

ASPECTOS ATUAIS SOBRE AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA E SEU EFEITO ERGOGÊNICO NO DESEMPENHO FÍSICO HUMANOMoacir Pereira Júnior¹**RESUMO**

Atualmente, a utilização de suplementos alimentares é foco de grandes pesquisas sobre possíveis efeitos ergogênicos no desempenho físico humano. Atletas ou praticantes de atividade física para saúde e qualidade física buscam utilizar os suplementos alimentares como forma de aumentarem seus ganhos e resultados. O grande problema é que a má informação e a não orientação correta da suplementação pode acarretar dificuldades nos ganhos tão desejados pelos praticantes de atividade física. A correta orientação é que faz toda a diferença, visto que os suplementos alimentares não têm somente a importância em ganhos de massa muscular ou redução de gordura corporal, mas muitos deles podem trazer benefícios interessantes que podem auxiliar na melhora da qualidade de vida das pessoas. Este estudo busca especificar a suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada e sua importância para a atividade física seja em atletas ou não, em diferentes protocolos de treinamento esportivo. Este presente estudo empregou a revisão sistemática sobre a suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada e seus efeitos sobre o desempenho físico humano, este relatará também, o metabolismo desses aminoácidos em relação à fadiga e a síntese de outros aminoácidos importantes durante o esforço físico. Com esta revisão conclui-se que a suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada ainda é muito questionada em relação à fadiga central e aos ganhos de massa muscular, necessitando mais estudos que abordem efeitos da suplementação a longo prazo.

Palavras-chave: Suplementação, BCAA, Desempenho Físico, Fadiga.

1-Programa de Pós Graduação Lato Sensu da Faculdade Integrada A Vez do Mestre em Nutrição Esportiva.

ABSTRACT

Current issues about branched chain amino acids and its ergogenic effect on human physical performance

Currently, the use of dietary supplements is the focus of major research about potential ergogenic effects on human physical performance. Athletes or physically active for health and quality of life seek to use dietary supplements as a way to increase their earnings and results. The big problem is that the bad information and guidance not correct supplementation can lead to difficulties in earnings as desired by physically active. The correct orientation is what makes all the difference, since dietary supplements are not only important gains in muscle mass and reducing body fat, but many of them can bring interesting benefits that can help improve the quality of people's lives. This study seeks to specify the supplementation of branched chain amino acids and its significance for physical activity either in or not athletes in different sports training protocols. This present study employed a systematic review of supplementation of branched chain amino acids and their effects on human physical performance, this also will report, the metabolism of these amino acids in relation to fatigue and the synthesis of other amino acids important during physical exertion. With this review it is concluded that the supplementation of branched-chain amino acids are also highly questioned regarding the central fatigue and muscle gains, further studies addressing the effects of long-term supplementation.

Key words: Supplementation, BCAA, Physical Performance, Fatigue.

E-mail:
moa.pereira@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A hipótese de que o exercício afeta o metabolismo de proteínas e aminoácidos é muito valorizada no mundo do exercício físico e que eles contribuem significativamente para o rendimento durante o exercício prolongado (Rohlfis e colaboradores, 2005; Brosnan e Brosnan, 2006).

Somado a isso os aminoácidos vêm se tornando um popular suplemento nutricional comercializado principalmente para atletas de alto rendimento, sobretudo os aminoácidos de cadeia ramificada, especialmente a leucina, visto que foram sugeridos como recursos ergogênicos para atividades de endurance e força (Mero, 1999; Crowe, Weatherson e Bowden, 2006).

No que concerne a nutrição esportiva, os aminoácidos de cadeia ramificada são extensivamente utilizados por praticantes de atividade física na premissa de que esses aminoácidos podem promover anabolismo protéico muscular, atuar em relação à fadiga central, favorecer a secreção de insulina, diminuir o grau de lesão muscular induzido pelo exercício físico e aumentar a performance.

Desta forma sugere-se que a ingestão de aminoácidos de cadeia ramificada antes e durante o exercício poderá beneficiar o desempenho competitivo em eventos prolongados de endurance por exemplo. Interessa assim conhecer qual o fundamento científico para a pressuposta eficácia desta estratégia ergogênica, nutritiva e lícita (Silva e Alves, 2005).

Portanto a intenção deste estudo é responder a seguinte questão norteadora: Quais são os verdadeiros efeitos da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada sobre marcadores fisiológicos e psicológicos de performance para praticantes de atividades físicas?

Durante o exercício físico ocorre a captação de diversos aminoácidos, sobretudo os aminoácidos de cadeia ramificada, pelo tecido muscular. Se o exercício físico é prolongado, verifica-se significativa liberação de aminoácidos de cadeia ramificada pelo tecido hepático, aliada à diminuição da concentração plasmática. Por exemplo, a concentração plasmática de leucina diminui entre 11 e 33% (Mero, 1999).

Portanto esta pesquisa tem a importância de relacionar a suplementação orientada e correta de aminoácidos de cadeia ramificada buscando melhorar o desempenho físico, para evitar danos musculares e desgastes fisiológicos e psicológicos.

Este estudo tem o objetivo de analisar os efeitos ergogênicos sobre o desempenho físico humano em diferentes tipos de atividade física.

Para especificar o estudo, o mesmo tem os objetivos de:

- 1) Investigar os efeitos da suplementação somente de BCAA e BCAA com auxílio de outros suplementos sobre a fadiga e rendimento físico;
- 2) Comparar diferentes intensidades de treinamento e seu efeito nos níveis plasmáticos de aminoácidos;
- 3) Mapear os marcadores de rendimento e performance e marcadores bioquímicos submetidos a diferentes protocolos de suplementação de BCAA.

OS AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA PARA O EXERCÍCIO FÍSICO

Em indivíduos adultos, os aminoácidos de cadeia ramificada são relevantes para a manutenção da proteína corporal além de serem fonte de nitrogênio para a síntese de alanina e glutamina. Existem evidências demonstrando o papel fundamental desses aminoácidos especialmente a leucina na regulação de processos anabólicos envolvendo tanto a síntese quanto a degradação proteica muscular.

Além disso, eles 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 proteico muscular em indivíduos idosos e propiciar efeitos benéficos no tratamento de patologias hepáticas e renais (Shimomura e colaboradores, 2006).

GLUTAMINA E O EXERCÍCIO FÍSICO

O consumo de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) é baseado na possível modulação exercida por estes aminoácidos sobre a atividade do sistema imunológico. Segundo esta hipótese, o consumo de ACR promoveria a manutenção da concentração de

glutamina pós-exercício que, por sua vez, estaria envolvida na atenuação da imunossupressão observada após o término do exercício. Porém a correlação entre a redução da glutamina plasmática e a imunossupressão não está totalmente comprovada (Uchida e colaboradores, 2008).

A glutamina é o aminoácido livre mais abundante no plasma e tecido muscular e é utilizada em altas concentrações por células de divisão rápida, incluindo enterócitos e leucócitos, para fornecer energia e favorecer a síntese de nucleotídeos. Aproximadamente 80% da glutamina corporal se encontra no músculo esquelético, e esta concentração é superior 30 vezes à concentração plasmática. Dentre os órgãos envolvidos na síntese de glutamina estão o músculo esquelético, pulmões, fígado, cérebro e o tecido adiposo, que apresentam atividade da enzima glutamina-sintetase (Cruzat e colaboradores, 2007).

Normalmente a glutamina é considerada um aminoácido não essencial porque pode ser sintetizado pelo organismo conforme as necessidades do corpo humano. Em situações especiais de estresse, como por exemplo, no exercício físico, ocorrem grandes mudanças no fluxo da glutamina. Enquanto as células do sistema imunológico, rins, fígado e intestino mostram-se aumentadas, a concentração de glutamina no plasma pode chegar a uma redução de 50% (Francisco e colaboradores, 2002).

A glutamina, juntamente com os aminoácidos de cadeia ramificada (ACR), valina, leucina e isoleucina, é considerada um dos aminoácidos que possui maior importância energética e metabólica (Novelli e colaboradores, 2007).

Muitos estudos têm demonstrado diminuição significativa das concentrações plasmática e tecidual de glutamina durante e após exercício intenso e prolongado. Entre os mecanismos que levam à diminuição das concentrações de glutamina plasmática e muscular durante e após o exercício físico prolongado, destaca-se o aumento da concentração do hormônio cortisol, que estimula tanto o efluxo de glutamina muscular, quanto a captação de glutamina pelo fígado.

Assim, a maior oferta de glutamina no fígado, aliada à diminuição dos estoques de glicogênio hepático e ao aumento da concentração de cortisol promovem maior

estímulo da neoglicogênese hepática a partir do aminoácido glutamina (Cruzat e colaboradores, 2007).

A reduzida concentração plasmática de glutamina observada especialmente em atividades físicas prolongadas seria responsável pela supressão da resposta imune associada ao aumento da taxa de infecções observadas na síndrome de overtraining. Desse modo, a disponibilidade de glutamina para as células do sistema imunológico tem sido alvo de inúmeros estudos envolvendo atletas em períodos de treinamento intenso e competições (Rogerio, Mendes e Tirapegui, 2005).

O treinamento intenso e o exercício exaustivo podem ocasionar imunossupressão em atletas por meio da diminuição da concentração plasmática de glutamina (Novelli e colaboradores, 2007).

A disponibilidade de glutamina para as células do sistema imunológico apresenta-se reduzida, o que pode contribuir para o aumento da susceptibilidade a infecções do trato respiratório superior em atletas após o exercício intenso e prolongado, ou durante o período de treinamento exaustivo. Essa diminuição da concentração plasmática de glutamina pode acompanhar ou preceder a síndrome de overtraining em atletas (Rogerio, Mendes e Tirapegui, 2005).

METABOLISMO DE AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA (ACR) E EXERCÍCIO FÍSICO

Durante o exercício físico ocorre a captação de diversos aminoácidos através do tecido muscular. Se o exercício físico é prolongado, há liberação de ACR pelo tecido hepático, aliada à diminuição da concentração plasmática de ACR. O músculo esquelético humano pode oxidar ao menos seis aminoácidos (leucina, isoleucina, valina, aspartato, glutamato e asparagina), entretanto, durante o exercício físico, os ACR são preferencialmente oxidados (Rogerio e Tirapegui, 2008).

Primeiro, os ACR seriam captados pelo músculo esquelético para serem oxidados para fins energéticos, concomitantemente à queda da glicemia, efeito comum durante o exercício físico (Rossi e Tirapegui, 2004).

Quando o exercício se eleva os níveis plasmáticos de ácidos graxos livres também

se eleva, então os ácidos graxos livres e o triptofano competem pelo mesmo lugar para ligar-se com a albumina (proteína transportadora). Um aumento no plasma de triptofano irá favorecer o transporte deste para o cérebro e, conseqüentemente, a síntese, concentração e liberação de serotonina de alguns neurônios, o que poderá ser responsável pela fadiga durante e após o exercício prolongado. Por conseguinte, o aumento da atividade serotoninérgica pode posteriormente levar a fadiga central, forçando atletas a deixarem de exercer ou reduzirem a intensidade do exercício (Wloch e colaboradores, 2008).

No exercício aeróbio, com intensidade entre 40 e 70% do VO₂máx, as concentrações intramusculares de glutamato e de alanina sofrem alterações importantes. A concentração intramuscular de glutamato diminui em cerca de 50% nos primeiros 10 minutos da atividade muscular e mantém-se reduzida até o fim do exercício. Uma das funções dos ACR é servirem de fonte para síntese de glutamato. Ao longo do exercício dá-se o efluxo muscular de glutamina e de alanina, em proporção com a intensidade e duração do exercício. Simultaneamente, a taxa de entrada no músculo de glutamato e dos ACR aumenta. Os ACR servem de fonte de glutamato, bem como de substrato energético. Assim, o glutamato desempenha um papel fundamental nas reações com aminoácidos. Serve para evitar o acréscimo da quantidade intramuscular de amônia (Silva e Alves, 2005).

Os aminoácidos de cadeia ramificada são substratos para a produção de glicose através do ciclo alanina-glicose, enquanto que a asparagina e o aspartato são precursores de oxaloacetato no ciclo de Krebs. Estes dois mecanismos permitem que o metabolismo oxidativo se mantenha ativo, pois fornecem substratos para a inicialização do ciclo de Krebs (oxaloacetato e Acetil-CoA) e retardam a excessiva conversão de piruvato à lactato. Os aminoácidos de cadeia ramificada reagem com o piruvato formando alanina e liberam precursores gliconeogênicos (alanina) para a síntese hepática de glicose (Lancha Junior e Marquezi, 1997).

À medida que o estoque de glicogênio diminui, como durante a execução de uma atividade de longa duração, as enzimas responsáveis pela transaminação dos ACR têm sua atividade aumentada no músculo

esquelético. Sendo assim, a menor disponibilidade de glicogênio, potencializaria a contribuição energética dos aminoácidos durante o exercício (Wloch e colaboradores, 2008).

FADIGA E AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA

O termo fadiga designa a redução da capacidade do músculo em produzir força e desenvolver potência. A fadiga muscular ocorre também associada a manifestações subjetivas, como o aumento da percepção de esforço e da intensidade do exercício (Silva e Alves, 2005).

A fadiga muscular é um dos tópicos mais investigados em fisiologia do exercício. Uma das principais características do sistema neuromuscular é a sua capacidade adaptativa crônica às exigências funcionais e alterações agudas associadas ao exercício prolongado ou intenso. A incapacidade do músculo esquelético de gerar elevados níveis de força muscular ou manter esses níveis no tempo designa-se por fadiga neuromuscular (Ascensão e colaboradores, 2003).

A fadiga durante o exercício físico pode estar relacionada tanto a fatores periféricos quanto centrais, os quais são influenciados pela intensidade e duração do exercício, ingestão de nutrientes e o nível de treinamento do indivíduo (Rogerio e Tirapegui, 2008) e pode estar relacionada também com certas desordens como depressão, síndrome pré-menstrual, insônia, entre outras (Rossi e Tirapegui, 2004).

É um fenômeno complexo que depende do tipo de esforço, existindo algum consenso atualmente na distinção entre esforços curtos e intensos e esforços prolongados. Em exercícios de alta intensidade e curta duração, o decréscimo da produção de trabalho muscular está associado com fatores intramusculares, tais como redução do pH muscular e aumento da concentração do fosfato inorgânico no interior da fibra muscular. No caso dos esforços prolongados, a fadiga pode estar relacionada a fatores metabólicos tais como a redução acentuada de substratos para o metabolismo energético ou a ocorrência de hipoglicemia (Silva e Alves, 2005).

Em exercícios que exigem um recrutamento rápido das fibras musculares,

como ocorre naqueles com predominância anaeróbia, a incapacidade em manter potenciais de ação em altas frequências constitui um importante fator desencadeador da fadiga. A manutenção desse potencial depende da capacidade em recapturar os íons de potássio (K⁺) para dentro da célula e em expelir os íons de sódio (Na⁺), com a intenção de repolarizar a membrana sarcoplasmática e permitir a entrada de um novo impulso elétrico. Com uma redução na frequência de despolarização da membrana, ocorre uma diminuição da ativação dos receptores sensíveis à voltagem, com consequente redução da liberação de Ca²⁺ das cisternas do retículo sarcoplasmático. Essas alterações acabam prejudicando o processo de contração muscular (Silva, Oliveira e Gevaerd, 2006).

Já durante o exercício físico intenso e prolongado, a fadiga se relaciona, principalmente com a hipoglicemia, pois, tanto a glicose como a proporção da oxidação de carboidratos diminui. Outro fator de destaque é a relação entre depleção de estoques de glicogênio muscular e hepático, e a resistência ao exercício, correlacionados em nível de glicogênio pré-exercício (Rossi e Tirapegui, 1999).

A hipótese da fadiga central prevê que o aumento na oxidação de ACR diminui sua concentração plasmática e do deslocamento do triptofano da albumina pelo fato da concentração de ácidos graxos aumentarem (Hall e colaboradores, 1996).

TRIPTOFANO, SEROTONINA E FADIGA

O triptofano é um aminoácido essencial e é o precursor da serotonina, neurotransmissor responsável por respostas fisiológicas como o sono, além de regular as atividades sexuais e a gênese da fadiga central em atividades prolongadas. Assim, quando as concentrações de ACR estiverem em equilíbrio com a concentração do triptofano, a produção de serotonina será reduzida (Lancha Junior e Marquezi, 1997). Além disto, o triptofano é precursor da vitamina B3 (niacina) e é um dos aminoácidos que estimula a secreção de insulina e hormônio do crescimento (Rossi e Tirapegui, 2004).

A serotonina ou 5-hidroxitriptamina (5-HT) compõe o grupo das aminas biogênicas (neurotransmissores), que incluem também as

catecolaminas (adrenalina, noradrenalina e dopamina). Estes compostos possuem grupos funcionais amina e regulam importantes vias do metabolismo dos mamíferos. São sintetizados na sua grande maioria a partir da descarboxilação de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) (Rossi e Tirapegui, 2004).

Alguns pesquisadores sugerem que a serotonina pode ser responsável pelo desenvolvimento da fadiga central durante o exercício prolongado, atuando na formação da memória, na letargia, no sono, no humor, na supressão do apetite e nas alterações na percepção do esforço (Rohlf s e colaboradores, 2005).

Portanto, é possível especular que a alteração crônica da concentração de serotonina no sistema nervoso central poderia ser um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento da síndrome de overtraining (Roger o, Mendes e Tirapegui, 2005).

Devido ao aumento dos níveis plasmáticos de ácidos graxos livres durante o treinamento de resistência, essa teoria propõe que os níveis de serotonina cerebral aumentem quando o treinamento é excessivo (Rohlf s e colaboradores, 2005).

Existe o fato do aumento nas concentrações plasmáticas de ácidos graxos livres que é observado após exercícios prolongados, em decorrência da lipólise. Uma vez que os ácidos graxos livres deslocam a albumina do triptofano, conseqüentemente aumenta as concentrações de Tr-I (triptofano livre), porção responsável pela síntese de 5-HT (serotonina) (Roger o, Mendes e Tirapegui, 2005).

Aliado a estas alterações, os principais concorrentes do Tr-I, para ultrapassar a barreira hemato-encefálica, os aminoácidos de cadeia ramificada sofrem uma redução em suas concentrações no plasma, em conseqüência do aumento de sua capacitação e oxidação pelos músculos exercitados. Esta redução plasmática de ACR induz a um aumento da proporção de Trp-I/ACR, e a probabilidade de locomoção dos Trp-I para os níveis centrais torna-se maior, elevando, por conseguinte, as concentrações de 5-HT (Cheik e colaborades, 2003).

SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA

Os aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) são um grupo de aminoácidos essenciais que são potentes para a recuperação muscular. Somado a isso, os ACR podem conservar a massa muscular em condições caracterizadas por perda de proteína e catabolismo. Eles proporcionam um efeito terapêutico após exercícios de resistência e se mostram benéficos na redução de lesões musculares e acelerar o processo de recuperação (Howatson e colaboradores, 2012).

Na suplementação com ACR, o objetivo é manter a concentração aminoacídica dos competidores do triptofano. Estudos realizados tanto em ratos como em seres humanos, têm demonstrado boas evidências para reduzir os sintomas de fadiga central (Rossi e Tirapegui, 2004).

Nesta abordagem, o objetivo é diminuir a oferta de triptofano para o cérebro, através de sua redução no plasma sanguíneo ou mantendo-o ligado, em sua maior parte, à albumina. A produção de serotonina ficaria comprometida por um menor influxo de triptofano pela barreira hemato-encefálica. Como resultado global, aumentaria o tempo de exercício até o aparecimento de sinais de fadiga, que podem ser atenuados, mas não evitados (Rossi e Tirapegui, 1999).

A suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada, ao aumentar a captação de triptofano pelo sistema nervoso central, tem sido proposta com o objetivo de reduzir a perda protéica, aumentar o rendimento e retardar a fadiga. Entretanto, esse efeito, em humanos, além de discordante, só é observado em situações de estresse acentuado no qual a proteólise está muito aumentada (Carvalho, 2003).

Em se tratando do efeito da suplementação com ACR, durante o exercício exaustivo, a suplementação com ACR promove aumento da concentração plasmática de leucina, isoleucina e valina, ao mesmo tempo em que mantém a concentração plasmática de glutamina ao final de atividades como a maratona (Rogerio e Tirapegui, 2008).

No âmbito desportivo, esta hipótese sugere que a ingestão de ACR antes e durante o exercício poderá beneficiar o desempenho

competitivo em provas longas (Silva e Alves, 2005).

E mais, ainda em relação ao exercício de endurance, os estudos indicam que quando os ACR são ingeridos durante o esforço, parecem apresentar um efeito positivo no período de recuperação após o esforço de longa duração. Presumi-se que uma dieta de ACR antes, durante e/ou após o exercício é que o exercício leva a um aumento da oxidação de ACR, especialmente durante o exercício de endurance, e a maior parte da oxidação de ACR parece ser liberado no sistema por depressão da síntese proteica (Wloch e colaboradores, 2008).

Outro benefício do consumo de ACR seria a promoção e a manutenção da concentração de glutamina pós-exercício que, por sua vez, estaria envolvida na atenuação da imunossupressão observada após o término do exercício. Existe também a hipótese de que durante o exercício de endurance, os ACR podem fornecer intermediários do Ciclo de Krebs por meio de reações anapleróticas, é sabido que durante este tipo de exercício, a oxidação de aminoácidos pode contribuir com até 15% do fornecimento de energia (Uchida e colaboradores, 2008).

Assim, a ingestão de ACR pode prevenir ou retardar a fadiga central. Os estudos ainda são contraditórios sobre o efeito benéfico no rendimento físico com a ingestão de ACR no período que antecede o exercício. Outra proposta é que a ingestão de ACR é particularmente benéfica em exercício intervalado. Esta hipótese foi testada e concluiu-se que a ingestão de bebidas com glicose, numa concentração de 6% e 18%, aumentou a resistência à fadiga, mas que a adição de ACR (7 g às soluções referidas) não trouxe efeitos adicionais (Silva e Alves, 2005).

Uma hipótese sobre o efeito da suplementação de ACR sobre o sistema imunológico ainda é desconhecida, porém muito estudada. Vários estudos têm demonstrado que glutamina é um importante substrato para as células do sistema imunológico, que utilizam este aminoácido como uma fonte de energia e precursores para a síntese de ácidos nucleicos. A diminuição da concentração de glutamina no plasma é uma consequência de exercício de longa duração. Em alguns casos, a concentração de glutamina se mantém com a ingestão de

aminoácidos de cadeia ramificada. No entanto, esta inversão não é totalmente aceita como um meio de restaurar a função imune, especialmente em atletas (Bassit e colaboradores, 2000).

Leucina, isoleucina e valina (ACR) representam cerca de um terço das proteínas musculares. A leucina é mais exaustivamente investigada porque sua taxa de oxidação é maior que a da isoleucina e a valina. Ela também estimula a síntese de proteínas musculares e está associada à liberação de precursores gliconeogênicos, tais como a alanina, a partir do músculo esquelético (Wloch e colaboradores, 2008).

PESQUISAS COM SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA

A base de dados utilizada nesta pesquisa foi a Scielo (www.scielo.br) e a pubmed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed).

Foram coletados artigos científicos nas seguintes revistas: Journal of Nutrition, Revista Portuguesa de Ciência do Desporto, Medicine and Science Sports and Exercercise, Acta Physiologica Scandinavica, American Journal Physiology Endocrinology and Metabolism, Nutrição Profissional, Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Journal of Applied Physiology, Revista Brasileira de Ciência e Movimento, The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, European Journal of Applied Physiology, International Journal of Sports Medicine, The American Journal

Clinical Nutrition, Arquivos de Ciências da saúde UNIPAR, International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, Journal of the International Society of Sports Nutrition, The Chinese Journal of Physiology, Proceedings of Nutrition Society, Journal of Nutritional Science and Vitaminology, Revista Paulista de Educação Física, The Journal of Physiology, Sports Medicine, Nutrição em Pauta, Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, Nutrire – Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, The Journal of Strength and Conditioning Research, Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, Journal of the American College of Nutrition, Apostila Universidade Paulista, Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, além de livros.

Os estudos apresentados no quadro 1 mostram diferenças estatísticas entre a suplementação de diferentes doses de BCAA com relação ao placebo. Não foi registrado na tabela diferenças estatísticas entre grupos suplementados, uma vez que este estudo visa diferenciar o placebo/controle com a suplementação de ACR no desempenho físico humano.

Apenas estudos com humanos foram registrados na tabela. Na sua maioria, as pesquisas tiveram o foco de relacionar a suplementação de doses de apenas aminoácidos de cadeia ramificada sem auxílio de nenhum outro ergogênico.

Quadro 1 - resumo dos trabalhos encontrados

Estudo	População	Suplementação	Intensidade do treinamento	Treinamento	Performance / Fadiga	BCAA-c	Amônia-c	Lactato-c	Glicose-c	Atividade CK	Atividade LDH
Blomstrand e colaboradores, 1995	7 homens adultos	150 a 200ml de solução 7g/Litro (40% valina, 35% leucina e 25% isoleucina)	70% do VO2 max	80' no cicloergômetro 60 minutos a 70% do VO2 max 20' LIVRE	=	↑			=		
Hall e colaboradores, 1995	10 homens adultos	G1: 2g/litro de cada BCAA G2: 6g/litro de cada BCAA	70%-75% da Potência Máxima	60-120 RPM Cicloergômetro até a exaustão	=	↑	↑				
Madsen e colaboradores, 1996	9 homens adultos	18 g de BCAAs (50 % valina, 35% leucina e 15% isoleucina) 21 dias	a maior intensidade possível	3 baterias de 100km 1 bateria de bicicleta a cada 7 dias	=	↑	↑	↑	=		

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

MacLean e colaboradores, 1996	5 homens adultos	308 mg por KG de peso corporal de BCAA	64%-66% de potência de pico	90 minutos cadeira extensora		↑	↑	=	=		
Mittleman e colaboradores, 1998	13 adultos 7 homens 6 mulheres	5,88 g/L de (19% isoleucina, 54% leucina, 27% valina) a cada 30'	40% do VO2 pico	Cicloergômetro até a exaustão	↑	↑			↑ mulheres		
Gibala e colaboradores, 1999	6 homens adultos	308 mg de BCAAs (44 % leucina, 30% valina e 26% isoleucina) 5 a 7 dias	70% do VO2 max	15 minutos de bicicleta		↑		=	=		
Coombes e McNaughton, 2000	16 homens adultos	12g de BCAA por dia durante 14 dias	70% do VO2 max	120 minutos Cicloergômetro						↓	↓
Blomstrand e Saltin, 2001	7 homens adultos	100 mg de BCAA por KG de peso (45% leucina, 30% valina e 25% isoleucina) durante 3 dias	75% do VO2 max	60 minutos de bicicleta	=	↑	=		↑		
Watson e colaboradores, 2004	8 homens adultos	12 g/L de 250 ml de solução 150 ml da mesma solução a cada 15'	50% do VO2 pico	bicicleta até a exaustão	=	↑	↑	=	=		
Cheuvront e colaboradores, 2004	7 homens adultos	10g de BCAA (55% valina, 30% leucina e 15% isoleucina + carbo + glicose) 21 dias	50% do VO2 pico	60 minutos de bicicleta	=	↑		=	=		
Karlsson e colaboradores, 2004	7 homens adultos	100 mg de BCAA por KG de peso (41,2% leucina, 31,4% valina e 27,4% isoleucina) durante 14 dias	80% de 1 RM	4 x 10 RMS exercícios de quadríceps 1 dia de treino		↑					
Koopman e colaboradores, 2005	8 homens adultos	carboidrato proteína LEUCINA	80% de 1 RM	8 x 8RMS apenas 2 exercícios 3 testes a cada 7 dias		↑					
Tang, 2006	19 homens adultos	12g de BCAA por dia (54% leucina, 19% isoleucina e 27% valina) durante 14 dias	65%-70% da Fcmax no nado peito máximo no nado crawl	25 minutos de nado peito e competição de nado crawl		↑		=	=		
Greer e colaboradores, 2007	9 homens adultos	Ingestão de 200 Kcal de BCAA	55% do VO2 pico	3 baterias de 90 minutos ciclismo						↓	↓
Matsumoto e colaboradores, 2007	8 adultos 4 homens 4 mulheres	2g de BCAA + 0,5g de Arginina	123 W igual a 50% da carga máxima	3 baterias de 20 minutos bicicleta		↑					
Uchida e colaboradores, 2008	17 homens adultos	77 mg de BCAA por KG de peso (41,2% leucina, 31,4% valina e 27,4% isoleucina)	corrida: 75% do VO2 max tiros: 90% do VO2 max 8h depois: 90% até exaustão	40 minutos corrida 2 tiros de 10 minutos teste de endurance	=		=	=	=		

Fujita e colaboradores, 2009	22 adultos 13 homens 9 mulheres	500 ml de solução (sacarose + leucina 35%, 8% isoleucina + 10% valina e outros AA)	70% de 1 RM	10 séries de 10 RMS cadeira extensora		↑ leucina			↑		
Sharp e Pearson, 2010	8 homens adultos	2g glutamina + 1,8g leucina + 0,75g isoleucina + 0,75g valina por 4 semanas	80% de 1 RM	4 dias de treino - 3 séries de 6 a 8 RMS intervalo de 60 segundos							↓
Jang e colaboradores, 2011	9 homens adultos	1g de Glicose, 0,1g de Arginina, 0,1 g de BCAA, por KG de peso	alta intensidade na BIKE carga de 0,1 KP por KG de peso nos exercícios resistidos	3 baterias de exercícios com descanso de 1 hora entre a 1ª e a 2ª e 2 horas entre a 2ª e a 3ª	=			=	↑		
Hsu e colaboradores, 2011	14 homens adultos	1g de leucina, 0,5g de valina, 0,5g de isoleucina, 0,5g arginina 12,1g de carbo	75% do VO2 max	30 minutos de esteira sem inclinação, 1% de inclinação a cada minuto até exaustão	↓	↑	=	=	↑	=	
Howatson e colaboradores, 2012	12 homens adultos	10 gramas de BCAA 2x por dia (50% leucina, 25% isoleucina e 25% valina) durante 12 dias	a maior intensidade possível	5 séries de 20 saltos verticais repouso de 2' entre as séries							↓

O estudo de Koopman e colaboradores (2005) registraram a suplementação de Leucina e carboidrato em 3 treinos separados por 7 dias com exercícios resistidos a 80% de 1RM e registrou um aumento na concentração plasmática de BCAA e de todos os aminoácidos essenciais comparados a o grupo que ingeriu apenas carboidratos.

Matsumoto e colaboradores (2007) e Jang e colaboradores (2011) relacionaram a Arginina com a suplementação de BCAA em baterias de cicloergômetro, Jang e colaboradores (2011) encontraram aumento da concentração plasmática de glicose, porém Matsumoto e colaboradores encontraram aumentos nas concentrações plasmáticas de BCAA.

Um estudo de Hsu e colaboradores (2011) também estudou a suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada com arginina somado com carboidrato. Os testes foram feitos em esteiras até a exaustão. O estudo mostrou que não houve mudanças nos níveis de lactato, amônia, atividade CK em nenhum momento do teste foram diferentes entre os grupos. Esta pesquisa mostrou

também sensação de redução de fadiga e aumento dos níveis plasmáticos de BCAA.

Já Fujita e colaboradores (2009) pesquisaram a ingestão de BCAA e também de histidina, lisina, fenilalanina, metionina e treonina sobre marcadores bioquímicos em 10 séries de 10 repetições na cadeira extensora. Obtiveram apenas aumento de glicose, leucina e fenilalanina em relação ao grupo placebo.

Altas dosagens de aminoácidos de cadeia ramificada estão relacionadas com o aumento da concentração plasmática de amônia. Nos estudos de Hall e colaboradores (1995), Madsen e colaboradores (1996), Mclean e colaboradores (1996), Watson e colaboradores (2004) onde os indivíduos foram suplementados com doses altas de BCAA os resultados mostraram aumentos significativos na amônia nos grupos suplementados.

Em contrapartida, o estudo de Uchida e colaboradores (2008) trabalhou com suplementação de BCAA em doses de 77mg/kg de peso em sessão de 40 minutos de esteira a 75% do VO2 máximo seguido por dois tiros de 10 minutos a 90% do VO2 máximo. 8 horas depois os mesmos indivíduos

realizaram um teste de endurance até a fadiga total, previamente suplementados com BCAA, os resultados mostraram que não houve diferenças na fadiga, concentrações de lactato, amônia e glicose.

A pesquisa de Blomstrand e Saltin (2001) e Karlsson e colaboradores (2004) suplementaram com 100mg de BCAA por KG peso corporal em 7 homens adultos, porém Blomstrand e Saltin (2001) trabalharam com 60 minutos de bicicleta a 75% do VO₂ máximo e Karlsson e colaboradores (2004) com 4x 10RMS no exercício de cadeira extensora, entretanto não encontraram aumento de performance e nem de concentração plasmática de amônia, porém apresentaram aumento nas concentrações plasmáticas de BCAA comparado ao grupo placebo.

Algumas pesquisas relacionaram a suplementação de BCAA com a atividade da Creatina quinase (CK) e a atividade da Lactato Desidrogenase (LDH). Coomers e McNaughton (2000) e Greer e colaboradores (2007) pesquisaram o que acontece com essas enzimas. Coomers e McNaughton (2000) testaram 16 homens adultos em 120 minutos de cicloergômetro previamente suplementados com 12g de BCAA por dia, por 14 dias. Chegaram aos resultados de diminuição da atividade tanto da enzima CK como da LDH. Greer e colaboradores (2007) encontraram os mesmos resultados, a ingestão foi de 200 Kcal de BCAA em 9 homens adultos que se submeteram a 3 baterias de 90 minutos de ciclismo a 55% do VO₂ pico.

Estudos recentes como os de Sharp e Pearson (2010) e Howatson e colaboradores (2012) também estudaram a ação da atividade CK com doses por um período de 4 semanas e 12 dias respectivamente. Esses estudos concluíram que há redução na atividade CK com a suplementação de BCAA.

CONCLUSÃO

Esta revisão buscou apresentar os efeitos da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada em diferentes tipos de atividade física.

A teoria de que os ACR diminui a fadiga central tem aprovação e rejeição nos estudos pesquisados. Muitos destes estudos mostraram que é improvável um aumento do tempo de exercício até a fadiga com a

suplementação de ACR e provaram que há um aumento significativo das concentrações de amônia plasmática.

A suplementação com ACR estimula o processo de tradução de RNA mensageiros específicos no tecido muscular durante o período de recuperação pós-exercício de força. A suplementação com ACR pode atenuar a lesão muscular induzida pelo esforço físico.

Durante o exercício prolongado há aumento na síntese cerebral de serotonina devido ao aumento da fração livre do triptofano associado a uma diminuição na concentração plasmática dos ACR. A ingestão de ACR poderá corrigir as alterações metabólicas que aumentam a entrada de triptofano para o cérebro, então pode prevenir a fadiga central.

Parece não haver justificação para a ingestão de ACR, antes e durante o exercício como estratégia para melhorar o desempenho. Entretanto, a ingestão ACR pode trazer benefícios de outra natureza, tais como a redução do catabolismo proteico durante o esforço físico e a atenuação do efeito de imunossupressão associado a estados de fadiga pós-exercício elevada.

É necessário que haja mais estudos com a suplementação de ACR de forma crônica, por períodos mais longos. A intenção é exatamente pesquisar a função desses aminoácidos na síntese proteica, nos ganhos de massa muscular, aumento da tolerância à fadiga e redução de gordura corporal.

REFERÊNCIAS

- 1-Ascensão, A.; Magalhães, J.; Oliveira, J.; Duarte, J.; Soares, J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. Rev Port Ciênc Des. Vol. 3. Núm 1. p.103-123. 2003.
- 2-Bassit, R. A.; Sawada, L. A.; Bacurau, R. F. P.; Navarro, F.; Rosa, L. F. B. P. The effect of BCAA supplementation upon the immune response of triathletes. Med Sci Sports Exerc. Vol. 32. p.1214-1219. 2000.
- 3-Blomstrand, E.; Anderson, S.; Hassmen, P.; Ekblom, B.; Newsholme, E. A. Effect of branched-chain aminoacid and carbohydrate supplementation on the exercise-induced change in plasma and muscle concentration of

amino acids in human subjects. *Acta Physiol Scand.* Vol. 153. p.87-96. 1995.

4-Blomstrand, E.; Saltin, B. BCCA intake affects protein metabolism in muscle after but not during exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* Vol. 281. p.E365-E374. 2001.

5-Brosnan, J. T.; Brosnan, M. E. Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. *J Nutr.* Vol. 136. p.207S-211S. 2006.

6-Carvalho, T., editor. Guidelines of the Brazilian Society of Sports Medicine: dietary changes, fluid replacement, food supplements and drugs: demonstration of ergogenic action and potential health risks. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 9. p. 57-68. 2003.

7-Cheuvront, S. N.; Carter, R.; Kolka, M. A.; Lieberman, H. R.; Kellogg, M. D.; Sawka, M. N. Branched-chain amino acids supplementation and human performance when hypohydrated in the heat. *J Appl Physiol.* Vol. 97. p.1275-1282. 2004.

8-Cheik, N. C.; Reis, I. T.; Heredia, R. A. G.; Ventura, M. L.; Tufik, S.; Antunes, H. K. M.; Mello, M. T. Efeitos do exercício físico e da atividade física na depressão e ansiedade em indivíduos idosos. *R. bras. Ci. e Mov.* Vol. 11. Núm. 3. p.45-52. 2003.

9-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.* Vol. 40. Núm. 3. p.240-246. 2000

10-Crowe, M.; Weatherson, J. N.; Bowden, B. F. Effects of dietary supplementation on exercise performance. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 97. p.664-672. 2006.

11-Cruzat, V. F.; Rogero, M. M.; Borges, M. C.; Tirapegui, J. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 13. p.336-342. 2007.

12-Fujita, S.; Dreyer, H. C.; Drummond, M. J.; Glynn, E. L.; Volpi, E.; Rasmussen, B. B.

Essential amino acid and carbohydrate ingestion before resistance exercise does not enhance postexercise muscle protein synthesis. *J Appl Physiol.* Vol. 106. Núm. 5. p.1730-1739. 2009,

13-Francisco, T. D.; Pithon-Curi, T. C.; Curi, R.; Garcia Junior, J. R.; Glutamina: metabolismo destinos funções e relação com o exercício físico. *Arq. Ciências saúde UNIPAR.* Vol. 6. p.81-88. 2002.

14-Gibala, M. J.; Lozej, M.; Tarnopolsky, M. A.; Mclean, C.; Graham, T. E. Low glycogen and branched-chain amino acid ingestion do not impair anaplerosis during exercise in humans. *J Appl Physiol.* Vol. 87. p.1662-1667. 1999.

15-Greer, B. K.; Woodard, J. L.; White, J. P.; Arguello, E. M.; Haymes, E. M. Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* Vol. 17. p.595-607. 2007.

16-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.* Vol. 486. P.789-794. 1995.

17-Howatson, G.; Hoad, M.; Goodall, S.; Tallent, J.; Bell, P. G.; French, D. N. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr.* Vol. 9. Núm. 1. p.20. 2012.

18-Hsu, M. C.; Chien, K. Y.; Hsu, C. C.; Chung, C. J.; Chan, K. H.; Su, B. Effects of BCAA, arginine and carbohydrate combined drink on post-exercise biochemical response and psychological condition. *Chin J Physiol.* Vol. 54. Núm. 2. p.71-78. 2011.

19-Jang, T. R.; Wu, C. L.; Chang, C. M.; Hung, W.; Fang, S. H.; Chang, C. K. Effects of carbohydrate, branched-chain amino acids, and arginine in recovery period on the subsequent performance in wrestlers. *J Int Soc Sports Nutr.* Vol. 8. Núm. 1. p.21. 2011.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

- 20-Karlssohn, H. K. R.; Nilsson, P. A.; Nilsson, J.; Chibalin, A. V.; Zierath, J. R.; Blomstrands, E. Branched-chain amino acids increase p70S6k phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* Vol. 287. p.E1-E7, 2004.
- 21-Koopman, R.; Wagenmakers, A. J. M.; Manders, R. J. F.; Zorenc, A. H. G.; Senden, J. M. G.; Gorselink, M.; Keizer, H. A.; Loon, L. J. C. Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo male subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* Vol. 288. p.E645-E653. 2005.
- 22-Lancha Junior, A. H.; Marquezi, M. L. Possível efeito da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada, aspartato e asparagina sobre o limiar anaeróbico. *Rev. Paul. Educ. Fís., São Paulo.* Vol. 11. Núm. 1. p.90-101. 1997.
- 23-Madsen, K.; Mclean, D. A.; Kiens, B.; Christensen, D. Effects of glucose, glucose plus branched-chain amino acids, or placebo on bike performance over 100 km. *J Appl Physiol.* Vol. 81. Núm. 6. p.2644-2650. 1996.
- 24-Maclean, D. A.; Graham, T. E.; Saltin, B. Stimulation of muscle ammonia production during exercise following branched-chain amino acid supplementation in humans. *J Physiol.* Vol. 493. p.909-922. 1996.
- 25-Matsumoto, K.; Mizuno, M.; Mizuno, T.; Dilling-Hansen, B.; Lahoz, A.; Bertelsen, V.; Munster, H.; Jordening, H.; Hamada, K.; Doi, T. Branched-chain amino acids and arginine supplementation attenuates skeletal muscle proteolysis induced by moderate exercise in young individuals. *Int J Sports Med.* Vol. 28. Núm. 6. p.531-538. 2007.
- 26-Mero, A. Leucine supplementation and intensive training. *Sports Med.* Vol. 27. Núm. 6. p.347-356. 1999.
- 27-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.* Vol. 30. Núm. 1. p.83-91. 1998.
- 28-Novelli, M.; Strufaldi, M. B.; Rogero, M. M.; Rossi, L. Suplementação de Glutamina Aplicada à Atividade Física. *R. bras. Ci e Mov.* Vol. 15. Núm. 1. p.109-117. 2007.
- 29-Rogero, M. M.; Tirapegui, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. *RBCF. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas.* Vol. 44. p.563-575. 2008.
- 30-Rogero, M. M.; Mendes, R. R.; Tirapegui, J. Aspectos neuroendócrinos e nutricionais em atletas com overtraining. *Arq Bras Endocrinol Metab.* Vol. 49. p.359-368. 2005.
- 31-Rohlf, I. C.; Mara, L. S.; Lima, W. S. De Carvalho, T. Relação da síndrome do excesso de treinamento com estresse, fadiga e serotonina. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 11. Núm. 6. p.367-372. 2005.
- 32-Rossi, L.; Tirapegui, J. Aminoácidos: bases atuais para sua suplementação na atividade física. *Rev Bras Ciências Farm.* Vol. 36. p.37-51. 2000.
- 33-Rossi, L.; Castro, I. A.; Tirapegui, J. Suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada e alteração na concentração da serotonina cerebral. *Nutrire: Rev Soc Bras Alim Nutr.* Vol. 26. p.01-10. 2003.
- 34-Rossi, L.; Tirapegui, J. O. Implicações do sistema serotoninérgico no exercício físico. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia.* Vol. 48. Núm. 2. p.227-233. 2004
- 35-Sharp, C. P.; Pearson, D. R. Amino acid supplements and recovery from high-intensity resistance training. *J Strength Cond Res.* Vol. 24. p.1125-1130. 2010.
- 36-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.* Vol. 136. Núm. 2. p.529S-532S. 2006.
- 37-Silva, A. E. L.; Oliveira, F. R.; Gevaerd, M. S. Mecanismos de Fadiga Durante o Exercício Físico. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* Vol. 8. Núm. 1. p.105-113. 2006.

28-Silva, P. A.; Alves, F. Efeitos da ingestão dos aminoácidos de cadeia ramificada na fadiga central. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. Vol. 5. Núm. 1. p.102-113. 2005.

29-Tang, F-C. Influence of branched-chain amino acid supplementation on urinary protein metabolite concentrations after swimming. *J Am Coll Nutr*. Vol. 25. Núm. 3. p.188-194. 2006.

30-Uchida, M. C.; Bacurau, A. V. N.; Aoki, M. S.; Bacurau, R. F. P. Consumo de aminoácidos de cadeia ramificada não afeta o desempenho de endurance. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 14. Núm. 1. p.42-45. 2008.

31-Watson, P.; Shirreffs, S. M.; Maughan, R. J. The effects of acute branched-chain amino acids supplementation on prolonged exercise capacity in a warm environment. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 93. p.306-314. 2004.

32-Wloch, C. L.; Schneider, G.; Souza, P. C. D.; Liviali, R. Suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (AACR) e seu efeito sobre o balanço proteico muscular e a fadiga central em exercícios de endurance. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo. Vol. 2. Núm. 10. p.250-264. 2008.

Recebido para publicação em 31/10/2012

Aceito em 29/12/2012