

Методические рекомендации по применению биологических активных добавок, содержащих коровье молозиво и аминокислоты с разветвленной цепью в спорте с целью оптимизации тренировочного процесса

Москва 2013

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
1. Состав и механизм действия коровьего молозива.....	5
2. Состав и механизм действия аминокислот с разветвленной цепью.....	15
3. Эффекты применения коровьего молозива и аминокислот с разветвленной цепью на физическую работоспособность, гипертрофию скелетных мышц и восстановительные процессы.....	22
3.1. Эффекты применения коровьего молозива.....	22
3.2. Эффекты применения аминокислот с разветвленной цепью.....	26
Заключение.....	32

Введение

Биологические активные добавки, содержащие коровье молозиво и аминокислоты с разветвленной цепью начали широко использоваться в спортивной подготовке. Коровье молозиво (колострум) - это природный концентрат иммуноактивных факторов, биологических стимуляторов и питательных веществ, который оказывает иммуномодулирующее, анаболизующее и эргогенное действие на весь организм.

В колоструме содержатся иммуноглобулины (IgA, IgG, IgD, IgE, IgM), интерферон, эпителиальный фактор роста (EGF), инсулиноподобные факторы роста 1 и 2 ((IGF-I и IGF-II), тромбоцитарный фактор роста (PDGF), трансформирующие факторы роста А и В (TGA и TGB), лактоферрин, лизозим, гонадотропин-рилизинг-гормон, лютеинизирующий гормон, глюкокортикоиды, лизоцим, аминокислоты пролин, таурин, высокоусвояемые белки, жиры, углеводы, витамины (А, бета-каротин, Е, В12, D), минералы и др. Прием 60 г молозива в день в период выполнения высокоинтенсивных нагрузок и сразу после них, повышает силу и выносливость спортсменов, способствует быстрому восстановлению.

В группу аминокислот с разветвленной цепью (BCAA) входят три аминокислоты: лейцин, изолейцин и валин. Они относятся к незаменимым аминокислотам и образуют 1/3 всех мышечных белков. BCAA выполняют как структурную роль, так и регуляторную, воздействуя на анаболические процессы.

Кроме того, эти аминокислоты служат резервным источником энергии, участвуют в регулировании нервных процессов, стабилизируют гормональный фон. Лейцин, изолейцин и валин не метаболизируются в печени и напрямую воздействуют на синтез белка в мышцах. Они захватываются преимущественно мышцами и жировой тканью, являются предшественниками метаболитов цикла Кребса, могут поддерживать

постоянство pH в клетке и предотвращать внутриклеточный распад белка. Прием спортсменами ВСАА в количестве от 10 до 30 г в день способствует повышению работоспособности и их быстрому восстановлению.

Таким образом, применение биологических активных добавок, содержащих коровье молозиво и аминокислоты с разветвленной цепью в спорте с целью оптимизации тренировочного процесса может повысить эффективность подготовки спортсменов.

1. Состав и механизм действия коровьего молозива

Молозиво - густое вещество желтого цвета, выделяемое молочными железами млекопитающих, в том числе и человека, в конце беременности и в первые 2-3 суток после родов. Практическую ценность для спортивной медицины представляет коровье молозиво.

Состав коровьего молозива: иммуноглобулины (IgA, IgG, IgD, IgE, IgM), из них 90% приходится на долю IgA; цитокины, обеспечивающие межклеточное взаимодействие в иммунной системе, в их состав входит интерферон; факторы роста: эпителиальный фактор роста (EGF), инсулиноподобные факторы роста 1 и 2 ((IGF-I и IGF-II), тромбоцитарный фактор роста (PDGF), трансформирующие факторы роста А и В (TGA и TGB) - стимулируют рост различных тканей; лактоферрин - препятствует размножению микроорганизмов, усиливает фагоцитоз и эффективность цитокинов; факторы неспецифического иммунитета (лизоцим и др.), аминокислоты пролин - важна для регуляторных пептидов иммунной системы, таурин - необходим для развития головного мозга; высокоусвояемые белки, жиры, углеводы, витамины (А, бета-каротин, Е, В12, D), минералы и др.

Биологическое действие коровьего молозива: выраженное иммунопротекторное, иммунорегулирующее, защищающее и

восстанавливающее слизистую желудочно-кишечного тракта, питательное и регенерационное, омолаживающее и др. Молозиво коровье также необходимо в следующих ситуациях: большие физические и умственные нагрузки, иммунодефициты, программы снижения веса. При этом коровье молозиво обладает наилучшим и при этом безопасным анаболическим эффектом.

IGF-1 (инсулиноподобный фактор роста), обнаруженный в молозиве, обладает гораздо лучшим анаболическим эффектом, чем любое из всех известных до сих пор веществ. IGF-1 ведет к нарастанию мышечной массы и увеличению силы. В коровьем молозиве более высокая концентрация IGF-1 по сравнению с человеческим, а их структура почти идентична. Человеческий и коровий IGF-1 различаются только тремя из 67-и аминокислот, строящих цепи их молекул. Благодаря этой гомологии, коровий IGF-1 так же эффективен, как и человеческий.

IGF (инсулиноподобные факторы роста)

Рост-стимулирующий эффект СТГ опосредуется ИФР-гормонами, которые образуются под влиянием СТГ в печени и других тканях. Выделены два вида ИФР: инсулиноподобный фактор роста I (ИФР-I) и инсулиноподобный фактор роста II (ИФР-II). Это близкие по строению одноцепочечные белки, сходные с проинсулином. ИФР-I и ИФР-II присутствуют в сыворотке преимущественно в виде комплексов со связывающими белками. Наиболее распространен ИФР-связывающий белок типа 3.

ИФР-I и ИФР-II по-разному влияют на клетки-мишени. Это объясняется различиями взаимодействия ИФР с рецепторами. Как ИФР-I, так и ИФР-II связываются с рецепторами ИФР-I, однако сродство ИФР-I к рецепторам ИФР-I гораздо выше, чем сродство ИФР-II. Оба ИФР участвуют в развитии плода; в постэмбриональном периоде основное значение в регуляции роста имеет ИФР-I. Он стимулирует пролиферацию клеток всех

тканей, в первую очередь - хрящевой и костной. Физиологическая роль ИФР-II в развитии ребенка и во взрослом организме пока не выяснена.

Так же как и СТГ, оба ИФР действуют на гипоталамус и аденогипофиз по принципу обратной связи, контролируя синтез соматолиберина и соматостатина и секрецию СТГ.

Инсулиноподобные факторы роста (ИФР-1 и ИФР-2) не относятся к панкреатическим гормонам, но тем не менее близки к инсулину по структуре и функции. Влияние инсулина на рост и репликацию клеток трудно отделить от аналогичных эффектов со стороны ИФР-1 и ИФР-2. Действительно, инсулин и инсулиноподобные факторы роста могут взаимодействовать в этом процессе.

ИФР-1 и ИФР-2 представляют собой одноцепочечные полипептиды, состоящие из 70 и 67 аминокислот соответственно. Степень гомологии между двумя этими гормонами достигает 62%, причем 50% аминокислотных остатков в каждом из них идентичны таковым в инсулине. Молекулы этих факторов роста имеют разные антигенные участки и по-разному регулируются.

Инсулин оказывает более сильное влияние на метаболизм, чем инсулиноподобные факторы роста, однако последние сильнее стимулируют рост клеток. Каждый из этих гормонов имеет свой специфический рецептор.

Эти гормоны способны в какой-то степени перекрестно связываться с рецепторами, чем, возможно, и объясняется присущая им смешанная биологическая активность. Как правило, способность этих гормонов стимулировать рост наиболее всего коррелирует с их сродством к рецепторам ИФР-1 и ИФР-2.

В 1957 г. была сформулирована гипотеза, что проводником биологического действия СТГ в организме является циркулирующий в крови "сульфирующий фактор" (Salmon J.W.D. and Daughaday W.H., 1957), содержание которого в крови увеличивалось под действием СТГ. Несколько

лет спустя в крови людей была обнаружена инсулиноподобная активность, которая не подавлялась антителами к инсулину (nonsuppressible insuline-like activity) (Froesch B.R. et al, 1966).

Поздние проводники биологического действия СТГ стали называться соматомединами (Daughaday W.H. et al, 1972). Очистка и исследование веществ, определяющих неподдающуюся антителами инсулиноподобную активность крови, закончились выделением двух пептидов и установлением их аминокислотных последовательностей (Rinderknecht E. and Humbel R.E., 1978a , Rinderknecht E. and Humbel R.E., 1978b).

Они проявили высокую гомологию с проинсулином и были названы инсулиноподобными ростовыми факторами I и II. Параллельные исследования некоторых соматомединов показали их полную идентичность с ИРФ-I и было обнаружено, что ИРФ-I способен стимулировать рост гипофизэктомированных крыс (Schoenie E. et al, 1982), что подтверждало представление об ИРФ-I как проводнике биологического действия гипофизарного СТГ, т.е. о соматомедине. ИРФ-I тормозит секрецию СТГ по механизму отрицательной обратной связи.

Однако впоследствии были выявлены заметные различия в биологическом действии СТГ и ИРФ-I на рост разных органов и тканей (Skottner A. et al, 1989) и показано существование прямого действия СТГ на ткани без участия ИРФ-I. Тем не менее СТГ стимулирует экспрессию гена ИРФ-I в печени и жировой ткани (Coleman M. et al, 1994). Он увеличивает также образование мРНК ИРФ-I в тимусе (Florini J.R. et al, 1996), хотя и в меньшей степени, чем в других органах.

Инсулиноподобный ростовой фактор I (ИРФ-I) наиболее активно продуцируется и секретируется в кровь печенью и его секреция стимулируется СТГ. Поэтому печень является эндокринным органом в классическом понимании этого термина. Однако ИРФ-I синтезируется

практически во всех органах и тканях (по последним данным даже в костной ткани), хотя и в меньшей степени, чем в печени.

У взрослых людей ИРФ-I и ИРФ-II присутствуют в крови в таком же большом количестве, как и у грызунов в период эмбрионального развития, однако у грызунов концентрация ИРФ-II постепенно снижается до очень низких значений и у взрослых крыс ИРФ-II практически отсутствует (Daughaday W.H. and Rotwein P., 1989).

Зрелая молекула ИРФ-I, циркулирующая в крови, состоит из 70 а.о. и по аналогии с инсулином содержит домены В и А , но в отличие от проинсулина содержит дополнительную последовательность на С-конце - домен D и более короткий С-пептид (Daughaday W.H. and Rotwein P., 1989).

ИРФ-I синтезируется в виде большого препрогормона, который содержит сигнальный пептид и протяженный С-концевой пептид или пептид Е. Как сигнальный пептид, так и пептид Е отщепляются от предшественника ИРФ-I в результате протеолитического процессинга.

Разные варианты мРНК человека кодируют четыре сигнальных пептида различной длины: 48, 32, 25 и 22 аминокислотных остатка (Jansen E. et al, 1991). Они возникают в результате существования двух альтернативных первых экзонов и нескольких стартовых кодонов ATG в одной и той же рамке считывания в кДНК ИРФ-I. мРНК ИРФ-I различаются также длиной кодируемого пептида Е (1a или 1b) (Rotwein P., 1986 , Roberts C.T.Jr. et al, 1987).

IGF (ИФР)-связывающие белки (IGFBP, БСИРФ)

В плазме ИРФ-II и ИРФ-I циркулируют в связанной с белками-носителями форме, специфичными только для инсулиноподобных факторов роста. Белки, связывающими ИРФ (БСИРФ) : БСИРФ1 , БСИРФ2 , БСИРФ3 , БСИРФ4, БСИРФ5 и БСИРФ6 . Они не проявляют заметной гомологии с рецептором ИРФ и рецептором инсулина (Johnes J.I. and Clemmons O.R.,

1995) и секретируются в кровь многими тканями и клетками (Clark P., 1997 , Johnes J.I. and Clemmons O.R., 1995).

Все шесть БСИРФ в различной степени снижают биологические эффекты ИРФ. Однако для большинства из них, за исключением БСИРФ4 и БСИРФ6, показано также потенцирующее действие на активность ИРФ *in vitro* (Rechler M.M., 1995).

Многообразные функции БСИРФ обеспечивают гибкую регуляцию действия ИРФ-II и ИРФ-I: эти белки депонируют факторы в плазме и транспортируют их к рецепторам, способствуют их околклеточной локализации и модулируют их митотическую активность , влияя на взаимодействие ИРФ-II и ИРФ-I с рецепторами (Clemmons D.R. et al, 1993). Сродство ИРФ-II и ИРФ-I к связывающим белкам выше (приблизительно 10-12 М), чем к рецепторам. Аффинность некоторых белков к ИРФ-II и ИРФ-I отличается: к ИРФ-II выше сродство у ИРФ-СБ-2 и особенно ИРФ-СБ-6, а к ИРФ-I у ИРФ-СБ-3, но ни один из связывающих белков не взаимодействует с инсулином (Krywicki R.F., 1992).

Поэтому БСИРФ скорее следует рассматривать как модуляторы физиологической функции ИРФ-I. Большая часть ИРФ в крови связана с БСИРФ3, который в свою очередь связывается с третьим белком (acid-labile subunit) и образует крупномолекулярный стабильный комплекс с молекулярной массой 150 кДа (Baxter R.C. et al, 1994). Этот комплекс долго сохраняется в циркуляции и создает доступный резерв ИРФ (Johnes J.I. and Clemmons O.R., 1995). В молекулах ИРФ-II и ИРФ-I разные центры взаимодействуют со связывающими белками и рецепторами, хотя в молекуле ИРФ-II все же имеется характерное структурное перекрытие.

СТГ

Этот пептидный гормон образуется в соматотропных клетках аденогипофиза . ГР необходим для постнатального роста и для нормализации

углеводного, липидного, азотного и минерального обмена. Ростовые эффекты ГР опосредуются главным образом ИФР-1, ген которого относится к семейству инсулиноподобных генов. Первоначально он был известен как "сульфирующий фактор" благодаря своей способности стимулировать включение сульфата в хрящ, позднее его стали называть соматомедин С. По структуре он сходен с проинсулином. Синтез и секреция СТГ контролируются двумя гипоталамическими гормонами: соматолиберин и соматостатин. Соматолиберин стимулирует, а соматостатин подавляет секрецию СТГ и блокирует стимулирующее действие соматолиберина. Установлено, что соматостатин вырабатывается не только в гипоталамусе, но и в других отделах нервной системы, а также в органах ЖКТ. Соматостатин подавляет секрецию многих гормонов, в том числе - инсулина, глюкагона и гастрина. Уровень секреции СТГ зависит от соотношения концентраций соматолиберина и соматостатина. Попадая в кровь, СТГ взаимодействует с СТГ-связывающим белком, гомологичным внеклеточному домену рецептора СТГ.

Гормон роста, или соматотропин (СТГ) является вторым гормоном после инсулина, который был получен генно-инженерным способом для использования в качестве лекарственного средства, и относится к наиболее изученным гормонам гипофиза. Гормон роста принадлежит к семейству белкового семейства, включающему гормон роста, пролактин, ХС.

Интерес к соматотропину обусловлен обнаружением экспрессии его гена и секреции гормона многими тканями, отличными от гипофиза, и тесной связью соматотропина с функционированием иммунной системы. Соматотропин в течение длительного времени исследовался как анаболический гормон, который регулирует обмен веществ, стимулирует общий рост тела и способствует регенерации тканей и выживанию клеток. СТГ, как и другие гормоны, осуществляет свое действие через связывание со специфическим рецептором.

Гормон роста синтезируется в передней доле гипофиза. ГР необходим для постнатального роста и для нормализации углеводного, липидного, азотного и минерального обмена. Ростовые эффекты ГР опосредуются главным образом ИФР-1, ген которого относится к семейству инсулиноподобных генов. Первоначально он был известен как "сульфирующий фактор" благодаря своей способности стимулировать включение сульфата в хрящ, позднее его стали называть соматомедин С. По структуре он сходен с проинсулином.

Молекула СТГ состоит из 191 аминокислотного остатка (на восемь остатков меньше, чем в молекуле пролактина) и в отличие от пролактина содержит не три, а два внутримолекулярных дисульфидных мостика (Pankov Yu.A., 1991, Baumann G., 1991).

Гормон роста синтезируется в соматотрофах, которые составляют подкласс ацидофильных клеток гипофиза и являются наиболее многочисленной группой в этой железе. Концентрация ГР в гипофизе 5-15 мг/г. Гормон роста у всех видов млекопитающих представляет собой одиночный пептид с молекулярной массой около 22000.

Несмотря на высокую степень гомологии последовательностей гормонов роста различных млекопитающих, в клетках человека активен только собственный гормон роста человека или ГР высших приматов.

На секрецию ГР влияет ряд стимулов (сон, стресс), и она, подобно секреции многих гипофизарных гормонов, носит эпизодический и пульсирующий характер. В течение нескольких минут уровень ГР в плазме может измениться в 10 раз. Один из самых больших пиков отмечается вскоре после засыпания, что подтверждает поговорку: "Кто не спит, тот не растет". К другим стимулам относятся стресс (боль, холод, тревога, хирургическое вмешательство), физические упражнения, острая гипогликемия или голодание, белковая пища или аминокислота аргинин. Реакции на стресс

могут быть опосредованы катехоламинами, действующими через гипоталамус.

Возможна связь этих и многих других эффекторов с основным физиологическим действием ГР, состоящим в сбережении глюкозы. При стрессе, гипогликемии, во время сна или голодания ГР стимулирует липолиз (поступление жирных кислот) и проникновение в клетки аминокислот (потенциальных субстратов глюконеогенеза), сберегая таким образом глюкозу для метаболизма мозга.

Ключевую роль может играть внутриклеточная концентрация глюкозы (или ее метаболита) в регулирующей секрецию ГР области вентромедиального ядра гипоталамуса.

На высвобождение ГР оказывает влияние множество агентов, в том числе эстрогены, дофамин, альфа-адренергические соединения, серотонин, опиатные полипептиды, гормоны кишечника и глюкагон. Точкой приложения действия всех этих факторов является вентромедиальное ядро гипоталамуса, где осуществляется регуляция секреции гормона роста по типу обратной связи. Короткая петля системы включает положительный (стимулирующий) регулятор секреции - соматолиберин - и отрицательный (тормозящий) регулятор - соматостатин. Периферическая петля включает инсулиноподобный фактор роста 1.

Рост-стимулирующее действие ГР опосредуется в первую очередь ИФР-1, который образуется в печени. ИФР-1 регулирует секрецию ГР, подавляя высвобождение соматолиберина из клеток гипоталамусом и стимулируя высвобождение соматостатина.

Ингибирование по короткой петле обратной связи обеспечивается самим ГР, тормозящим высвобождение соматолиберина. Этот гормон образуется в срединном возвышении и, как недавно было показано, стимулирует не только секрецию, но и транскрипцию гена ГР. Некоторые эффекты соматолиберина дублируются дофамином, который также повышает

продукцию ГР. Торможение секреции гормона роста осуществляется соматостатином.

По-видимому, соматостатин тормозит секрецию ГР, ингибируя мобилизацию кальция. Не ясно, осуществляется ли это благодаря изменению притока Са в клетку или в силу стабилизации его внутриклеточных резервов. Гормон также ингибирует отток калия, который может в свою очередь снижать приток Са.

ГР стимулирует транспорт аминокислот в мышечные клетки и, кроме того, усиливает синтез белка, причем независимо от влияния на транспорт аминокислот. У животных, получающих ГР, возникает положительный азотный баланс, что отражает общее повышение белкового синтеза и снижение содержания аминокислот и мочевины в плазме и моче. Указанные изменения сопровождаются повышением уровня синтеза РНК и ДНК в отдельных тканях. В этом отношении действие ГР сходно с некоторыми эффектами инсулина.

В плане влияния на углеводный обмен гормон роста является антагонистом инсулина. Гипергликемия, возникающая после введения ГР, - результат сочетания сниженной периферической утилизации глюкозы и ее повышенной продукции печенью в процессе глюконеогенеза. Действуя на печень, ГР увеличивает содержание в ней гликогена, вероятно, вследствие активации глюконеогенеза из аминокислот. ГР может вызывать нарушение некоторых стадий гликолиза, а также торможение транспорта глюкозы. Обусловлен ли данный эффект результатом подавления гликолиза, пока не установлено. Ингибирование гликолиза в мышцах может быть также связано с мобилизацией жирных кислот из триацилглицероловых резервов. При длительном введении ГР существует опасность возникновения сахарного диабета.

Молозиво уменьшает распад протеинов и стимулирует транспортировку глюкозы в мышцах, что повышает возможности мышц

утилизировать глюкозу и повышает физическую работоспособность. Факторы роста молозива также повышают уровень утилизации жирных кислот. В конечном итоге факторы роста молозива увеличивают скорость протеинового синтеза и уменьшают распад белков, что приводит к увеличению чистой мускульной массы, без соответствующего увеличения жировых накоплений.

2. Состав и механизм действия аминокислот с разветвленной цепью

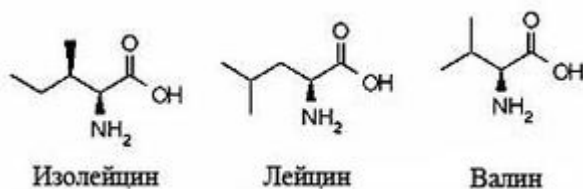
BCAA (от англ. Branched-chain amino acids - аминокислоты с разветвленной цепью) - комплекс состоящий из трех незаменимых аминокислот:

Лейцин (Leucine)

Изолейцин (Isoleucine)

Валин (Valine)

BCAA-аминокислоты имеют следующую структуру:



BCAA - основной материал для построения скелетных мышц, эти незаменимые аминокислоты составляют 35% всех аминокислот в мышцах и принимают важное участие в процессах анаболизма и восстановления, обладают антикатаболическим действием. BCAA не могут синтезироваться в организме, поэтому человек их может получать только с пищей и специальными добавками. BCAA отличаются от остальных 17 аминокислот тем, что в первую очередь они метаболизируются в мышцах, их можно

рассматривать как основные энергетические субстраты для мышц, которые повышает спортивные показатели, улучшают состояние здоровья.

Основные эффекты ВСАА-аминокислот, значимые в силовых видах спорта:

- Предохранение мышц от катаболизма
- Увеличение мышечной массы
- Снижение процента жира в организме
- Увеличение силовых показателей

Роль ВСАА в организме:

- Субстрат для синтеза мышечного белка
- Субстрат для продукции энергии
- Прекурсоры для синтеза других аминокислот, в частности, аланина и глутамина
- Метаболические модуляторы
- ВСАА стимулируют синтез мышечного протеина за счет активации PI3K
- Стимулируют синтез мышечного протеина за счет активации mTOR
- Подавляют катаболизм и разрушение мышц
- Стимулируют выработку анаболического гормона - инсулина
- Сжигают жир за счет экспрессии лептина в адипоцитах посредством mTOR

Отсюда видно, что ВСАА выполняют сразу несколько полезных функций и могут применяться с большим успехом при наборе мышечной массы, при похудении, работе на рельеф, аэробных тренировках.

ВСАА аминокислоты имеют очень крупную доказательную базу, сравнимую с протеином и креатином. Это одна из немногих добавок в спортивном питании, высокая эффективность которой подтверждается

реальными исследованиями, а не коммерческими фабрикациями, как это часто происходит.

Результаты исследования Shimomura и соавт. подтверждают, что жирные кислоты могут быть одним из регуляторов метаболизма ВСАА, а также то, что во время физических упражнений организм испытывает более высокую потребность в ВСАА аминокислотах. Более того, дополнительный прием этих аминокислот сразу перед и после тренировки приводит к снижению мышечного повреждения и усилению синтеза мышечного протеина.

В работе Мегро и соавт. при добавлении ВСАА (76% лейцина) к ежедневным порциям протеина удалось увеличить количество сухой мышечной массы, увеличить силовые показатели спортсменов, снизился уровень мышечного протеолиза. Уменьшилось количество жира в организме

Børsheim и соавт. Установили, что незаменимые аминокислоты ускоряют синтез мышечного протеина, однако введение заменимых аминокислот для этих целей, как показал эксперимент, не обязательно. Чем больше была доза вводимых аминокислот ВСАА, тем больший анаболический отклик был получен. Кроме того, прием ВСАА в качестве добавки во время 8 недель силового тренинга приводил к снижению процента жира в организме, увеличению сухой мышечной массы, увеличению силовых показателей в жиме лежа и приседе (Stoppani и соавт).

Механизмы действия ВСАА

ВСАА как энергетический субстрат

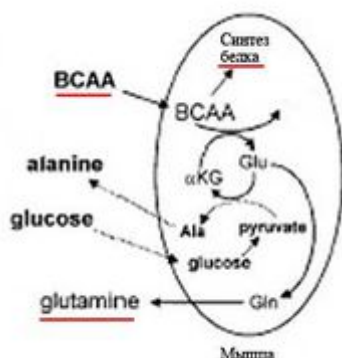
Выполнение физических упражнений увеличивает окисление ВСАА для того, что бы поддержать энергетический гомеостаз путем превращения в легкодоступный источник энергии - глюкозу. Исследования показывают, что во время и после нагрузки у атлетов снижается концентрация ВСАА (особенно лейцина), сразу вслед за этим включаются метаболические процессы, которые направлены на нормализацию концентрации ВСАА, то

есть начинают разрушаться мышечные белки, как основные источники для пополнения аминокислотного пула ВСАА. Дополнительный прием ВСАА в виде добавок может восстанавливать их концентрацию, и останавливать процесс разрушения мышц.

Кроме того, в последнее время ученые обращают особое внимание на роль лейцина, как источника АТФ (главный энергетический субстрат организма). Окисление лейцина в мышцах дает даже больше молекул АТФ, чем такое же количество глюкозы. Учитывая, что окисление лейцина и глюкозы идет по разным путям, атлет получает сразу 2 мощных источника АТФ, то есть восстанавливает свои силы гораздо быстрее.

Синтез мышечного белка

Как уже было сказано выше, ВСАА составляют треть всех мышечных белков, поэтому их можно считать главным строительным материалом мышц. Белок может быть синтезирован только при условии наличия свободных аминокислот, в противном случае рост останавливается. В покое, для восполнения потребности в аминокислотах достаточно принимать протеин, который постепенно абсорбируется из кишечника и полностью удовлетворяет метаболические нужды, однако во время и сразу после тренинга, потребности в аминокислотах резко возрастают, а аминокислотный пул истощен, поэтому возникает необходимость в крупных поставках аминокислот. Таким образом, принимая ВСАА в виде спортивного питания, спортсмен создает благоприятные условия для восстановления аминокислотного пула и построения новых мышечных волокон сразу после тренировки.



BCAA как прекурсоры глутамина

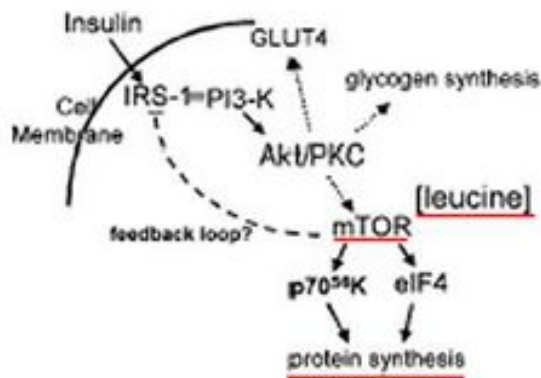
Глутамин играет важную роль в мышечном росте. Глутамин в больших количествах содержится в мышцах и других тканях, выполняет регулируемую роль в синтезе всех видов белка организма, сдвигает азотистый баланс в анаболическую сторону, увеличивает объем мышечных клеток и повышает выработку гормона роста.

Повышенный расход глутамина во время физических упражнений может покрываться за счет BCAA, которые способны преобразовываться в него прямо в мышцах.

Стимуляция секреции инсулина, PI3K и синтеза белка

Один из путей, который ускоряет синтез белка (то есть, рост мышц) - phosphatodyl-inositol-3-киназный путь (PI3K). PI3K регулирует потребление глюкозы и ускоряет транспорт аминокислот в клетки. Инсулин осуществляет свое анаболическое действие именно за счет PI3K.

BCAA (лейцин) способны усиливать секрецию инсулина и напрямую активировать PI3K, таким образом, анаболизм запускается даже при отсутствии инсулина. Употребление углеводов и BCAA после тренировки ведет к синергическому подъему уровня инсулина, активизации потребления клетками питательных веществ, ускорение роста мышц.



Аминокислоты вызывают транслокацию неактивированного mTORC1 (ключевого регулятора мышечного роста) к мембранам лизосом, где уже присутствуют белки RagGTP-азы в комплексе с Ragulator. Транслокация mTORC1 к лизосомам не зависит от факторов роста, Rheb или активности фермента. Присоединение mTORC1 к мембранам лизосом происходит с участием белкового комплекса Ragulator и RagGTP белков и вызывает активацию фермента. В результате изучения роли лейцина в регуляции активности mTORC1 установлено, что аминокислота может присоединяться к белкам UBR1 и UBR2, которые относятся к E3 убиквитиновым лигазам (Kume et al., 2010, Tasaki et al., 2005).

Комплекс mTORC1 интегрирует сигналы от энергетического состояния мышечных клеток и следующих стимулов: ростовых и пищевых факторов, физических упражнений и митохондриальных факторов, что позволяет контролировать обмен белков и, следовательно, рост клеток (Deldieque et al., 2008). Анаболизм мышечных белков имеет место, когда скорость синтеза белков больше, чем скорость расщепления, в результате чего со временем происходит увеличение количества белков в мышцах. Гипертрофия мышц является медленным процессом, поскольку синтез белков должен превышать распад белков в течение длительного периода (от недель до месяцев). Систематические силовые тренировки вызывают адаптацию, приводящую к гипертрофии мышц в результате интеграции ответа генов, регулирующих

метаболические процессы, увеличивающие размер мышечных клеток через включение вновь синтезированных ядер (Fluck and Hoppeler 2003).

Например, одна силовая тренировка вызывает быструю (через 2 часа) активацию нескольких генов, участвующих в гипертрофии мышц с пиком индукции для большинства генов в период 4-6 часов после тренировки (Psilander et al., 2003, Yang et al., 2005). Механизмы контроля трансляции, которые регулируют экспрессию генов в мышцах после выполнения силовых упражнений, представлены в обзорах (Baar et al., 2006, Kim et al., 2009, Stepto et al., 2009). Данные исследований с участием спортсменов, касающиеся выяснения роли mTORC1 в передаче сигналов во время физических упражнений, противоречивы (Coffey et al., 2006, Deldieque et al., 2008), но в основном подтверждают участие этого фермента в анаболических процессах как при однократных (Dreyer et al., 2006), так и при систематических силовых упражнениях (Leger et al., 2006, Wilkinson et al., 2008).

Фосфорилирование mTORC1 белков p70S6K и 4E-BP1 повышает эффективность процесса трансляции. Так, p70S6K проявляет эффект через фосфорилирование многочисленных субстратов, которые участвуют в регуляции многих реакций, связанных с синтезом белков (Coffey and Hawley 2007). Установлено, что увеличение степени фосфорилирования P70S6K при однократном выполнении силового упражнения коррелирует с увеличением мышечной массы, изменением мышечной силы и величиной поперечного сечения миофибрилл типа IIА после 14-недельной силовой тренировки (Terzis 2008). Можно полагать, что p70S6K регулирует синтез белков и ингибирует сигналы инсулин IGF1 через фосфорилирование его рецептора (Magnuson 2012).

На основе представленных данных становится очевидным, что эндогенные и экзогенные субстраты, доступные до и после выполнения силовых упражнений, могут изменять транскрипционную активность отдельных генов и регулировать сигнальные пути, что приводит к

увеличению синтеза белков (Churchley et al., 2007). Силовые упражнения и питание независимо активируют инициацию трансляционных реакций, участвующих в процессах синтеза белков в скелетных мышцах (MakKenzie et al., 2009, Moore et al., 2009).

В этом отношении для усиления максимального роста клеток и адаптации к силовым упражнениям применение пищевого фактора в виде смеси аминокислот приводит к полной активации сигнальной системы, связанной с синтезом белков в скелетных мышцах (Deldieque et al., 2005).

3. Эффекты применения коровьего молозива и аминокислот с разветвленной цепью на физическую работоспособность, гипертрофию скелетных мышц и восстановительные процессы

3.1. Эффекты применения коровьего молозива

Биологическое действие коровьего молозива: выраженное иммунопротекторное, иммунорегулирующее, защищающее и восстанавливающее слизистую желудочно-кишечного тракта, питательное и регенерационное, омолаживающее и др. Молозиво коровье также необходимо в следующих ситуациях: большие физические и умственные нагрузки, иммунодефициты, программы снижения веса. При этом коровье молозиво обладает наилучшим и при этом безопасным анаболическим эффектом. В таблице 1 дано описание результатов основных исследований по оценке влияния колострума на физическую работоспособность и состав тела.

IGF-1 (инсулиноподобный фактор роста), обнаруженный в молозиве, обладает гораздо лучшим анаболическим эффектом, чем любое из всех известных до сих пор веществ. IGF-1 ведет к нарастанию мышечной массы и

увеличению силы. В коровьем молозиве более высокая концентрация IGF-1 по сравнению с человеческим, а их структура почти идентична. Человеческий и коровий IGF-1 различаются только тремя из 67-и аминокислот, строящих цепи их молекул. Благодаря этой гомологии, коровий IGF-1 так же эффективен, как и человеческий.

Молозиво уменьшает распад протеинов и стимулирует транспортировку глюкозы в мышцах, что повышает возможности мышц утилизировать глюкозу и повышает физическую работоспособность. Факторы роста молозива также повышают уровень утилизации жирных кислот. В конечном итоге факторы роста молозива увеличивают скорость протеинового синтеза и уменьшают распад белков, что приводит к увеличению чистой мускульной массы, без соответствующего увеличения жировых накоплений.

Во время исследования финской олимпийской лыжной команды участники тренировались усиленно, и уровень их креатинкиназы измеряли через каждый семь дней. Обнаружение креатинкиназы в крови свидетельствует о распаде мышечной ткани (маркер мышечного повреждения и перетренированности). По сравнению с членами команды, принимающими плацебо, у атлетов, принимающих молозиво, уровень креатинкиназы снизился почти наполовину через четыре дня после интенсивных тренировок. Кроме того, они испытывали меньшую усталость, у них реже встречалось растяжение мышц, а их результаты значительно улучшились.

Таблица 1. Описание результатов исследований по оценке влияния колострума на физическую работоспособность и состав тела.

Авторы	Испытуемые	Дозировка	Тренировка	Основные
--------	------------	-----------	------------	----------

		колострума (сут)		результаты
Mero et al., 1997	Мужчины-спринтеры и прыгуны (n=9)	125 мл, 8 дней	6 дней тренировок скоростно-силовой направленности	↑ уровня IGF1 на 4.32 нмоль/л при приеме 125 мл колострума
Antonio et al., 2001	Физически активные мужчины и женщины (n=22)	20 г, 8 недель	Аэробные и силовые нагрузки, 3 раза в неделю	↑ на 2.4% тощей массы тела
Kreider et al., 2001	Мужчины и женщины, занимающиеся силовыми видами спорта (n =49)	60 г , 12 недель	Силовая тренировка, 4 раза в неделю	↑ общей массы тела (на 2 кг) и безжировой массы тела (на 1,3 кг)
Kerksick et al., 2001a	Мужчины и женщины, занимающиеся силовыми видами спорта (n =49)	60 г , 12 недель	Силовая тренировка, 4 раза в неделю	↑ результатов в жиме от груди на 62 кг
Buckley et al., 2002	Нетренированные мужчины	60 г, 8 недель	45минут бега на уровне ПАНО, 3 раза в неделю	↑ на 4.6% скорости бега

	(n=39)			
Hoffman et al., 2005	Элитные хоккеисты, мужчины и женщины (n=35)	60 г, 8 недель	Обычная тренировка	↑ на 4.8% результатов в спринте (5x10 м)
Brinkworth et al., 2002	Элитные гребцы-женщины (n=13)	60 г, 9 недель	Гребля, силовая тренировка	↑ на 22% буферной емкости крови
Mero et al., 2002	Физически активные мужчины и женщины (n=35)	20 г, 2 недели	2 недели специализированной тренировки (75%) и силовой тренировки (25%)	↑ на 17% уровня IGF1
Coombes et al., 2002	Тренированные велосипедисты-мужчины (n=42)	20 г, 8 недель	Обычная тренировка	↓ на 19% времени гонки
Buckley et al., 2003	Физически активные мужчины (n=51)	60 г, 8 недель	Силовая тренировка, 6 дней в неделю	↑ на 7,2% результатов в вертикальном прыжке и ↑ на 13.8% пиковой мощности

Brinkworth et al., 2004	Физически активные мужчины (n=34)	20 г, 8 недель	Силовая тренировка недоминантной руки (сгибатели плеча)	↑ на 4,2% площади поперечного сечения плеча
----------------------------	--	-------------------	---	---

Применение коровьего молозива (колострума): после физической нагрузки или за 1-2 часа перед сном. 1-2 порции в день. Общее количество: 60 г в сутки. Пролжительность приема: 8-10 недель.

3.2. Эффекты применения аминокислот с разветвленной цепью

Основные эффекты ВСАА-аминокислот, значимые в силовых видах спорта:

- Предохранение мышц от катаболизма
- Увеличение мышечной массы
- Снижение процента жира в организме
- Увеличение силовых показателей

Роль ВСАА в организме:

- Субстрат для синтеза мышечного белка
- Субстрат для продукции энергии
- Прекурсоры для синтеза других аминокислот, в частности, аланина и глутамина
- Метаболические модуляторы
- ВСАА стимулируют синтез мышечного протеина за счет активации PI3K

- Стимулируют синтез мышечного протеина за счет активации mTOR
- Подавляют катаболизм и разрушение мышц
- Стимулируют выработку анаболического гормона - инсулина
- Сжигают жир за счет экспрессии лептина в адипоцитах посредством mTOR

Отсюда видно, что ВСАА выполняют сразу несколько полезных функций и могут применяться с большим успехом при наборе мышечной массы, при похудении, работе на рельеф, аэробных тренировках.

ВСАА аминокислоты имеют очень крупную доказательную базу, сравнимую с протеином и креатином. Это одна из немногих добавок в спортивном питании, высокая эффективность которой подтверждается реальными исследованиями, а не коммерческими фабрикациями, как это часто происходит.

Результаты исследования Shimomura и соавт. подтверждают, что жирные кислоты могут быть одним из регуляторов метаболизма ВСАА, а также то, что во время физических упражнений организм испытывает более высокую потребность в ВСАА аминокислотах. Более того, дополнительный прием этих аминокислот сразу перед и после тренировки приводит к снижению мышечного повреждения и усилению синтеза мышечного протеина.

В работе Мего и соавт. при добавлении ВСАА (76% лейцина) к ежедневным порциям протеина удалось увеличить количество сухой мышечной массы, увеличить силовые показатели спортсменов, снизился уровень мышечного протеолиза. Уменьшилось количество жира в организме

Børsheim и соавт. Установили, что незаменимые аминокислоты ускоряют синтез мышечного протеина, однако введение заменимых аминокислот для этих целей, как показал эксперимент, не обязательно. Чем больше была доза вводимых аминокислот ВСАА, тем больший анаболический отклик был получен. Кроме того, прием ВСАА в качестве

добавки во время 8 недель силового тренинга приводил к снижению процента жира в организме, увеличению сухой мышечной массы, увеличению силовых показателей в жиме лежа и приседе (Stoppani и соавт).

Механизмы действия ВСАА

ВСАА как энергетический субстрат

Выполнение физических упражнений увеличивает окисление ВСАА для того, что бы поддержать энергетический гомеостаз путем превращения в легкодоступный источник энергии - глюкозу. Исследования показывают, что во время и после нагрузки у атлетов снижается концентрация ВСАА (особенно лейцина), сразу вслед за этим включаются метаболические процессы, которые направлены на нормализацию концентрации ВСАА, то есть начинают разрушаться мышечные белки, как основные источники для пополнения аминокислотного пула ВСАА. Дополнительный прием ВСАА в виде добавок может восстанавливать их концентрацию, и останавливать процесс разрушения мышц.

Кроме того, в последнее время ученые обращают особое внимание на роль лейцина, как источника АТФ (главный энергетический субстрат организма). Окисление лейцина в мышцах дает даже больше молекул АТФ, чем такое же количество глюкозы. Учитывая, что окисление лейцина и глюкозы идет по разным путям, атлет получает сразу 2 мощных источника АТФ, то есть восстанавливает свои силы гораздо быстрее.

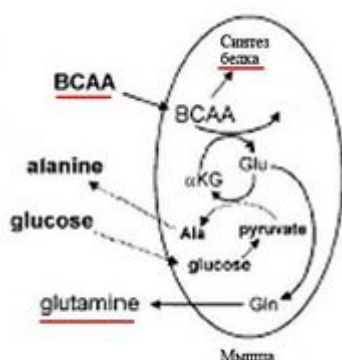
Синтез мышечного белка

Как уже было сказано выше, ВСАА составляют треть всех мышечных белков, поэтому их можно считать главным строительным материалом мышц. Белок может быть синтезирован только при условии наличия свободных аминокислот, в противном случае рост останавливается. В покое, для восполнения потребности в аминокислотах достаточно принимать протеин, который постепенно абсорбируется из кишечника и полностью удовлетворяет метаболические нужды, однако во время и сразу после

тренинга, потребности в аминокислотах резко возрастают, а аминокислотный пул истощен, поэтому возникает необходимость в крупных поставках аминокислот. Таким образом, принимая ВСАА в виде спортивного питания, спортсмен создает благоприятные условия для восстановления аминокислотного пула и построения новых мышечных волокон сразу после тренировки.

ВСАА как прекурсоры глутамина

Глутамин играет важную роль в мышечном росте. Глутамин в больших количествах содержится в мышцах и других тканях, выполняет регулируемую роль в синтезе всех видов белка организма, сдвигает азотистый баланс в анаболическую сторону, увеличивает объем мышечных клеток и повышает выработку гормона роста.



Повышенный расход глутамина во время физических упражнений может покрываться за счет ВСАА, которые способны преобразовываться в него прямо в мышцах.

Стимуляция секреции инсулина, PI3K и синтеза белка

Один из путей, который ускоряет синтез белка (то есть, рост мышц) - phosphatodyl-inositol-3-киназный путь (PI3K). PI3K регулирует потребление глюкозы и ускоряет транспорт аминокислот в клетки. Инсулин осуществляет свое анаболическое действие именно за счет PI3K.

ВСАА (лейцин) способны усиливать секрецию инсулина и напрямую активировать PI3K, таким образом, анаболизм запускается даже при

отсутствии инсулина. Употребление углеводов и ВСАА после тренировки ведет к синергическому подъему уровня инсулина, активизации потребления клетками питательных веществ, ускорение роста мышц.

ВСАА и сжигание жира

Прием ВСАА стимулирует экспрессию генов гормона лептина в адипоцитах (жировых клетках), по mTOR опосредованному пути. Лептин - это очень сложный гормон, который регулирует многие метаболические процессы, в частности вес тела, аппетит, а также расход и отложение жира.

Секреция лептина связана с количеством жира тела, чем больше процент жира в теле, тем выше секреция лептина и наоборот. Когда вы проходите цикл по сжиганию жира и соблюдаете диету, количество лептина снижается, что ведет к повышению аппетита и экономизации процессов метаболизма, для того что бы восстановить или сохранить энергетические запасы жира. Именно поэтому, некоторые атлеты могут значительно снижать калорийность рациона и увеличивать нагрузку, однако вес тела не будет меняться, так как организм старается поддержать гомеостаз. По этой причине иногда приходится очень сильно ограничивать рацион, что бы сдвинуть гомеостаз с так называемой контрольной точки.

Сдвинуть контрольную точку и увеличить секрецию лептина помогают ВСАА, а именно лейцин. ВСАА как бы обманывают организм, заставляя его думать, что в организм поступает калорийная пища. ВСАА позволяют подавить аппетит, увеличить расход калорий за счет сжигания жира, повысить метаболизм, и главное защитить мышцы от разрушения.

Когда принимать ВСАА

При наборе мышечной массы

Наиболее подходящее время для приема ВСАА - перед, во время и сразу после тренировки. Лучше всего готовить энергетический напиток, растворяя порцию аминокислот и несколько ложек сахара в воде. Это обеспечит постоянное поступление жидкости, углеводов и аминокислот в

кровь во время всей тренировки. Как уже было сказано выше, организм нуждается в ВСАА только во время и по окончании тренировки, именно тогда ВСАА проявляют наибольшую эффективность, поэтому принимать их нужно в момент перед началом, и сразу после тренировки, а также во время нее, если это растворимая форма. Также можно принимать порцию аминокислот сразу после сна для подавления утреннего катаболизма. Исследования показали, что ВСАА эффективны даже при смешивании с протеиновым коктейлем.

При коррекции веса

ВСАА должны приниматься так же как описано выше: перед тренингом и сразу после тренинга, растворимые формы - во время тренировки. Кроме того, при похудении, можно принимать ВСАА в перерывах между едой, с целью подавления катаболизма, аппетита и сохранения мышц, однако выгоднее для этих целей использовать протеин.

Дозировки ВСАА

Оптимальная разовая доза ВСАА составляет 4-8 граммов, как при похудении, так и при наборе мышечной массы. Кратность приема 1-3 раза в сутки. Меньшие дозы ВСАА тоже эффективны, однако они уже не будут полностью покрывать потребности организма. Многие производители хитрят, и выпускают ВСАА в небольших дозах, хотя цена остается высокой, поэтому всегда смотрите на задней стороне упаковки количество порций и размер одной дозы ВСАА. Продолжительность приема ВСАА не ограничена, перерывы и циклирование не требуются.

Дозировка ВСАА указывается без учета их содержания в протеиновых добавках и продуктах (любой белок содержит эти аминокислоты, однако обсуждается аспект именно дополнительного приема, при условии получения достаточного количества протеина в сутки).

Заключение

Биологические активные добавки, содержащие коровье молозиво и аминокислоты с разветвленной цепью начали широко использоваться в спортивной подготовке. Коровье молозиво (колострум) - это природный концентрат иммуноактивных факторов, биологических стимуляторов и питательных веществ, который оказывает иммуномодулирующее, анаболизующее и эргогенное действие на весь организм. В колоструме содержатся иммуноглобулины (IgA, IgG, IgD, IgE, IgM), интерферон, эпителиальный фактор роста (EGF), инсулиноподобные факторы роста 1 и 2 ((IGF-I и IGF-II), тромбоцитарный фактор роста (PDGF), трансформирующие факторы роста A и B (TGA and TGB), лактоферрин, лизозим, гонадотропин-рилизинг-гормон, лютеинизирующий гормон, глюкокортикоиды, лизоцим, аминокислоты пролин, таурин, высокоусвояемые белки, жиры, углеводы, витамины (A, бета-каротин, E, B12, D), минералы и др. Прием 60 г молозива в день в период выполнения высокоинтенсивных нагрузок и сразу после них, повышает силу и выносливость спортсменов, способствует быстрому восстановлению.

В группу аминокислот с разветвленной цепью (BCAA) входят три аминокислоты: лейцин, изолейцин и валин. Они относятся к незаменимым аминокислотам и образуют 1/3 всех мышечных белков. BCAA выполняют как структурную роль, так и регуляторную, воздействуя на анаболические процессы. Кроме того, эти аминокислоты служат резервным источником энергии, участвуют в регулировании нервных процессов, стабилизируют гормональный фон. Прием спортсменами BCAA в количестве от 10 до 30 г в день способствует повышению работоспособности и их быстрому восстановлению. Таким образом, применение биологических активных добавок, содержащих коровье молозиво и аминокислоты с разветвленной цепью в спорте с целью оптимизации тренировочного процесса может повысить эффективность подготовки спортсменов.