

АМИНОКИСЛОТНЫЙ КОМПЛЕКС «МЕТА БЦА»

Компания ООО «Молекулярная Бионика» представляет Вашему вниманию аминокислотный комплекс **Мета БЦА**, благодаря которому Ваши тренировки станут более интенсивными и результативными, а период восстановления после физических нагрузок сократится.

Аминокислоты являются основной составляющей мышечной ткани, обладают сильнейшим анаболическим эффектом, необходимы для роста мышечной массы, предотвращения мышечного катаболизма и восстановления аминокислотного баланса после тяжелых физических нагрузок.

Мета БЦА – это *мощнейший аминокислотный комплекс*, каждая таблетка которого содержит более **1200 мг 100% фармацевтически чистых кристаллических незаменимых L-α-аминокислот с разветвленными боковыми углеводными цепями в свободной форме – L-Лейцин, L-Валин и L-Изолейцин (в соотношении 4:1:1) в свободной форме.**

Мета БЦА – это высококачественная и научно-сбалансированная формула продукта спортивного питания с высочайшим уровнем биологической активности, которая обладает защитными для мышц свойствами и стимулирует их восстановление.

Одним из факторов повышения работоспособности человека и активизации в его организме физиологических процессов, интенсивность которых снижается после большой интенсивной физической нагрузки, является полноценное питание [М.Б. Арансон, 2001; Э.С. Токаев, Р.Ю. Мироедов, 2007].

Питание спортсменов является одним из важнейших источников сохранения здоровья, повышения работоспособности и достижения высоких спортивных результатов. В то же время, питание спортсменов имеет специфические особенности, связанные с современными требованиями спортивной практики. Это зависит от вида спорта, различных этапов подготовки, направленности, объема и интенсивности тренировочных нагрузок, условий соревнований, климато-географических зон и индивидуальных различий [Кацерикова Н.В., 2004].

Основное значение питания спортсменов заключается в доставке энергетического и пластического материалов для полного восполнения высоких энергозатрат спортсменов и построения тканей и органов, поэтому спортивное питание должно быть энергетически и качественно полноценным [Дубровский В.И., 1991; Дубровский В.И., 2002].

При этом эффективность развития силовых и скоростно-силовых качеств спортсменов связана с активизацией синтеза тканевых белков в работающих мышцах, а повседневное питание не обеспечивает достаточное поступление в организм легкоусвояемых белков, особенно незаменимых аминокислот, и не гарантирует необходимое их соотношение.

Поэтому для поддержания мышечной деятельности необходимо дополнительное поступление в организм человека белка, что достигается включением специальных белковых добавок к пище, характеризующихся повышенной биологической ценностью.

Спортивное питание – это комплекс специальных добавок, с повышенной биологической и питательной ценностью, изготовленных из натуральных продуктов с помощью специальных

технологий. Спортивное питание употребляется как дополнение к основному рациону питания. Спортивное питание обладает повышенной питательной ценностью по сравнению с обычными продуктами питания, поскольку из продуктов удаляются все ненужные, лишние вещества. Спортивное питание используется в питании спортсменов в основном в следующих случаях: при многократных тренировках за день, во время соревнований, в восстановительном периоде, при подготовке в сложных условиях (жаркий климат, среднегорье, временная адаптация). Спортивное питание может использоваться для изменения качественной ориентации суточного рациона в зависимости от направленности тренировочных нагрузок, а также для регуляции массы тела. Использование спортивного питания оказывает направленное влияние на обмен веществ, повышает эффективность тренировок, способствуют повышению спортивной работоспособности, помогает быстрому восстановлению после интенсивных физических нагрузок, оказывает неоценимую помощь при наращивании мышечной массы и используется в комплексе для снижения веса.

Для восстановления физического состояния спортсмена чрезвычайно важно достаточное содержание в его рационе полноценного животного белка.

Белки имеют особое значение в питании спортсменов как поставщики энергии. Важность белков в рационе спортсменов обусловлено их основной пластической (строительной) функцией, имеющей значение для развития мышечной системы и постоянного обновления тканевых белков, интенсивный распад которых происходит при мышечной работе.

Кроме того, белки повышают возбудимость нервной системы. Белковые продукты используются как дополнительные источники легкоусвояемого полноценного белка, особенно в период тренировок, направленных на развитие силы, скорости, увеличения мышечной массы; применяются в качестве восстановительного средства после больших физических нагрузок, что способствует ускорению процессов восстановления, повышению эффективности тренировок.

Эти сложные биологические вещества состоят из более простых - аминокислот. Аминокислоты - строительные элементы, из которых состоят все белки организма. В спортивном мире аминокислотам уделяется особое значение, потому что мышцы практически полностью состоят из белка, и тем самым из аминокислот. Организм использует их для собственного роста, восстановления, укрепления и выработки различных гормонов, антител и ферментов. От них зависит не только рост силы и массы мышц, но и восстановление физического и психического тонуса после тренировки, катаболизм подкожного жира, а также и интеллектуальная деятельность мозга - источник мотивационных стимулов.

Важнейшими белковыми аминокислотами являются всего 20 наименований, все они играют различную роль в обеспечении жизнедеятельности организма. Но все они в той или иной степени участвуют и влияют на обмен веществ в живом организме:

- участвуют в синтезе белка, являясь структурными элементами пептидов и белков;
- являются структурными элементами нуклеиновых кислот и других природных соединений;
- выполняют пластическую функцию, обеспечивая формирование тканей всех органов человеческого организма (соединительной, нервной, мышечной или эпителиальной);
- обеспечивают передачу нервных импульсов;
- поддерживают биосинтез многих гормонов, являясь метаболитами;
- поддерживают на постоянном уровне кислотности в организме.

Однако *особую роль* среди всех аминокислот занимают *три аминокислоты* БЦА – лейцин, изолейцин и валин.

Сокращенное обозначение **БЦА** (англ. **BCAA**) происходит от английской аббревиатуры «**Branched-chain amino acids**» («**Аминокислоты с разветвленными боковыми цепочками**») и представляют собой комплекс из трех *незаменимых L-α-аминокислот*: L-α-лейцина, L-α-изолейцина и L-α-валина.

Аминокислоты БЦА составляют примерно *35% от общего объема мышечной массы человека*, принимают роль в большинстве значимых анаболических процессов в организме, выступают основным источником мышечной энергии, являются одними из важнейших факторов восстановления тканей. Активно участвуют в обмене веществ.

Аминокислоты БЦА - это аминокислоты, относящиеся к группе *незаменимых*. Это означает, что данные аминокислоты не могут быть синтезированы человеческим организмом самостоятельно, и единственный способ восполнить их запас получить лишь посредством приема определенной пищи, либо специализированных спортивных добавок. Поэтому употребление аминокислот БЦА абсолютно необходимо для нормального развития мышечной системы атлета. При этом аминокислоты БЦА способны преобразовываться в другие аминокислоты в организме человека.

Аминокислоты БЦА играют важную роль в формировании пространственной структуры белковой молекулы. Они играют двойную роль в построении мышечного белка: они участвуют в построении белковых цепей мышечных волокон и одновременно воздействуют на анаболические процессы, проходящие в мышцах. Кроме того, они служат резервным источником энергии, участвуют в регулировании нервных процессов, стабилизируют гормональный фон. L-α-лейцина, L-α-изолейцина и L-α-валина не метаболизируются в печени, напрямую поглощаются из кровотока клетками мозга или мышц, метаболизируясь непосредственно в них [Под общ.ред. Северина Е.С., 2004].

L-α-лейцин - одна из наиболее важных аминокислот. Он служит источником энергии для мышечных клеток в период восстановления, спасая белок мышц от "поедания". Лейцин также участвует в синтезе глутамина, так что прием его до и после тренировок (особенно интенсивных) помогает нормализовать уровень глутамина в крови и мышцах, предотвратить катаболизм и нормализовать работу иммунной системы. Согласно научным исследованиям, лейцин – это ключевая аминокислота в белковом метаболизме в мышечной ткани [J.C.Anthony et al., 2001].

L-α-лейцин (L-α-Амино-изокапроновая кислота) обладает следующими характерными свойствами:

- является специфическим источником энергии для мышц на клеточном уровне;
- является мощным стимулятором β-клеток панкреатина, синтезирующих инсулин. Лейцин обладает наибольшим инсулиногенным эффектом по сравнению с двумя аминокислотами БЦА - изолейцином и валином;
- способствует синтезу белка в мышцах и печени и замедляет распад их клеток и тканей;
- участвует в секреции соматотропного гормона;
- активизирует основной анаболический рецептор, известный под названием мишень рапамицина в клетках млекопитающих (белок mTOR) [Layne N., 2006];
- поддерживает азотный баланс в организме;

- снижает уровень содержания сахара в крови;
- предотвращает перепроизводство серотонина и связанное с ним наступление усталости;
- способствует быстрейшему заживлению ран и сращиванию костей;
- необходим для укрепления иммунной системы

[Арансон М.Б., 2001], [Василенко А., 2004], [Гараева С.Н., 2009].

L-α-валин (*L-α-Амино-изовалериановая кислота*) обладает следующими характерными свойствами:

- активно используется для синтеза мышечных тканей;
- является источником накопления глюкозы в печени и мышцах;
- является специфическим источником энергии для мышц на клеточном уровне;
- защищает миелиновую оболочку, окружающую нервные волокна в головном и спинном мозге;
- способствует нормальному росту и восстановлению тканей организма;
- препятствует снижению уровня серотонина;
- выступает в качестве слабого стимулирующего соединения;
- служит одним из исходных веществ для биосинтеза пантотеновой кислоты (витамин В₃) и пеницилина;
- поддерживает азотный баланс в организме;
- повышает мышечную координацию;
- понижает чувствительность организма к боли, холоду и жаре

[Арансон М.Б., 2001], [Василенко А., 2004], [Гараева С.Н., 2009].

L-α-изолейцин (*L-α-амино-β-этил-β-метилпропионовая кислота*) обладает следующими характерными свойствами:

- играет ключевую роль в выработке гемоглобина;
- необходим для выработки эритроцитов;
- является специфическим источником энергии для мышц на клеточном уровне, будучи глюкогенной аминокислотой и играя значительную роль в получении энергии за счет расщепления гликогена мышц и образовании глюкозы, оказывает влияние на процессы энергообеспечения;
- участвует в регулировании уровня сахара в крови;
- участвует в каталитических реакциях;
- участвует в синтезе миофибрилл мышечной ткани;
- активно используется для восстановления мышечных тканей;
- поддерживает азотный баланс в организме;
- способствует расщеплению холестерина;
- необходим для нормального образования кожных покровов;
- способствует снятию мышечной усталости и повышает выносливость;

Арансон М.Б., 2001], [Василенко А., 2004], [Гараева С.Н., 2009].

Основной функцией аминокислот БЦА для спортсменов является своевременная регенерация (восстановление) поврежденных мышечных волокон после интенсивных тренировок. В процессе активной физической работы мышечные волокна получают микро-надрывы, вследствие которых атлет испытывает мышечные боли на протяжении

нескольких дней после тяжелого тренинга. Но именно благодаря подобным микротравмам и происходит увеличение объема мышечной ткани. В месте надрыва образуется незначительно утолщение, как в случаях с костными мозолями при переломах. Поскольку мышечных волокон в каждой мышце чрезвычайно много, то суммарное количество подобных утолщений может очень значительно увеличить мышцы от ее первоначального объема.

Данный физиологический процесс может произойти лишь в том случае, если мышечные клетки вовремя получают строительный материал для синтеза белка, чем и являются аминокислоты БЦА. Аминокислоты БЦА абсорбируются организмом наиболее быстро: 70% их сразу же проходит через печень, попадает в мышечные ткани, где происходит большая часть метаболизма, в отличие от других аминокислот, которые перерабатываются в печени.

Аминокислоты БЦА, попадая в мышечные клетки, сразу поступают на строительство мышечной массы, а перерабатываемые в печени аминокислоты используются как источник энергии. Согласно исследованиям, особая роль в этом процессе принадлежит лейцину, являющемуся ключевой аминокислотой в белковом метаболизме в мышечной ткани. Именно лейцин мощно активирует анаболический рецептор белок «рапамицин киназу» (протеинкиназу серин-треониновой специфичности) - *mTOR (mammalian target of rapamycin)*, который, в свою очередь, регулирует рост клеток.

Своевременное употребление аминокислот БЦА даёт организму все инструменты для немедленного начала восстановительных работ в мышцах, которое начинается сразу по окончании вашей тренировки. Если же мышцы вовремя не получают подпитки извне, то они будут вынуждены извлекать необходимые материалы с помощью расщепления мышечной ткани, жертвуя ее объемами на благо всего организма. Подобный процесс расщепления мышечной ткани называется **мышечным катаболизмом**, который происходит в случае нехватки аминокислот.

Главное общее преимущество всех аминокислот БЦА для спортсменов состоит в следующих функциях, которые не могут в полном объеме взять на себя другие аминокислоты:

- предотвращают катаболизм и разрушение мышц;
- способствуют выработке анаболического гормона – инсулина;
- стимулируют синтез мышечного белка;
- являются прекурсором для синтеза других аминокислот, в особенности L-Аланина и L-

Глутамина;

- увеличивают силовые показатели.

Кроме того, аминокислоты БЦА играют в организме человека следующие функции:

- являются субстратом для синтеза мышечного белка;
- являются субстратом для глюконеогенеза, обеспечивая покрытие около 10% энергетических потребностей спортсменов в период напряженной тренировки;
- являются метаболическими модуляторами;
- сжигают жир за счет экспрессии лептина в адипоцитах.

По этой причине комбинированный прием всех трех аминокислот с разветвленными боковыми углеводными цепями для спортсменов особенно эффективен.

Аминокислоты БЦА являются наиболее мощным и эффективным средством естественного мышечного роста и восстановления после физических нагрузок.

Именно, исходя из вышеуказанных свойств и функций, **аминокислоты БЦА** являются важнейшими компонентами в рационе любого спортсмена. Они дают возможность атлетам контролировать набор веса и сжигание подкожного жира. Во время интенсивной подготовки к соревнованиям, в условиях жесткой диеты добавление аминокислот БЦА к обычному рациону является просто необходимым для спортсмена.

Необходимо также особо отметить, что аминокислоты БЦА не наносят никакого вреда организму спортсмена, так как являются естественными пищевыми компонентами. Продолжительность приема аминокислот не ограничена, перерывы и циклирование не требуются.

Поскольку *L-аминокислоты с разветвленными боковыми цепями находятся в свободной форме*, **Мета БЦА** моментально и полностью усваивается организмом, быстро проникая в мышечную ткань.

Применение аминокислотного комплекса **Мета БЦА**, содержащего высокоэффективный комплекс L-аминокислот с разветвленными боковыми цепями, имеет решающее значение для эффективного восстановления и регенерации истощенной мышечной ткани после интенсивной тренировки. Что позволяет реализовать потенциал повышенного гормонального фона, возникающего в организме после тяжелых физических нагрузок и ускоряющего прирост мышечной массы и физической силы.

Аминокислотный комплекс **Мета БЦА** может применяться круглогодично во всех периодах тренировочных программ: в межсезонье, во время набора мышечной массы, в предсоревновательный период. При правильном применении спортсменом аминокислотного комплекса **Мета БЦА** в комплексе с физическими нагрузками достигаются максимально эффективные результаты.

Литература

1. Арансон М.Б. Питание для спортсменов. – М.: ФиС., 2001.- 215 с.
2. Биохимия: Учеб. для вузов, Под ред. Е.С. Северина. 2-е изд., испр., М.: ГЭОТАР-Медиа, 2004. 784 с.: илл
3. Василенко А. Тренинг, питание, спортивная фармакология в бодибилдинге. - М.: Real Pump, 2004 – 224 с.
4. Гараева С.Н., Редкозубова Г.В., Постолати Г.В. Аминокислоты в живом организме. Акад.наук Молдовы, Ин-т физиологии и санокреатологии. Кишинев. 2009. 552 с.
5. Дубровский В.И., Реабилитация в спорте. - М: ФиС, 1991 - 205 с.: ил.
6. Дубровский В.И., Спортивная медицина: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. - 2-е изд., доп. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС 2002. - 512 с.: ил.
7. Кацерикова Н.В., Технология продуктов функционального питания: Учебное пособие/ Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово: 2004. - 146 с.
8. Институт физико-органической химии Национальной Академии наук Беларуси, материалы; <http://ifoch.bas-net.by/research/sport15.html>
9. Функциональные продукты питания: Учебное пособие. / под общ. ред. Теплова В. И.. - М.: А - Приор, 2008. - 240 с

10. Токаев Э.С., Мироедов Р.Ю. Медико-биологические аспекты создания и применения специализированных белковых продуктов для питания спортсменов//Вопросы питания. – 2007. – Т. 76, № 6. – С.69-73.
11. Adibi, S., Gary, S., Menden, E. The kinetics of amino acid absorption and alteration of plasma composition of free amino acids after intestinal perfusion of amino acid mixtures. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1967. 20, 24-33.
12. Anantaraman, R., Carmines, A., Gaesser, G., Weltman, A. Effects of carbohydrate supplementation on performance during 1 hour of high-intensity exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 1995. 16(7), 461-465.
13. Anthony, J. C., Yoshizawa, F., Anthony, T. G., Vary, T. C., Jefferson, L. S., & Kimball, S.R. Leucine stimulates translation initiation in skeletal muscle of postabsorptive rats via a rapamycin-sensitive pathway. *The Journal of Nutrition*. 2000. V.130(10):2413-2419.
14. Anthony J.C., Anthony T.G., Kimball S.R., Jefferson L.C. Signaling pathways involved in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *The Journal of Nutrition*. 2001. V.131:856S-860S.
15. Atamian, S. et al. Infusion of the branched-chain amino acids in postoperative patients: Anticatabolic Properties. *Annals of Surgery Journal*. 1979. Vol 190(1):18-23.
16. Bacurau, R.F.P. et al. Branched-chain amino acid supplementation and the immune response of long distance athletes. *Nutrition*; 2002. Vol 18:Issue 5 (376-379)
17. Bangsbo, J., Graham, T., Kiens, B., Saltin, B. Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man. *Journal of Physiology*, 1992. 451, 205-227.
18. Bassit, R.A., Sawada, L.A., Bacurau, R.F., et al. The effect of BCAA supplementation upon the immune response of triathletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32(7):1,214-1,219, 2000.
19. Berardi, John M. Precision Nutrition for 2002 and Beyond. www.t-mag.com, Dec 7, 2001.
20. Biolo, G., Tipton, K., Klein, S., Wolfe, R. An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *American Journal of Physiology, Endocrinology, and Metabolism*, 1997. 273, E122-E129.
21. Biolo, G., R.Y. Declan Fleming, and R.R. Wolfe. Physiological hyperinsulinemia stimulates protein synthesis and enhances transport of selected amino acids in human skeletal muscle. *J. Clin. Invest.* 95:811-819, 1995.
22. Biolo, G., S.P. Maggi, B.D. Williams, K.D. Tipton, and R.R. Wolfe. Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *Am. J. Physiol.* 268:E214-E220, 1995.
23. Blomstrand E. A role for branched-chain amino acids in reducing central fatigue. *J Nutr.* 2006 Feb; 136(2):544S-547S.
24. Blomstrand, E., Saltin, B. BCAA intake affects protein metabolism in muscle after but not during exercise in humans. *Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 281(2):E365-374, 2001.
25. Blomstrand, E. Amino acids and fatigue. *Amino Acids*. 2001. 20:25-34.
26. Bolster D.R, Crozier S.J., Kimball S.R., Jefferson L.S. AMP-activated protein kinase suppresses protein synthesis in rat skeletal muscle through down-regulated mammalian target of rapamycin (mTOR) signaling. *J Biol Chem*. 2002; 277(27):23977-23980.

27. Bolster, D. R., Vary, T. C., Kimball, S. R., & Jefferson, L. S. Leucine Regulates Translation Initiation in Rat Skeletal Muscle Via Enhanced eIF4G Phosphorylation. *J. Nutr.* 2004. 134: 1704-1710.
28. Bounous G., Kongshavn P.A., The effect of dietary amino acids on immune reactivity//*Immunology.* 35(2):257-66; 1978.
29. Borsheim, E., et al. Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 283(4):E648-E657, 2002.
30. Brainum Jerry. Amino Ammo: Your Key To Bodybuilding Success! Apr 02, 2010 www.bodybuilding.com
31. Busquets, S., et al. (2000). Branched-chain amino acids inhibit proteolysis in rat skeletal muscle: Mechanisms involved. *J Cell Physiol.* 184:380-84.
32. Borsheim, E., Tipton, K., Wolf, S. Wolfe, R. Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *American Journal of Physiology,* 2002. 283(4), E648-E657.
33. Brillon, et al., "Effect of cortisol on energy expenditure and amino acid metabolism in humans," *Am J Physiol* 268 (1995): E501-13.
34. Brooks, G. Amino acid and protein metabolism during exercise and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise,* 1987. 19(5), S150-S156.
35. Buse MG, Reid SS, Leucine: a possible regulator of protein turnover in muscle. *J.Clin.Invest.*1975:56:1250-61
36. Bylund-Fellenius AC, Ojamaa KM, Falim KE, Li JB, Wasser SJ, and Jefferson LS. Protein synthesis versus energy state in contracting muscles of perfused rat hindlimb. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 246:E297-E305, 1984.
37. Carraro F, Stuart CA, Hartl WH, Rosenblatt J, and Wolfe RR. Effects of exercise and recovery on muscle protein synthesis in human subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 259: E470-E476, 1990.
38. Castellino, P., et al. "Effect of insulin and plasma amino acid concentrations on leucine metabolism in man. Role of substrate availability on estimates of whole body protein synthesis." *Journal of Clinical Investigation* 80.6 (1987):1784.
39. Charlebois, Derek. Anabolic Ammunition Arsenal Anabolic Aminos 04 Nov 2003. www.bodybuilding.com
40. Charlebois, Derek. "BCAA: More Than Just Amino Acids." *Strength & Science Weekly* 12. 16 Dec 2006.
41. Charlebois, Derek. BCAA Part 2 What To Stack With BCAA For Enhanced Results! 24 May 2005. www.bodybuilding.com
42. Charlebois, Derek. Essential Amino Acids. *Strength & Science Online* 4. 16 Dec 2006.
43. Charlton, M., Adey, Deborah B., Sreekumaran K. Evidence for a catabolic role of glucagons during an amino acid load. *Journal of Clinical Investigation.* 98(1):90-99, 1996.
44. Chrousos, et al., CRH, Stress and Depression: An Etiological Approach (Las Vegas, NV: Conference on Cortisol and Anti-Cortisols, 1997)
45. Churchward-Venne TA, Breen L, Di Donato DM, et al. Leucine supplementation of a low-protein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men: a double-blind, randomized trial. *Am J Clin Nutr.* 2014;99(2):276-286.
46. Coburn, J. W., et al. Effects of leucine and whey protein supplementation during eight weeks of unilateral resistance training. *J Strength Cond Res* 2006 May;20(2):284-91.

47. Cota, D., et al. Hypothalamic mTOR signaling regulates food intake. *Science*. 2006 May 12; 312(5775):927-30.
48. Crowe, Melissa J., et al. Effects of dietary leucine supplementation on exercise performance. *European Journal of Applied Physiology* 2006 Aug;97(6) 664-672.
49. Crozier, S. J., Kimball, S.R., Emmert, S. W., Anthony, J. C., & Jefferson, L.S. Oral leucine administration stimulates protein synthesis in rat skeletal muscle. *J. Nutr.* 2005. 135: 376-382.
50. D'Antona, G., et al. Branched-chain amino acid supplementation promotes survival and supports cardiac and skeletal muscle mitochondrial biogenesis in middle-aged mice. *Cell Metab.* 12(4):362-72, 2010.
51. de Araujo JA, et al. Effect of chronic supplementation with branched-chain amino acids on the performance and hepatic and muscle glycogen content in trained rats. *Life Sci.* 2006 Aug 29;79(14):1343-8.
52. Darmaun, D., D.E. Mathews, and D.M. Bier. Physiological hypercortisolemia increases proteolysis, glutamine, and alanine production. *Am. J Physiol.*255:E366-E373, 1988.
53. De Lorenzo, A., et al. Effect of acute and chronic branched-chain amino acids on energy metabolism and muscle performance. *Diabetes Nutr Metab.* 2003 Oct-Dec;16(5-6):291-7.
54. De Palo, E.F, et al. Plasma lactate, GH and GH-binding protein levels in exercise following BCAA supplementation in athletes. *Amino Acids.* 20:1-11., 2001
55. Donato, J., et al. Effects of leucine supplementation on the body composition and protein status of rats submitted to food restriction. *Nutrition* 22(5):520-527, 2006.
56. Dohm, G. L., Kasperek, G.J., Tapscott, E. B., & Beecher G., R. Effect of exercise on synthesis and degradation of muscle protein. *Biochem. J.* 1980. 188: 255-262.
57. Douen, A.G. Ramlal, T. Rastogi, S. Bilan, P.J. Cartee, G.D. Vranic, M. Holloszy, J.O. Klip, A. Exercise induces recruitment of the insulin responsive glucose transporter: Evidence for distinct intracellular insulin and exercise recruitable transporter pools in skeletal muscle. *J. Biol. Chem.* 265:13427-13430, 1990
58. Ege, Seyhan. *Organic Chemistry Structure and Ractivity* (4th Ed.). 1999. New York: Houghton Mifflin Company.
59. Garlick, P.J. & Grant, I. Amino acid infusion increases the sensitivity of muscle protein synthesis in vivo to insulin. Effect of branched -chain amino acids. *Biochemistry Journal.* 1988. V. 254(2).
60. Gautsch, T. A., Anthony, J. C., Kimball, S. R., Paul, G. L., Layman, D. K., & Jefferson, L. S. Availability of eIF4E regulates skeletal muscle protein synthesis during recovery from exercise. *Am. J. Physiol.* 1998. 274(2 Pt 1):C406-414.
61. Gomez-Merino, D., et al. Evidence that the branched-chain amino acid L-valine prevents exercise-induced release of 5-HT in rat hippocampus. *Int J Sports Med.* 2001 Jul;22(5):317-22.
62. Goodpaster, B., Costill, D., fink, W., Trappe, T., Jozsi, A., Starling, R Trappe, S. The effects of pre-exercise starch ingestion on endurance performance. *International Journal of Sports Medicine,* 1996. 17(5), 366-372.
63. Greer, BK, et al. Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007 Dec; 17(6):595-607.

64. Hargreaves, M., Mckenna, M., Jenkins, D., Warmington, S., Li, H., Snow, R. Febbraio, M. Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise. *Journal of Applied Physiology*, 1998. 84(5), 1687-1691.
65. Hassmen, P., et al. Branched-chain amino acid supplementation during 30-km competitive run: mood and cognitive performance. *Nutrition* 10(5):405-410, 1994.
66. Hepburn, D., and R.J. Maughan. Glycogen availability as a limiting factor in performance of isometric exercise. *J. Physiol.* 342:52-53P. 1982.
67. Hood DA Terjung RL, Amino acid metabolism during exercise and following endurance training. *Sports Med.* 1990;9 (1):23-3522.
68. Hirshman, M.F. Wallberg-Henriksson, H, Wardzala, L.J., Horton, E.s. Acute exercise increases the number of plasma membrane glucose transporters in rat skeletal muscle. *FEBS Lett* 238:235-239, 1988.
69. Ivy, John, Harold W. Goforth Jr., Bruce M. Damon, Thomas R. McCauley, Edward C. Parsons, and Thomas B. Price. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J. Appl. Physiol.* 93 4, 1337-1344, 2002.
70. Jacobs, I., P. Kaiser, and P. Tesch. Muscle strength and fatigue after selective glycogen depletion in human skeletal muscle fibers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 46:47-53. 1981.
71. Jonathan Mike. Supplemental leucine: How it powers muscle growth. Dec 26, 2014. www.bodybuilding.com
72. Karlsson, H. K., et al. Branched-chain amino acids increase p70S6k phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2007; 287(1):E1-7
73. Katch. F.L. McArdle, W.D. *Nutrition, Weight Control and Exercise*. 1988. (3rd ed.) Philadelphia: Lea Febiger.
74. Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Aarsland A, Wolfe RR. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006;291(2):E381-387.
75. Katsanos, Christos S., et al. Aging is associated with diminished accretion of muscle proteins after the ingestion of a small bolus of essential amino acids. *The American Journal of Clinical Nutrition* 82.5 (2005): 1065-1073.
76. Koba, T., et al. Branched-chain amino acids supplementation attenuates the accumulation of blood lactate dehydrogenase during distance running. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007 Sep;47(3):316-22.
77. Koopman R, Wagenmakers AJ, Manders RJ, Zorenc AH, Senden JM, Gorselink M, Keizer HA, van Loon LJ. Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2005. 288(4): E645-653.
78. Lemon, P. Mullin, J. Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 1980. 4894, 625-629.
79. Levenhagen, D. K., Carr, C., Carlson, M. G., Maron, D.J., Borel, M. J., Flakoll, P. J. Postexercise protein intake enhances whole-body and leg protein accretion in humans. *Med Sci Sports Exerc.* 2002. 34(5):828-37.

80. Leveritt, M. Abernathy, P. (1999). Effects of carbohydrate restriction on strength performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 52-57.
81. Luiking YC, Deutz NE, Memelink RG, Verlaan S, Wolfe RR. Postprandial muscle protein synthesis is higher after a high whey protein, leucine-enriched supplement than after a dairy-like product in healthy older people: a randomized controlled trial. *Nutrition journal*. 2014;13:9.
82. Lynch CJ. Role of leucine in the regulation of mTOR by amino acids. *Revelations from structure-activity studies*. *J Nutr* 131. 2007
83. MacDougall, J.D., S. Ray, D.G. Sale, N. McCartney, P. Lee, and S. Garner. Muscle substrate utilization and lactate production during weightlifting. *Can. J. Appl. Physiol.* 24:209-215. 1999.
84. Matsumoto, K., et al. Branched-chain amino acids and arginine supplementation attenuates skeletal muscle proteolysis induced by moderate exercise in young individuals. *Int J Sports Med*. 2007 Jun;28(6):531-8.
85. Maya-Monteiro CM, Bozza PT. Leptin and mTOR partners in metabolism and inflammation ell Cycle. 2008 Jun 15;7(12):1713-7. Epub 2008 Jun 16.
86. Maffucci, D. McMurray, R. Towards optimizing the timing of the pre-exercise meal. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2000. 10, 103-113.
87. Mero A, Leucine Supplementation and Intensive Training. *Sports Medicine* 1999;27:(6):347-358
88. Mero A, et al. Leucine supplementation and serum amino acids, testosterone, cortisol and growth hormone in male power athletes during training. *J.Sports Med Phy Fitness* 1997;37(2):137-45
89. Merrick, W. C., & Hershey, J. W. B. The pathway and mechanism of initiation of protein synthesis. In: Sonnenberg N, Hershey JWB, Mathews MB, editors. *Translational control of gene expression*. 2000. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
90. Mitchell, J., DiLauro, P., Pizza, F. Cavender, D. The effect of pre-exercise carbohydrate status on resistance exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 1997. 7, 185-196.
91. Mourier, A., et al. Combined effects of caloric restriction and branched-chain amino acid supplementation on body composition and exercise performance in elite wrestlers. *Nt J Sports Med* 1997 Jan;18(1):47-55.
92. Nishimura, J., et al. "Isoleucine Prevents the Accumulation of Tissue Triglycerides and Upregulates the Expression of PPAR{alpha} and Uncoupling Protein in Diet-Induced Obese Mice." *J. Nutr.*, March 2010, in press.
93. Norton, Layne. Leucine: The Anabolic Trigger. *Strength & Science Weekly* 11. 16 Dec 2006.
94. Ohtani, M., et al. Amino Acid Mixture Improves Training Efficiency in Athletes. *J. Nutr.* 136: 538S-543S, 2006.
95. Peter Van Mol. *Amino Acids Guide!* 15 Apr 2001. www.bodybuilding.com
96. Phillips, S., M, Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E., & Wolfe, R. R. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. 1997. *Am. J. Physiol.* 273(1 Pt 1): E99-107.
97. Phillips, S.M., K.D. Tipton, A. Ferrando, and R.R. Wolfe. Resistance training reduced the acute exercise-induced increase in muscle protein turnover. *Am. J. Physiol.* 276:E124, 1999.
98. Phillips, S.M., K.D. Tipton, A. Aarsland, S.E. Wolf, and R.R. Wolfe. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am. J. Physiol.* 273:E99-E107, 1997.

99. Pizza, F., Flynn, M., Duscha, B., Holden, J. Kubitz, E. A carbohydrate loading regimen improves high intensity, short duration exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 1995. 5, 110-116.
100. Powers, S. Howley, E. *Exercise Physiology: Theory and Application* 2001. (4th ed.)
101. Rasmussen, B., Tipton, K., Miller, S., Wolf, S. Wolfe, R. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances protein anabolism after resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 2000. 88, 386-392.
102. Rennie, M.J., R.H. Edwards, S. Krywawych, C.T. Davies, D. Halliday, J.C. Waterlon and D.J. Millward. Effect of exercise on protein turnover in man. *Clin. Sci.* 61:627-633. 1981
103. Rieu, I., et al. (2006). Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidemia. *J Physiol.* 575:305-315.
104. Robergs, R.A., D.R. Pearson, D.L. Costill, W.J. Fink, D.D. Pascoe, M.A. Benedict, C.P. Lambert, and J.J. Zachweija. Muscle glycogenolysis during differing intensities of weight-resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 70:1700-1706. 1991.
105. Stoppani Jim, Aminos Are Essential Lift Longer And Grow Stronger With BCAAs 20 Feb 2013. www.bodybuilding.com
106. Shannon Clark. 3 Main Reasons You Need To Use BCAAs! 06 Jul 2010. www.bodybuilding.com
107. Schmidt, Richard and Lee, Timothy(1999). *Motor Control and Learning: A Behavior Emphasis* (3rd ed.)41. Serrano, Eric. Nitromine Q A: Pt. 2. June 2002.
108. Shimomura, Y., et al. (2004). Exercise promotes BCAA catabolism: Effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. *J Nutr.* 134:1583S-1587S.
109. Shimomura, Y., et al. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *J Nutr.* 2006 Feb;136 (2):529S-532S.
110. Smith, K., N. Reynolds, S. Downie, A. Patel, and M.J. Rennie. Effects of flooding amino acids on incorporation of labeled amino acids into human muscle protein. *Am. J. Physiol.* 275 (Endocrinol. Metab. 38):E73-E78, 1998.
111. Sreekumaran Nair K, et al. Leucine as a regulator of whole body and skeletal muscle protein metabolism in humans. *Am. J.Physiol.*263:E928-E934.1992:
112. Stoppani, J., et al., Consuming branched-chain amino acid supplement during a resistance training program increases lean mass, muscle strength and fat loss. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2009, 6(Suppl 1):P1, 2009.
113. Talbott, S., et al. Effect of Branched Chain Amino Acids on Salivary Cortisol Levels During Endurance Exercise. Annual Meeting of the International Society of Sports Nutrition, Las Vegas, 2006.
114. Tang, F. Influence of branched-chain amino acid supplementation on urinary protein metabolite concentrations after swimming. *J Am Coll Nutr.* 2006. 25:188-94.
115. Tarnopolsky, M., Atkinson, S., Phillips, S. MacDougall, J. (1995). Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 78(4), 1360-1368.
116. Tesch, P.A., L.L. Ploutz-Snyder, L. Yström, M. Castro, and G. Dudley. Skeletal muscle glycogen loss evoked by resistance exercise. *J. Strength Cond. Res.* 12:67-73. 1998.
117. Tesch, P.A., E.B. Colliander, and P. Kaiser. Muscle metabolism during intense, heavy-resistance exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55:362-366. 1986.

118. Tipton, K., Ferrando, A., Phillips, S., Doyle, D. Wolfe, R. Post-exercise Net Protein Synthesis in Human Muscle from Orally Administered Amino Acids. *Endocrinology and Metabolism. The American Journal of Physiology*, 1999. 276(4), E628-E634.
119. Tipton, K.D., et al. Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 284(1):E76-E89, 2003.
120. Tipton KD, Borsheim E, Wolf SW, Sanford AP, and RR. Wolfe. Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 284: E76-E89, 2003.
121. Tipton, K.D., Wolfe, R.R. Exercise, protein metabolism, and muscle growth. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 11:109-132, 2001.
122. Tipton, KD, Rasmussen BB, Miller SL, Wolf SE, Owens-Stovall SK, Petrini BE, and Wolfe RR. Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 281: E197-E206, 2001.
123. Thorell A. Hirshman MF. Nygren J. Jorfeldt L. Wojtaszewski JF. Dufresne SD. Horton ES. Ljungqvist O. Goodyear LJ. Exercise and insulin cause GLUT-4 translocation in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology*. 277(4 Pt 1):E733-41, 1999 Oct.
124. Tischler ME, Desautels M, Goldberg AL, Does leucine, leucyl-tRNA, or some metabolite of leucine regulates protein synthesis and degradation in skeletal muscle. *J.Biol.Chem* 1982; 257: 1613-219
125. Tomas E. Zorzano A. Ruderman NB. Exercise and insulin signaling: a historical perspective. *Journal of Applied Physiology*. 93(2):765-72, 2002 Aug.
126. Utter, A., Kang, J., Mieman, D., Williams, F., Robertson, R., Henson, D., Davis, J. Butterworth, D. Effect of carbohydrate ingestion and hormonal responses on ratings of perceived exertion during prolonged cycling and running. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1999. 80(2), 92-99.
127. Van Hall G, et al. Mechanisms of activation of muscle branch chain a-keto acid dehydrogenase during exercise in man. *J.Physiol*.1996;494:899-905
128. Van Hall G, et al Deamination of amino acids as a source for ammonia production in human skeletal muscle during prolonged exercise. *J.Physiol*. 1995;489:251-261
129. Vernon R Young & Julio Sergio Marchini. Mechanisms and nutritional significance of metabolic responses to altered intakes of protein and amino acids, with reference to nutritional adaptation in humans. //The American Journal of Clinical Nutrition, 1990; 51(2): 270-89.
130. Wagenmakers, A. (1998). Muscle amino acid metabolism at rest and during exercise: role in human physiology and metabolism. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 26, 287-314.
131. Walton, P. Rhodes, E. (1997). Glycaemic index and optimal performance. *Sports Medicine*, 23(3), 164-172.
132. Wong, S., Williams, C. Adams, N. (2000). Effects of ingesting a large volume of carbohydrate-electrolyte solution on rehydration during recovery and subsequent exercise capacity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 10, 375-393.
133. Burke, L.M. Nutrition for post-exercise recovery. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*. 29(1):3-10, 1997.