



BIOMETIL

Bcaa's Injetável

BENEFÍCIOS do USO INJETÁVEL do BCAA's e ASSOCIAÇÕES

Autores: Dra. Fabiane Horcel *
Dra. Líbera de Jiménez **

1.0. INTRODUÇÃO

Os BCAA's (Branched Chain Amino Acids) são bastante conhecidos e muito utilizados na medicina do Esporte e em outras áreas médicas. Existe uma vasta literatura sobre os componentes dos BCAA's e do seu uso relatando os inúmeros benefícios que a sua suplementação traz para as Pessoas. Os BCAA's em sua formulação original são compostos de LEUCINA, ISOLEUCINA e VALINA e eram formulados apenas oralmente, porém estudos comprovam que na administração oral observava-se que não havia total absorção destes aminoácidos e portanto os resultados não eram condizentes com que realmente se esperava. Ao mesmo tempo, observou-se que outros minerais também são importantes quando se fala em desempenho físico e aumento de massa muscular e que a interação deles e seu uso associado desenvolvem sinergismo e assim obtêm-se melhores resultados. Por todos estes motivos, é que se desenvolveu os BCAA's na forma injetável e com mais componentes: Além dos já tradicionais ISOLEUCINA, VALINA e LEUCINA, associou-se L-CARNITINA, L-ARGININA, VITAMINA B 6, MAGNÉSIO, ZINCO, LIDOCAINA.

Em indivíduos adultos, BCAA'S são relevantes para a manutenção da proteína corporal além de serem fontes de nitrogênio para a síntese de alanina e glutamina. Existem evidências demonstrando o papel fundamental dos BCAA'S - especialmente a leucina - na regulação de processos anabólicos envolvendo tanto a síntese quanto a degradação protéica muscular. Além disso, BCAA'S apresentam potenciais efeitos terapêuticos, uma vez que esses aminoácidos podem atenuar a perda de massa magra durante a redução de massa corporal; favorecer o processo de cicatrização; melhorar o balanço protéico muscular em indivíduos idosos; e propiciar efeitos benéficos no tratamento de patologias hepáticas e renais.

Os Aminoácidos de cadeia Ramificada (ACR) correspondem a cerca de 35% dos aminoácidos essenciais em proteínas musculares e, uma vez que a massa muscular de humanos é de cerca de 40-45% da massa corporal total, verifica-se que grande quantidade de ACR está presente em proteínas musculares.

É importante ressaltar que dentre os aminoácidos essenciais, se incluem os três aminoácidos de cadeia ramificada: leucina, valina e isoleucina. Eles participam da regulação do balanço protéico corporal além de serem fontes de nitrogênio para a síntese de alanina e glutamina. Esse estudo, através de uma vasta revisão bibliográfica, tem como objetivo esclarecer os benefícios desses aminoácidos e informar a Classe Médica os benefícios da nova apresentação da medicação, BCAA's injetável BIOMETIL, por via intramuscular, que além dos aminoácidos citados compõe-se de L-Arginina, L-Carnitina, L-Ornitina, Zinco Sulfato, Cloreto de Magnésio e Vitamina B6.

Em relação à Medicina do Esporte, a reposição de aminoácidos e de minerais e vitaminas é amplamente utilizada, pois são notáveis os benefícios que esta suplementação traz para o atleta, visto que os aminoácidos promovem anabolismo protéico muscular, tem ação em relação fadiga central, favorecem a secreção de insulina, ativam a produção de anticorpos, aumentam a performance do atleta e diminuem o índice de lesão muscular.

Portanto, para esclarecer os benefícios desta apresentação Biometil, descreveremos a seguir o metabolismo dos aminoácidos, as propriedades e benefícios de cada componente e os benefícios da associação e da suplementação dos BCAA's nesta forma injetável.

2.0. METABOLISMO DOS AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA

Quando falamos em metabolismo de aminoácidos de cadeia ramificada, ACR (Isoleucina, leucina e valina) temos que descrever as vias bioquímicas envolvidas no catabolismo destes aminoácidos. Diferentemente de outros aminoácidos, que são oxidados primariamente no tecido hepático, o sistema enzimático mais ativo para a oxidação dos ACR está localizado no músculo esquelético. Apesar do fígado não poder diretamente catabolizar estes aminoácidos, o mesmo apresenta um sistema muito ativo para a degradação dos cetoácidos de cadeia ramificada provenientes dos ACR componentes dos BCAA'S. Essa distribuição tecidual específica do catabolismo dos ACR decorre da distribuição única das duas primeiras enzimas envolvidas no catabolismo destes aminoácidos, ou seja, aminotransferase de aminoácidos de cadeia ramificada (ATBCAA'S) - que catalisa a transaminação dos BCAA'S, em reação reversível - e o complexo enzimático desidrogenase de cetoácidos de cadeia ramificada (DCCR) - que catalisa a descarboxilação oxidativa dos cetoácidos de cadeia ramificada, em reação irreversível.

Os produtos dessas reações - derivados de acil-CoA de cadeia ramificada - sofrem oxidação por meio de duas diferentes desidrogenases. Após essa etapa, as vias catabólicas de cada um dos ACR passam a divergir. A leucina é cetogênica, uma vez que forma acetil-CoA e acetoacetato, enquanto a valina é glicogênica, devido ao fato de ser convertida em succinil-CoA - intermediário do ciclo de Krebs. Tanto a isoleucina quanto a valina são metabolizadas para succinato via metilmalonil-CoA. O outro produto do metabolismo da isoleucina é o acetoacetato e, desse modo, a isoleucina pode ser considerada como um aminoácido glicogênico e cetogênico.

3.0. BCAA'S – APRESENTAÇÃO INTRAMUSCULAR DIFERENCIADA, DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES E SEUS BENEFÍCIOS.

3.1. L-ARGININA

A Arginina é um dos aminoácidos codificados pelo código genético, sendo portanto um dos componentes das proteínas dos seres vivos. Em mamíferos, a arginina pode ou não ser considerada como aminoácido essencial dependendo do estágio do desenvolvimento do indivíduo ou do seu estado de saúde. Além de fazer parte de proteínas, a arginina tem papéis importantes na divisão celular, na cicatrização de feridas, na remoção de amônia do corpo, no sistema imunitário e na produção hormonal. É um aminoácido extremamente essencial para a produção de anticorpos. A arginina é o precursor imediato do óxido nítrico, uréia, ornitina. É necessária à síntese de creatina e pode ser usada para a síntese de poliaminas, citrulina e glutamato. Por ser precursora do NO (que tem efeito relaxador dos vasos sanguíneos), a arginina é usada em condições em que é necessária vasodilatação e aumento ou manutenção da atividade de anticorpos. Auxilia no crescimento e regeneração de ossos e tendões. Tem ação, também, de estímulo de produção do fator de crescimento e portanto contribui para o aumento de massa magra, tendo este efeito potencializado quando associada com o uso de L-Ornitina.

3.2. L-VALINA, L-LEUCINA, L-ISOLEUCINA

Estes três aminoácidos essenciais de cadeia ramificada (ACR) são aminoácidos essenciais para o funcionamento do organismo. Eles devem ser fornecidos pela alimentação, pois sua produção no organismo é insuficiente às necessidades metabólicas. A L-valina, a L-isoleucina e a L-leucina são os três aminoácidos de cadeia ramificada que atuam em conjunto, desempenhando diversas funções no organismo:

1) Protegem os músculos de lesões por esforço excessivo, através da promoção da síntese de proteínas e da redução do catabolismo protéico

2) Participam como substrato, para a gliconeogênese (síntese de glicose), podendo ser convertidos em componentes essenciais à produção de energia, principalmente na musculatura esquelética (onde também estimulam a produção dos aminoácidos L-alanina e L-glutamina). Sendo que a glutamina ajuda a manter e a aumentar a formação de massa muscular.

3) Prevenir a perda muscular e auxiliar na reparação de lesões teciduais através da síntese protéica. Estudos sugerem que os aminoácidos de cadeia ramificada podem inibir a degradação do glicogênio muscular durante o exercício.

A Isoleucina é um aminoácido considerado como Glicogênico e Cetogênico.

A Leucina é um dos 20 aminoácidos que as células do corpo humano utilizam para sintetizar proteínas, porém o mesmo não o produz. Desempenha funções importantes no aumento das proteínas e atua com fonte de energia durante os exercícios físicos, aumentando a resistência e reduzindo a fadiga. É integrante da cadeia ramificada, juntamente com a isoleucina e a valina, é encontrado de maneira abundante em carnes e leguminosas (soja e feijão), com uma concentração média de 1g/100g e de 3g/100g, respectivamente. Uma maior presença de leucina na alimentação contribui para reduzir a perda da massa muscular durante a velhice. Uma deficiência deste aminoácido resulta em diminuição da resposta humoral citotóxica. Portanto a sua reposição, contribui para a redução da fadiga e melhor desempenho físico. Além disto, a Leucina atua sinergicamente com a L-Arginina e com a L-Ornitina, potencializando os efeitos de estímulo na produção do Hormônio do crescimento, e contribuindo para o aumento de massa magra. Sua utilização em idosos, advém do fato de que a partir dos 40 anos, o equilíbrio interno - que mantém estável a produção de proteínas musculares e sua constante destruição - é desfeito, o que conduz a um desaparecimento progressivo de massa muscular da ordem de 0,5% a 2% a cada ano. Esse processo, denominado sarcopenia, é responsável pela redução da mobilidade e da autonomia entre os idosos e por isto a reposição de ACR é muito importante nesta idade.

3.3. L- CARNITINA

A Carnitina é uma amina que deriva dos aminoácidos lisina e metionina, estando presente em todas as mitocôndrias do corpo. Sendo uma Coenzima mitocondrial, é usada em doenças neuro degenerativas e em casos de fadiga crônica.

A L- Carnitina é uma das responsáveis pela beta oxidação , isto é para que os ácidos gordos de cadeia longa atravessem a membrana mitocondrial para serem oxidados, há o auxílio da carnitina-palmitoil-transferase, a qual depende de ativação pela quantidade de L-carnitina existente . Então, o que se sabe é que a L-Carnitina é armazenada nos músculos esqueléticos e que ela é extremamente necessária para transformar os ácidos graxos em energia durante as atividades físicas .

A L-Carnitina, portanto, desempenha um papel importante no metabolismo da gordura, transportando os ácidos gordos de cadeia longa, para a mitocôndria (fonte energética das células), contribuindo assim para a combustão da gordura e sendo fonte de energia muscular durante os exercícios físicos. E a L-Carnitina apresenta, também, ações neuroprotetoras e neurotróficas.

3.4. L-ORNITINA

A L-Ornitina é um aminoácido protéico não-essencial (ou seja, que pode ser sintetizado pelo organismo). Geralmente o organismo sintetiza quantidades suficientes deste aminoácido, a partir de outros aminoácidos, de acordo com suas necessidades. No entanto, a L-Ornitina também pode ser ingerida através de alimentos e suplementos. A função da L-Ornitina no organismo é participar do ciclo da uréia, via pela qual a uréia é retirada dos aminoácidos e eliminada através da urina pelo organismo. Além disso, é também convertida no aminoácido L-arginina, assim como a L-arginina pode ser convertida a L-Ornitina. Esta é utilizada como hepatoprotetora (evitando danos ao fígado) e suplemento alimentar em formulações contendo outros aminoácidos, como a L-citrulina e a L-arginina. Em doses elevadas, a L-ornitina pode estimular a glândula pituitária a liberar hormônio do crescimento, podendo apresentar atividade anabólica e, desta forma, melhorar o desempenho físico de atletas. Sendo que, estudos demonstraram que a L-ornitina obtém maior efeito anabólico quando administrada em associação com a L-arginina, existe um sinergismo entre a ornitina e arginina, e o seu uso associado, promove um aumento do efeito estimulante de produção do hormônio de crescimento, e conseqüentemente uma grande melhora do desempenho físico, possuindo também ação imunoestimulante com aumento da produção de anticorpos pelo organismo.

3.5. SULFATO DE ZINCO

O zinco é um elemento químico essencial para as pessoas: intervém no metabolismo de proteínas e ácidos nucléicos, estimula a atividade de mais de 100 enzimas, colabora no bom funcionamento do sistema imunológico, é necessário para cicatrização dos ferimentos, nas percepções do sabor e olfato e na síntese do DNA. É encontrado em diversos alimentos como nas ostras, carnes vermelhas, aves, alguns pescados, mariscos, favas e nozes. A ingestão diária recomendada de zinco é em torno de 10mg, menor para bebês, crianças e adolescentes (devido ao menor peso corporal), e algo maior para as mulheres grávidas e durante o aleitamento.

A deficiência de zinco pode produzir retardamento no crescimento, perda de cabelo, diarreias, impotência sexual e imaturidade sexual nos adolescentes, apatia, cansaço e depressão, lesões oculares e de pele, inclusive acne, unhas quebradiças, amnésia, perda de apetite, perda de peso e problemas de crescimento, aumento do tempo de cicatrização de ferimentos e anomalias no sentido do olfato. As causas que podem provocar uma deficiência de zinco são a insuficiente quantidade na dieta alimentar e a dificuldade na absorção do mineral que pode ocorrer em casos de alcoolismo, quando é eliminado pela urina ou, ainda, devido à excessiva eliminação por causa de desordens digestivas.

Devido ao seu efeito de melhorar o desempenho do sistema imunológico tem indicação para idosos. E estudos demonstram que a associação de Zinco com Magnésio e com Vitamina B6 , promove o aumento nos níveis do hormônio anabólico IGF-I (Insulin-Like Growth Factor-I), melhorando desta forma o desempenho físico e diminuindo a perda de massa muscular durante o exercício físico , sendo então indicada esta associação para atletas e para pessoas que pratiquem esportes.

3.6. SULFATO DE MAGNÉSIO

É um elemento químico essencial para o homem. A maior parte do magnésio (70%) no organismo é encontrada nos ossos e, seus íons desempenham papéis de importância na atividade de muitas coenzimas e, em reações que dependem da ATP. Também exerce um papel estrutural, o íon de Mg²⁺ tem uma função estabilizadora para a estrutura de cadeias de ADN e ARN.

Dependendo do peso e da altura, a quantidade diária necessária e recomendada varia de 300 a 350 mg, quantidade que poderia ser obtida facilmente, visto que o magnésio estava presente na maioria dos alimentos, principalmente, nas folhas verdes das hortaliças, nas sementes, nozes, leguminosas e cereais integrais; contudo, a agricultura intensiva produz alimentos carentes desse mineral. Porém o aumento na ingestões de cálcio, proteína, vitamina D e álcool, bem como o estresse físico e psicológico aumentam as necessidades de magnésio.Sua carência nos humanos pode causar: agitação, anemia, anorexia, ansiedade, mãos e pés gelados, perturbação da pressão sanguínea (tanto com hipertensão como hipotensão), insônia, irritabilidade, náuseas, fraqueza e tremores musculares, nervosismo, desorientação, alucinações, pedras nos rins e taquicardia. Essencial para a fixação correta do cálcio no organismo; a deficiência de magnésio pode causar endurecimento das artérias e calcificação nas cartilagens, articulações e válvulas cardíacas; sua carência pode causar descalcificação nos ossos (osteoporose).

É importante, ressaltar que o Magnésio:

- Possui atividade antioxidante mitocondrial
- Atua na transmissão do impulso nervoso e na contratilidade muscular
- Participa do metabolismo dos Hidratos de Carbono e na Síntese de Proteínas
- Auxilia na metabolização completa dos ACR (Leucina , Valina e Isoleucina).
- O seu uso associado com Zinco e com Vitamina B6 , promove o aumento nos níveis do hormônio anabólico IGF-I (Insulin-Like Growth Factor-I), melhorando desta forma o desempenho físico e diminuindo a perda de massa muscular durante o exercício físico.

3.7. VITAMINA B6

A piridoxina (também conhecida como vitamina B6) favorece a respiração das células e ajuda no metabolismo das proteínas. É absorvida no intestino delgado, mas diferentemente das outras do complexo não é totalmente excretada pelos rins, ficando retida, principalmente, nos músculos.

A vitamina B6 atua no metabolismo dos aminoácidos, sendo importante para um crescimento normal e essencial para o metabolismo do triptofano e para a conversão deste em niacina. Apresenta também função anticatabólica, pois está envolvida nas reações que favorecem a quebra do glicogênio muscular. Esta vitamina, também potencializa absorção do Zinco e do Magnésio.

E como já citado acima, seu uso associado com Zinco e com Magnésio, promove o aumento nos níveis do hormônio anabólico IGF-I (Insulin-Like Growth Factor-I), melhorando desta forma o desempenho físico e diminuindo a perda de massa muscular durante o exercício físico.

4.0. CONCLUSÃO

As pesquisadoras, concluem que a administração injetável, IM, dos BCAA's é de melhor metabolização e de grande benefício, quando se busca, melhora do desempenho físico, e menor índice de lesões tendinosas e musculares. Além de contribuir também para melhora da imunidade com maior produção de anticorpos. A associação dos ACR com outros aminoácidos (Arginina, Ornitina e Carnitina) e com Minerais (Zinco e Magnésio) e a Vitamina B6, só vem potencializar a ação deles e melhorar os resultados em relação a melhora de desempenho físico, tanto a nível energético, como diminuição de lesões ligamentares e musculares, diminuição de fadiga crônica, melhor desempenho energético e melhora da imunidade do organismo. Sendo, portanto, uma boa indicação para pacientes idosos, pacientes que realizam exercícios físicos, atletas e pacientes que buscam uma melhora do vigor físico.

*Dra Fabiane Horcel – Diretora Técnica Laboratório de Manipulação Biometil Ltda. – Responsável pelo Setor de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos (P&D) Biometil – Farmacêutica Graduada

**Dra Líbera de Jiménez – Médica Graduada pela UFSM –RS; Pós-Graduação em Anestesiologia pela UFSM –RS Pós-Graduada em Medicina Estética (IAAM –ASIME) Pós-Graduada em Medicina Ortomolecular pela Universidade Veiga de Almeida. Colaboradora do Setor P&D Biometil.

5.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTHONY, J.C.; LANG, C.H.; CROZIER, S.J.; ANTHONY, T.G.; MACLEAN, D.A.; KIMBALL, S.R.; JEFFERSON, L.S. Contribution of insulin to the translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, v.282, n.5, p.E1092-E1101, 2002a.
2. ANTHONY, J.C.; REITER, A.K.; ANTHONY, T.G.; CROZIER, S.J.; LANG, C.H.; MACLEAN, D.A. KIMBALL, S.R.; JEFFERSON, L.S. Orally administered leucine enhances protein synthesis in skeletal muscle of diabetic rats in the absence of increases in 4E-BP1 or S6K1 phosphorylation. *Diabetes*, v.51, n.4, p.928-936, 2002b.
3. 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. *J. Nutr.*, v.130, n.10, p.2413-2419, 2000.
4. BLOMSTRAND, E. A role for branched-chain amino acids in reducing central fatigue. *J. Nutr.*, v.136, n.2, p.544S-547S, 2006.
5. BLOMSTRAND, E.; ELIASSON, J.; KARLSSON, H.K.; KOHNKE, R. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J. Nutr.*, v.136, p.269S-273S, 2006.
6. BOLSTER, D.R.; JEFFERSON, L.S.; KIMBALL, S.R. Regulation of protein synthesis associated with skeletal muscle hypertrophy by insulin-, amino acid- and exercise-induced signalling. *Proc. Nutr. Soc.*, v.63, n.2, p.351-356, 2004.
7. BRODY, T. *Nutritional biochemistry*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1999, 658p.
8. BROSNAN, J.T.; BROSNAN, M.E. Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. *J. Nutr.*, v.136, p.207S-211S, 2006.
9. CALDERS, P.; MATTHYS, D.; DERAIVE, W. Effect of branched-chain amino acids (BCAA), glucose, and glucose plus BCAA on endurance performance in rats. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.31, n.4, p.583-587, 1999.
10. COOMBES, J.S.; MCNAUGHTON, L.R. Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, v.40, n.3, p.240-246, 2000.
11. 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.*, v.135, n.3, p.376-382, 2005.
12. CYNOBER, L.; HARRIS, R.A. Symposium on branched-chain amino acids: conference summary. *J. Nutr.*, v.136, p.333S-336S, 2006.
13. DAVIS, J.M.; ALDERSON, N.L.; WELSH, R.S. Serotonin and central nervous system fatigue: nutritional considerations. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.72, p.573S-578S, 2000.
14. DAVIS, J.M.; WELSH, R.S.; DE VOLVE, K.L.; ALDERSON, N.A. Effects of branched-chain amino acids and carbohydrate on fatigue during intermittent, high-intensity running. *Int. J. Sports Med.*, v.20, n.5, p.309-314, 1999.
15. DECOMBAZ, J.; REINHARDT, P.; ANANTHARAMAN, K.; VON GLUTZ, G.; POORTMANS, J.R. Biochemical changes in a 100 km run: free amino acids, urea, and creatinine. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, v.41, n.1, p.61-72, 1979.
16. DELDICQUE, L.; THEISEN, D.; FRANCAUX, M. Regulation of mTOR by amino acids and resistance exercise in skeletal muscle. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.94, n.1-2, p.1-10, 2005.
17. FERNSTROM, J.D.; FERNSTROM, M.H. Exercise, serum free tryptophan, and central fatigue. *J. Nutr.*, v.136, n.2, p.553S-559S, 2006.
18. 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. *Biochem. J.*, v.254, n.2, p.579-584, 1998.
19. HARPER, A.E.; MILLER, R.H.; BLOCK, K.P. Branched-chain amino acid metabolism. *Annu. Rev. Nutr.*, v.4, p.409-454, 1984.

20. HARRIS, R.A.; JOSHI, M.; JEOUNG, N.H. Mechanisms responsible for regulation of branched-chain amino acid catabolism. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, v.313, n.2, p.391-396, 2004.
21. HOUSTON, M.E. Gaining weight: the scientific basis of increasing skeletal muscle mass. *Can. J. Appl. Physiol.*, v.24, n.4, p.305-316, 1999.
22. HUTSON, S.M.; SWEATT, A.J.; LANOUE, K.F. Branched-chain amino acid metabolism: implications for establishing safe intakes. *J. Nutr.*, v.135, p.1557S-1564S, 2005.
23. KARLSSON, H.K.; NILSSON, P.A.; NILSSON, J.; CHIBALIN, A.V.; ZIERATH, J.R.; BLOMSTRAND, E. Branched-chain amino acids increase p70S6k phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, v.287, n.1, p.E1-E7, 2004.
24. LI, J.B.; JEFFERSON, L.S. Influence of amino acid availability on protein turnover in perfused skeletal muscle. *Biochim. Biophys. Acta.*, v.544, n.2, p.351-359, 1978.
25. MARCHINI, J.S.; MORIGUTI, J.C.; PADOVAN, G.J.; NONINO, C.B.; VIANNA, S.M.L.; OLIVEIRA, J.E.D. Métodos atuais de investigação do metabolismo protéico: Aspectos básicos e estudos experimentais e clínicos. *Medicina*, v.31, n.1, p.22-30, 1998.
26. MERO, A. Leucine supplementation and intensive training. *Sports Med.*, v.27, n.6, p.347-358, 1999.
27. MILLER, S.L.; TIPTON, K.D.; CHINKES, D.L.; WOLF, S.E.; WOLFE, R.R. Independent and combined effects of amino acid and glucose after resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.35, n.3, p.449-455, 2003.
28. MITTLEMAN, K.D.; RICCI, M.R.; BAILEY, S.P. Branched-chain amino acids prolong exercise during heat stress in men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.30, n.1, p.83-91, 1998.
29. SHIMOMURA, Y.; HARRIS, R.A. Metabolism and physiological function of branched-chain amino acids: discussion of session 1. *J. Nutr.*, v.136, n. p.232S-233S, 2006.
30. SHIMOMURA, Y.; HONDA, T.; SHIRAKI, M.; MURAKAMI, T.; SATO, J.; KOBAYASHI, H.; MAWATARI, K.; OBAYASHI, M.; HARRIS, R.A. Branched-chain amino acid catabolism in exercise and liver disease. *J. Nutr.*, v.136, n. p.250S-253S, 2006b.
31. SHIMOMURA, Y.; MURAKAMI, T.; NAKAI, N.; NAGASAKI, M.; HARRIS, R.A. Exercise promotes BCAAcatabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. *J. Nutr.*, v.134, n. p.1583S-1587S, 2004.
32. SHIMOMURA, Y.; OBAYASHI, M.; MURAKAMI, T.; HARRIS, R.A. Regulation of branched-chain amino acid catabolism: nutritional and hormonal regulation of activity and expression of the branched-chain alpha-keto acid dehydrogenase kinase. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, v.4, n.5, p.419-423, 2001.
33. SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G.; SATO, J.; MURAKAMI, T.; SHIMOMURA, N.; KOBAYASHI, H.; MAWATARI, K. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *J. Nutr.*, v.136, n.2, p.529S-532S, 2006a.
34. SHIRAKI, M.; SHIMOMURA, Y.; MIWA, Y.; FUKUSHIMA, H.; MURAKAMI, T.; TAMURA, T.; MORIWAKI, H. Activation of hepatic branched-chain alpha-keto acid dehydrogenase complex by tumor necrosis factor-alpha in rats. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, v.328, n.4, p.973-978, 2005.
35. TIPTON, K.D.; WOLFE, R.R. Protein and amino acids for athletes. *J. Sports Sci.*, v.22, n.1, p.65-79, 2004.
36. TOM, A.; NAIR, K.S. Assessment of branched-chain amino acid status and potential for biomarkers. *J. Nutr.*, v.136, n. p.324S-330S, 2006.
37. TORRES, N.; LOPEZ, G.; DE SANTIAGO, S.; HUTSON, S.M.; TOVAR, A.R. Dietary protein level regulates expression of the mitochondrial branched-chain aminotransferase in rats. *J. Nutr.*, v.128, n.8, p.1368-1375, 1998.
38. VAN HALL, G.; RAAYMAKERS, J.S.; SARIS, W.H.; WAGENMAKERS, A.J. Ingestion of branched-chain amino acids and tryptophan during sustained exercise in man: failure to affect performance. *J. Physiol.*, v.486, n. p.789-794, 1995.
39. WAGENMAKERS, A.J. Muscle amino acid metabolism at rest and during exercise: role in human physiology and metabolism. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, v.26, n. p.287-314, 1998.
40. WATSON, P.; SHIRREFFS, S.M.; MAUGHAN, R.J. The effect of acute branched-chain amino acid supplementation on prolonged exercise capacity in a warm environment. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.93, n.3, p.306-314, 2004.
41. XU, M.; NAGASAKI, M.; OBAYASHI, M.; SATO, Y.; TAMURA, T.; SHIMOMURA, Y. Mechanism of activation of branched-chain alpha-keto acid dehydrogenase complex by exercise. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, v.287, n.3, p.752-756, 2001.
42. OLSZEWER, EFRAIN. *Terapia nutricional parenteral em ortomolecular/ Efrain Olszewer, João Roberto N. Teruya e colaboradores. São Paulo-SP. Ed. do autor 2009.*
43. OLSZEWER, EFRAIN. *1954, clínica ortomolecular/ Efrain Olszewer. SÃO PAULO - SP. ROCA, 2008. ISBN 978-85-7241-754-9*



BIMETIL

Bcaa's Injetável

Apresentação

*Caixa com 10 ampolas de 5mL, contendo
L-Arginina, L-Ornitina, L-Valina, L-Leucina, Isoleucina,
L-Carnitina, Zinco, Sulfato de Magnésio e Vitamina B₆*

**Maiores Informações
(47) 3634.0334**