



Протеины: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Спросите у десяти культуристов: что самое важное для наращивания мышц? И получите десять практически одинаковых ответов (весьма редкое единодушие в вопросах спортивного питания) – ПРОТЕИН! Каждый бодибилдер знает: что бы ты ни делал, без достаточного количества белка расти невозможно.

Как большинство проблем культуризма (и всей индустрии пищевых добавок), тема протеина в большинстве своем раздувается в целях рекламы, а не в силу действительной физиологической актуальности. В этой статье мы попытаемся разъяснить некоторые из технических аспектов данного вопроса и устранить основные из существующих в настоящее время заблуждений. Несмотря на то, что некоторая часть представленной информации специально сведена к чисто техническим выкладкам, попытаемся, по возможности, избежать излишнего углубления в скучные подробности.

В первой части мы рассмотрим некоторые термины и понятия, чтобы в дальнейшем не тратить время на их объяснение. Во второй части – потребности организма в конкретных аминокислотах – тему, имеющую гораздо более важное значение с точки зрения обеспечения роста мышечной массы.

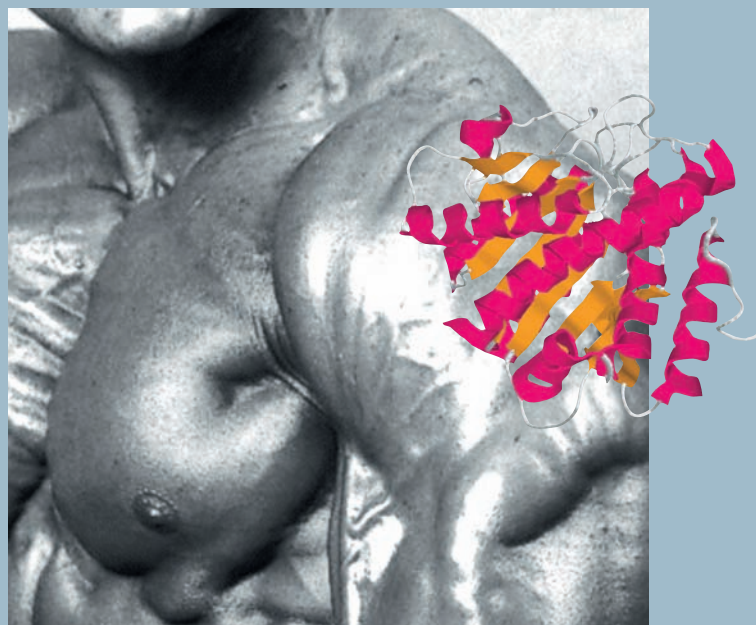
Часть 1 Основные понятия и определения

Что такое протеины?

Протеинами называют органические вещества, состоящие из углерода, водорода, кислорода и азота. Именно наличие азота отличает протеины от других питательных веществ. Поскольку у человеческого организма нет иных источников азота (мы не умеем поглощать его из воздуха, как растения), то одной из главных физиологических функций протеинов является именно снабжение нашего тела этим важным химическим элементом.

В организме протеины играют большую роль в синтезе структурных белков тела, например, мышц, кожи и волос. Они также используются при синтезе пептидных гормонов, например, гормона роста (GH), инсулиноподобного фактора роста (IGF-1), инсулина и глюкагона. Кроме того, протеин участвует в синтезе транспортных белков (например, альбумина), которые отвечают за перенос различных веществ кровотоком.

Протеины состоят из более мелких субъединиц, называемых аминокислотами (АК). В потребляемой нами пище содержится 20 аминокислот, хотя в организме их присутствует больше. Примером непищевых аминокислот в организме могут служить гидроксипролин и 3-метилгистидин, являю-



■ Несмотря на часто используемые доводы и заявления о превосходстве одних протеинов над другими с точки зрения стимуляции роста мышечной массы, мы имели возможность убедиться, что большинство высококачественных протеинов более чем достаточны для удовлетворения потребностей организма в незаменимых аминокислотах, даже если исходить из вдвое завышенных (по сравнению с рекомендуемыми) норм потребления АК.

■ Хотя ряд исследований показал, что потребность в некоторых аминокислотах, например, глутамине или ВСАА, при силовых тренировках увеличивается, точное ее значение пока не установлено.

■ В настоящее время кажется маловероятным, что какой-либо из имеющихся на рынке протеинов сможет показать более выдающиеся результаты в плане роста мышечной массы, нежели другие (особенно у бодибилдеров с их высоким потреблением белка и калорий).

■ Можно ожидать существенных различий в эффективности приема протеиновых добавок во время низкоуглеводной диеты, когда дополнительный прием аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА) - в виде сывороточного протеина или в свободной форме - может предотвратить потерю мышечной массы.

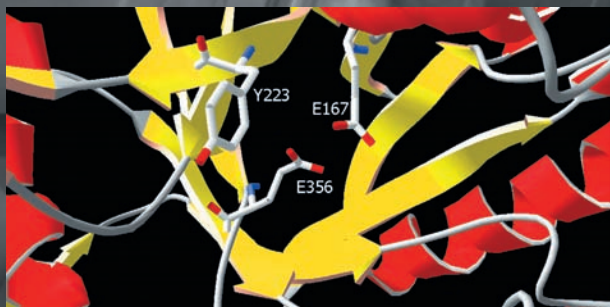


Таблица 1

Обязательные и необязательные аминокислоты

Необязательные (заменимые)	Обязательные (незаменимые, или эссенциальные)
аланин	лизин
глутаминовая кислота	изолейцин(с)
аспарагиновая кислота	лейцин(с)
глицин	валин(с)
аргинин	треонин
серин	метионин
гистидин	фенилаланин
пролин	триптофан
глутамин(а)	
аспарагин	
цистеин (b)	
тирозин (b)	

а. Условно обязательные в условиях сильного стресса для организма

б. Условно обязательные при отсутствии метионина и фенилаланина

с. Лейцин, изолейцин и валин относятся к АК с разветвленной цепью (ВСГА).

Более подробно о них будет рассказано в третьей части данной статьи.

щиеся, соответственно, продуктами расщепления соединительной и мышечной ткани.

Отдельные аминокислоты называют пептидами. Если аминокислоты связаны попарно, их называют дипептидами. Три связанных АК называют трипептидами, а если аминокислоты связаны по четыре или больше, то такие соединения называют олиго- или полипептидами.

Необязательные и обязательные аминокислоты

20 пищевых аминокислот обычно подразделяют на две группы. Ранее эти группы назывались незаменимыми и заменимыми аминокислотами. Незаменимые АК не могут синтезироваться в организме и должны поступать извне с продуктами питания, тогда как заменимые АК организм способен синтезировать сам.

Поскольку, с точки зрения обеспечения жизнедеятельности, все аминокислоты являются незаменимыми, были введены в употребление новые термины для обозначения данных групп АК: более точными является определение их как необязательных (способны синтезироваться в организме) и обязательных (поступают только с пищей) аминокислот.

Однако даже такое определение аминокислот не является полным и не способно охватить все возможные варианты. В зависимости от состояния обмена веществ конкретного человека, некоторые необязательные аминокислоты могут стать обязательными. Например, глутамин, который обычно относят к необязательным аминокислотам, при некоторых обстоятельствах может быть необходим организму в таких больших количествах, что переходит в разряд обязательных АК. Примером подобных обстоятельств может быть состояние после травм или хирургических операций, при которых потребность в глутамине значительно возрастает. В таких случаях глутамин называют условно обязательной аминокислотой.

Еще один пример – цистеин, снижающий потребности организма в метионине, и тирозин, снижающий потребность в триптофане. В условиях недостаточного потребления метионина или триптофана, цистеин и тирозин могут становиться обязательными аминокислотами. Перечень обязательных и необязательных аминокислот приведен в *Таблице 1*.

Полные и неполные протеины

Ранее пищевые белки подразделялись на полные (т.е. содержащие все обязательные аминокислоты) и неполные (т.е. такие, в которых одна или несколько обязательных ами-

нокислот отсутствовали). Однако, с небольшими исключениями, почти все пищевые белки содержат все аминокислоты в разных количествах. Поэтому деление протеинов на полные и неполные можно считать ошибочным.

Так как все протеины являются полными, то их более корректную оценку можно осуществлять на основе определения содержания обязательной аминокислоты, которое в данном протеине является наименьшим по сравнению с необходимым количеством (первая лимитирующая аминокислота). Также определяется вторая лимитирующая АК и т.д. Лимитирующая аминокислота и будет определять, насколько полноценно конкретный протеин может быть использован организмом.

Пример: в зерновых как правило, очень мало лизина, но много метионина, тогда как с овощами все наоборот. Такая взаимодополняемость протеинов растительного происхождения натолкнула на мысль о соединении протеинов зерновых с протеинами овощных культур с тем, чтобы получить "полный" протеин. В целом, тему лимитирующих аминокислот вообще можно не рассматривать, если только ваш организм не получает весь белок лишь из одного продукта питания, да и то, если этот продукт содержит протеин низкого качества. Ведь поскольку различные продукты содержат различные лимитирующие аминокислоты, человек, употребляющий различные продукты питания, всегда будет восполнять недостающие АК одного продукта за счет АК других. Тем не менее, потребляя в больших количествах продукты с протеинами низкого качества, также можно

обеспечить организм необходимым для нормальной жизнедеятельности набором аминокислот. Но этот путь является малоэффективным, поскольку для удовлетворения потребностей организма в лимитирующих аминокислотах вам придется употребить избыточное количество других аминокислот.

Переваривание и всасывание протеина

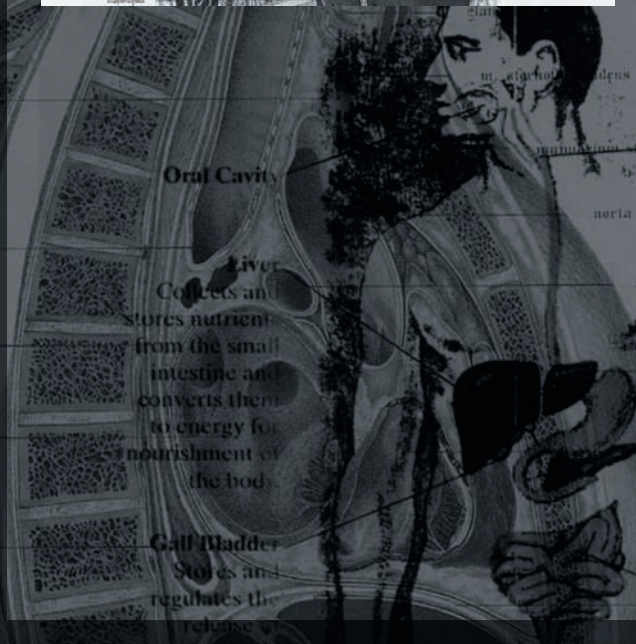
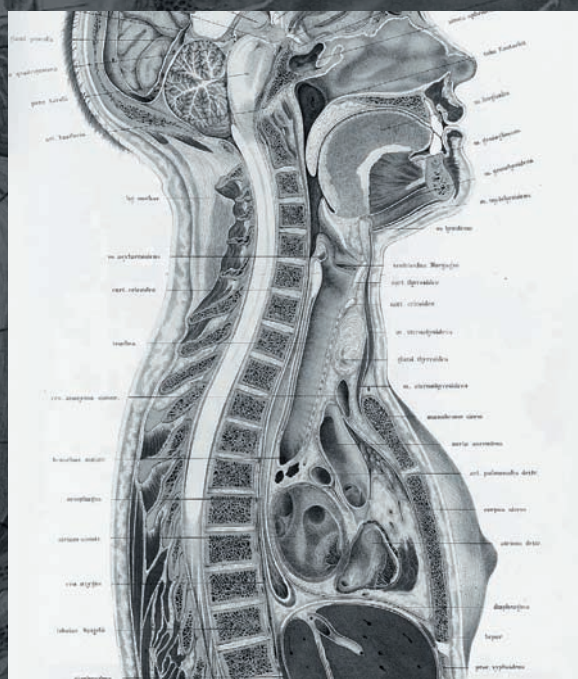
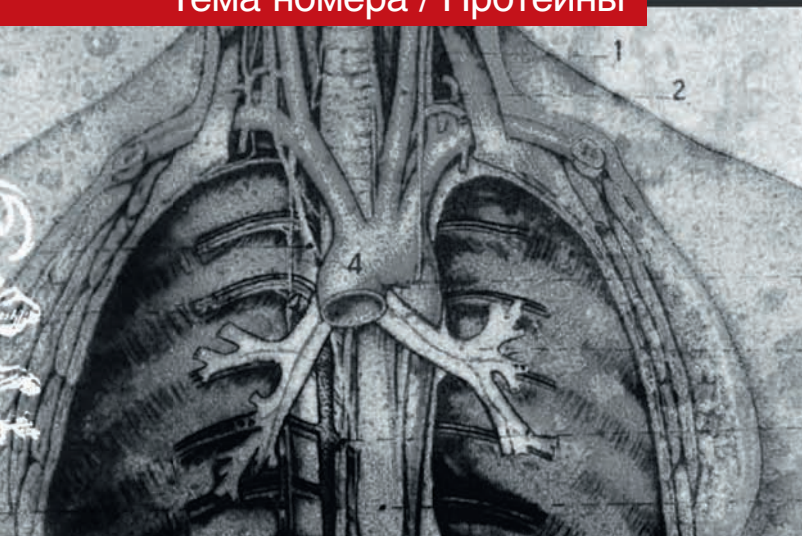
Обзор усвоения протеина

В желудке протеины расщепляются на более мелкие цепочки аминокислот. Это происходит при помощи различных энзимов (ферментов) – трипсина и пепсина – и соляной кислоты, разрывающих связи между отдельными аминокислотами белков. Данный процесс можно представить себе в виде ножниц (ферментов), разрезающих крупные протеины на более мелкие кусочки, которые затем подвергаются дальнейшему усвоению.

При переваривании протеина образуются более мелкие цепочки аминокислот различной длины: одиночные аминокислоты (пептиды), цепочки из двух (дипептиды) и трех (трипептиды) аминокислот. Менее 5% потребляемого протеина выводится из организма с фекалиями.

Аминокислоты всасываются через стенку тонкой кишки с помощью специальных структур-переносчиков. Каждая аминокислота всасывается и переносится в кровоток с помощью соответствующего переносчика, многие из которых обладают способностью транспортировать несколько видов аминокислот. Это означает, что человек, употребляющий в боль-





ших количествах какую-либо одну из аминокислот, может перегрузить соответствующий переносчик, что не даст попасть в организм другой аминокислоте, переносимой этим же транспортером. То есть, как это происходит со многими питательными веществами, избыточное употребление какой-либо одной аминокислоты потенциально способствует созданию в организме дефицита другой аминокислоты из-за конкуренции в использовании общего механизма переноса и транспорта по организму.

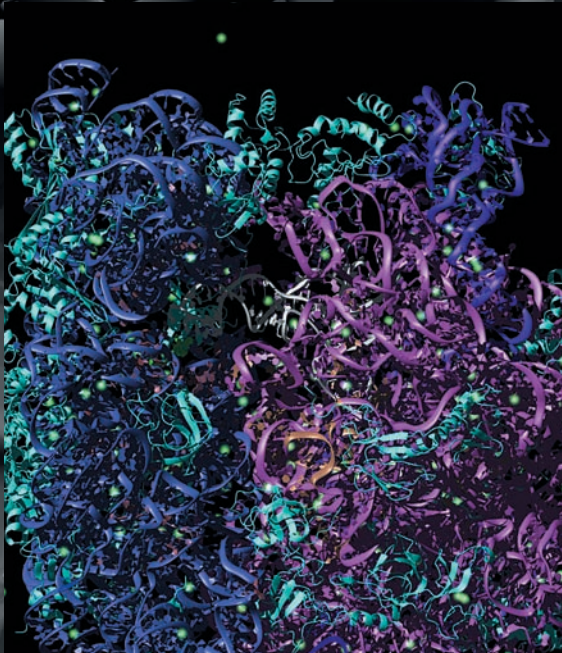
Помимо переносчиков, транспортирующих одиночные аминокислоты, существуют переносчики, переносящие в кровотоки ди- и трипептиды. Цепочки, состоящие из более чем четырех аминокислот, не могут всасываться напрямую через стенку кишечника и должны расщепляться на более мелкие составляющие.

Биохимия процесса всасывания протеинов и их транспортировки в кровотоки имеет значение для оценки эффективности ряда пищевых добавок. Первыми из них являются активно рекламируемые "оральные пептидные гормоны" (GH или IGF-1). Поскольку аминокислотные цепочки пептидных гормонов гораздо длиннее, чем соединения из четырех аминокислот, при приеме через рот просто не существует механизма, позволяющего этим пептидным гормонам попасть в кровоток в активной форме. Отсюда возникает вопрос: а соответствует ли истине состав и эффективность этих добавок? Ответ – скорее всего, нет. Ферменты, расщепляющие белок, легко проделают то же самое с орально принимаемыми пептидными гормонами, разбив их на более мелкие аминокислотные цепочки, с которыми произойдет то же самое, что и с пищевыми белками. Проще говоря, не зря GH, IGF-1 и инсулин вводят с помощью инъекций – ведь в желудке они расщепляются на короткие пептидные цепочки, теряя все свои свойства и эффекты гормонов.

Это же относится и к эндокринным препаратам. Для тех, кто не занимался бодибилдингом в далекие 80-е, поясним: эндокринными препаратами назывались высушенные экстракты из желез внутренней секреции. Предполагалось, что они будут способствовать улучшению работы аналогичных желез человека, принимающего такой препарат. Т.е. препарат для щитовидной железы содержал в себе высушенную щитовидную железу (состоящую, как и большинство тканей организма, из протеина), и его прием должен был способствовать улучшению работы щитовидки пациента. Аналогичный препарат для улучшения функции половых желез содержал в себе перемолотую ткань семенников. Считалось, что прием этого препарата благотворно сказывается на мужских способностях и уровне мужских половых гормонов. Но, будучи крупной молекулой белка, любой эндокринный препа-



фото: Los Alamos National Laboratory



рат будет расщеплен в желудке на более простые короткие цепочки аминокислот, и его воздействие на организм окажется сродни воздействию любого обычного пищевого белка, что делает абсурдными любые заявления о замечательных свойствах эндокринных препаратов.

Цельные протеины, гидролизаты и свободные аминокислоты

Тремя основными вариантами источника белка в настоящее время являются: цельный белок (обычная пища), частично расщепленные протеины, называемые гидролизатами (к ним относится большинство протеиновых добавок), а также свободные аминокислоты (продукты, состоящие из отдельных пептидов). Все эти варианты имеют как определенные преимущества, так и недостатки.

Важным является понимание того, что при попадании аминокислот в кровоток они перестают различаться между собой, если только их предварительно не пометить радиоактивными изотопами в исследовательских целях. Фактически, отличить аминокислоты, только что поступившие с пищей, от аминокислот, уже находившихся к этому моменту в организме человека, практически невозможно. Таким образом, с точки зрения физиологического действия на организм, аминокислоты, полученные, скажем, из съеденного вами яичного белка, ничем не будут отличаться от аминокислот, принятых в капсулированном виде, т.е. разницы между цельным, частично расщепленным протеином и свободными аминокислотами нет никакой, поскольку в итоге все они, после переваривания, в виде аминокислот оказываются в кровотоке.

Тем не менее, протеины из различных источников по-разному усваиваются организмом. Цельный белок медленнее усваивается и позже попадает в кровоток, нежели гидролизаты, поскольку последние уже частично расщеплены. В этом и заключается смысл приема гидролизатов сразу по окончании тренировки – чтобы аминокислоты как можно быстрее были усвоены и направлены организмом на восстановление мышц.

Вероятным преимуществом свободных форм аминокислот является возможность их комбинирования в необходимых пропорциях. Однако для этого необходимо иметь представление об этих пропорциях. Кроме того, ди- и трипептиды (получающиеся при расщеплении цельных белков или гидролизатов) усваиваются несколько быстрее и лучше, чем аминокислоты в свободной форме. Вероятнее всего, это происходит за счет наличия в организме специфических переносчиков, рассчитанных именно на ди- и трипептиды. Такая более низкая (в сравнении с гидролизатами) усвояемость

свободных аминокислот в сочетании с их более высокой стоимостью (при расчете на грамм) делает свободные аминокислоты не самой эффективной формой протеиновых добавок. Конечно, некоторые аминокислоты, например, глутамин или аминокислоты с разветвленными цепочками (BCAA), могут принести определенную пользу, если принимать их отдельно.

Сравнение "быстрых" и "медленных" протеинов: прорыв или очередной слон из мухи?

Недавно опубликованная работа, посвященная сравнению "быстрых" и "медленных" протеинов, дала толчок развитию совершенно нового направления в маркетинге и созданию очередной генерации протеиновых пищевых добавок. Эта идея очень похожа на знаменитый гликемический индекс, используемый для углеводов и отражающий скорость, с которой углеводы расщепляются, всасываются и действуют на уровень глюкозы и инсулина в крови.

При проведении данного исследования здоровым индивидуумам с обычным потреблением протеина (16% от общего количества потребляемых калорий) после 10-часового голодания вводилось 30 г сывороточного белка либо 30 г казеина. Предварительные результаты исследования показали, что после приема сывороточного белка уровень лейцина в крови (используемый в качестве индикатора различных обменных процессов в организме) быстро возрастал, достигая максимума через 1 час после принятия белка. Однако он так же быстро и понижался, возвращаясь к исходному уже по истечении 4 часов. Казеин же, напротив, гораздо медленнее повышал уровень лейцина, и его пиковое значение (через 1 час после принятия белка) было меньшим, чем у сывороточного протеина, но такой повышенный уровень лейцина фиксировался в организме на протяжении гораздо большего времени – 7 часов, как это видно из представленного ниже графика (рис. 1).

Кроме того, исследователи обнаружили, что сывороточный протеин стимулирует синтез белка (т.е. образование более крупных молекул протеина из отдельных аминокислот) и не оказывает влияния на его катаболизм (т.е. распад крупных молекул белка на отдельные аминокислоты), тогда как казеин снижает скорость распада белка, не оказывая влияния на его синтез. Еще одним результатом наблюдений стало то, что прием сывороточного протеина сильнее способствовал окислению лейцина, чем казеин (31% против 24%), вероятно, из-за более высокой скорости усвоения. И, наконец, лейциновый баланс (определяемый как отношение количества потребленного к полученному организмом лейцина) у казеина оказался выше, чем у сывороточного белка.

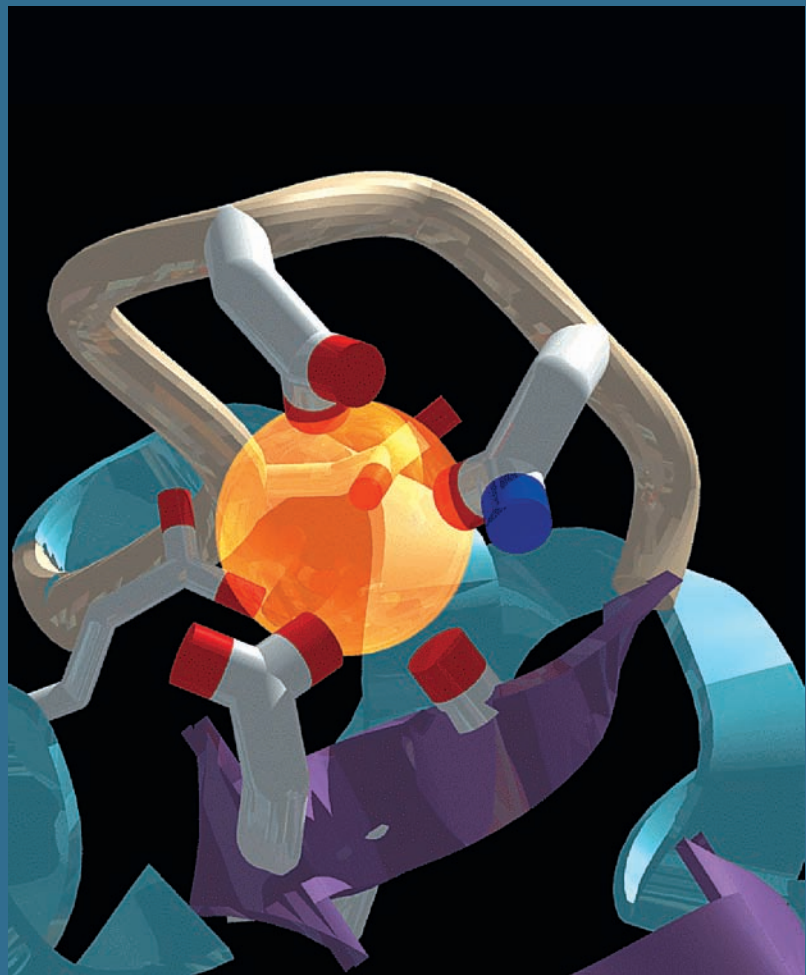
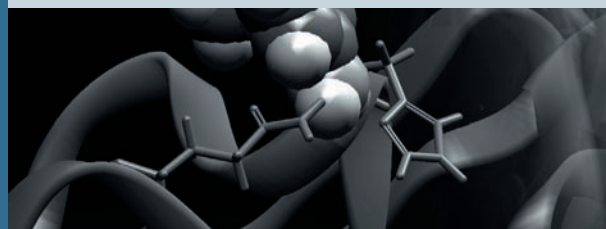
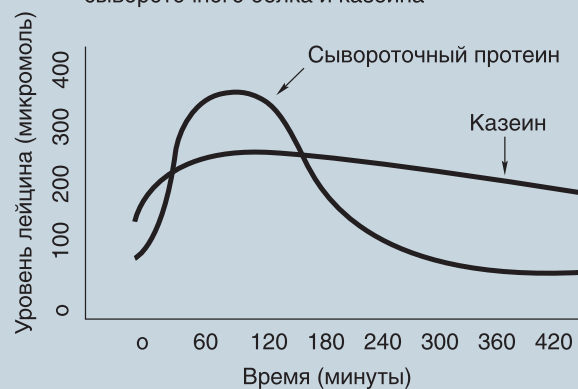


Рис. 1 Временные кривые действия сывороточного белка и казеина



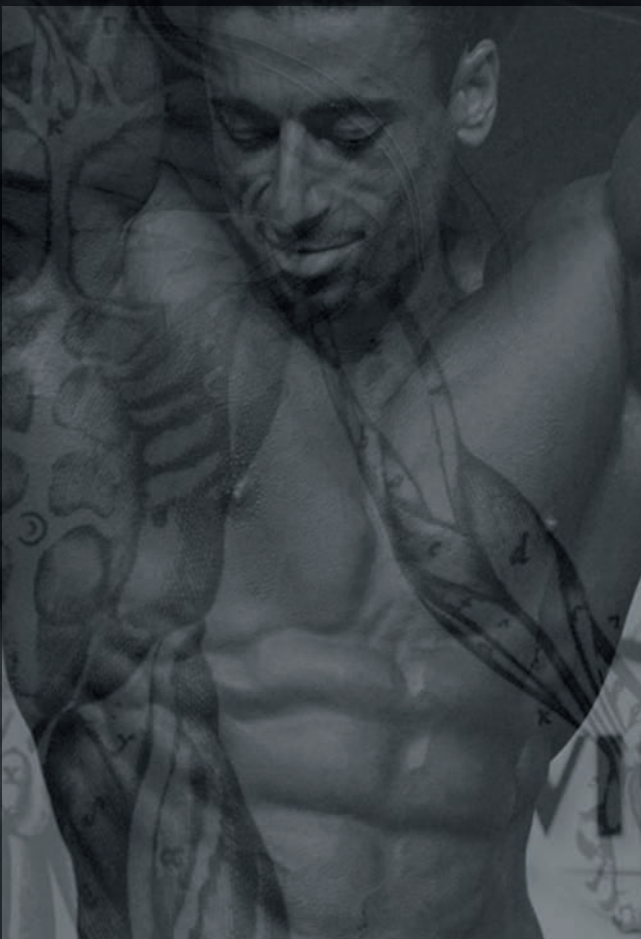


одной стороны, результаты воздействия на синтез и распад белка представляются весьма интересными, и по их результатам сывороточный белок можно отнести к "анаболическим" протеинам, тогда как казеин будет, скорее всего "антикатаболическим" белком. По крайней мере, эта зависимость будет сохраняться в течение 7 часов. Тем не менее, по нескольким причинам показатель запаса лейцина в организме не менее важен, поэтому можно говорить о превосходстве казеина, способствующего накоплению в организме большего количества лейцина. Различные интерпретации данного исследования будут зависеть, прежде всего, от того, какой продукт намеревается всучить вам их автор: казеин, сывороточный протеин или их комбинацию.

По результатам данного исследования уже появилось несколько статей, например, в известном журнале Nature и различных изданиях для бодибилдеров. В них авторы предлагают использовать сывороточный белок и казеин для достижения различных физиологических эффектов и ускорения роста мышечной массы. Протеиновые добавки, содержащие смеси из так называемых "быстрых" и "медленных" белков, уже появились на рынке. Покупателей убеждают, что с их помощью можно одновременно достичь увеличения синтеза белка, снижения скорости их распада и стабилизации уровня аминокислот в крови.

Сказать, что значение данного исследования раздули до невероятных размеров – значит не сказать ничего. На целый ряд важных вопросов не обратили никакого внимания, их-то мы и рассмотрим в нашей статье. Первым и, вероятно, наиболее важным, является тот факт, что перед приемом белка испытуемые подверглись 10-часовому голоданию. При таком подходе скорости синтеза и распада белка значительно отличаются от подобных показателей в середине дня после приема пищи. После ночного голодания скорость синтеза мышечного белка в организме может быть на 50% ниже, чем после приема пищи. Это означает, что эффективность любой белковой пищи утром будет выше, чем в любое другое время суток.

Кроме того, хорошо известно, что смешение различных питательных веществ (т.е. углеводов и протеинов или углеводов, протеинов и жиров) изменяет скорость их проникновения в кровоток. Аналогичным образом на скорость всасывания оказывает влияние наличие в организме непереваренной пищи, оставшейся от предыдущей трапезы. Все, о чем можно говорить по результатам рассматриваемого исследования, – это эффект, который произведет на организм принятие сывороточного белка или казеина натощак, после 10-часового голодания. Т.е. просто невозможно делать серьез-



ные выводы о том, что произойдет при употреблении сыворотки или казеина в сочетании с пищевыми жирами (например, содержащимся в спортивных напитках льняным маслом) или углеводами, а также если прием протеина будет происходить в другое время суток.

Наконец, еще одним вопросом без ответа остается то, где именно оказался протеин, синтезированный во время проведения эксперимента с сывороточным белком. Т.е. методология проведения исследования позволила ученым лишь отметить, что белок был синтезирован и остался в организме, не проливая свет на то, где конкретно синтезировался белок (фактически, это относится к большинству исследований метаболизма белка в человеческом организме – как правило, без биопсии очень сложно определить, куда направляется синтезированный белок). Поскольку задачей культуристов является действие на синтез именно мышечного белка, а не просто повышение синтеза белка в организме в целом, знание того, куда направляется синтезируемый белок, весьма важно. Достаточно лишь сказать, что синтезируемый белок может накапливаться как в мышцах, так и, скажем, в печени. Однако такие признания не будут способствовать росту продаж пищевых добавок. Во второй части статьи мы попытаемся ответить на возникающие вопросы, более подробно рассмотрев вопрос синтеза и накопления белка в организме после принятия пищи.

В качестве заключительного замечания по этой теме хотелось бы отметить, что большинство спортсменов, серьезно занимающихся бодибилдингом, и так едят богатую протеинами пищу каждые 2-3 часа. Поскольку при опыте с сывороточным белком повышенный уровень лейцина сохранялся в крови до 4 часов, то так ли уж важно, какой белок – сывороточный или казеин – вы будете употреблять, если белок поступает в ваш организм каждые 3 часа? И если казеин поддерживает повышенный уровень лейцина в крови на протяжении 7 часов, а цельные белки усваиваются еще дольше, то так ли уж обязательно соблюдать этот 3-часовой график их приема?

Кое-кто предлагал принимать смесь из сывороточного белка и казеина непосредственно перед отходом ко сну, чтобы обеспечить постоянный приток в кровь аминокислот. В этом есть доля правды. С другой стороны, цельный белок из обычной пищи, в сочетании с углеводами, жирами и клетчаткой, будет работать ничуть не хуже.

Последний вопрос, возникающий по результатам данного исследования, относится к употреблению протеинов после тренировки. Подумайте – даже сывороточному протеину потребовался целый час для того, чтобы повысить уровень лейцина в крови до максимума! Если стоит задача восполне-

ния образующейся в результате тренировки нехватки аминокислот, то не лучше ли употреблять белки за час-другой до тренировки, чтобы к ее окончанию аминокислоты как раз и попали бы в кровоток?

Часть 2 Потребность в протеинах

Споры о том, сколько белка нужно спортсменам, идут уже давно. С одной стороны выступают диетологи и специалисты по правильному питанию, которые постоянно говорят, что рекомендованных дневных норм (RDA) белка для организма вполне достаточно. С другой стороны баррикад находятся спортсмены-силовики и культуристы, традиционно употребляющие большое количество протеинов для того, чтобы быстрее набрать мышечную массу. Для того чтобы разрешить данное противоречие, мы должны вначале изучить методологию, используемую для определения потребностей организма в протеине, а затем обратить внимание на базовые потребности в белках. После этого мы сможем судить о влиянии нагрузок на потребности организма в протеине.

Белковый обмен и азотистый баланс

Ежедневно наш организм расщепляет одни белки и синтезирует другие. Этот процесс называется белковым обменом. При нормальных условиях питания в суточном обмене протеинов среднестатистического человека может участвовать до 300 г, но очевидно, что ежедневно потреблять такое количество белка нужно, так как большая часть расщепленного белка используется организмом для его дальнейшего синтеза.

Но ни один процесс в организме человека не происходит со 100% эффективностью, и обмен протеинов не является исключением. В ходе него некоторые аминокислоты окисляются, и образующийся при этом азот выводится с мочой, используется для синтеза креатинина и других веществ. При нормальном потреблении белка его потери могут составлять до 4% от его общего количества. На этот процесс можно влиять, изменяя количество потребляемого белка. Больше всего азота выводится с мочой, некоторая его часть – с фекалиями, потом, через кожу. Поскольку вопрос измерения точного количества выделяемого организмом азота весьма нудный и сложный, показатели часто уславливаются лишь приблизительно.

Азотистый баланс отражает соотношение количества азота, поступившего в организм (с пищей), и его потерь. У человека, получающего больше азота, чем теряет его орга-



низм, положительный азотистый баланс, и азот накапливается. Если количество потребляемого азота не восполняет его потери, то азотистый баланс отрицательный, т.е. он теряет белки тела. Поскольку расщепление аминокислот является основным источником потерь азота организмом, то уровень выделения азота с мочой является показателем степени активности расщепления аминокислот. Но при этом мы не можем узнать, какая именно аминокислота и в какой ткани организма подверглась расщеплению, поэтому данный метод является довольно неточным.

Кроме того, азотистый баланс сильно зависит от калорийности рациона. При голодании человек теряет больше азота, чем на диете, содержащей углеводы, но совсем не содержащей белка. Наконец, люди, потребляющие большое количество протеина, также будут выделять больше азота.



Безусловные потребности организма в белке

Безусловные потребности организма в белке – это количество белка, необходимое для восстановления суточных белковых потерь организма, позволяющее поддерживать азотистый баланс. Они определяются путем измерения количества выделенного азота на фоне безбелковой диеты. Поскольку в этом случае потребление азота с пищей равняется нулю, то весь выводимый из организма азот образуется в результате расщепления белков тела. Как указывалось выше, при измерении безусловной потребности организма в белках необходимо также обеспечить потребление суточной нормы калорий и углеводов.

Величина безусловной потребности организма в белках оценивается как 50–60 мг/кг/день. Так, при собственном весе 100 кг человек в день теряет около 5–6 г азота. Поскольку содержание азота в белках приблизительно 16%, то потеря 5–6 г азота будет соответствовать потере организмом около 33 г белков тела в день.

Для введения поправки на различную степень усвояемости, а также на индивидуальные особенности, к указанному выше значению был добавлен корректирующий "фактор безопасности". Так было получено значение рекомендуемой дневной нормы потребления белка, составляющей 0,8 г/кг/день, что является достаточным для 95% населения, чтобы восполнить суточные потери белка и сохранить их запас в организме.

Для среднего мужчины этот показатель составляет около 55 г белка в день, для средней женщины – 44 г. Эти цифры подразумевают потребление высококачественного протеина и получение организмом обычной суточной нормы калорий.

Помимо белка, организму необходимо получать в достаточных количествах и все незаменимые аминокислоты. В настоящее время вопрос определения потребности человеческого организма в отдельных аминокислотах в различных возрастных группах является спорным. А вопрос потребности в незаменимых АК тесно связан с вопросом качества протеина.

Спортсмены и протеин

Вопреки мнению большинства диетологов, рекомендации RDA никогда не рассматривались в качестве определяющих для людей, ведущих активный образ жизни и, тем более, профессионально занимающихся спортом. Более того, в официальном руководстве RDA указывается, что: "В данных рекомендациях не учтено влияние ежедневных стрессорных факторов и ситуаций, способных привести к временному увеличению количества азота, выводимого из организма с мочой. В научных исследованиях, на основе которых были



составлены данные рекомендации, испытуемые подвергались среднему для большинства населения стрессорному воздействию". А как известно каждому бодибилдеру, интенсивные тренировки выходят далеко за пределы "повседневных стрессорных воздействий", испытываемых среднестатистическим обывателем. Кроме того, многочисленные исследования показали, что регулярные интенсивные тренировки увеличивают потребности организма в белках.

Как аэробные, так и силовые упражнения увеличивают потребность организма в протеине, хотя и в силу различных причин. Во время аэробных упражнений аминокислоты могут использоваться для получения энергии (особенно аминокислоты с разветвленной цепью – лейцин, изолейцин, валин), обеспечивая поступление до 10% всей энергии, необходимой организму для поддержания долговременной физической активности. Этот процесс усугубляется при истощении запасов гликогена – именно поэтому на фоне низкоуглеводной диеты катаболический эффект кардиотренировок может быть более выраженным.

Хотя при силовой работе вклад окисления АК в производство энергии не так велик, процесс расщепления аминокислот все равно идет, также увеличивается и потребность в синтезе нового мышечного белка.

Конечно, причины увеличения потребности в белках менее важна, чем сам факт повышения этой потребности. Данные, полученные доктором Питером Лемоном, показывают, что у спортсменов, чьи виды спорта требуют выносливости, она может составлять 1,2-1,4 г на кг веса, а у спортсменов-силовиков – 1,6-1,8 г/кг, что необходимо для поддержания положительного азотистого баланса (увеличения мышечной массы).

Несмотря на то, что некоторые исследования показали возможность увеличения темпов роста безжировой массы тела при потреблении еще большего количества белка, не все проведенные исследования это подтверждают. Поступивший в организм избыточный белок подвергается окислению.

Физические нагрузки и потребность организма в отдельных аминокислотах

Недавние научные исследования показали, что и аэробные, силовые тренировки, повышают потребность организма в белках, хотя и разными способами.

То, что длительные тренировки на выносливость повышают интенсивность окисления (сжигания) аминокислот, особенно на фоне снижения запасов гликогена – установленный факт. Скелетные мышцы человека во время тренировки способны окислять лишь шесть аминокислот: аминокислоты с разветвленной цепью – ВСАА (лейцин, изолейцин,

валин), аспарагин, аспартат и глутамат. Можно было бы ожидать, что высвобождение аминокислот из мышечной ткани во время тренировок будет происходить пропорционально их содержанию в скелетных мышцах, но это не так, и ни одна из указанных аминокислот не высвобождается в данной пропорции.

Вместо этого основными аминокислотами, высвобождаемыми из мышц во время тренировок (а также в условиях стресса – например, при голодании или на фоне диеты) являются аланин и глутамин. Их высвобождение происходит в гораздо больших концентрациях, чем исходно содержится в мышечной ткани. Это свидетельствует о том, что эти две аминокислоты синтезируются в мышцах и, скорее всего, из вышеуказанных шести других аминокислот. Скорость синтеза глутамина в организме в целом оценивается в 20-80 г/сутки.

Во время силовых тренировок протеин почти не участвует в производстве энергии. Количество же протеина, необходимое для обеспечения роста мышечной массы – синтеза белка в мышечной ткани – у бодибилдеров, не применяющих стероиды, является очень небольшим – около 30 мг/кг в сутки. Это означает, что атлету весом 100 кг для синтеза новой мышечной ткани дополнительно к поддерживающей норме потребления белка требуется всего 3 г протеина в день. Даже при использовании стероидов, когда скорость прироста мышечной массы является наиболее высокой, для этого дополнительно требуется лишь 180 мг/кг протеина (т.е. около 18 г в сутки для спортсмена весом 100 кг). Но и это не может объяснить значительно более высокую потребность в протеинах, которая, как было доказано, необходима для поддержания положительного азотистого баланса у спортсменов-силовиков.

Судя по всему, большая часть дополнительного протеина, требующегося организму при силовых тренировках, используется для компенсации происходящего во время тренировок разрушения тканей. К сожалению, точное количество разрушающихся тканей (и состав и количество аминокислот, которые при этом теряются) до сих пор точно не установлено. Несмотря на присущие методу недостатки, показатели азотистого баланса являются для спортсменов-силовиков наиболее достоверными, но они говорят лишь об общем увеличении потребностей организма в протеине при силовых тренировках. Основываясь на данных о метаболизме аминокислот, мы попытаемся выдвинуть несколько научно обоснованных гипотез о потребностях бодибилдеров в отдельных аминокислотах.

Поскольку известно, что истощение запасов гликогена активирует ферменты, участвующие в окислении BCAA, ка-

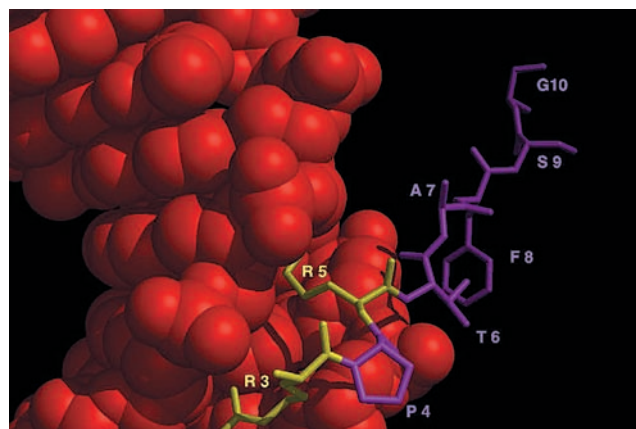




Таблица 2
Содержание аминокислот в наиболее распространенных белках
(мг аминокислоты на 1 г протеина)

Аминокислоты	Потребность в АК	Яйцо	Коровье молоко	Говядина	Гидролизат молочной сыворотки	Изолят сои
Гистидин	19	22	27	34	16	Нет данных
Изолейцин	28	54	47	48	54	49
Лейцин	66	86	95	83	89	82
Валин	35	66	64	50	82	48
Лизин	58	70	78	89	88	64
Метионин + цистеин	25	57	33	40	32	26
Тирозин + фенилаланин	63	93	102	80	65	92
Треонин	34	47	44	46	65	38
Триптофан	11	17	14	12	22	14
Всего (без гистидина)	320	490	477	445	417	413

Источник: National Research Council.
Recommended Dietary Allowances, 10th ed. National Academy Press, 1989.



жется естественным, что снижение количества гликогена во время силовых тренировок должно увеличивать окисление ВСАА. С учетом того, что все указанные в *Таблице 2* протеины содержат гораздо больше разветвленных аминокислот, чем указывают рекомендации, вряд ли их усиленное потребление приведет к значительному увеличению роста.

Обеспечение организма необходимым количеством гликогена и глюкозы (например, при употреблении разведенных углеводсодержащих напитков) во время тренировок должно предотвратить окисление ВСАА. Прием дополнительного количества ВСАА может оказаться полезным во время диеты (низкоуглеводной). Последние исследования с участием борцов также показали увеличение темпов сжигания жира при приеме дополнительного количества ВСАА.

Поскольку глютамин участвует в поддержании кислотно-щелочного равновесия, то образование при силовых нагрузках в мышцах молочной кислоты может способствовать увеличению его синтеза (и, соответственно, расхода указанных выше аминокислот) и потребности в нем. Однако недавние исследования, проведенные с участием спортсменов различной специализации, показали, что самый низкий уровень глютамина в крови наблюдался у пауэрлифтеров, что говорит о том, что метаболизм глютамина у силовиков отличается от его метаболизма у спортсменов, работающих на выносливость.

Сравнивая содержание незаменимых аминокислот в различных высококачественных протеинах с рассчитанными потребностями бодибилдера, мы увидим, что во всех этих протеинах содержится больше аминокислот, чем реально требуется организму. Кроме того, разница в содержании ами-

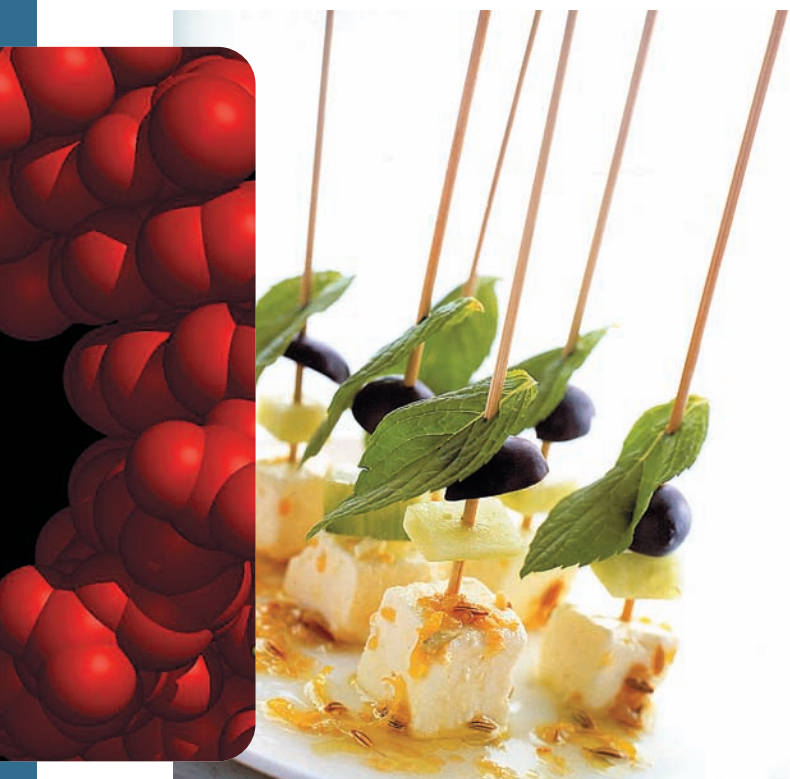


фото: IDS

нокислот в белке молочной сыворотки и других высококачественных протеинах не настолько велика, как пытаются внушить нам производители. По содержанию АК, за исключением содержания валина, лизина и треонина, молочный протеин вполне сопоставим с сывороточным, но стоит намного дешевле. Интересным (и идущим вразрез с устоявшимся мнением) является тот факт, что изолят соевого протеина вполне покрывает потребности организма в незаменимых аминокислотах.

Исходя из данных, приведенных в таблице, нет никаких оснований верить в превосходство одного высококачественного протеина над другим, поскольку все они содержат избыточное (по сравнению с требуемым) количество незаменимых аминокислот.

Хотелось бы разобраться еще с одним вопросом, ответить на который также поможет *Таблица 2*. Некоторые протеины считают более качественными из-за того, что содержание некоторых незаменимых аминокислот (или комбинаций из нескольких таких аминокислот) в них выше. Хотя это и может соответствовать действительности при сравнении высококачественных протеинов с низкокачественными (теми, которые не укладываются в установленные требования по содержанию АК), "правда жизни" состоит в том, что потребляемые обычно бодибилдерами высококачественные протеины содержат весь набор и количество необходимых организму обязательных аминокислот. Лишние же аминокислоты в любом случае окисляются и выводятся из организма. Поэтому то, что в сывороточном протеине содержится больше незаменимых аминокислот, не делает его лучше протеина молочного – ведь и в том, и в другом случае содержание



следования показали, что увеличение содержания уровня различных аминокислот в плазме крови после употребления протеина соответствует набору и относительному количеству незаменимых аминокислот, содержащихся в нем, но не совпадает с набором заменимых аминокислот.

Итак, состав и количество аминокислот в потребляемом протеине лишь косвенно определяет состав аминокислот, которые "увидит" (т.е. использует) мышечная ткань. С другой стороны, излишки потребленных аминокислоты будут сожжены (в результате стимуляции выработки окислительных ферментов в печени), а необходимое количество АК останется в кровотоке, чтобы в дальнейшем они были использованы различными тканями организма. Это соответствует выводам, сделанным нами ранее: до тех пор, пока организм бодибилдера получает необходимое количество белка и незаменимых аминокислот, нет оснований считать, что какой-либо определенный протеин будет сильнее стимулировать рост мышечной массы, чем другие белковые добавки. Принимая во внимание тот факт, что все высококачественные протеины содержат большее количество незаменимых аминокислот, чем необходимо организму, и общее избыточное потребление белков культуристами, утверждения о преимуществах одних протеинов над другими с точки зрения стимуляции роста мышц выглядят сомнительными.

Пищеварение и метаболизм АК

Необходимо понять, что происходит, когда аминокислоты всасываются из кишечника в кровь и попадают в воротную вену (по ней все питательные вещества, кроме жирных кислот, доставляются в печень). Печень – "первая остановка" питательных веществ, или, как это называют, "первый печеночный проход" цикла метаболизма нутриентов.

Большинство питательных веществ, за исключением жиров и холестерина, расщепляются и метаболизируются именно в печени. Там же наблюдается наивысшая концентрация ферментов, участвующих в метаболизме почти всех аминокислот (кроме ВСАА, основное расщепление которых происходит в мышцах). Кроме того, до 58% всех потребляемых аминокислот могут быть метаболизированы (расщеплены) печенью уже во время первого прохода. Давно известно, что прием пищи стимулирует окислительные процессы в печени, особенно когда количество потребляемых аминокислот превышает потребности организма.

Даже при прямом введении аминокислот большая их часть (70-75%) поглощается внутренними органами (печенью и др.), и лишь остаток (25-30%) используется мышцами. В случае введения АК с разветвленной цепью (ВСАА), наоборот, 65-70% поглощается мышечной тканью. Другие ис-

