

Протеин, физические нагрузки и старение

По материалам Journal of the American College of Nutrition,
Vol. 23, No. 6, 601S-609S (2004).

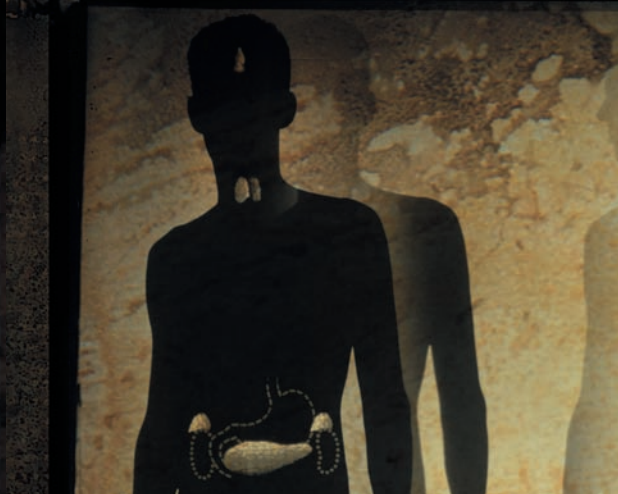
Старение организма связано с существенными изменениями в строении тела. Ярким проявлением этих изменений является возрастная потеря мышечной массы, называемая саркопенией. Также в пожилом возрасте наблюдается увеличение общего содержания жира (как подкожного, так и висцерального) в составе тела.

Причиной саркопении являются различные физиологические изменения, связанные с процессом старения организма. Среди них: снижение уровня физической активности, изменение эндокринных функций (уменьшение выработки тестостерона, гормона роста и эстрогена), резистентность тканей к инсулину и увеличение потребности в пищевых белках. Рекомендуемые нормы потребления белка – Recommended Daily Allowances (нормы потребления питательных веществ, рекомендованные американской Организацией по контролю за продуктами питания и лекарствами – RDA) – для здоровых мужчин и женщин составляют 0,8 г/кг в сутки при постоянном снижении количества выводимого с мочой азота и уменьшении мышечной массы тела. Несмотря на то, что многие пожилые люди следуют данным рекомендациям и потребляют достаточное количество белков, немалое их количество страдает от отсутствия аппетита, в результате чего реальное потребление белков не дотягивает до норм RDA, что часто ведет к увеличению темпов прогрессирования саркопении.

Важным средством противодействия развитию саркопении являются силовые тренировки. Благодаря им увеличивается мышечная масса, в первую очередь – за счет увеличения количества сократительных белков. Механизмы, с помощью которых механические силовые упражнения стимулируют увеличение синтеза РНК и последующее увеличение производства белков организма, до конца не изучены. Однако, как показали исследования, в результате выполнения эксцентрических движений во время силовых тренировок происходят ультраструктурные повреждения мышц (микроскопические надрывы сократительных белков мышечных клеток), что приводит к увеличению интенсивности белкового обмена в мышечной ткани. Данные микротравмы вызывают развитие целого каскада метаболических процессов, сходного с острой фазой воспалительной реакции организма и включают в себя активацию комплемента, мобилизацию нейтрофилов, усиление циркуляции интерлейкина-1 в скелетных мышцах, накопление макрофагов в мышечной ткани, а также увеличение синтеза и распада белков мышц. В то время как упражнения на выносливость усиливают окисление незаменимых аминокислот и увеличивают потребность в пищевых белках, упражнения на сопротивление приводят к снижению вывода азота из организма, что снижает потребность организма в пищевых белках. Такое повышение эффективности использования белков организмом может иметь важное значение при болезнях, вызывающих истощение, например ВИЧ и раке, а также для пожилых людей, страдающих саркопенией.

Исследования показали, что увеличение потребления





белков (до 1,6 г/кг в сутки) усиливает гипертрофическую реакцию мышц на силовые упражнения. Также было доказано, что у пожилых людей потребление протеиново-калорийных пищевых добавок в дополнение к обычному рациону было связано с увеличением мышечной массы и силовых показателей в отличие от контрольной группы, принимавшей плацебо.

Старение организма связано с существенными изменениями в строении тела. Саркопения – длительный процесс, начинающийся, как правило, уже в юношеском возрасте и продолжающийся всю оставшуюся жизнь. Сокращение массы скелетных мышц сопровождается увеличением количества жира в составе тела, снижением основного обмена (базовой скорости обмена веществ) и дневной потребности в энергии, а также снижением массы костей, силы и функциональных способностей организма. С возрастом также могут меняться и потребности в питательных веществах. Пожилым людям рекомендуется увеличить потребление кальция, витаминов Д и Е. Увеличение потребления отдельных питательных веществ особенно сложно осуществимо для людей этого возраста в свете уменьшающейся потребности в получаемой с пищей энергии. Недавно было установлено, что рекомендуемые в настоящее время энергетические нормы преувеличивают реальные потребности пожилых людей. Это свидетельствует либо об ошибках в расчетах, либо о том, что эффективность усвоения энергии пожилыми людьми отличается от аналогичного показателя молодежи. Как мы увидим ниже, имеются также серьезные свидетельства того, что потребности пожилых в белке выше, нежели существующие официальные рекомендации (базирующиеся, в основном, на данных, полученных при исследовании молодых людей).

Потребности в белке у пожилых людей

Существующие на сегодняшний день нормы потребления белка (RDA) для взрослых (старше 19 лет, кроме беременных и кормящих) составляют 0,8 г/кг в сутки. Этот показатель должен соответствовать потребностям практически любого здорового человека, вне зависимости от его возраста или уровня физической активности. Однако количество информации о потребностях в белке у пожилых людей весьма ограничено. Campbell и др. провели обзор встречающихся в литературе сведений об азотистом балансе у пожилых людей и пересчитали показатели, используя принятые на сегодня данные о различных потерях организма. Результатом их работы стал вывод о том, что существующие нормы не удовлетворяют потребности в белке большинства пожилых людей.

Это заключение было подтверждено нашей лабораторией в результате исследований, при которых мы изучали долгосрочные последствия употребления белков в соответствии с нормами RDA. В исследовании принимали участие здоровые пожилые мужчины и женщины, которым в течение 14 недель в стационаре давали по 0,8 г/кг белка в сутки. Пациенты продемонстрировали классический пример адаптации с последовательным сокращением вывода из организма азота через мочу в течение всего периода исследования. Адаптации подверглись и скелетные мышцы. Используя компьютерную томографию, мы продемонстрировали значительное уменьшение площади среза тазобедренной мышцы. Полученные таким образом данные говорят о том, что нормы RDA по белку для пожилых людей не соответствуют реальным потребностям организма даже при условии сохранения массы тела.

Причина такого увеличения потребности в пищевых белках не до конца изучена. В то время как некоторые исследования показывают снижение скорости синтеза мышечных протеинов у пожилых людей, судя по всему, базовая скорость белкового синтеза у них в мышцах остается такой же, как и у молодежи. Имеются свидетельства того, что увеличение концентрации аминокислот после приема пищи у молодых людей ведет к большему увеличению синтеза протеинов, нежели у пожилых. Кроме того, наблюдается повышенная экскреция незаменимых аминокислот из кровотока во время их первого прохождения через печень, что потенциально может уменьшать количество этих веществ, поступающее в мышцы. Важную роль в пониженном синтезе белков в мышцах пожилых людей после приема пищи может играть и пониженная усвояемость глюкозы.

Из того, что пожилым людям требуется больше белка, чем рекомендуется RDA, следуют серьезные выводы. Исследования питания пожилых людей выявили, что количество ежедневно потребляемых многими из них (до 30% пожилого населения) белков соответствует RDA или ниже этих рекомендаций. Недостаточное потребление белка в течение длительного периода времени приводит к снижению общего обмена белка в организме и ускоренной потере мышечной массы у пожилых людей. Действительно, эпидемиологические исследования избыточного потребления белков показали, что у пожилых людей, потребляющих рекомендованную норму (RDA), больше проблем со здоровьем, чем у их сверстников, чье потребление белков превышает RDA. Энергетические потребности пожилых людей обычно ниже, чем у молодых мужчин и женщин. Это означает, что пожилым людям может потребоваться больше белка в процентах от общего потребления ими энергии. В силу снижения их энергетических пот-





ребностей и усвояемости, пожилым людям необходимо увеличить потребление высококачественных нежирных протеинов, например яиц, постного мяса, рыбы, сывороточного протеина или казеина.

Эта оценка увеличенной потребности пожилых людей в протеинах была сделана в условиях неизменного потребления энергии. В периоды снижения общей калорийности рациона потребность в пищевых белках возрастает. Естественно, серьезно озаботиться вопросом употребления маложирных, высококачественных источников протеина следует и тем пожилым людям, которые хотят сбросить вес. Кроме того, исследования показали нарушение у пожилых людей функции регулирования аппетита. В то время как у молодых период пониженного потребления энергии обычно сменяется повышением потребления энергии с пищей, у пожилых людей после сниженного потребления энергии и потери веса это состояние сохраняется. Это может объяснить, почему у многих пожилых людей на фоне потери веса не происходит увеличения аппетита. Действительно, использование протеиновых пищевых добавок и гейнеров людьми пожилого возраста, как мужчинами, так и женщинами, не приводило к увеличению общей калорийности рациона или увеличению массы тела. У этой возрастной группы потребление белков может иметь решающее значение для сохранения массы скелетных мышц.

Силовые тренировки

Как показали исследования, силовые тренировки способствуют увеличению размера и силы мышц. В то время как кардиотренировки традиционно применялись для улучшения работы сердечно-сосудистой системы у пожилых людей, в настоящее время Американский колледж спортивной медицины рекомендует им включать в общую программу по физической подготовке и силовые упражнения. Это особенно важно для людей пожилого возраста в связи с проблемой потери мышечной массы и снижения силы.

Силовые нагрузки и повреждение мышц

Метаболические и морфологические адаптационные изменения, вызванные силовыми и кардиотренировками, значительно отличаются друг от друга. Увеличение мускульной силы происходит при тренировках с нагрузками в 60-100% от одноповторного максимума. В результате силовой тренировки происходит увеличение размера мышц, что обусловлено увеличением количества сократительных белков в мышечных волокнах (миофибриллах). Механизмы, с помощью которых механические действия стимулируют увеличение синтеза РНК и последующий синтез белка, до конца не изуче-



ны. Как показали исследования, эксцентрические сокращения мышц вызывают микроскопические повреждения мышечных клеток, которые могут являться причиной увеличения синтеза белка в мышцах.

Выявлено, что интенсивные силовые тренировки вызывают прирост массы скелетных мышц, несмотря на увеличение миофибрилярного протеолиза (распада белков), предполагающего непропорциональное увеличение синтеза миофибрилярных белков. Наша лаборатория показала, что эксцентрические упражнения (составляющие большую часть интенсивных силовых тренировок) вызывают ультраструктурные повреждения скелетных мышц, что приводит к долговременному увеличению скорости расщепления протеинов. Наши данные также указывают на то, что вызванное упражнениями повышение уровня интерлейкина-1 β является своеобразным посредником при осуществлении указанных выше изменений. Интерлейкин-1 β – это пептид, выполняющий роль вещества, отвечающего за так называемую острофазовую реакцию на инфекцию – повышение температуры, мобилизацию нейтрофильных лейкоцитов, перераспределение микроэлементов и увеличение протеолиза скелетных мышц. Кроме того, мы продемонстрировали, что многие компоненты острофазовой реакции у молодых и пожилых людей одинаковы, но вот мобилизация нейтрофилов у людей в возрасте заметно ослаблена или вовсе отсутствует. Эти возрастные различия в острофазовой реакции на упражнения, причиняющие ущерб организму, могут приводить к сглаживанию изменений в обмене мышечных белков и снижению степени развития мышц у пожилых людей по сравнению с молодыми.

После повторяющихся серий силовых упражнений скелетные мышцы претерпевают ряд адаптационных изменений. В частности, в результате интенсивных силовых упражнений изменяются размер и сила мышц. В связи с этим происходят временные изменения синтеза белка как в мышцах, так и во всем организме. Эти изменения продолжаются в течение нескольких дней после интенсивной тренировки. И хотя мы показали, что силовые упражнения приводят к увеличению мышц у пожилых людей, результаты наших наблюдений неоднозначны. Так, в двух случаях после интенсивных силовых тренировок наблюдалось значительное увеличение размера мышц, зато в двух других аналогичных случаях изменений не произошло.

Упражнения, при выполнении которых происходит эксцентрическое движение мышц (растягивание), вызывают наиболее быстрые и заметные улучшения в размерах и силе мышц. Соответственно, признаки гипертрофии мышц проявляются более отчетливо при эксцентрических движениях,

нежели при концентрических. После выполнения упражнений (эксцентрических), ведущих к повреждению мышц, наблюдаются различные признаки воспалительных процессов, в т.ч. мобилизация и инфильтрация лейкоцитов, протеолиз мышц, повышение температуры. Несмотря на то, что такие упражнения вызывают местное воспаление, не имеется доказательств, что именно воспалительный ответ способствует увеличению синтеза белков и гипертрофии мышц.

Влияние силовых упражнений и инсулина на белковый обмен

Гормональные и пищевые факторы, в особенности наличие и уровень инсулина и аминокислот в крови, оказывают важное влияние на управление синтезом протеина в скелетных мышцах. Например, при голодании у животных скорость белкового обмена в скелетных мышцах снижается более чем на 50% по сравнению с состоянием сытости.

Исследования подтверждают важную роль инсулина в поддержании мышечной массы. Уровень стимулированной аргинином секреции инсулина снижается при выполнении упражнений на выносливость. Напротив, интенсивные силовые упражнения вызвали увеличение секреции инсулина.

Влияние силовых упражнений на уровень инсулина является, похоже, прямой противоположностью влиянию, оказываемому упражнениями на выносливость и, таким образом, стимулирует накопление белка в организме. Инсулин же оказывает на скелетные мышцы глубокое анаболическое воздействие. В состоянии покоя инсулин снижает скорость расщепления мышечного белка. Изучение с помощью радиоизотопов метаболизма аминокислот в организме человека ясно свидетельствует о том, что инсулин подавляет распад белка в масштабах всего организма и стимулирует скорость белкового синтеза в мышцах.

Потребности в протеине и тренировки

Интенсивные силовые тренировки, как у молодых, так и у пожилых испытуемых, вызывали ярко выраженный анаболический эффект. Полученные нашей лабораторией данные показывают, что с началом тренировок происходит снижение скорости вывода азота из организма на 10-15%, которое сохраняется в течение 12 недель. Т.е. регулярные силовые тренировки улучшают азотистый баланс и, таким образом, у пожилых людей, выполняющих упражнения на сопротивление, средняя потребность организма в белках ниже, чем у людей, ведущих сидячий образ жизни. Это эффект наблюдался при потреблении протеина на уровне 0,8, и 1,6 г/кг в сутки, свидетельствуя о том, что влияние силовых тренировок на сохранение белка в организме может не иметь отношения к





величине потребления протеинов с пищей. Эти результаты несколько расходятся с нашими предыдущими исследованиями [56], показывающими, что регулярные занятия аэробными упражнениями увеличивают среднюю потребность в протеине у людей среднего возраста и молодежи (в среднем, до 0,93 г/кг-1 в сутки-1). Это отклонение, скорее всего, является результатом усиленного окисления аминокислот во время аэробных упражнений, чего может не происходить во время силовых тренировок.

В целом данные исследования показывают мощное воздействие упражнений с сопротивлением на белковый обмен. Анаболическое воздействие имеет важное значение при лечении многих болезней, связанных с потерей веса, у пожилых. Эффективно уменьшая потребность в пищевых белках, силовые упражнения помогут предотвратить дальнейшее уменьшение мышечной массы при одновременном увеличении силы и функциональных возможностей.

Силовые тренировки, потребление протеина и старение

Ряд исследований показал, что силовые тренировки могут привести к значительному увеличению размера и силы мышц у пожилых людей. Другие работы также продемонстрировали, что относительный прирост силы у пожилых мужчин и женщин в этих случаях даже выше, чем у молодых. По итогам 12-недельной программы тренировок с возрастающей интенсивностью (нагрузка 80% от одноповторного максимума, 3 подхода по 8 повторений, 3 дня в неделю, разгибатели-сгибатели голени), пожилые люди почти в два раза увеличили силу разгибателей и почти втрое – сгибателей. Прирост силы составил приблизительно 5% за одну тренировку, что аналогично показателям, наблюдаемым у молодых людей. Общая площадь сечения мышц, рассчитанная с помощью компьютерной томографии, увеличилась на 11,4%. Биопсия латеральной широкой мышцы бедра (*m. vastus lateralis*) показала увеличение площади волокон I (на 33,5%) и II типа (на 27,6%). Аналогичную программу тренировок мы предложили находящимся в стационаре пожилым людям (средний возраст 90,3 года, разница в возрасте от 87 до 96 лет). После 8 недель тренировок у 10 испытуемых мускульная сила увеличилась на 10%, а размер мышц – на 11%. Проведя аналогичное исследование с участием обитателей домов престарелых, мы увидели не только увеличение мускульной силы и размера мышц, но и увеличение скорости ходьбы, улучшение способности подъема по лестнице и удержания равновесия. Кроме того, значительно увеличился уровень физической активности. Очень старые люди хорошо реагируют на силовые тренировки, а при комбинировании таких тренировок с соответствующей энергетической подпиткой



возможно достижение значительного прироста мышечной массы. Необходимо отметить, что в исследовании участвовали очень старые люди с различными хроническими заболеваниями. Увеличение общего уровня физической активности было отмечено во всех наших исследованиях. Поскольку у большинства пожилых людей основной проблемой является слабость мышц, увеличение физической силы может стимулировать переход их к другим видам аэробных упражнений, например, ходьбе или катанию на велосипеде.

Мы изучили влияние увеличения потребления пищевых белков на гипертрофическую реакцию, вызываемую силовыми упражнениями у группы здоровых пожилых людей. Этим мужчин и женщин произвольным образом распределили в группу, потреблявшую от 0,8 до 1,6 г протеина/кг в сутки. Всем участникам была предложена программа интенсивных силовых тренировок (3 дня в неделю, 80% от однократного максимума), продолжавшаяся в течение трех месяцев. Пациенты, потреблявшие больше белка, продемонстрировали лучший ответ в виде гипертрофии мышц на тренировки. Совсем недавно мы сравнили результаты употребления рациона без мяса, но с овощами, молоком и яйцами, с мясным рационом с точки зрения прибавки в размере мышц в результате силовых тренировок. Это исследование показало, что у пациентов, употреблявших мясо, прибавка мышечной массы оказалась выше, нежели у сидевших на безмясной диете.

Влияние силовых тренировок на пожилых людей

Силовые тренировки могут способствовать улучшению удержания равновесия посредством увеличения силы мышц, участвующих в процессе ходьбы. Действительно, оказалось, что слабость коленей ведет к повышению риска падений у пожилых. Однако тренировка равновесия, практически не влияющая на увеличение мускульной силы, размер мышц или сердечно-сосудистую деятельность, также снижает риск падений у пожилых людей. Тай цзи – система упражнений для тренировки динамического равновесия, для которой не нужно специальное оборудование, снижает риск падения у пожилых людей почти на 50%.

Когда пожилые люди отмечают улучшение как физического, так и психологического контроля над своим организмом, в сочетании с общим улучшением самочувствия, это становится мощным стимулом к продолжению тренировок.

Помимо воздействия на увеличение массы и функциональных способностей мышц, силовые упражнения могут также положительно влиять на энергетический баланс. Мужчинам и женщинам, участвовавшим в тренировочной программе, задействовавшей мышцы верхней и нижней полови-



Выводы

■ Силовые тренировки с постепенно растущей интенсивностью способствуют снижению экскреции (вывода из организма) азота и, таким образом, снижают потребность организма в пищевых белках. Это может помочь пожилым людям предотвратить потерю мышечной массы, прогрессирующую с возрастом.

■ Увеличение потребления пищевых белков на фоне интенсивных силовых тренировок у пожилых людей приводит к росту мышечной массы. Силовые тренировки полезны людям любого возраста.

■ Многие врачи ранее не рекомендовали своим пожилым пациентам заниматься силовыми тренировками из-за ошибочного мнения о том, что силовые упражнения могут спровоцировать повышение кровяного давления. При соблюдении надлежащей техники, повышение кровяного давления при выполнении силовых упражнений существенно меньше, чем при выполнении аэробных упражнений.

■ Силовые упражнения быстро становятся одним из ключевых компонентов программ кардиологической реабилитации, поскольку врачи осознают, что для повседневной жизни и сохранения способности к самообслуживанию пожилым пациентам наряду с выносливостью необходима и мышечная сила.

■ Именно пожилые люди могут почувствовать максимум пользы от регулярных тренировок. Хотя им рекомендуется сочетать силовые и аэробные упражнения, только силовые тренировки способны остановить и обратить вспять развитие саркопении. Увеличение мышечной массы и силы у пожилых людей может стать первым шагом к активному долголетию и самым действенным и реальным способом поддержания функциональных возможностей организма и социальной независимости.

ны тела, к концу 12-недельного курса тренировок для поддержания массы тела требовалось на 15% больше калорий, чем до начала программы. Данное увеличение энергетических потребностей произошло в результате увеличения основного обмена, энергетических затрат на выполнение упражнений и увеличения повседневной физической активности.

В то время как упражнения на выносливость показали свое важное значение в снижении веса у молодых (за счет увеличения затрат энергии), в отношении пожилых людей этот подход может не сработать. Это обусловлено тем, что многие пожилые люди, ведущие сидячий образ жизни, не расходуют много энергии на выполнение упражнений, поскольку их уровень физической подготовки довольно низок. 30-40 минут тренировки могут увеличить расход энергии лишь на 100-200 ккал, но даже этот эффект не продлится долго. Аэробные упражнения при снижении веса не помогут сохранить "сухую" массу тела. Ввиду того, что силовые упражнения способствуют сохранению и увеличению мышечной массы даже при снижении веса, данный вид упражнений может быть действительно полезным для пожилых мужчин и женщин, которым требуется похудеть.

