

Белковый обмен и качество протеинов

Усвояемость белков

Важным аспектом белкового обмена является степень усвояемости того или иного белка человеческим организмом. Считается, что порошковый протеин (особенно предварительно расщепленный или гидролизированный) усваивается лучше, нежели цельные белки пищи. Также иногда можно услышать, что растительный белок усваивается нашим организмом лучше, чем белки животного происхождения.

Усвояемость протеинов оценивается по соотношению количества азота, которое выводится из организма с фекалиями, и количества азота, которое было потреблено. Делается также корректирующая поправка на количество азота, которое обычно выводится с фекалиями. Таким образом, исследование усвояемости белка сводится оценке того, насколько больше азота выводится из организма (по сравнению с нормальным показателем) при потреблении конкретного вида протеина.

Если было потреблено 5 г азота (что соответствует приблизительно 30 г протеина), а выведен 1 г азота, то показатель усвояемости составит 80% (делим 4 г азота, оставшиеся в организме, на 5 г изначально потребленных). В *Таблице 1* представлены показатели усвояемости наиболее распространенных видов белковой пищи.

Таблица 1

Усвояемость наиболее распространенных видов белковой пищи

Источник питания	Усвояемость протеина (%)
Яйцо	97
Молоко и сыр	97
Белки смешанной диеты	96
Мясо и рыба	94
Зерновые	86
Соя	78
Рис	76

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





protein

Наиболее часто употребляемые культуристами белки (за исключением некоторых видов белка растительного происхождения) имеют очень высокие показатели усвояемости. При нормальном пищеварении нет поводов считать, что порошок протеин будет усваиваться намного лучше или больше способствовать росту мышечной массы, чем белок, получаемый из обычной белковой пищи. Даже если какой-нибудь порошок протеин и достигнет идеального показателя 100% усвояемости (что маловероятно, поскольку ни один физиологический процесс в нашем организме не происходит со 100% эффективностью), то разница с усвояемостью белков молока или яиц составит лишь 3%, т.е. всего 3 г на каждые 100 г потребленного протеина. Возможно, такая разница будет существенной для людей с пониженным содержанием белка в рационе, но при тех объемах потребления белка, которые практикуются бодибилдерами, она вряд ли окажет заметное влияние на рост мышечной массы.

Таким образом, основным отличием порошкового протеина от цельных белков обычной пищи является не то, насколько хорошо одни из них усваиваются по отношению к другим, а то, насколько быстро это происходит. Многие из порошковых протеинов являются предварительно расщепленными (гидролизрованными), что способствует более быстрому их перевариванию, всасыванию в кишечнике и попаданию в кровоток.

Качество протеинов

Качество протеинов вызывает множество споров - как в научном мире, так и среди производителей протеиновых пищевых добавок. Приводятся различные доводы в пользу

Protein

превосходства качества одного протеина над другим либо преимущества порошковых протеинов над белками обычной пищи. Поскольку данный вопрос вызывает столько споров, рассмотрим его более подробно.

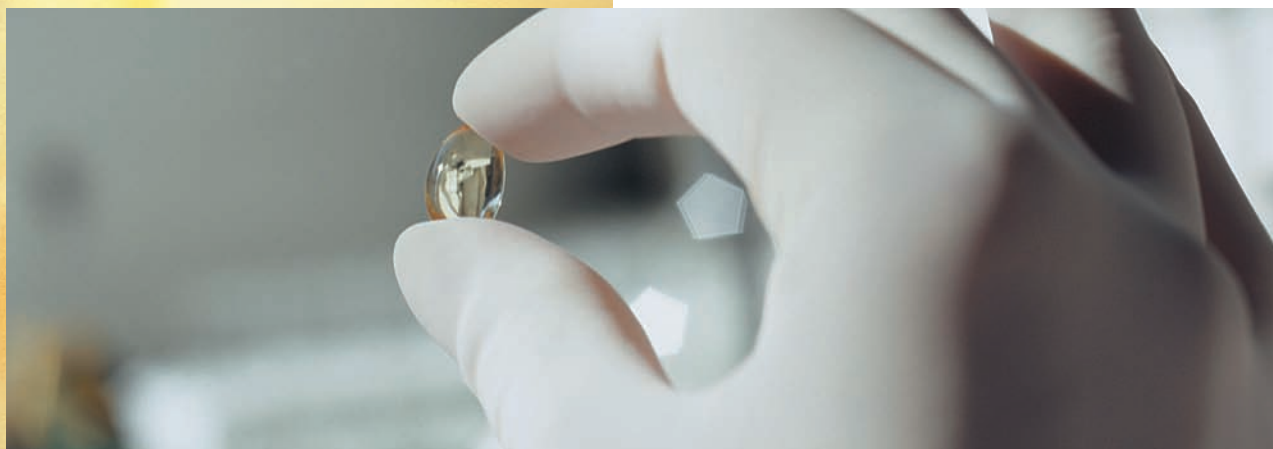
По большому счету, качество протеина определяется тем, насколько хорошо или плохо тот или иной протеин используется организмом или, говоря более конкретно, насколько состав и количество содержащихся в данном белке незаменимых аминокислот соответствуют потребностям в них нашего организма. Но не стоит делать из этого поспешный вывод о том, что данный аминокислотный состав не зависит от качества самого протеина как вещества. Вопрос потребности организма в аминокислотах не так прост и способен подлить масла в огонь споров, разгорающихся вокруг качества различных протеинов.

Методы оценки качества протеинов

Существует целый ряд методов оценки качества протеинов. Показатель качества протеина во многом зависит от того, какой именно из данных методов использовался. Это позволяет продавцам говорить о превосходстве именно своего товара над остальными. Например, при использовании одной методики оценки яичный белок может иметь самый высокий показатель качества, при использовании другой таким белком будет казеин. Еще одним, и, пожалуй, более важным фактором является то, что полученный показатель качества протеина будет напрямую зависеть от физиологических потребностей конкретного человека - объекта исследования.

Протеин, являющийся оптимальным по качеству выбором для бодибилдера в период набора мышечной массы, мо-





жет не подходить ему во время "сушки" или спортсмену, который тренируется на выносливость. Диета и вид физической активности могут влиять на процесс использования аминокислот организмом. Например, продолжительные аэробные нагрузки, требующие выносливости, приводят к окислению большого количества аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА). Таким образом, можно сделать вывод, что у спортсменов, тренирующихся на выносливость, потребность в ВСАА больше, чем в других видах спорта. Скорее всего, единственного и "универсального" протеина, качество которого было бы оценено как самое высокое, для любой ситуации просто не существует.

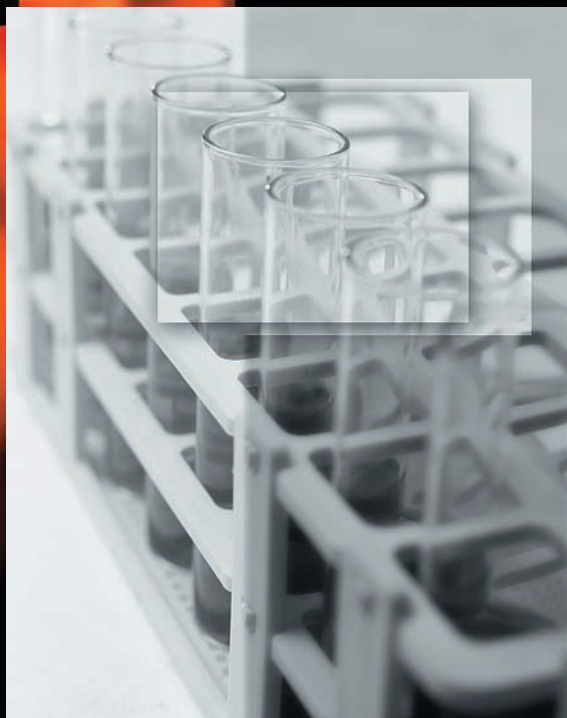
Таким образом, первый вопрос, требующий ответа: какая из методик оценки качества протеинов является идеальной

и оптимальной для человека? Ответ - ни одна, поскольку все они используют при расчетах допущения или основываются на моделях, достоверность которых не бесспорна. Второй вопрос, ответа на который никто до сих пор не дал: одинаковы ли потребности в аминокислотах человека, ведущего сидячий образ жизни, и интенсивно тренирующегося бодибилдера?

Несмотря на существование большого количества различных методик оценки качества протеинов, лишь немногие из них реально используются. Среди них: химический скоринг, оценка биологической ценности, оценка коэффициента эффективности, а также скорректированная по аминокислотам оценка усвояемости протеина.

Химический скоринг

Химический скоринг - Chemical score - методика оценки качества протеинов по их химическому составу (а точнее - содержанию в них незаменимых аминокислот). Для проведе-



ния скоринга выбирается эталонный протеин, и остальные белки оцениваются по отношению к нему. Это аналогично тому, как при оценке углеводов по гликемическому индексу белому хлебу присваивают значение 100 по гликемической шкале, а остальные углеводосодержащие продукты оцениваются по отношению к нему.

Обычно эталонным считают яичный белок, и предполагается, что набор аминокислот яичного белка идеален для человека. Однако в последнее время, в свете новой информации о потребностях человеческого организма в аминокислотах, эталонными стали считать другие наборы аминокислот (АК). В 1985 году Объединенная комиссия по изучению потребностей человеческого организма в протеинах предложила идеальный набор необходимых аминокислот, но многие исследователи подвергли это предложение критике, так как, по их мнению, он недостаточен.

Поскольку химический скоринг является относительной оценкой, а не абсолютной величиной, имеется возможность получения значений, превышающих 100. Например, если 5 г эталонного протеина содержат 800 мг определенной аминокислоты, а в 5 граммах оцениваемого протеина окажется 1000 мг этой кислоты, то химический скоринг данного белка в отношении этой аминокислоты составит 125%.

Незаменимая аминокислота, количество которой в данном протеине является минимальным (относительно эталонного количества), называется первой лимитирующей аминокислотой. Незаменимая аминокислота, относительное

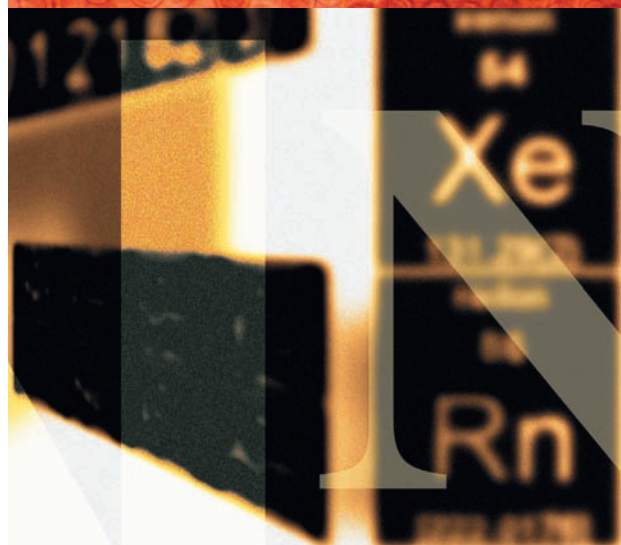
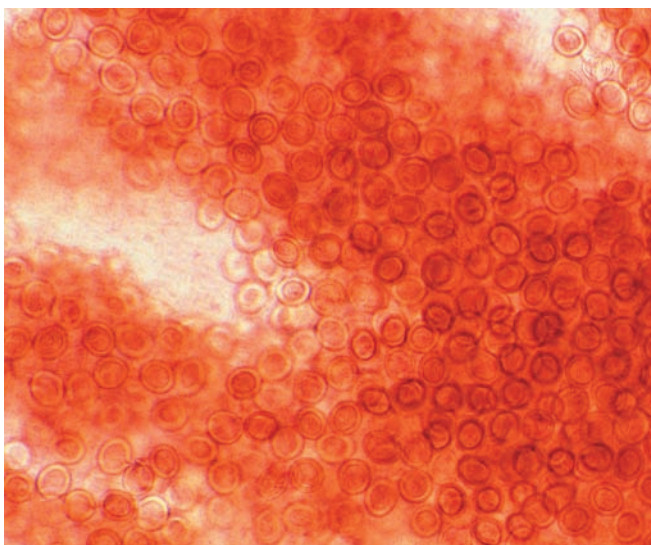




количество которой в данном белке больше, чем первой лимитирующей, но меньше, чем остальных, называется второй лимитирующей аминокислотой. Затем идет третья лимитирующая АК и т.д. В целом, каждая из лимитирующих аминокислот определяет, насколько хорошо или плохо данный протеин будет использован организмом. Отсюда следует, что добавление лимитирующей аминокислоты (например, дополнительный прием метионина вместе с белком, лимитированным метионином), либо комбинирование протеинов, содержащих различные лимитирующие аминокислоты, может способствовать улучшению их качества.

Химический скоринг также может использоваться для сравнения данного протеина с потребностями определенного человека. Это более практичный подход к данной методике, поскольку принимаются в расчет потребности конкретного организма (при условии, что они известны). Таким образом, если какой-либо протеин снабжает организм 100 г/кг определенной аминокислоты, а потребность данного организма в этой аминокислоте составляет 150 г/кг, химический скор по данной аминокислоте будет 0,67 (т.е. будет означать, что данный протеин может поставить лишь 67% ее количества, необходимого данному человеку).

Несмотря на то, что химический скоринг полезен для оценки качества протеинов на основе их химического состава, данная методика имеет один существенный недостаток: он очень мало может сказать о том, как данный протеин будет использован организмом, поскольку не учитывает критерий усвояемости. По этой причине химический скоринг редко используется в качестве самостоятельной и единственной методики оценки качества протеина.



Оценка биологической ценности

Биологическая ценность - Biological value (BV) - это один из наиболее часто используемых критериев оценки качества протеинов. Индекс биологической ценности протеина (БЦ) рассчитывается как отношение количества азота, оставшегося в организме, к количеству азота, полученному из данного белка, т. е. учитывается его усвояемость.

$$\text{БЦ} = (\text{азот, оставшийся в организме} / \text{азот, полученный из белка}) \times 100$$

БЦ равная 100 будет, таким образом, отражать 100% утилизацию организмом данного протеина, т.е. весь потребленный белок без потерь остается в организме.

Чтобы определить БЦ, испытуемых обычно сажают на безбелковую диету, чтобы предварительно измерить базовые

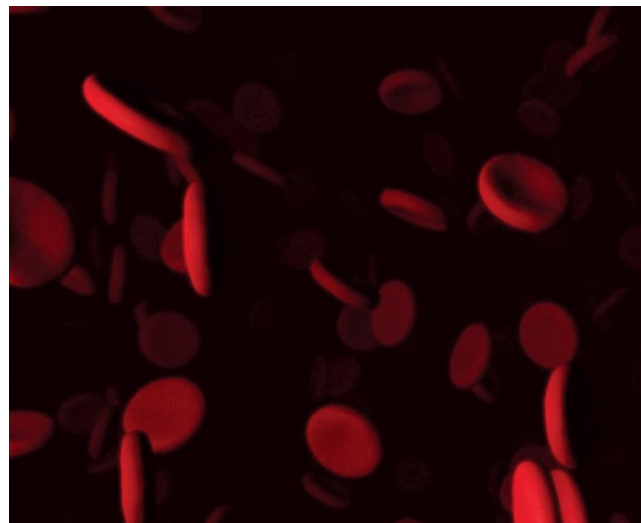




(в обычных условиях) потери азота организмом. После этого испытуемому в различных дозах (обычно это 0,6; 0,5; 0,4 и 0,3 г/кг веса) дают тестируемый протеин, а затем оценивается азотистый баланс. Некоторые исследователи использовали более или менее длительные периоды предварительного голодания, что также влияет на точность измерений. Например, в исследовании, часто упоминаемом в рекламе производителями гидролизата сывороточного протеина, азотистый баланс замерялся у крыс после трехдневного голодания (что соответствует более длительному периоду голодания у людей). Результаты данного исследования показали, что гидролизат сывороточного протеина обладал лучшей способностью удерживать азот в организме и сильнее стимулировал рост мышц, чем другие протестированные протеины. Но исследователи "забыли" упомянуть о том, что голодание изменяет способность организма к удержанию протеина, что приводит к завышенным показателям БЦ. Вывод: это исследование малоинтересно человеку, регулярно потребляющему большое количество белка.

Хотя методика оценки азотистого баланса имеет ряд недостатков, ее можно применять в качестве довольно грубого индикатора того, насколько хорошо данный протеин соответствует потребностям организма. Если данное количество протеина (а точнее, данное количество азота) поддерживает нулевой (или положительный) азотистый баланс организма, можно говорить о том, что качество исследуемого протеина достаточно для поддержания белковых запасов организма.

Главный недостаток методики оценки азотистого баланса в том, что она не дает никакой информации о метаболизме (в том числе дефиците) отдельных аминокислот и о том, в какой именно из тканей организма (в мышцах или печени)



происходит накопление этого белка, а является лишь показателем процессов, происходящих в масштабе всего организма. В зависимости от индивидуальных потребностей в аминокислотах различных тканей, возможна ситуация, когда потребление определенного белка будет оптимально стимулировать синтез белков в одной ткани, например, печени, и гораздо менее эффективно - синтез протеина в других тканях, например, в мышцах.

Значение БЦ не может быть больше 100. Также необходимо помнить, что БЦ выражается в %. Таким образом, утверждение, что БЦ сывороточного протеина равна 157 означает, что на каждый грамм потребленного азота организм сохраняет 1,57 г этого элемента. Поскольку в соответствии с законами термодинамики наш организм не может сохранить больше азота, чем он получил с пищей, значение БЦ равное 157 просто нереально. Поэтому к рекламе протеина с индексом БЦ, превышающим 100, следует относиться с подозрением.

Одним из аспектов, способных привести к неправильной интерпретации результатов измерения БЦ, является то, что на БЦ протеина влияет целый ряд факторов. В первую очередь, это калорийность рациона. Очень высокая калорийность рациона улучшает азотистый баланс при употреблении практически любого протеина, и наоборот. Это означает, что у человека, потребляющего большое количество калорий (например, культуриста, диета которого направлена на прирост мышечной массы), в организме будет задерживаться больше азота, и определенный показатель БЦ будет выше (т.е. в организме будет оставаться большая часть потребленного азота). При снижении количества потребляемых калорий (например, соблюдении диеты) показатель БЦ будет снижаться.



Вторым фактором, оказывающим влияние на БЦ, является уровень физической активности человека. Физические нагрузки, особенно силовые тренировки, способствуют сохранению и накоплению азота в организме и, следовательно, увеличению индекса БЦ.

Третий фактор, редко упоминаемый в литературе, - зависимость БЦ белка от его количества (полученного в процессе измерения протеина). БЦ измеряется при уровне потребления протеина ниже рекомендуемой нормы. При увеличении количества потребленного белка показатель его БЦ снижается. Например, индекс БЦ молочного белка при приеме в количестве 0,2 г/кг будет около 100. При увеличении его потребления до 0,5 г/кг показатель БЦ падает приблизительно до 70. Как писали Пеллетт и Янг: "Протеин более эффективно используется организмом при низком уровне его потребления, чем при уровне потребления, близком к рекомендованному. Соответственно, биологические измерения, проводящиеся для оценки качества протеина в условиях низкого уровня потребления белка подопытными животными и людьми, могут давать завышенные показатели БЦ по сравнению с условиями, когда потребление белка приближено к нормальному уровню...". Таким образом, измерение БЦ может быть полезным при оценке качества протеинов в условиях низкого их потребления, но этот показатель мало что скажет при уровне потребления белка, значительно превышающем средние рекомендуемые нормы. В *Таблице 2* представлены индексы БЦ наиболее распространенных протеинов.

Таблица 2

**Биологическая ценность
наиболее распространенных протеинов**

Протеин	BV
Сывороточный протеин	100
Яйцо	100
Молоко	93
Рис	86
Казеин, рыба и говядина	75
Кукуруза	72
Зерновой глютен	44

Источник: Normal and Therapeutic Nutrition, 17th ed. Corinne H. Robinson, Marilyn R. Lawler, Wanda L. Chenoweth, and Anne E. Garwick. Macmillan Publishing Company, 1986.

Принимая во внимание высокий (2,0 г/кг в сутки и выше) уровень потребления протеина большинством спортсме-

SKINFOLD THICKNESS



нов-силовики, непонятно, какой смысл может иметь для них оценка качества того или иного протеина по индексу БЦ. Судя по всему, при потреблении такого большого количества белка эффективность всех протеинов (относительно нормального качества) будет примерно одинаковой. Более того, даже если у некоторых из них (например, сывороточного протеина) показатель БЦ несколько выше, чем у остальных (например, у казеина или яичного белка), разница будет настолько незначительной, что это вряд ли скажется на темпах прироста мышечной массы в долговременной перспективе.

Коэффициент эффективности протеина (PER)

Иногда для оценки протеинов используют Protein efficiency ratio (PER) - коэффициент эффективности (КЭП), отражающий отношение набора веса (в граммах) к количеству потребленного протеина (в граммах). Например, КЭП (PER) равный 2,5 означает, что на каждый грамм потребленного протеина увеличение массы составило 2,5 грамма. Поскольку достоверно отследить изменения веса человека в граммах невозможно, измерение КЭП обычно производят опытным путем с использованием молодых (растущих) подопытных животных, пищевой рацион которых содержит 10% белка (от общего веса потребляемой пищи). Сразу возникает логичный вопрос - насколько подобной моделью человеческого организма могут служить животные? И хотя FDA США (Food and Drug Administration) рекомендовала методику КЭП (с использованием в качестве эталона казеина для оценки и маркировки белковой пищи), некоторые специалисты подвергли это справедливой критике.

Несмотря на столь неоднозначную оценку, нужно отметить, что недавние исследования показали: при сочетании в рационе животных (30%) и растительных (70%) белков полученные значения КЭП были выше, чем при употреблении только животных или только растительных белков. Возможно, это происходит из-за того, что при "смешивании" белков происходит дополнение лимитирующих аминокислот одних белков аминокислотами других. Таким образом, комбинируя растительные и животные белки в своем рационе, можно достичь более высоких значений КЭП, чем при потреблении только животных белков.

Скорректированная по аминокислотному составу оценка усвояемости протеина (PDCAAS)

Protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) - скорректированная по аминокислотному составу оценка усвояемости протеина - новейший из разработанных мето-



дов оценки качества протеинов по соответствию его аминокислотного состава идеальным потребностям человеческого организма. По аналогии с методом химического скоринга, PDCAAS оценивает белок в сравнении с эталонным протеином. Применяемый в данном случае в качестве эталона набор аминокислот рассчитан исходя из идеальных потребностей ребенка в возрасте от двух до пяти лет. Естественно, сразу возникает вопрос: насколько они соответствуют подобным потребностям взрослых бодибилдеров.

Методика PDCAAS превосходит химический скоринг, поскольку учитывается усвояемость конкретного протеина и использует эталонный аминокислотный профиль, более точно соответствующий потребностям человека. Что интересно, при оценке по методу PDCAAS некоторые протеины, которые ранее считались низкокачественными (например, соевый белок), получили более высокий рейтинг. Но, опять же, неясно, насколько результаты оценки качества протеинов по методу PDCAAS могут использоваться культуристами, поскольку регулярные силовые тренировки могут в значительной степени менять реальные потребности организма в определенных аминокислотах (например, глутамине или BCAA).



Выводы

■ Несмотря на то, что было предложено несколько методик оценки качества протеинов, ни одна из них не является идеальной и не позволяет точно оценить эффективность воздействия конкретного протеина на организм человека.

■ Поскольку ряд методик оценки качества протеинов базируется на определении наличия и степени прироста веса у подопытных животных или изменениях азотистого баланса, эти методики не дают представления о потребностях человеческого организма в отдельных аминокислотах и интенсивности синтеза белков в определенных (в частности, мышечной) тканях. Вместо этого они отражают лишь общие данные о белковом обмене в организме в целом.

■ Другой подход к оценке качества протеинов - сравнение аминокислотного состава тестируемого белка с неким эталоном. Ранее в качестве эталонного использовали молочный или яичный белок, но в последнее время для оценки качества протеина все чаще используют расчетную идеальную фор-

мулу состава и количества аминокислот. Однако при таком подходе необходимо иметь четкие представления об истинных потребностях человеческого организма в каждой конкретной аминокислоте.

■ По большому счету, ни один из описанных выше методов оценки качества протеинов не подходит для бодибилдеров. Они применяются, главным образом, для оценки минимальных потребностей в белках, необходимых либо для обеспечения оптимального роста и развития детей (физиология роста которых отличается от "роста" культуристов тем, что большинство синтезируемых у детей тканей - это, преимущественно, ткани внутренних органов, а не мышечная масса, как у культуристов) либо для поддержания мышечной массы и здоровья у "среднестатистических" взрослых людей. Ни одна из этих методик не может (и не должна) применяться для оценки качества протеинов и служить критерием оптимального выбора для взрослых людей, активно занимающихся бодибилдингом, целью которых является наращивание мышечной массы.