физические занятия. К ним относятся

занятые на профессиональном производстве, работающие в службах спасения, военных организациях, на строительных площадках с крайне плохой экологией (высокие/низкие температуры). Множество людей, ведущих активный образ жизни и занимающихся любительским спортом, также подвержено чрезвычайно высокому утомлению. По данным последнего общеевропейского исследования, от 30 до 40% взрослых европейцев физически активны в среднем более 8 часов в неделю. Люди, образующие эту группу, включая тех, кто занимается спортом регулярно, и должны составлять целевую аудиторию, которой специальное спортивное питание окажет неоценимую пользу в деле поддержания здоровья и правильной организации тренировок, а также сведет до минимума риск несчастных случаев.

На протяжении последних 30 лет вопрос о необходимости получения питательных веществ сверх норм сбалансированной диеты обсуждался в рамках наук о питании и физической культуре. Стимулом для проведения исследований стал также быстро развивающийся рынок продуктов питания для спортсменов, а в особенности – углеводно-электролитных растворов. В то же время возрастал интерес к функциональным ингредиентам продуктов питания, которые способны стимулировать выносливость и активность организма. В этом смысле спортивное питание – хороший пример научно разработанной концепции, рассматривающей продукты и их ингредиенты, которые оказывают влияние на определенные физиологические функции.

Для научного обоснования потребления той или иной пищи, способствующей повышению интенсивности тренировок, следует, прежде всего, рассмотреть вопрос положительного побочного влияния продуктов питания и их ингредиентов, превышающего рекомендованный для спортивных тренировок уровень, учитывая при этом такие ограничивающие факторы, как время и комфорт.

Некоторые аспекты интенсивных мышечных нагрузок, такие, как длительность, степень интенсивности и частота, представляют особую важность. Основываясь на этих факторах, можно выделить основные категории продуктов питания, включая те из них, которые на определенное время увеличивают количество жидкости/энергии/питательных веществ в организме в целях улучшения результатов физического состязания прямо или косвенно, то есть сокращая время восстановления после нагрузки.

Первое и четкое различие в пищевых потребностях между теми, кто подвержен интенсивным физическим нагрузкам, и остальным населением, касается степени расхода энергии.

Расход энергии взрослого человека, мужчины или женщины, ведущего малоподвижный образ жизни, составляет 8.5-12.0 МДж (1825-2580 ккал) в день. Физическая активность во время тренировок или соревнований увеличивает ежедневный расход энергии на 2-4 МДж (430-860 ккал) за час занятий, в зависимости от физической кондиции человека, а также от продолжительности, интенсивности и типа самой активности. По этой причине лица, ежедневный расход энергии которых превышает

установленную норму, должны восстанавливать запас питательных веществ за счет увеличенного потребления продуктов питания. Потребность в получении большего количества энергии может быть удовлетворена благодаря избирательному потреблению стандартных продуктов питания. Многие спортивные мероприятия отличаются высокой интенсивностью соревнований. Вследствие этого расход энергии за короткий промежуток времени может быть чрезвычайно высок. Например, во время бега на марафонскую дистанцию тратится 10-12 МДж (2150-2580 ккал). В зависимости от скорости финиша, энергозатраты могут достигать около 3.2 МДж (688 ккал) в час для любителя и 6.3 МДж (1355 ккал) в час – для профессионала. Профессиональная велосипедная гонка, как Тур де Франс, предполагает расход энергии, достигающий 27 МДж (5800 ккал) в день, а в крайних случаях – 40 МДж (8600 ккал) в день [136].

Потребление для компенсации высоких энергозатрат обычной твердой пищи вызовет у спортсменов, принимающих участие в подобных соревнованиях, определенные проблемы, поскольку процессы пищеварения и всасывания питательных веществ во время физической активности существенно усложняются. Трудности такого рода не ограничиваются сроками проведения соревнований. В процессе интенсивных тренировок расходование энергии также значительно. Поэтому спортсменам следует чаще питаться в перерывах между основными приемами пищи, что должно обеспечивать около 40% от полного количества энергии, полученной за день, по сравнению с 25% у остального населения [159]. Такая еда между основными приемами пищи чаще всего представляет собой закуски, обладающие высокой энергетической ценностью, которые, однако, зачастую содержат много жира, но мало белков и питательных веществ. Подобный рацион может привести к дефициту питательных веществ в организме, если поступление энергии при этом сократится, что часто можно наблюдать на примере спортсменов-гимнастов.

Специально разработанные продукты питания и жидкости, которые легко усваиваются и быстро перерабатываются, могут решить данную проблему.

Помимо необходимости получения энергии, а также ограниченных времени и возможностей для процессов пищеварения и метаболизма, особенно важен правильный выбор веществ, активизирующих работу мускульного аппарата. От него зависят и метаболизм, и скорость расходования энергии. Максимально активная работа мышц достигается за счет поступления в мышечные клетки углеводов (СНО). Поэтому правильная диета включает в себя не только регулирование получения организмом энергии, но и правильный выбор ее источников, в особенности углеводов и жиров.

С другой стороны, у женщин-спортсменок, например гимнасток и балерин, в организм поступает очень незначительное количество энергии [159]. Отчасти это объясняется стремлением сократить получение энергии и уменьшить массу тела, а особенно массу жировых отложений. Поэтому

именно у этой группы спортсменов часто наблюдается нарушения пищеварительного процесса.

Низкое получение энергии организмом может при таких условиях привести к сокращению потребления необходимых питательных веществ, таких, как белки, железо, кальций, цинк, магний и витамины. Получение СНО может быть недостаточным для установления баланса углеводов, необходимого для тренировок.

Другая существенная разница между людьми, ведущими активный и малоподвижный образ жизни, заключается в высоком уровне выработке тепла и следующей за ней потере энергии с потом. Именно по этой причине важно, помимо восстановления запасов энергии и питательных веществ, обеспечить пополнение запасов жидкости и электролитов. Таким образом, для гомеостаза и оптимальной организации тренировочного процесса пополнение запасов жидкости (и электролитов) во время занятий спортом имеет важнейшее значение.

Наконец, со временем был выявлен ряд натуральных компонентов продуктов питания, которые, согласно доказательствам ученых, обладают эрогенными качествами. Например, включение в рацион относительно умеренных по сравнению со стандартной диетой количеств кофеина или больших количеств креатина может положительно сказаться на уровнях продолжительности и интенсивности тренировок. В этой связи неудивительно, что в разное время были популярны соблюдение неординарных диет и включение в рацион экзотических ингредиентов.

В противовес этому НКП изучил требования, предъявляемые к продуктам питания, потребление которых служит целям восстановления организма после интенсивных мышечных нагрузок, в частности для спортсменов. Комитет попытался определить ряд категорий продуктов питания и оценить научно обоснованную необходимость, а также наличие пользы от потребления, выходящего за рамки диетических и общепринятых норм. Где возможно, был обозначен перечень продуктов питания и даны критерии его состава.

Вопросы безопасности для здоровья в условиях высокого уровня потребления специальных продуктов питания и их составляющих рассмотрены не были.

5. Категории продуктов питания, которые обеспечивают восстановление энергии после сильных мышечных нагрузок, в частности для спортсменов

Продукты питания могут быть классифицированы, согласно представлениям об их желательной функциональной пользе для спортивной деятельности:

- A Продукты питания, богатые углеводами
- B Углеводно-электролитные растворы
- C Белки и их компоненты
- D Дополнения
- D1 Необходимые питательные вещества
 - D1-1 Минеральные вещества
 - D1-2 Микроэлементы
 - D1-3 Витамины
 - D1-4 Необходимые жирные кислоты
- D2 Другие составляющие продуктов питания
 - D2-1 Кофеин
 - D2-2 Креатин
 - D2-3 Карнитин
 - D2-4 Триглицериды средней длины цепи (МСТ)
 - D2-5 Аминокислоты с разветвленной цепью (BCAA)

Каждая из данных категорий подробно описана ниже.

6. Категория А. Продукты питания богатые углеводами

6.1 Сведения общего характера

Систематическое изучение связи между потреблением углеводов и способностью к выполнению физических упражнений началось более 60 лет назад. В серии исследований, рассматривающих связь между соблюдением диеты и максимальной выносливостью в велоспорте Кристенсен и Хансен [35] продемонстрировали, что промежуток времени до наступления полного изнеможения увеличивается при условии соблюдения в течение трех дней до тренировки диеты, включающей большое количество углеводов. В отличие от этого, время до наступления изнеможения (уровень выносливости) при соблюдении диеты с достаточным содержанием жиров и белков, но низким – углеводов, было гораздо короче. Два полученных отрезка времени также сравнили с продолжительностью подобной активности в период, когда спортсмены еще придерживались обычных диет смешанного характера.

Тридцать лет назад улучшение способности к физическим упражнениям объяснялось лишь в нескольких исследованиях, которые использовали технику пункционной биопсии для получения образцов мышечной ткани до, во время и после спортивных нагрузок [17, 16]. Бергшторм и его коллеги доказали, что утомление в процессе интенсивных нагрузок тесно связано с низким уровнем концентрации гликогена в мышцах. Те индивиды, которые приступали к выполнению упражнений, имея наибольший запас мышечного гликогена, могли заниматься велосипедным спортом дольше, чем те, у кого этот запас оказался невелик. Поэтому, чтобы увеличить запасы гликогена в мышцах перед длительными нагрузками и за счет этого повысить выносливость организма, были разработаны специальные диеты и комплексы

упражнений [2, 140]. На основе большинства исследований, в процессе которых диета с высоким содержанием углеводов соблюдалась спортсменами в дни, предшествующие длительным и интенсивным нагрузкам, был сделан вывод о повышении выносливости во время последующего выполнения упражнений [4, 22, 63, 115 и 134]. Однако существуют исследования, которые эти данные опровергают [99, 140].

Преимущества потребления большого количества углеводов подтверждаются тем, что в данном случае при длительном выполнении упражнений с максимальной активностью время наступления утомления наступает значительно позже. Однако, когда от участников состязаний требуется покрыть определенную дистанцию за максимально короткий промежуток времени (например, забег на выносливость), помимо запасов гликогена в мышцах, возникают и другие факторы, которые определяют качество выступления атлета. Например, скорость забега обуславливается размером затрат кислорода, а также уровнем подготовленности спортсмена, принимающего участие в соревновании на выносливость. Обычных запасов мышечного гликогена у спортсмена, как правило, хватает, чтобы обеспечить процесс метаболизма в мышцах в течение около часа напряженной тренировки. Это было продемонстрировано в исследовании, представленном Шерманом и коллегами, которые предлагали хорошо подготовленным бегунам преодолеть дистанцию в 20.9 км после соблюдения либо диеты, обогащенной углеводами, либо обычной диеты смешанного характера. Различий во времени, которое потребовалось для преодоления данной дистанции, выявлено не было (у обеих категорий атлетов это заняло примерно 83 минуты), даже несмотря на то, что у групп спортсменов перед забегом наблюдались заметная разница в запасе мышечного гликогена. Помимо этого, из последних, а также из более ранних исследований такого характера [81] вытекает, что высокий уровень содержания гликогена в мышцах перед началом соревнований не способствует быстрому бегу в начале дистанции, но помогает атлетам сохранять набранную скорость в течение более долгого времени. Именно эта способность поддерживать скорость бега и позволяет добиваться лучших результатов. Таким образом, высокое потребление углеводов способствует улучшению спортивных результатов только в том случае, если продолжительность гонки требует большого расходования запасов мышечного гликогена. Это наблюдение подтверждается и для длительных и напряженных спортивных игр с постоянно меняющимся уровнем нагрузок, как, например, футбол, регби или хоккей [115, 179].

Спортсменам, часто участвующим в соревнованиях на выносливость, требуется меньше мышечного гликогена, чем менее натренированным атлетам при выполнении физических упражнений одинаковой интенсивности. Большие аэробные способности скелетных мышц таких спортсменов позволяют организму сжигать в процессе метаболизма более значительное количество жира, что приводит к сокращению расхода гликогена. И все же таким атлетам, чтобы переносить ежедневные

напряженные тренировки, следует придерживаться диеты с высоким содержанием углеводов, поскольку наличие мышечного гликогена является необходимым условием для выполнения длительных упражнений высокой интенсивности.

Специалисты по здоровому питанию рекомендуют соблюдать диету, при которой около 50% ежедневного поступления энергии обеспечивается углеводами. Таким образом, ежедневное поступление энергии размером примерно в 10.5 МДж (2500 ккал) обеспечит получение организмом 310 г углеводов, или 4.5 г углеводов на кг массы тела для человека массой в 70 кг. Этот уровень и является необходимым, чтобы вести активный образ жизни и заниматься любительским спортом, не вызывающим чрезмерного утомления. Однако для ежедневных занятий средней интенсивности, которые длятся не более часа, необходимо потребление углеводов, равное 5-6 г/кг массы тела. Это количество углеводов можно обеспечить, изменив состав диеты и включив в нее больше углеводосодержащих продуктов. И все же в спорте, где утомление ограничивает продолжительность выступления, соблюдение диеты с высоким содержанием углеводов поможет как любителям, так и профессионалам, готовящимся к соревнованиям. В течение такого периода подготовки рекомендуется ежедневное поступление энергии, примерно 70% которой обеспечивается углеводами [49]. Поэтому, чтобы накопить достаточный запас гликогена в мышцах и печени до периода спортивной активности, необходимо потреблять продукты питания, в сумме обеспечивающие достаточное количество углеводов.

Ниже следует краткое изложение сути способов питания, предназначенных для подготовки к спортивным соревнованиям, а также для восстановления организма после занятий спортом и физической культурой.

6.2 Питание до занятий спортом

Современный метод получения достаточного количества углеводов в течение недели, предшествующей соревнованиям, заключается в постепенном, день за днем, сокращении интенсивности тренировок, а также увеличении потребления углеводов до 600 г в день за 4 дня до начала состязаний [140]. Вследствие соблюдения диеты концентрация мышечного гликогена по сравнению с нормальным уровнем, наблюдающимся в состоянии покоя, возрастает. Стоит отметить, что рекомендованное количество углеводов может не подходить для женщин-спортсменок, поскольку для многих оно будет приравниваться к уровню ежедневного поступления энергии в целом (около 10 МДж, или 2400 ккал). Именно поэтому целесообразно определять ежедневное количество необходимых углеводов в граммах на килограмм массы тела. Рекомендуемая ежедневная доза углеводов, выраженная таким образом, составляет от 9 до 10 г/кг массы тела в течение дней, непосредственно предшествующих соревнованиям.

Потребление вслед за углеводами [132] разнообразных продуктов питания, содержащих гликоген, также эффективно для увеличения уровня

его концентрации в мышцах, а также для повышения выносливости при беге на длинные дистанции [4, 22, 63, 115, 134]. Однако, согласно одному из исследований, перед физическими нагрузками предпочтительнее употреблять продукты с углеводами, имеющими низкий индекс гликемии (Таблица 1), так как они способствуют замедленной выработке глюкозы, активизирующей метаболизм в мышцах [150]. Логически, как звучит само это предположение, гипотеза о том, что для спортивных состязаний более выгодным является потребление с пищей углеводов с низким индексом гликемии, во время последних тестирующих забегов и велосипедных заездов обоснована не была [55, 175].

Таблица 1.

Примеры средних индексов гликемии у обычных продуктов

<u>Хлеб и крупы</u>		<u>Фрукты</u>			
Рис мгновенного приготовления	91	Арбуз	72	Молоко	32
Пшеничный хлеб, белый	70	Ананас	66	обезжиренное	
Хлеб, цельная пшеница	69	Изюм	64	Молоко цельное	27
Кукуруза	68	Банан	53		
Рис, белый	56	Виноград	52	<u>Закуски</u>	
Рис, коричневый	55	Апельсин	43	Сдоба из рисовой муки	82
Хлеб, разные злаки	45	Груша	36	Желе	80
Макаронны, белые	41	Яблоко	36	Кукурузные чипсы	73
Макаронны, цельная пшеница	37			Конфеты	68
Ржаной хлеб	34	<u>Овощи, содержащие крахмал</u>		Сдоба из пшеничной муки	67
Перловая крупа	25	Картофель печеный	83	Попкорн	55
<u>Завтраки, каши</u>		Картофель мгновенного приготовления	83	Овсяное печенье	55
Кукурузные хлопья	84	Картофельное пюре	73	Картофельные чипсы	54
Воздушный рис	82	Морковь	71	Шоколад	49
Хлопья с виноградом и орехами	80	Сладкий картофель	54	Сдоба из банановой муки	47
Пшеничная соломка		Зеленый горошек	48	Арахис	14
Сухофрукты и орехи	67				
Овсяная каша	61	<u>Бобовые</u>		<u>Сахар</u>	
Мюсли	52	Фасоль отварная	48	Мед	73
Отруби	42	Горох	33	Сахароза	65
		Фасоль консервированная	31	Лактоза	46
		Чечевица	29	Фруктоза	23
		Фасоль обыкновенная	27		
		<u>Молочные продукты</u>		<u>Напитки</u>	
		Мороженое	61	Спортивные напитки	95
		Йогурт, низкое содержание жира	33	Легкие напитки	68
				Апельсиновый сок	57
				Яблочный сок	41

Продукты питания расположены в порядке уменьшения индекса гликемии. Индекс гликемии был рассчитан, исходя из того, что у глюкозы он равен 100 G1. Таблица основана на исследованиях Фостера-Пауэлла и Брэнда Миллера [59].

КОММЕНТАРИЙ: приведенные индексы гликемии не являются постоянными величинами. Чаще всего они варьируются в зависимости от процесса производства и приготовления продуктов питания. Например, для пшеничного хлеба из белой муки 5 исследований дают результат 70 ± 0 , для хлеба из цельной пшеницы 12 исследований дают результат 69 ± 2 .

Пища, съеденная не позже, чем за 2-3 часа до начала тренировки, должна легко перевариваться и содержать высокий процент углеводов. В отличие от соблюдения поста в преддверии физических нагрузок, следование именно этим рекомендациям в вопросах диеты приводит к повышению выносливости в течение забегов и велосипедных гонок [36, 181].

6.3. Продукты питания, которые следует потреблять во время занятий спортом

Питание в течение упражнений является обыкновением только для нескольких видов спорта. Например, велосипедисты и каноисты на длинных дистанциях, а также триатлонисты, во время гонок потребляют разные виды пищи, чтобы получить вместе с ней углеводы. Высокоэнергетические закуски и кондитерские изделия – самые популярные виды еды, поскольку они предоставляют необходимое количество калорий и их удобно переносить. Потребление углеводно-электролитных растворов помогает получить необходимую для предотвращения обезвоживания жидкость, а также замедлить процесс утомления [106, 153]; (см. главу об углеводно-электролитных растворах).

6.4 Продукты питания, которые следует потреблять после занятий спортом

В отличие от правильного питания до соревнований, процессу потребления продуктов питания во время восстановительного периода было уделено гораздо меньше внимания. Чтобы спортсмены могли тренироваться или участвовать в соревнованиях ежедневно, им необходимо быстро восстанавливаться после высоких нагрузок. Пополнение запасов гликогена в мышцах и печени – обязательное для этого условие. Недостаточная скорость данного процесса мешает спортсменам выдерживать длительные и интенсивные физические упражнения [43]. Повторный синтез гликогена происходит особенно активно в течение первых часов после соревнований [125]. Поэтому потребление углеводов сразу после прекращения спортивной деятельности, в отличие от ситуаций, когда это потребление откладывается во времени, приводит к более высокому уровню синтеза гликогена [74, 83]. Обеспечение организма углеводами, что является необходимым условием синтеза гликогена, также стимулирует выработку инсулина, который увеличивает поглощение глюкозы мышцами. Возросший уровень

поступления глюкозы в мышцах - посттренировочный феномен, он является следствием активации транспортирующих глюкозу белков (GLUT 4, или транспортеры глюкозы) [76]. Поэтому не удивляет тот факт, что наиболее эффективными для быстрого синтеза гликогена углеводсодержащими продуктами питания являются те, которые имеют высокий индекс гликемии, так как они не только обеспечивают получение организмом глюкозы, но и стимулируют резкое увеличение в плазме концентрации инсулина [28, 85]. Присутствие инсулина в организме спортсмена после физических нагрузок дополняет действие транспортирующих белков GLUT 4, увеличивая их количество в течение восстановительного периода [76].

Потребление углеводов количеством примерно 1 г/кг массы тела немедленно после окончания упражнений и каждые 2 часа в течение 6 часов восстановительного периода увеличивает повторный синтез мышечного гликогена (50%) по сравнению с тем уровнем, который мог бы быть достигнут, минуя потребление углеводов [75]. Поступление в организм углеводов в количестве, значительно превышающем 1 г/кг массы тела (например, 2 или 3 г), не ведет за собой дальнейшего увеличения синтеза мышечного гликогена в первые часы после спортивной нагрузки. Однако, существуют доказательства следующего: если к рекомендованному объему углеводов добавить белок, это вызовет дальнейшее увеличение синтеза гликогена [182]. Объясняется этот процесс высоким притоком углеводов в клетки мышц, вызванным возросшей концентрацией циркулирующего инсулина. Отдельные аминокислоты также обладают способностью заметно увеличивать концентрацию инсулина [58]. Как показали последние исследования, комбинация углеводов и белков (гидролизаты и/или аминокислоты) максимизирует посттренировочный синтез гликогена в мышцах по сравнению с потреблением только углеводов [162].

Концентрация мышечного гликогена, полученная в течение восстановительного периода, пропорциональна общему количеству потребленных углеводов. Диаграмма 1 показывает зависимость между количеством углеводов, потребленных в течение 24 часов восстановительного периода, и размером концентрации мышечного гликогена.

Зависимость между количеством потребленных углеводов и концентрацией мышечного гликогена

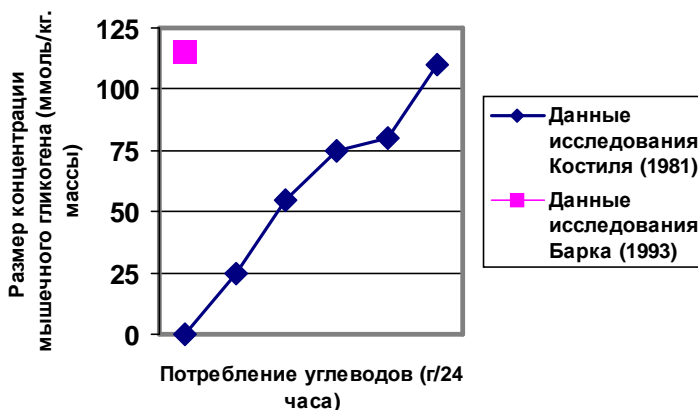


Диаграмма 1. Изучение 24-часового восстановительного периода и изменений концентрации мышечного гликогена в зависимости от потребления углеводов.

После следования рекомендации пополнить запасы мышечного гликогена возникает естественный вопрос: будет ли также восстановлено качество спортивного выступления? Доступные исследования показывают, что соблюдение в течение периода восстановления основанной на углеводах диеты помогает сохранить выносливость при последующих занятиях спортом. Например, увеличивая потребление углеводов от 5 до 9-10 г/кг массы тела в течение 24 часов восстановительного периода, бегуны на длинные дистанции смогли повторить результат 90-минутного забега, совершенного за сутки до этого. С другой стороны, когда они потребляли стандартное количество углеводов вместе с дополнительными белками и жирами, чтобы таким образом приравнять сумму полученной энергии к той, которая наблюдается при углеводсодержащей восстановительной диете, спортсмены оказывались неспособными повторить результат 90-минутного забега [53]. Было также доказано, что при восстановлении после длительного спортивного выступления с неоднородной нагрузкой диета, содержащая большое количество углеводов, помогает увеличить выносливость в течение последующих физических нагрузок [4, 115]. Таким образом, исследователи приходят к выводу, что именно дополнительное количество углеводов в восстановительной диете, но не получение энергии вместе с жирами и белками, является фактором, определяющим скорейшее обретение прежней физической формы.

6.5 Состав и определение перечня продуктов питания, богатых углеводами

Продукт должен обеспечивать, по крайней мере, 75% углеводов, поскольку они являются основными источниками энергии (% энергии). Если это напиток, то концентрация углеводов должна превышать 10% от общего объема. Минимум 75% энергии должно быть получено из углеводов, участвующих в метаболизме, к которым относятся вещества с высоким индексом гликемии, такие, как глюкоза, полимеры глюкозы, а также другие углеводы с подобными свойствами.

Кроме того, такие продукты могут содержать по крайней мере 0.05 мг витамина В1 (тиамина) на 100 ккал, обеспеченного за счет углеводов (минимум 0.2 мг витамина В1 на 100 г углеводов).

7. Категория В. Углеводно-электролитные растворы

7.1. Сведения общего характера

Цель, которую преследует спортсмен, потребляя напитки до, в течение и после тренировок и соревнований, - улучшить результаты своего выступления. Этого можно достичь, минимизируя влияние факторов, которые вызывают утомление, а также ухудшают выполнение требующих квалификации задач. Два фактора, по всеобщему признанию, больше всего влияющие на развитие усталости при выполнении физических упражнений, - это истощение в организме запасов углеводов и начало обезвоживания, обусловленного потерей воды и электролитов с потом [102]. Следовательно, существуют объективные причины для того, чтобы применять напитки, содержащие добавки углеводов и электролитов.

Коммерчески разработанные спортивные напитки служат выполнению сразу нескольких задач, включая снабжение организма дополнительными источниками энергии, предотвращение обезвоживания и содействие восстановлению после занятий спортом.

7.2. Состав спортивных напитков (углеводно-электролитных растворов)

Основные компоненты спортивных напитков, которые могут изменять свои функциональные свойства, названы в Таблице 2.

Таблица 2

Переменные, которые могут быть использованы для изменения функциональных характеристик спортивного напитка
- Содержание углеводов: концентрация и тип
- Осмолярность
- Состав и концентрация электролитов
- Другие ингредиенты (такие, как кофеин, см. категорию D2)

7.3. Содержание углеводов: их концентрация и типы

На основе многих исследований было доказано, что потребление глюкозы в течение длительных и интенсивных физических нагрузок, может предотвратить развитие гипогликемии, устанавливая или повышая циркуляцию концентрации глюкозы. Положительные эффекты от потребления углеводов были выявлены на примере велосипедного спорта, а также легкой атлетики (бег). Этот эргогенный эффект экономного использования ограниченных запасов мышечного гликогена может достигаться за счет окисления получаемых углеводов, основная выгода от потребления которых заключается в их способности дополнять эндогенные резервы на заключительных стадиях физической активности [44]. По итогам изучения микроэлементов стало ясно, что значительная часть углеводов, потребленных во время занятий спортом, подвергается окислению. И все же скорость процесса окисления ограничена и составляет 1 г в минуту даже при условии, что внутрь принимаются большие количества углеводов [168].

Обеспечивая мышцы дополнительной энергией, добавление углеводов в напиток может активизировать абсорбцию воды в тонкой кишке. Иногда при потреблении углеводно-электролитных растворов сложно разграничить функцию поставки воды от поставки электролитов и дополнительных веществ в организм, но Белоу с помощниками [8] доказали, что потребление воды и углеводов имеет специальные и кумулятивные эффекты на спортивное выступление. Большинство авторов изученной литературы пришло к тому же заключению [92, 113, 102, 106]. Многие типичные углеводы, такие, как глюкоза, сахароза и олигосахариды, эффективны для поддержания уровня глюкозы в крови, а также для улучшения качества выносливости. Замена полимеров глюкозы на глюкозу увеличит содержание углеводов без повышенной осмолярности и, кроме того, может давать вкусовые преимущества. Однако по доступным научным данным, использование полимеров, в отличие от свободной глюкозы, не изменяет реакцию организма на глюкозу и не оказывает влияние на спортивное выступление, причем те же самые тенденции прослеживаются при применении сахарозы и других сахаросодержащих смесей. Согласно некоторым исследованиям, растворы полимеров глюкозы с длинной цепью активнее используются в работе мускулов во время физической нагрузки, чем растворы глюкозы и фруктозы, однако по другим данным, разницы между скоростью окисления глюкозы и ее полимеров нет. Мэссикот [101] все же обнаружил, что во время спортивного выступления принятая внутрь фруктоза подвергается меньшему окислению, чем глюкоза или ее полимеры.

По предположению, смеси глюкозы и фруктозы в равных пропорциях имеют некоторые преимущества: если эти два вещества потреблять в комбинации друг с другом, увеличивается общий уровень экзогенного окисления углеводов. Высококонцентрированная фруктоза менее предпочтительна для применения, поскольку может вызвать желудочно-кишечные расстройства. Польза от включения в состав напитков некоторых

углеводов, таких, как глюкоза, сахароза и мальтодекстрин, заключается в улучшении вкусовых качеств, которые могут увеличить количество потребления и, при ограничении осмолярности и обеспечении наличия некоторого числа транспортабельных растворенных веществ, максимизацию скорости абсорбции сахара и воды в тонкой кишке [141].

Оптимальная концентрация углеводов, которая должна быть установлена в напитках, зависит от индивидуальных особенностей. Высокая концентрация может задержать процесс усвоения в желудке, сокращая тем самым количество жидкости, доступной для абсорбции, но увеличить скорость распространения углеводов в организме. Если концентрация достаточно высока и явно образует гипертонический раствор, последует общая секреция воды в кишечник, что резко повысит риск обезвоживания. Высокие концентрации углеводов (>10%) могут также привести к желудочно-кишечным расстройствам. При потреблении напитков, прежде всего, для получения источника энергии во время соревнований, повышение концентрации углеводов увеличивает их поступление к месту абсорбции в тонкой кишке. После определенного уровня, однако, обычное увеличение их количества не вызывает дальнейшего повышения скорости окисления экзогенных углеводов [168]. Разбавленные глюкозо-электролитные растворы могут быть так же, если не более, эффективны для улучшения спортивного выступления, как и концентрированные жидкости, а добавление в них до 90 ммоль/л. (16 гр./л.) глюкозы может способствовать повышению выносливости [105].

7.4. Осмолярность

Вошло в привычку относить углеводно-электролитные спортивные напитки к изотоническим растворам, хотя напряжение мышц, которое они вызывают, было их основной характеристикой. Осмолярность потребляемых жидкостей является очень важным фактором, так как она оказывает влияние и на процесс пищеварения в желудке, и на поступление воды в кишечник: оба эти процесса в равной степени определяют эффективность регидратации жидкостей, а также скорость поступления воды для этой регидратации. Высокая осмолярность веществ, которые находятся в желудке, будет способствовать замедлению пищеварения, а повышение доли углеводов или электролитов в спортивном напитке в свою очередь приведет к увеличению осмолярности. Состав напитков и природа растворенных в нем веществ, однако, имеют гораздо большее значение, чем сама по себе осмолярность [102].

Хотя осмолярность определена как важнейший фактор, влияющий на переваривание жидких продуктов, изменения концентрации натрия или калия не определяют скорость опустошения желудка, даже если они настолько велики, что существенно меняют осмолярность пищи в целом [130]. Эффект возрастания осмолярности часто наблюдается во время исследований питательных растворов, а особенно важным фактором, влияющим на процесс

опустошения желудка, является их энергетическая ценность. Вист и Моэн [164] доказали, что, когда растворы полимеров глюкозы замещаются на растворы свободной глюкозы с той же самой энергетической ценностью, происходит ускорение процесса пищеварения. При низких уровнях концентрации этот эффект невелик (около 40 г/л), но он становится ощутимее при высоких концентрациях (180 г/л); когда осмолярность одинакова (как в 40г/л растворе глюкозы, так и в 180 г/л растворе полимера), энергетическая ценность приобретает гораздо более важное значение для процесса пищеварения. Этот эффект принимается во внимание, когда после физической нагрузки необходимо восстановить ощутимые энергозатраты, но он не играет особенной роли во время самих упражнений, когда потребляются в большей степени разбавленные напитки. Абсорбция воды происходит в верхнем отделе тонкой кишки, и, хотя движение воды само по себе является пассивным процессом, обусловленным осмотическими особенностями, оно тесно связано с передвижением по организму растворенных веществ. Осмолярность играет ключевую роль в регуляции движения воды по верхним отделам тонкой кишки. Суммарный поток обуславливается осмотическими особенностями взаимодействия таких факторов, как энергопоглощающие элементы и клеточная жидкость кишечника. Абсорбция глюкозы – активный, требующий больших энергозатрат процесс, связанный с распространением в организме натрия. Уровень поглощения глюкозы зависит от концентраций глюкозы и натрия, в то время, как разбавленные глюкозо-электролитные растворы с осмолярностью, которая из-за плазмы приобретает гипотонический характер, максимизируют уровень поглощения воды. Растворы с очень высокой концентрацией глюкозы не обязательно приведут к повышенному поглощению глюкозы по сравнению с разбавленными растворами, но из-за их высокой осмолярности обусловят движение жидкости в кишечный просвет [62]. Все это приведет к эффективной потере организмом жидкости и усилит любое существующее обезвоживание. Другие сахара, такие, как сахароза или полимеры глюкозы, могут быть замещены глюкозой, не вызвав ослабления ее поглощения, а также поглощения воды, и могут способствовать увеличению общего количества транспортабельных веществ без повышения показателя осмолярности. В отличие от этого, изо-энергетические растворы фруктозы и глюкозы – изоосмотические, а абсорбция фруктозы в организме человека не является активным процессом: она поглощается медленнее, чем глюкоза, и не активизирует поглощение воды. Использование различных сахаров, которые абсорбируются разными механизмами и поэтому могут активизировать поглощение воды, поддерживается в последних работах, посвященных изучению перфузии кишечника [141]. Хотя большая часть спортивных напитков создается так, чтобы максимально походить на естественные жидкости в организме, и объявляется изотоническими, существуют доказательства того, что гипотонические растворы более эффективны в случаях, когда желательна быстрая регидрация. Хотя оспаривается тот факт, что невозможно избежать

повышения осмолярности при включении в состав спортивных напитков необходимого количества углеводов, оптимальная для улучшения качества спортивного выступления сумма последних еще не была определена.

7.5. Состав и концентрация электролитов

Единственный электролит, который добавляют в напитки, потребляемые в течение спортивных нагрузок, и который дает физиологическое преимущество атлету, это натрий. Натрий стимулирует поглощение углеводов и воды в тонкой кишке и способствует сохранению объема внеклеточной жидкости. Большинство напитков, типа колы и лимонадов, практически не содержат натрия (1-2 ммоль/л). Спортивные напитки обычно содержат около 10-30 ммоль/л натрия. Растворы для оральной регидратации, предназначенные для лечения вызванного диареей обезвоживания, которое может стать фатальным, обладают концентрацией натрия в 30-90 ммоль/л. Если продолжительность физических упражнений превышает 3-4 часа, добавление в раствор натрия помогает избежать образования его недостатка в организме, что часто происходит при потреблении жидкостей, содержащих низкое количество натрия. Добавление солей натрия может понадобиться при чрезвычайно долгих нагрузках, которые сопровождаются большими потерями пота и при которых возможно потребление большого количества жидкости.

Регулирование баланса жидкостей и электролитов является важной частью процесса восстановления, особенно когда через некоторое время ожидается возобновление спортивных нагрузок. Количество выделенной в течение нескольких часов после окончания соревнований мочи находится в обратной пропорциональности к доле натрия в потребленной до этого жидкости и в прямой зависимости от общего баланса натрия и общего баланса воды [103]. Только когда содержание натрия превышает 50 ммоль/л, субъекты не страдают от его нехватки, а также от недостатка жидкости в течение периода восстановления. Ширеффс [142] доказал, что потребление даже в два раза большего по сравнению с потерей пота количества жидкости, не позволяет спортсменам дольше, чем 2 часа, оставаться в позитивном балансе жидкостей, если содержание натрия в напитках было низким (20 ммоль/л). Повышение доли натрия до 60 ммоль/л позволяло субъектам сохранять достаточное количество воды, если жидкости потреблялось в 1.5-2 раза больше по сравнению с потерей пота.

Существуют спекуляции по поводу того, что калий, основной катион в межклеточном пространстве, вызывает после физической нагрузки перемещение внеклеточной жидкости, а также необходимость регидрации [114]. Калий, как правило, присутствует в коммерческих спортивных напитках в количествах, приближающихся к показателям концентрации калия в поте и плазме. Однако, чтобы официально одобрить включение этого элемента в состав спортивных напитков, научных доказательств слишком мало. Несмотря на то, что присутствуют потери калия вместе с потом (около

3-7 ммоль/л), увеличение концентрации циркулирующего калия – нормальное явление, сопутствующее физическим нагрузкам. Поэтому дальнейшее его потребление не представляется полезным. Похожая ситуация существует и с восстановлением запасов магния. Несмотря на всеобщее мнение, что вызванные спортивными упражнениями спазмы – следствие понижения концентрации магния в плазме, для его экспериментального обоснования находится мало доказательств. Небольшое уменьшение концентрации магния в плазме обычно наблюдается в течение соревнований, но этот процесс является результатом перераспределения запасов магния в организме. Таким образом, для включения этого элемента в спортивные напитки оснований нет [106].

7.6 Состав и определение перечня углеводно-электролитных растворов

Напиток должен снабжать организм углеводами как основными источниками энергии, он также должен эффективно содействовать сохранению и восстановлению водного баланса.

Чтобы достичь такого результата, энергетическая ценность напитков должна находиться в пределах от 80 ккал/1000мл до 350 ккал/1000мл. По крайней мере, 75 % энергии должно быть получено из углеводов, участвующих в метаболизме и характеризующихся высоким индексом гликемии. Это, например, глюкоза, ее полимеры и сахароза. Кроме того, эти напитки должны содержать от 20 ммоль/л (460 мг/л) до 50 ммоль/л (1150 мг/л) натрия. Они могут покрывать осмолярность от 200 до 330 мОсм/кг воды. Напитки с осмолярностью около 300 мОсм/кг воды \pm 10% колебаний (270-330 мОсм/кг воды) могут быть определены как изотонические.

8. Категория С Белок и белковые компоненты

8.1. Сведения общего характера

На протяжении долгих лет, со времен Древней Греции до наших дней спортсмены и их тренеры верили, что ежедневная потребность в белках у занимающихся силовым спортом и спортом на выносливость повышена. Причины увеличенного потребления белка у занимающихся силовым спортом и спортом на выносливость различны. Предполагается, что при упражнениях на выносливость гипертрофия мышц и увеличение силы может достичь максимума только в том случае, если количество поступающего с пищей белка большое. Однако среди ученых этот вопрос является предметом длительных дискуссий, так как остается неясным, какие основные физиологические процессы ведут к увеличенной метаболической потребности в белках. В этом отношении существует большая разница, сравнимая с эффектом увеличения потребления углеводов, что было показано для улучшения результатов при упражнениях на выносливость, как

при резком потреблении, так и при увеличении содержания углеводов в диете.

Вызывают беспокойство возможные отдаленные, опасные для здоровья последствия потребления 2-4 г белка на килограмм, такие как ослабленная функция почек и/или отрицательный баланс кальция. Однако в этих вопросах отсутствуют научные доказательства и согласие.

8.2. Обмен белков у занимающихся спортом на выносливость

В 1840-х годах немецкий физиолог фон Либих (von Liebig) предположил, что мышечный белок является основным средством для сокращения мышц. [165]. Идеи фон Либиха стали причиной появления в 19 и 20 веках представления о том, что потребность в белке у рабочих, ежедневно подвергающихся тяжелым физическим нагрузкам и тратящих большое количество энергии, увеличена, и, следовательно, они должны есть больше мяса и иметь богатый белками рацион. В конце 19 века гипотеза о белке как основном «топливе» для физических упражнений была признана неверной, так как в 1866 году изучение регулируемого азотного баланса не смогло выявить существенного увеличения потерь азота во время и после физических упражнений. Кроме того, большинство научных исследований по контролируемому балансу азота, описанных в современной литературе, показывает, что тренированные спортсмены, привыкшие к большим потерям энергии (например, 125 км бега в неделю [144] либо несколько дней занятий велоспортом с расходом энергии 25 МДж в день) могут поддерживать позитивный или нулевой азотный баланс на диетах, содержащих 1,0 – 1,4 г белка на килограмм массы тела в день [65, 107, 24, 61, 144, 96]. Лишь если спортсмен воздерживался от еды накануне вечером или более длительный период, то упражнения могут привести к повышенным затратам азота.

В итоге опыт научных работ по изучению азотного баланса выдвигает в качестве возможного обстоятельства небольшое увеличение и, вследствие этого, рекомендуемое ежедневное потребление у занимающихся спортом на выносливость увеличивается с 1,2 до 1,4 г. на килограмм. Диета, содержащая 10-12% Еп-белка, имеет его достаточно, чтобы отвечать требованию небольшого увеличения количества белка, так как ежедневный расход энергии у занимающихся спортом на выносливость может быть в 2-3 раза выше, чем у обычных людей.

С введением стабильных изотопных аминокислот, стали доступны новые методы исследования белкового обмена и его составляющих (окисление белка, синтез белка и распад белка) во время упражнений. Результаты исследований на начальных этапах [180], где использовались лейциновые индикаторы, дали повод предположить, что окисление белка повышено, а синтез белка во всем теле человека понижен во время упражнений (что было косвенно подсчитано как отделение белка минус окисление белка). Однако прямые подсчеты синтеза мышечного белка не показали разницы между отдыхом и физическими упражнениями [29]. Другой показатель окисления

белка, образование мочевины во всем теле, был одинаков при отдыхе, при трех часах «бегущей дорожки» подряд при 40% VO_{2max} и при одном часе упражнений при 70% VO_{2max} . Не так давно Вагенмейкерс (Wagenmakers) и другие [169] провели опыт с тремя индикаторами у хорошо натренированных спортсменов, принимающих углеводы (обычная практика у спортсменов) во время шестичасовых упражнений (велоспорт-бег-велоспорт) при 50% VO_{2max} . В соответствии с Вольфом (Wolfe) [180], лейцин как индикатор выявил, что при упражнениях окисление белка выше в 2-3 раза. Однако другие индикаторы не смогли подтвердить этого. Это демонстрирует, что связанные с обменом веществ потребности занимающихся спортом на выносливость в поступающем с пищей белке существенно не возросли.

Недавние исследования показали, что комбинированное потребление глюкозы и белка увеличивает степени повторного синтеза гликогена и плазминогена после физических упражнений (см. также раздел «Продукты питания, богатые углеводами»).

Подсчеты, основанные на темпах повторного синтеза гликогена, измеренных в лабораторных условиях, показывают, что запасы гликогена полностью восстанавливаются через 16-20 часов после упражнений, и что комбинированное потребление белка может ускорить повторный синтез гликогена до 4-8 часов [170]. Данный эффект комбинированного потребления белка мог бы объяснить увеличение связанной с обменом веществ потребности в белке у занимающихся спортом на выносливость и дать разумное обоснование увеличению Рекомендованной Суточной Нормы. Необходимо провести дальнейшие исследования, чтобы сделать вывод, сколько дополнительного белка требуется для достижения данного эффекта и нужно ли увеличенное потребление белка при любом приеме пищи после упражнений или только в ограниченный период времени после упражнений. В последнем случае вполне возможно, что связанная с обменом веществ потребность в белке у занимающихся спортом на выносливость увеличена лишь в самой малой степени, но что больше внимания должно уделяться выбору момента для потребления дополнительного белка.

8.3. Обмен белков у бодибилдеров и занимающихся силовым спортом

Тарнопольский (Tarnopolsky) и другие [144] уменьшили потребление белка у шести отборных бодибилдеров мужского пола с обычных 2.77 г на килограмм массы тела в день до 1.05 г (изоэнергетические диеты) и наблюдали, что те были способны поддерживать нулевой или позитивный азотный баланс при пониженном потреблении белка. Тарнопольский и другие [146] исследовали на группе молодых атлетов мужского пола, занимающихся силовым спортом (около двух месяцев) эффект, производимый пониженным, средним и повышенным потреблением белка на азотный баланс и заметили, что те достигли нулевого азотного баланса при 1.4 г белка на килограмм массы тела в день. Схожие данные были получены

Лемоном (Lemon) и другими [95] при наблюдении за бодибилдерами-новичками, начинающими интенсивную программу бодибилдинга. Дальнейшее увеличение потребления белка до 2,62 г на килограмм массы тела в день не дало прироста силы и мышечной массы в течение программы тренировок, рассчитанной на месяц. Основываясь на этих исследованиях, можно сделать вывод, что молодые атлеты, занимающиеся силовым спортом и начинающие бодибилдеры (с быстрым ростом мышечной массы и силы) достигают нулевого азотного баланса при 1.4-1.5 г на килограмм массы тела в день. Предполагается, что потребность в белке у отборных бодибилдеров, занимающихся в течение нескольких лет, лишь незначительно выше, чем у малоподвижных людей [147].

Резкое и долгосрочное увеличения белкового содержания диеты по определению не ведут к увеличению массы мышечного белка и массы белка во всем теле, когда исходное содержание белка превышает требования диеты [129]. Этому есть несколько физиологических причин. Основная причина заключается в том, что большинство ферментов, участвующих в клеточном механизме синтеза белка, обладают низким значением K_m .

Они действуют с максимальной скоростью, когда внутриклеточная концентрация аминокислоты находится между 10 и 30 μM , а базовые уровни, как правило, намного выше. По этой причине резкое увеличение плазменной или внутриклеточной концентрации аминокислот после приема богатой белками пищи не ведет к фундаментальному увеличению уровня белкового синтеза [129]. Увеличение уровня белкового синтеза происходит после приема смешанной пищи, содержащей белки, как следствие инсулинотропного эффекта потребления белков/углеводов [129, 58]. K_m у окислительных ферментов намного выше (например, ферменты мочевого цикла, дегидрогенизация). Это подразумевает, что уровень окисления аминокислот и образование мочевины быстро возрастают после приема богатой белками пищи. Таким образом, основным эффектом резкого увеличения содержания белка в диете является повышенное окисление аминокислот, когда потребление белка превышает потребность в нем. Тарнопольский и другие [146] заметили существенное увеличение синтеза белка во всем теле (+30%) у молодых атлетов мужского пола, занимающихся силовым спортом при увеличении потребления белка с 0.86 до 1.40 г на килограмм массы тела в день (как индикатор использовался C^{13} - лейцин). Когда количество потребляемого белка было повышено до 2.4 г на килограмм массы тела в день, дальнейшего увеличения не наблюдалось.

В группе малоподвижных людей максимальный уровень синтеза белка во все тело наблюдался уже при самом низком уровне потребления белка. Это опять свидетельствует о том, что потребность в белках у занимающихся силовым спортом немного выше по сравнению с рекомендованной нормой в 1.4 г на килограмм массы тела в день.

Продукты гидролиза белка и сбалансированные смеси свободных аминокислот всасываются быстрее и сильнее увеличивают концентрацию аминокислот в плазме, чем целые белки. Благодаря вышеописанной разнице

в кинетике ферментов, продукты гидролиза и свободные аминокислоты быстрее окисляются и менее эффективно используются для синтеза белков [40]. Следовательно, эффективность продуктов гидролиза белка как средства для увеличения мышечного синтеза белков у спортсменов не имеет научного обоснования. Если несколько дней придерживаться диеты с повышенным содержанием белков, то концентрация ферментов, задействованных в окислении аминокислот, также начнет увеличиваться [129]. Эффект максимальной концентрации замечен лишь после первой-второй недель. Такое всасывание окислительных ферментов, вызванное диетой, богатой белками, также ведет к тому, что большее количество белка окисляется быстрее при соблюдении богатой белками диеты. Такое всасывание отчасти объясняет низкие уровни плазматических аминокислот и увеличенный уровень окисления аминокислот, которые можно наблюдать при вечернем голодании людей, соблюдающих диету, богатую белками.

Сообщается, что лейциновое окисление имеет одинаковые результаты и при отдыхе, и во время, и после упражнений с сопротивлением [145], демонстрирующие, что повышенное окисление аминокислот не приводит к повышенной потребности в белках. Однако достаточно ясно было установлено, что мышечный синтез белка и распад белка увеличиваются на 50-100% в первые часы после упражнений с сопротивлением [34, 98, 19, 124] у не занимавшихся подобными упражнениями молодых людей мужского пола. Увеличение мышечного синтеза белка продолжается в течение 24 часов и возвращается на обычный уровень через 36 часов [98, 124]. Такое увеличение оборота белка в организме необходимо для увеличения миофибриллярной составляющей белка и воспроизводства мышечной структуры, что происходит после тяжелых упражнений с сопротивлением [97]. Кроме того, увеличение мышечного синтеза белка отмечено и у 62-75 летних мужчин и женщин после упражнений с сопротивлением. У них увеличение содержания белков в пище, принятой после упражнений, с 7 до 14 и до 21% Еп не вызвало увеличения уровня синтеза белка в мышцах.

8.4. Состав и определение перечня продуктов питания, содержащих белки и их компоненты

* Основные вопросы для рассмотрения

- Комитет рекомендует, чтобы источник белков, используемых в данных продуктах, имел минимальный уровень качества белков (КПБ)

- Основываясь на идее, что потребность в витамине В6 тесно связана с потреблением белков, Комитет рекомендует добавление витамина В6 на грамм белка [41].

* Белковые концентраты

Продукт должен содержать как минимум 70% сухого белка с качеством КПБ от 70% и более.

* Продукты, обогащенные белками

Минимум 25% от общей энергетической ценности продуктов, обогащенных белками, должны составлять белки с КПП от 70% и выше.

* Добавление аминокислот разрешается в необходимой пропорции с целью улучшения питательной ценности белков.

* Кроме того, продукты могут содержать витамин В6. В этом случае количество витамина В6 должно составлять 0,02 мг на грамм белка.

9. Категория D. Дополнение

9.1. Категория 1. Необходимые питательные вещества

9.1.1. Сведения общего характера

Рекомендуемые нормы необходимых питательных веществ для здоровых взрослых людей публикуются национальными комитетами по питанию, кроме того, они приводятся в отчетах Научного Комитета по Питанию (потребление питательных веществ и энергии в Европейском Сообществе [41]). В них не проводится различие между обычными здоровыми и физически активными людьми. Как бы то ни было, если интенсивно заниматься физическими упражнениями и регулярно совершать тренировки, возникают некоторые проблемы и особенности в протекании реакций, которые могут повлиять на баланс и потребность в необходимых питательных веществах [11, 26, 178].

Для некоторых витаминов и минералов существуют возможные опасности из-за потребления большого количества этих питательных веществ, особенно у спортсменов, которые часто принимают большое количество дополнительных витаминов и минералов. Предельные безопасные уровни потребления этих витаминов и минералов являются в настоящее время предметом обсуждения Научного Комитета по Питанию и не рассматриваются в данном отчете.

Другие непитательные вещества рассматриваются с позиций их эргогенных свойств. Для оценки специфических для спорта потребностей в питательных микроэлементах необходимо учитывать ряд общих моментов.

9.1.2. Основные вопросы для рассмотрения

9.1.2.1. Концентрация энергообразующих питательных веществ

Существование определенной прямой взаимосвязи между совокупной отдачей энергии и потребностью в питательных веществах остается под вопросом. Сбалансированные диеты не послужили поддержкой простому предположению, что у спортсменов существует общая повышенная потребность в необходимых питательных веществах, вызванная физическими упражнениями или данными контролируемых исследований. Даже в случае с относящимися к энергии питательными микроэлементами, такими как

витамин В1 (тиамин), функционирующий в качестве кофермента в углеводном обмене, нет убедительных данных. Недавно US-RDA сделала вывод, что те, кто занимается физическим трудом или уделяет много времени активным видам спорта, могут испытывать потребность в дополнительном витамине В1 [60]. Этот вывод отражает неуверенность по поводу потребности в относящихся к энергии питательных веществах. На сегодняшний день гипотеза о возможной сверхпропорциональной потребности в особой группе необходимых питательных микроэлементов, вызванной упражнениями, устарела. В отношении причинной позитивной взаимосвязи между затратами энергии, вызванными физическими упражнениями, и дополнительной потребностью в питательных микроэлементах признается, что эта дополнительная потребность в достаточной степени удовлетворяется поглощением сбалансированной энергетической пищи. Однако в условиях тренировок на выносливость может возрасти потребление богатой углеводами пищи, такой как напитки или закуски для спортсменов, имеющие не лучший состав. Для возмещения этого недостатка спортсмены часто принимают пищевые добавки, чтобы скорректировать разницу между рекомендуемым и существующим уровнями содержания питательных веществ [26, 178].

9.1.2.2. Спортивные факторы

В сочетании с интенсивными физическими упражнениями и регулярными тренировками некоторые специфичные для спорта факторы могут оказывать влияние на баланс, а следовательно, и на потребность в необходимых питательных веществах и микроэлементах, например, повышенная потеря питательных веществ с мочой и потоотделением, увеличенное клеточное поглощение и модулированное распределение питательных веществ в частях тела, потеря питательных веществ при гемолизе и кишечном кровотечении или пониженное поступление питательных веществ при недостаточности кишечного тракта [15, 25, 112]. Не имея возможности измерить баланс питательных веществ, спортсмены часто принимают пищевые добавки для возмещения подобных недостатков при занятиях спортом.

Спортсмены, занимающиеся спортом, где учитываются весовые категории или где спортсмен, имеющий недоедание, получает преимущество, подвергаются соблазну уменьшить свой вес постоянными ограничениями в энергии. Объединяя такие ограничения и перечисленные выше спортивные факторы, женщины-спортсменки представляют собой особую группу риска из-за недостатка в необходимых питательных веществах. Спортсмены, чье ежедневное потребление энергии составляет не более 10,5 МДж (2500кКал) для мужчин и не более 8,4 МДж (2000кКал) для женщин соответственно, не могут удовлетворить ежедневную потребность в питательных веществах в период регулярных тренировок [159].

9.1.2.3. Риск для здоровья, связанный со спортом

Помимо приведенных условий, прямо связанных с физическими упражнениями и тренировками, необходимо отметить, что в особых обстоятельствах (таких, как начало тренировок, нерегулярные тренировки, не отвечающие требованиям тренировок) спортсменов можно отнести к группе повышенного риска. Следовательно, при добавлении новых аспектов в спортивном питании необходимо в первую очередь рассматривать вопросы, касающиеся здоровья, а не спортивные результаты. Состав пищи и необходимые питательные вещества могут оказывать воздействие на следующие негативные эффекты:

*** Инфекция верхних дыхательных путей**

Для спортсменов, а в особенности тех из них, кто занимается спортом на выносливость, интенсивно тренируясь, существует повышенный риск инфекции верхних дыхательных путей [57, 116]. Опыт свидетельствует, что этого можно избежать, соблюдая диету, богатую питательными веществами, стимулирующими иммунитет [12, 13, 119, 139].

*** Воспаления, вызванные физическими упражнениями**

У спортсменов, и опять же в особенности у тех из них, кто занимается спортом на выносливость, существует повышенный риск повреждения тканей из-за физических упражнений, а также синдром злоупотребления [23, 131]. Так как подобные повреждения тканей часто связаны не только с воспалением мышц и тканей, но и с острой воспалительной реакцией [27, 117], предметом обсуждения является вопрос, можно ли уменьшить степень воспаления, изменяя качество пищи или с помощью отборных пищевых добавок.

*** Окислительный стресс**

Новым аспектом в рассмотрении занятий спортом с позиций здоровья явилось постоянное обсуждение увеличенного потребления кислорода во время физических упражнений: максимально допустимая нагрузка может иметь результатом увеличение количества свободных радикалов и, следовательно, повышенный окислительный стресс [182]. Спортсмены вполне могут принадлежать к группе повышенного риска окислительного стресса, и чтобы улучшить ситуацию, было предложено, чтобы они увеличивали запас антиоксидантов в организме. Однако в настоящее время ученые не достигли согласия по вопросу, может ли организм получать достаточное количество антиоксидантов, в частности, витамина Е, витамина С и бета-каротина, исключительно с ежедневной пищей [18, 91]. Остается неясным также, необходимо ли такое увеличение в связи с тем, что свободные радикалы, обладающие повышенной активностью, поглощают ферменты во время тренировок.

9.2. Минеральные вещества (К, Са, Mg)

Основные минеральные вещества, связанные с мышечными функциями, - это К, Са и Mg, но объективных данных, подтверждающих недостаток потребления этих минеральных веществ у спортсменов с диетой по сравнению с рекомендуемой ежедневной нормой, не существует. Как было отмечено выше, вполне вероятно, что спортсмены принимают достаточное количество минеральных веществ, повышая ежедневную норму потребляемой энергии во время тренировок. Тем не менее, в условиях ограничения энергии спортсмены могут испытывать недостаток минеральных веществ [11, 26, 159].

Содержание калия (К) в теле составляет приблизительно 2 грамма на килограмм массы тела. Калий является основным клеточным катионом, и основная масса калия в теле находится в скелетной мышце; частично он входит в запас гликогена в организме. Всего 0,4% общего количества калия в организме находится в плазме. При сокращении мышца теряет калий. Следовательно, в процессе тренировки концентрация калия в плазме увеличивается. Объем подобного увеличения концентрации К прямо связан с интенсивностью тренировок. Во время отдыха концентрация калия в плазме у тренированных людей часто ниже (4,0-4,2 ммоль/л), чем у нетренированных [9]. Этот феномен можно объяснить адаптацией клеточного поглощения калия, вызванной тренировками и специфической системой транспортировки [39]. Таким образом, небольшое сокращение концентрации К в плазме (4,0-4,2 ммоль/л) во время отдыха не может служить показателем ухудшенного баланса калия в организме спортсменов.

Содержание магния (Mg) в теле составляет 270-400мг на килограмм массы тела. Около 95% всего количества магния в организме находится в клетках, около 70% в скелете, и только малая часть внеклеточного содержания магния доступна лишь в процессе обмена веществ. Концентрация магния в плазме у спортсменов низкая, как во время отдыха, так и после тренировок. Эти данные не должны трактоваться как симптом дефицита магния и могут быть объяснены перераспределением магния вследствие тренировок. Но объективной информации о дефиците магния в организме здоровых спортсменов или по поводу существенных преимуществ дополнительного потребления магния не существует.

Содержание кальция (Са) в теле составляет примерно 1200 грамм (16 грамм на килограмм массы тела), приблизительно 99% находится в скелете, небольшая доля его в плазме представляет собой активный запас, участвующий в обмене веществ. Концентрация кальция в плазме частично поддерживается гормонами, контролирующими метаболизм в костях, и принимает различные вариации после тяжелых упражнений. В отношении хронического ограничения поступающей энергии необходимо уделить повышенное внимание проблеме «спортивного остеопороза» [46, 177]. У спортсменов, обладающих небольшой массой тела, в частности у женщин, потребление кальция часто ниже рекомендованного уровня. Кроме того, у спортсменов, придерживающихся диет с повышенным содержанием белка, что часто сопровождается повышенным потреблением фосфора,

содержащегося в белковой пище, возрастает потеря кальция с мочой. Однако роль не отвечающего рекомендациям потребления кальция в патогенезе переломов и пониженной плотности костей у спортсменов не ясна; напротив, существует единая точка зрения, что этиология «спортивного остеопороза» ассоциируется с уменьшенным содержанием гормонов в плазме, например, половых гормонов, которые влияют на метаболизм костей. Не существует результатов исследований по поводу пользы употребления кальциевых добавок для предотвращения переломов или пониженной плотности костей у спортсменов.

9.3. Микроэлементы

Будучи важной составляющей в переносе кислорода и в молекулах, переносящих электроны, железо является необходимым элементом кислородного обмена и продукции энергии. Недостаток железа в организме спортсменов, как и у обычных людей, может быть легко выявлен с помощью клинических и биохимических индикаторов. Хотя термин «спортивная анемия» достаточно общий, его часто неправильно используют в спортивной медицине. Характерный образец показывает, что частота возникновения анемии у спортсменов, подтвержденной концентрацией в плазме ферритина (железосодержащего белка), почти такая же, как в контроле. Из-за вредных эффектов большого содержания железа в организме [155], добавки железа более не рекомендуются спортсменам для самолечения. Препараты, содержащие железо, должны выписываться только спортсменам, у кого анемия была установлена врачами.

Имеются показатели, что потребление спортсменами цинка (Zn) очень небольшое. Около 20% занимающихся спортом на выносливость [6, 12] не достигли уровня потребления в 10 мг цинка, о чем свидетельствуют записи об их диетах. Исследования продолжаются, так как медицинская практика показала, что объективные симптомы нехватки цинка в организме наблюдаются, когда дневная доза постоянно опускается ниже 10 мг [123]. Помимо этого, исследования показали положительное соотношение между потерями цинка с мочой и систематическими критериями нагрузки, такими как кортизол и интерлейкин 6 [12, 88]. Подобные наблюдения очень важны, так как цинк необходим для иммунологических процессов [33, 88]. Хотя у спортсменов и не наблюдается дефицита цинка, предполагается, что повышенный риск инфекции верхних дыхательных путей может быть связан с цинком [116]. С целью выяснения будут проводиться дальнейшие исследования.

Такие микроэлементы как медь (Cu), селен (Se), и марганец (Mn) необходимы для физических функций организма, играя важную роль в энергетическом метаболизме и метаболизме свободных радикалов [37, 88, 139]. К сожалению, из-за сложностей в анализе и отсутствия медицинской практики нет данных о балансе указанных микроэлементов в организме спортсменов; не опубликованы для спортсменов и специфические

рекомендации по потреблению микроэлементов, которые бы отличались от рекомендуемых обычным людям диет [41, 48]. Однако длительное потоотделение, вызванное упражнениями, может повлечь за собой повышенную потерю микроэлементов, особенно меди

Как необходимый компонент фермента глутатионпероксидазы, селен участвует в процессах регуляции и распада гидроперекисей [151]. Таким образом, селен может играть заметную роль в предотвращении повреждений, вызванных свободными радикалами, и окислительного стресса, даже при мышечных нагрузках и истощающих упражнениях [154]. Селен действует подобно витамину Е, и дефицит селена взаимно усугубляет симптомы дефицита витамина Е в организме. Мышечное недомогание или слабость отмечается после долгих диет без содержания селена (например, при парентеральном питании) [151]. В условиях дефицита селена могут наблюдаться значительные ограничения клеточных антиокислительных свойств. Но результатов исследований влияния селеновых добавок при пероксидации жиров у спортсменов нет.

Микроэлемент марганец является важным компонентом митохондриального металлофермента супероксиддисмутазы и участвует в регуляции метаболизма свободных радикалов [193]. Опыты на животных показали, что активность этого митохондриального фермента можно регулировать диетическим потреблением марганца. Однако отсутствуют проверенные данные о влиянии такого потребления на организм спортсменов.

Данные о потребности в питательных веществах и необходимости таких микроэлементов, как кобальт, никель, кремний, бор, литий, олово и ванадий, полны пробелов или отсутствуют.

9.4. Витамины

В последние десятилетия некоторые исследования были посвящены вопросу, возникают ли у спортсменов проблемы по поводу потребления витаминов и мышечному состоянию. Обзоры по этой теме включают в себя данные по состоянию витаминов в плазме, а тесты ферментативной стимуляции у спортсменов показывают, что состояние такое же недостаточное или минимальное, как у обычных людей. Существует единая позиция ученых, что при потреблении, соответствующем диете, нет дальнейшей потребности в добавках, так как исследования таких добавок не выявили прироста качества.

9.4.1. Витамины, участвующие в процессе энергообмена (Витамин В1, Витамин В2, Витамин В6, Витамин В12, никотиновая кислота)

Что касается их биохимических функций, эти витамины играют важнейшую роль в процессе энергообмена и, следовательно, физической деятельности. Результаты исследований витаминного баланса спортсменов,

так же как и исследования эргогенных эффектов витаминных добавок не предоставили базис для рекомендации принимать большее количество витаминов, чем предписано диетой [1, 69, 84, 148, 174, 174 А, 178].

Рекомендуемая дневная доза представляет из себя 0.5 мг витамина В1 на 1000 ккал, 0.6 мг витамина В2/1000 ккал, 6.7 мг никотиновой кислоты/1000 ккал и 0.02 мг витамина В6 на грамм потребляемых белков [41] для обычных людей.

9.4.2. Антиоксиданты (Витамин С, Витамин Е, каротиноиды)

Следствием упражнений является увеличение количества свободных радикалов. Подтверждаются данные о том, что подобное увеличение может иметь результатом мышечное утомление и способствовать поздним стадиям мышечных травм, причиненных упражнениями [128]. Для предотвращения вреда в мышечных клетках существуют два важных вида эндогенных защитных механизмов: 1) эндогенные ферментативные антиоксиданты, такие как супероксиддисмутаза и каталаза и 2) неферментативные экзогенные антиоксиданты, включая витамины С, Е, бета-каротин и так далее. При возрастании результатов тренировок возрастает антиокислительная способность [138]. В этом отношении более интенсивные тренировки несут большую пользу, чем тренировки малой интенсивности в связи с прямой регуляцией эндогенных ферментативных систем [128]. До сих пор информация об эффектах упражнений, развивающих выносливость, на экзогенные антиоксиданты сильно ограничена. Некоторые симптомы свидетельствуют о пополнении запаса антиоксидантов в организме, например, витамина Е в скелетной мышце. Однако результаты исследований часто противоречат друг другу [77].

Для выяснения роли диетических антиоксидантов в окислительном стрессе были проведены многочисленные исследования эффектов диет с добавками и дефицитом антиоксидантов [38]. В основном проверке подвергся витамин Е. В отличие от исследований, которые были проведены в 70-х годах XX века, недавно опубликованные результаты последних контролируемых и дважды слепых исследований не содержат информации о значительном влиянии витаминов С и Е, а также бета-каротина на способности спортсменов [38, 64]. Более того, среди ученых не существует согласия по вопросу, что антиоксиданты, и, прежде всего витамин Е, могут предотвратить усиление перекисления липидов, а также вредоносное окислительное воздействие на мышцы после тренировок [120]. Недавно опубликованные данные по исследованию гомогенетической группы спортсменов [14] показали, что ни уровень перекисления, вызванного упражнениями, ни разрушение мышечных клеток не определяются индивидуальной концентрацией витамина Е в плазме.

9.5. Необходимые жирные кислоты

Необходимые жирные кислоты входят в состав клеточных мембран и структур; они оказывают существенное влияние на эластичность и упругость клеток мышц и крови, которые подвергаются стрессу вследствие выматывающих упражнений по аэробике [13, 86]. Были опубликованы данные о подвижности мембран и распространению кислорода в зависимости от распределения жирных кислот в мембранах. Длинная цепочка жирных кислот, в частности эйкопентаноидная кислота и гамма-линоленовая кислота могут ослабить воспалительную реакцию на физический стресс путем модуляции эйкозаноидных проводящих путей; исследования показали, что и мышечный, и соматический воспалительный стресс у здоровых людей, включая занимающихся спортом на выносливость, могут зависеть от модуляции состава и качества диетических жиров [87]. В рамках тенденции на понижение потребления жиров (приблизительно 30% от общего количества потребляемой энергии) спортсменам следует уделять больше внимания потреблению необходимых жирных кислот. Рекомендуется, чтобы отношение коэффициента омега-6 к коэффициенту омега-3 поддерживалось на отметке 5 к 1.

9.6. Состав и определение перечня продуктов питания, содержащих в частности минеральные вещества, микроэлементы, витамины и необходимые жирные кислоты

Комитет придерживается мнения, что специальные минеральные/витаминные добавки не удовлетворяют любые дополнительные физиологические потребности людей, практикующих интенсивные мышечные нагрузки, принимая во внимание, что они соблюдают соответствующие диеты.

Научная литература не содержит рекомендаций по необходимым жирным кислотам.

10. Категория D II. Другие составляющие продуктов питания

10.1. Кофеин

Кофеин известен как один из самых широко распространенных непищевых компонентов, используемых в напитках на Западе; часто встречается он и в диетах спортсменов.

Уже долгое время кофеин рассматривается в качестве вспомогательного эргогенного элемента для улучшения спортивных результатов. Однако только проведенные в последние 10 лет исследования доказали его эффективность, как при длительных упражнениях на выносливость, так и при кратковременных интенсивных упражнениях [143].

В настоящее время механизм действия кофеина до конца не изучен. Существуют три основные теории по поводу его эргогенного воздействия.

Первая теория гласит, что кофеин оказывает прямое воздействие на симпатическую нервную систему, что вызывает возбуждение нервных импульсов между мозгом и нейромышечными соединениями.

Вторая теория предполагает наличие прямого воздействия на метаболизм скелетной мышцы, увеличивая, кроме прочего, количество циклического аденозинмонофосфата.

Третья и наиболее признанная теория признает увеличение окисления жиров, что сберегает запасы углеводов в организме; таким образом, увеличивается эффективность тренировок, особенно тех, где углеводы эту эффективность ограничивают. Доказательства, что кофеин является эргогенным веществом, убедили МОК установить ограничения, чтобы предотвратить злоупотребление данным компонентом. Кофеин является запрещенным веществом при соревнованиях, если уровень его содержания в моче превышает 12 мкг/мл. Но такого уровня можно достичь, лишь потребляя в день более 6 чашек фильтрованного, процеженного кофе. При тренировках нет никаких ограничений. Исследование выявило, что при потреблении 9 и 13 мг на килограмм массы тела у некоторых пациентов уровень кофеина в моче превышал разрешенную норму [122].

Только прием небольших доз кофеина, например, 3-8 мг на килограмм массы тела, повышает эффективность длительных упражнений на выносливость и кратковременных интенсивных упражнений, длящихся около 5 минут [143]. Недавно было доказано, что углеводно-электролитные растворы с небольшой концентрацией кофеина (2,1; 3,2; и 4,5 мг на килограмм массы тела соответственно) повышают эффективность упражнений на выносливость, причем после упражнений концентрация кофеина в моче небольшая (1,3; 1,9 и 2,5 мкг/мл соответственно) [90].

10.2. Креатин

Креатин – это непищевое диетическое соединение, в избытке содержащееся в мясе и рыбе. Креатин синтезируется в организме, прежде всего, в печени из аминокислот аргинина и глицина. У людей с нормальным рационом питания эти кислоты появляются с пищей и при эндогенном синтезе [172].

Креатинфосфат используется в качестве запаса энергии в скелетной мышце и других тканях. Быстрое рефосфорилирование аденозиндифосфата (АДФ) из креатинфосфата с помощью реакции креатинкиназы амортизирует превращение в аденозинтрифосфат (АТФ) при переходе от отдыха к упражнениям и участвует в значительной части синтеза аденозинтрифосфата во время кратковременных, но интенсивных упражнений. Относительная важность креатинфосфата во время упражнений зависит от их вида. Для большинства упражнений потребность в аденозинтрифосфате прежде всего удовлетворяется путем окислительного фосфорилирования в митохондриях. Однако, когда потребность в АТФ не может быть удовлетворена аэробным воспроизводством энергии, появляется необходимость в анаэробном

воспроизводстве путем гидролиза креатинфосфата, гликолиза или гликогенолиза [143]. Подобные случаи включают переход от отдыха к упражнениям, увеличение количества энергии и напряжение свыше 90-100% максимального потребления кислорода (VO_{2max}). Во время интенсивных упражнений относительная важность гидролиза креатинфосфата в синтезе АТФ резко падает при возрастании длительности упражнения более, чем на несколько секунд.

Исследования [31, 54, 70, 72, 133] доказали, что прием креатина увеличивает его присутствие в мышцах приблизительно на 15-20% (в среднем). Такого увеличения можно добиться приемом 20 грамм в день в течение 4-5 дней и приемом 3 грамм в день в течение 1 месяца [72]. Повышенное содержание креатина в организме поддерживается при уменьшении приема до 2 грамм в день после периода нагрузки. Объем повышения содержания креатина в организме определяется конституциональными особенностями человека, варьируясь от 0 до 40% [68]. Следовательно, существуют «реагирующие» и «нерагирующие».

Субмаксимальные упражнения до приема креатина могут увеличить накопление креатина в мышцах примерно на 10%, но различия в реагировании зависят от индивидуальных особенностей человека [72]. Накопление креатина в мышцах может быть увеличено и приемом креатина в комбинации с большим количеством простых углеводов [66, 67].

Доказано существенное уменьшение продукции мочи в первые 3 дня после периода нагрузки, совпадающее с поступлением креатина [72]. Такая задержка воды в организме, скорее всего, связана с осмотической нагрузкой, вызванной креатином, и объясняется быстрым приростом мышечной массы, испытываемом многими спортсменами, принимающими креатин. Исследования выявили прирост 1-3 кг мышечной массы после короткого периода приема креатиновых добавок (5-7 дней) [149].

Кратковременный прием креатина (5-7 дней примерно по 20 грамм в день) может привести к улучшению спортивных показателей. Большинство, но не все исследования свидетельствуют, что креатиновые добавки существенно увеличивают возможность сильнее накачать мышцы и выходную мощность при коротких по времени интенсивных упражнениях у здоровой молодежи (17-21 лет) [149]. В настоящее время улучшились спортивные показатели в таких дисциплинах, как: различные виды коротких по времени упражнений, скоростной велоспорт, спринт, повторяемые прыжки, плавание, гребля на байдарках, распашная гребля и упражнения на сопротивление. Самое интересное, что наибольшее улучшение показателей наблюдается в повторных упражнениях с высокой выходной мощностью [149]. Показатели упражнений, совершаемых по несколько попыток, увеличились на 15-20% по сравнению с группой плацебо. Эти протоколы экспериментов велись исключительно по попыткам с большой выкладкой (например, велоспорт и/или мощные прыжки) с небольшими перерывами (20-60 секунд). Таковы условия упражнений, где промежуточное производство энергии из креатинфосфата наиболее заметно. Далее, короткие промежутки

между занятиями, очевидно, являются достаточными, чтобы обеспечить усиленное восстановление креатинфосфата у людей с повышенной концентрацией креатина, как было установлено в ходе магнитно-резонансной спектроскопии при проведении исследований в обычных условиях [89]. Следовательно, вероятным представляется, что креатиновые добавки улучшают спортивные показатели в тех видах спорта, где необходима огромная выходная мощность, особенно в повторяющихся упражнениях.

Некоторые, но не все, [100] исследования показали, что креатиновые добавки увеличивали максимальную изометрическую силу мышц, но не изменяли уровня максимального воспроизводства силы [157, 161]. Кроме того, не похоже, чтобы креатиновые добавки играли значительную роль в увеличении относящихся к аэробике показателей [158].

Практически нет данных об отдаленных последствиях употребления креатиновых добавок. Многие исследования доказали, что креатиновые добавки в соответствии с тяжелыми упражнениями с сопротивлением (длящимися, например, от 4 до 12 недель) улучшают нормальную физиологическую аккомодацию при весовых нагрузках [149]. Типичные виды аккомодации, включающие в себя увеличение количества обезжиренной массы в теле, максимальную силу и способности, увеличение объема и гипертрофию мышечного волокна, существенно повышаются при употреблении креатиновых добавок.

Дозы, рекомендуемые производителем, составляют 10-20 г в день в течение 5-7 дней, а потом 2-5 г в день как поддерживающая доза.

Существует много интересных докладов о последствиях употребления креатиновых добавок, таких как желудочно-кишечные, сердечно-сосудистые и мышечные недомогания. Однако научных доказательств в поддержку этих докладов не существует. Но на сегодняшний день нельзя делать однозначные выводы о безопасности для здоровья креатиновых добавок (из-за недостатка либо белых пятен в документации) [149]. Следует препятствовать употреблению креатина перед соревнованиями в жаркую погоду, так как это может воспрепятствовать всасыванию воды; нет разумного обоснования и для приема креатина непосредственно перед соревнованиями (несмотря на рекламные заявления производителей). Креатиновые добавки приводят к увеличению уровня креатина в моче и экскреции креатинина [70, 72]. Вследствие этого, можно ожидать, что креатиновые добавки будут увеличивать концентрацию креатинина в плазме у здоровых людей; нет априорных причин утверждать, что резкое и длительное потребление креатина ослабит функцию почек. Это было подтверждено недавними экспериментами [126, 127].

10.3. Карнитин

Основным источником L-карнитина являются мясные и молочные продукты рациона и эндогенный биосинтез из триметиллизина и метионина в печени и в почках [21]. Здоровый организм воспроизводит достаточно

карнитина, чтобы поддерживать обычные функции тела, даже когда в рационе не содержится карнитина. Около 98% карнитина в человеческом организме находится в скелетной мышце и сердце. Функция карнитина в организме сводится к переносу жирных кислот длинной цепи через внутреннюю мембрану митохондрии с тем, чтобы жирные кислоты подвергались бета-окислению и использовались в синтезе АТФ в межклеточном веществе митохондрии. Другая функция запаса карнитина в мышцах состоит в том, чтобы накапливать избыточные группы ацетила и сохранять СоА, доступным для мышечного метаболизма во время высокоинтенсивных упражнений, когда дегидрирующий комплекс максимально задействован [42]. Содержащие карнитин добавки можно приобрести в магазинах здорового и спортивного питания; они часто используются спортсменами, пытающимися улучшить свои результаты, и людьми, страдающими ожирением, которые пытаются похудеть и сбросить лишний вес. Однако употребление карнитина внутрь в количестве 5-6 грамм в день на протяжении 2-3 недель не увеличило концентрации карнитина в мышцах [5, 152, 166], из этого можно сделать вывод, что карнитиновые добавки не влияют на мышечный метаболизм во время отдыха или тренировок. В соответствии с этим выводом, проведенные исследования не поддержали рекламных утверждений, что карнитиновые добавки: 1) помогают избавиться от лишнего веса или уменьшить количество жира в организме; 2) увеличивают окисление жиров, уменьшают распад гликогена во время длительного бега или упражнений по велоспорту; 3) повышает уровень VO_{2max} и уменьшает содержание молочной кислоты во время тяжелых и сверхтяжелых упражнений и 4) увеличивает результаты упражнений на выносливость. В заключение можно сказать, что имеющиеся научные данные не поощряют употребление карнитиновых добавок в целях улучшения спортивных результатов.

10.4. Триглицериды средней длины цепи

Теоретически добавление источника жиров к содержащему углеводы раствору могло бы увеличить количество и уровень окисления свободных жирных кислот в мышцах, а следовательно, и дополнительный распад гликогена в мышцах, что могло бы улучшить результаты. По некоторым причинам (медленное опорожнение желудка, плохая всасываемость, торможение окисления жирных кислот длинной цепи из-за употребления глюкозы) этого эффекта невозможно достичь дополнительным приемом углеводов и триглицеридов длинной цепи непосредственно перед либо во время упражнений. Некоторые исследования были посвящены вопросу, может ли дополнительный прием углеводов и триглицеридов средней длины цепи воздействовать на результаты с помощью данного механизма. Принимаемые внутрь непосредственно перед и во время тренировок триглицериды средней длины цепи, в отличие от триглицеридов длинной цепи, не ухудшили процесса опорожнения желудка [7] и, таким образом, не

снизили количества дополнительно принятой глюкозы. Триглицериды средней длины цепи быстро всасываются в кишечнике, прямо в воротной вене, как свободные жирные кислоты средней длины цепи, и быстро окисляются после всасывания [47, 137, 108, 78]. Возможно, часть процесса окисления триглицеридов средней длины цепи происходит в печени, а часть после превращения в кетон – в мышцах, подвергшихся нагрузке. Лишь одно исследование [163] было посвящено наблюдению накопления гликогена и выявило положительный эффект при гонках на время, когда 86 граммов триглицеридов средней длины цепи было добавлено к углеводному напитку, который был выпит небольшими глотками во время двухчасовой тренировки на выносливость. Некоторые другие исследования [78, 79] не смогли обнаружить эндогенного накопления гликогена и прироста показателей при добавлении от 30 до 86 грамм триглицеридов средней длины цепи к углеводсодержащим растворам, принимаемым во время тренировок. При нескольких подобных исследованиях прием триглицеридов средней длины цепи отдельно и в сочетании с углеводами вызвал острые желудочно-кишечные проблемы и помешал достичь приемлемых спортивных результатов. Все исследования показали либо нулевой, либо отрицательный эффект, отразившийся на результатах, часто как следствие желудочно-кишечных спазмов.

10.5. Аминокислоты с разветвленной цепью

Хотя субъективное чувство усталости и истощения, часто сопутствующее продолжительным тренировкам, обычно рассматривалось как результат процессов, происходящих в мышцах или в сердечно-сосудистой системе, есть основания полагать, что возникающие на периферии сигналы модулируются процессами, происходящими в центральной нервной системе [45]. Ньюсхолм (Newsholme) и коллеги [20] выдвинули предположение, что повышенная серотонинергическая деятельность мозга является причиной общего утомления во время упражнений на выносливость. Повышение количества 5-гидрокситриптамина в мозге могло явиться следствием увеличения переноса предшествующего ему триптофана из плазмы через гематоэнцефалический барьер. Увеличение в плазме концентрации аминокислот с разветвленной цепью, являющихся конкурирующими замедлителями поглощения триптофана, может уменьшить накопление 5-гидрокситриптамина в мозге; эти наблюдения привели к появлению предложения добавлять аминокислоты с разветвленной цепью к напиткам, употребляемым во время продолжительных тренировок.

Исследования, в которых пытались улучшить результаты путем управления аминокислотами с разветвленной цепью, не смогли доказать заявленный эффект [172]. Миттлеман (Mittleman) и другие [111] наблюдали эргогенный эффект во время тренировок на жаре, но данное отдельное открытие в особых условиях не доказывает, что добавки, содержащие

аминокислоты с разветвленной цепью, могли бы улучшить результаты упражнений на выносливость в других условиях.

10.6. Состав и определение перечня продуктов питания, содержащих в частности кофеин, креатин, карнитин, триглицериды средней длины цепи и аминокислоты с разветвленной цепью

Научные исследования, посвященные получению сведений о заявленных механизмах, не предоставляют основы для потребления карнитина, триглицеридов средней длины цепи и аминокислот с разветвленной цепью как пищевых эргогенных добавок для восстановления после мышечного напряжения, особенно для спортсменов.

Прием 2-8 мг кофеина на килограмм массы тела перед тренировкой и во время тренировки улучшает показатели, как при длительных упражнениях на выносливость, так и при кратковременных (приблизительно 5 минут) интенсивных упражнениях.

Прием креатина ведет к небольшому увеличению спортивных показателей в тех видах спорта, где необходима огромная выходная мощность, особенно в повторяющихся упражнениях. Общая рекомендуемая доза – это 5 дней нагрузки креатином (10-20 грамм в день в 2-4 равных долях) с последующей поддерживающей дозой, составляющей 2-3 грамма в день. Прием больших доз в более продолжительные промежутки времени может быть небезопасен [149].