



**Centro de Estudos de Fisiologia do Exercício**

# **Suplementação de aminoácidos e derivados protéicos no exercício**

Carolina de Filippi Sartori

Fábio Carderelli Minozzo

Julia do Valle Bargieri

## **1. Introdução**

A suplementação nutricional é definida como o consumo pontual de um nutriente objetivando determinado efeito (Lancha Jr., 2002), e vem se tornando cada vez mais comum no meio esportivo. Isto porque os atletas ou mesmo as pessoas que praticam atividade física visam melhor rendimento, ganho de saúde e aperfeiçoamento da forma física (Gomes, Tirapegui, 2000).

Dentre os suplementos utilizados, as proteínas e aminoácidos estão entre os mais populares, pois as proteínas fornecem a base estrutural de tecidos e órgãos e são estruturadas como uma seqüência linear de aminoácidos. Os aminoácidos são classificados em essenciais, quando obtidos apenas por meio da dieta, e não essenciais, quando produzidos endogenamente (Maughan et al, 2000). Nesse sentido, tanto a falta quanto o excesso de ingestão de proteínas podem prejudicar a saúde e o desempenho no esporte. A necessidade diária de proteína (0,8 – 1,0 g/kg/dia segundo a RDA, 1989) é quase o dobro em atletas quando comparados com indivíduos sedentários. Uma ingestão menor do que 1,6

g/kg/dia de proteína é associada com balanço negativo de nitrogênio e deteriorações no sistema imunológico de atletas em regime de treinamento intenso (Gleeson, Bishop, 2000). Por outro lado, o consumo excessivo de proteínas também pode ser nocivo para a função imune e prejudicar a hidratação celular (Gleeson, Bishop, 2000). Além do mais, essa recomendação de ingestão protéica (1,6 g/kg/dia) geralmente é atingida por meio da própria dieta, se o consumo energético estiver adequado para que o peso corporal seja mantido (ACSM; ADA; DC, 2000). Por isso, estudos vêm sendo feitos para determinar se a suplementação de aminoácidos e derivados protéicos realmente promove efeitos benéficos. Dos aminoácidos e derivados protéicos, os mais comumente utilizados são a arginina, a glutamina, o aminoácido de cadeia ramificada, a creatina e a carnitina.

A arginina é um aminoácido básico, não-essencial (Abel et al, 2005). Além de ser precursora de um importante vasodilatador - o óxido nítrico (Maxwell et al, 2001). A arginina pode elevar a liberação do hormônio do crescimento (GH) por meio da supressão endógena da secreção de somatostatina (Chromiak, Antônio, 2002) e facilitar a remoção de amônia através do ciclo da uréia, reduzindo a fadiga periférica associada ao exercício (Othani et al, 2006).

Já a glutamina, outro aminoácido não-essencial, é um combustível importante para algumas células do sistema imune. Sua maior reserva endógena encontra-se no músculo esquelético. Frequentemente é atribuída à glutamina a função de manutenção do sistema imunológico (Bassit et al, 2002).

A suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (mais conhecidos como BCAA) - leucina, isoleucina e valina - surgiu com a hipótese da fadiga

central (Gomes, Tirapegui, 2000). Este tipo de fadiga seria causada por um declínio da concentração plasmática de BCAA permitindo então, um maior influxo de triptofano livre no cérebro, que por sua vez é precursor do neurotransmissor serotonina, relacionada ao estado de letargia, cansaço e sono. Os BCAA e o triptofano são aminoácidos neutros que competem na barreira hematoencefálica, logo aquele que estiver em maior concentração é transportado para dentro do cérebro (Gomes, Tirapegui, 2000; Chevront et al, 2004; Watson et al, 2004).

Dentre os BCAA, a leucina é de extrema importância para estimular a síntese protéica durante o período de recuperação muscular pós-exercício (Norton, Layman, 2006).

A creatina é um elemento dietético não essencial, sintetizado principalmente no fígado a partir dos aminoácidos arginina, glicina e metionina. Suas fontes são carnes de vaca, peixe e porco (Preen et al, 2001). A creatina fosfato (creatina ligada a um fosfato inorgânico) serve como fonte de disponibilidade imediata de ATP no músculo esquelético (Izquierdo et al, 2002).

Finalmente, a carnitina é um elemento dietético não essencial sintetizado no fígado por meio dos aminoácidos essenciais lisina e metionina. Suas fontes são as carnes vermelhas e laticínios e sua principal função é transportar ácidos graxos de cadeia longa para o interior da mitocôndria para que possam ser oxidados (Karlic e Lohninger, 2004). Tem sido proposto que a carnitina pudesse atenuar danos musculares durante exercícios intensos e/ou prolongados, favorecendo a recuperação do músculo esquelético o exercício (Volek et al, 2002).

Visto isto, o presente estudo tem como objetivo investigar os possíveis efeitos da suplementação de alguns aminoácidos e derivados protéicos na liberação do

hormônio do crescimento (GH), no desempenho físico, na recuperação muscular e na resposta imune de atletas e esportistas.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1. Efeito da suplementação de aminoácidos sobre a liberação de GH**

Alguns aminoácidos específicos, como arginina, lisina e ornitina, podem estimular a liberação do GH quando administrados por via intravenosa ou oralmente (Chromiak, Antônio, 2002). Dentre muitos suplementos ergogênicos, a arginina tem sido investigada quanto à capacidade de melhorar o desempenho e otimizar o metabolismo de substratos por mediação de elevações plasmáticas do GH (Abel et al, 2005). Sabe-se que o exercício físico é um potente estímulo para a liberação do GH e alguns estudos têm mostrado que a infusão de arginina leva a níveis mais elevados desse hormônio (Abel et al, 2005; Chromiak, Antônio, 2002).

Com o objetivo de investigar a influência da ingestão de duas diferentes quantidades de arginina e aspartato (5,7 g de arginina e 8,7 g de aspartato ou 2,8 g de arginina e 2,2 g de aspartato) durante quatro semanas no desempenho e em parâmetros metabólicos (concentrações de lactato, ferritina e uréia) e endócrinos (concentrações do GH, glucagon, cortisol e testosterona), Abel et al (2005) realizaram um estudo aleatório e duplo-cego com 30 atletas treinados em eventos de longa duração. Os autores não encontraram diferenças significativas na concentração do GH dos atletas após a suplementação quando comparados com o grupo controle e presumiram que a elevação do GH após a ingestão ou infusão intravenosa de arginina está fortemente correlacionada com o exercício físico.

Segundo Chromiak e Antônio (2002), a resposta do GH à ingestão de aminoácidos parece ser influenciada por vários fatores, incluindo estado de treinamento do indivíduo, gênero (mulheres têm maior resposta que homens), dieta, tempo desde a última refeição e idade (jovens apresentam maiores respostas do que pessoas de meia-idade ou idosos). Indivíduos treinados parecem ter uma resposta reduzida do GH à ingestão de aminoácidos, assim como existe grande variabilidade na concentração plasmática de tal hormônio entre pessoas diferentes (Chromiak, Antônio, 2002).

Por serem o exercício aeróbio de alta intensidade e o treinamento de força potentes estímulos para a liberação do GH, a ingestão de quantidades toleráveis de aminoácidos específicos antes do exercício pode não elevar as concentrações plasmáticas do GH a valores significativamente maiores do que se observa apenas com o próprio treinamento. O consumo oral de aminoácidos em doses altas o suficiente para potencializar o efeito do exercício na liberação do GH pode causar desconforto gastrointestinal e diarreia (Chromiak, Antônio, 2002).

## **2.2. Efeito da suplementação de aminoácidos e peptídeos sobre o desempenho físico**

Tem sido atribuída à arginina a capacidade de melhorar o rendimento físico (Abel et al, 2005). Sabe-se que as arteríolas do músculo esquelético vasodilatam em resposta ao exercício para aumentar o transporte de nutrientes e oxigênio aos músculos em atividade e que o óxido nítrico (NO) é um importante vasodilatador envolvido nesse processo (Maxwell et al, 2001).

Partindo do princípio de que a arginina é um aminoácido precursor do NO, Maxwell et al (2001) pesquisaram o efeito de oito semanas de suplementação de L-arginina (diluída a 6% na água) em ratos na potência aeróbia máxima ( $VO_{2máx}$ ) durante corrida até a exaustão. Os autores concluíram que a L-arginina eleva a produção sistêmica de NO e melhora a potência aeróbia máxima durante o exercício em ratos.

Em contraste, a ingestão de duas diferentes quantidades totais de arginina e aspartato (5,7 g de arginina e 8,7 g de aspartato ou 2,8 g de arginina e 2,2 g de aspartato) por atletas de eventos de longa duração do gênero masculino durante quatro semanas não apresentou influência do desempenho de resistência e de parâmetro de avaliação da potência aeróbia ( $VO_2$  pico) realizado em ciclo ergômetro (Abel et al, 2005).

Além da arginina, a creatina também é associada com propostas de maior rendimento. Quando ocorre depleção dos níveis musculares de fosfocreatina ao longo do exercício, o desempenho é prejudicado porque o ATP não pode ser ressintetizado tão rápido quanto seria necessário (Izquierdo et al, 2002).

Para avaliar a capacidade da suplementação de creatina em melhorar o desempenho de aproximadamente 80 minutos de repetidos tiros realizados em bicicleta ergométrica, Preen et al (2001) suplementaram 20 g/dia de creatina por um período de cinco dias em homens fisicamente ativos. Foi observado aumento no trabalho total realizado pelos indivíduos durante o teste após a suplementação, indicando significativa melhora no rendimento físico. Segundo Izquierdo et al (2002), que também suplementaram dose total de 20 g/dia de creatina por cinco dias em jogadores de handebol do gênero masculino, a suplementação gerou

aumento de força e resistência musculares, além de melhorar o desempenho durante realização de repetidas séries de tiros de corrida.

O consumo de diferentes aminoácidos como meio de melhorar a capacidade física de atletas vem sendo investigado ultimamente (Othani et al, 2006). A suplementação de 7,2 g/dia (dividida em duas doses diárias) de mistura de aminoácidos (14% de L-glutamina, 14% de L-arginina, 30% de BCAA, L-treonina, L-lisina, L-prolina, L-metionina, L-histidina, L-fenilalanina e L-triptofano) por período de três meses resultou em elevação do hematócrito e hemoglobina de 23 jogadores de *rugby* de um time de elite em fase de treinamento intenso, indicando melhora na capacidade de transporte de oxigênio, o que poderia contribuir para um maior rendimento físico (Othani et al, 2006).

Além do mais, a suplementação oral de BCAA tem sido sugerida como um meio de limitar a entrada de triptofano no sistema nervoso central, reduzindo a taxa de síntese de serotonina e, conseqüentemente, aumentando a capacidade de realização do exercício (Watson et al, 2004; Chevront et al, 2004; Othani et al, 2006). Além da suplementação de BCAA, outras estratégias nutricionais desenvolvidas para reduzir a fadiga mediada pela serotonina incluem suplementação de carboidratos ou de BCAA com carboidrato (Chevront et al, 2004).

Durante a atividade motora prolongada o músculo capta BCAA da corrente sangüínea para oxidá-los, logo a ingestão de BCAA poderia resultar num aumento de desempenho por oferecer ao músculo substratos que diminuíssem a necessidade da quebra de glicogênio (Gomes, Tirapegui, 2000; Othani et al, 2006).

Existem evidências de que o estresse causado pelo calor e pela desidratação podem prejudicar o desempenho por meio de alterações no sistema nervoso central (fadiga central) que podem ser de origem serotoninérgica (Chevront et al, 2004; Watson et al, 2004).

Sob a hipótese de que a adição de BCAA em bebida com carboidratos pudesse melhorar o rendimento físico e a percepção cognitiva de esforço durante o exercício em condições de estresse (calor, desidratação e depleção de glicogênio muscular), sete homens fisicamente ativos consumiram um total de 1,4 litros de solução contendo 60 g/l de glicose com adição de 10 g/l de maltodextrina (placebo) ou 10 g/l de BCAA (55% valina, 30% leucina, 15% isoleucina). As bebidas foram ingeridas em doses de 200 ml imediatamente antes e a cada 15 minutos durante 60 minutos de exercício em bicicleta ergométrica a 50%  $VO_2$  pico seguida de 30 minutos de pedalada para avaliar o desempenho. Foi observado que a suplementação de BCAA não melhorou o desempenho ou a percepção cognitiva de esforço durante o exercício em condições de estresse (Chevront et al, 2004).

Em outro estudo semelhante, oito homens praticantes de exercício de resistência foram suplementados com 250 ml de solução de BCAA (6 g/l leucina, 3 g/l isoleucina, 3 g/l valina) a cada 30 minutos durante duas horas antes do exercício e com 150 ml da mesma solução a cada 15 minutos ao longo do teste de esforço em ciclo ergômetro até a exaustão, realizado em condições de calor e depleção de glicogênio muscular. Os autores concluíram que a suplementação de BCAA não influenciou o rendimento físico em ambiente quente (Watson et al, 2004).

Estudos têm demonstrado que os BCAA, principalmente a leucina, são altamente oxidados durante exercício prolongado (Crowe et al, 2006; Othani et al, 2006; Norton, Layman, 2006). Após seis semanas de suplementação com L-leucina (45 mg/kg/dia) 13 canoístas (10 mulheres e 3 homens) apresentaram melhora no desempenho de longa duração e na potência de membros superiores. Entretanto, não houve elevação significativa do triptofano livre no plasma nem da relação deste com a concentração plasmática de BCAA, indicando que a melhora do desempenho não foi mediada por redução na fadiga central durante o exercício (Crowee et al, 2006).

### **2.3. Efeito da suplementação de aminoácidos e peptídeos na recuperação muscular**

Estudos recentes têm demonstrado que BCAA livres, especialmente a leucina, têm papel muito importante no metabolismo de proteínas (Shimomura et al, 2006; Norton, Layman, 2006). Nas últimas duas décadas, inúmeros efeitos têm sido atribuídos aos BCAA, como melhoras nas respostas fisiológicas e psicológicas ao treinamento e no desempenho (Coombes, Mcnaughton, 2000). Sabe-se que o exercício aumenta a oxidação de BCAA no músculo, podendo sua suplementação ser de grande interesse para atletas e esportistas (Shimomura et al, 2006).

Aparentemente a leucina é o BCAA de maior importância para a recuperação muscular (Crowe et al, 2006; Norton, Layman, 2006). A suplementação oral de leucina é capaz de elevar sua concentração intracelular e altas concentrações intracelulares de leucina são fundamentais para a ativação da proteína mTOR

(mammalian target of rapamycin) e de fatores de iniciação de translação que, por sua vez, são responsáveis pela recuperação da síntese protéica muscular após o exercício tanto de resistência quanto de força (Norton, Layman, 2006).

Muitos atletas, principalmente praticantes de exercícios de longa duração, apresentam desconforto muscular após treinos e/ou competições. A chamada “dor muscular tardia” se desenvolve de 24 a 48 horas após exercícios de longa duração e/ou alta intensidade (Coombes e Mcnaughton, 2000; Othani, Sugita e Maruyama, 2006; Norton e Layman, 2006).

Com o objetivo de investigar os efeitos da suplementação de BCAA em indicadores plasmáticos de danos musculares (creatina cinase e lactato desidrogenase) após exercício prolongado, Coombes e McNaughton (2000) suplementaram 12 g/dia de BCAA (33,3% leucina, 33,3% isoleucina, 33,3% valina) por 14 dias em homens saudáveis praticantes de atividade física regular e consumidores de dieta adequada em proteínas. Antes e depois do exercício (pedalar por 120 minutos a aproximadamente 70%  $VO_{2máx}$ ) os indivíduos consumiram 20 g adicionais de BCAA. Os autores relataram significativa queda nas concentrações plasmáticas dos marcadores de danos musculares estudados após o exercício, sugerindo que a suplementação de BCAA pode diminuir os danos musculares associados a exercícios de longa duração.

Segundo Shimoura et al (2006), a ingestão de 5g de BCAA antes de exercício de agachamento reduziu a dor muscular tardia em homens e mulheres adultos sedentários por vários dias após o teste físico, sugerindo que talvez o BCAA possa atenuar a degradação protéica induzida pelo exercício.

Em artigo de revisão, Othani et al (2006) discutiram os efeitos benéficos dos aminoácidos na função muscular, fadiga e recuperação de atletas. A ingestão de 6,6 g/dia de mistura de aminoácidos (14% de L-glutamina, 14% de L-arginina, 30% de BCAA, L-treonina, L-lisina, L-prolina, L-metionina, L-histidina, L-fenilalanina e L-triptofano) dividida em três doses diárias de 2,2 g durante um mês melhorou o conceito subjetivo de condição física, reduziu danos musculares e aumentou a hematopoiese – sugerindo melhora no transporte de oxigênio - em atletas universitários com rotina de treinamento de 2-3 h/d, 5 d/sem (Othani et al, 2006).

O dano ao tecido muscular também está associado com o aumento do estresse oxidativo (Dawson et al, 2002; Karlic e Lohninger, 2004). A taurina, aminoácido não-essencial presente em alimentos de origem animal, é encontrada no músculo esquelético e participa da regulação do balanço osmótico, o funcionamento dos canais iônicos, níveis de cálcio e contratibilidade. Além disso, a taurina pode ter papel na defesa intracelular contra danos causados por radicais livres (Dawson et al, 2002).

Neste contexto, foi demonstrado, que ratos que ingeriram água contendo 3% de taurina por um mês apresentaram redução em alguns marcadores de estresse oxidativo após 90 min. de corrida, sugerindo que a suplementação com taurina possa facilitar o desempenho e atenuar o dano muscular causado pelo exercício (Dawson et al, 2002).

Durante exercício de alta intensidade há queda na concentração de carnitina livre na circulação (Karlic, Lohninger, 2004; Volek et al, 2002). A suplementação de L-carnitina poderia prevenir a deficiência de carnitina nas células endoteliais vasculares e aprimorar a regulação do fluxo sanguíneo e a distribuição de oxigênio

para o tecido muscular durante e após o exercício. Esse maior aporte de oxigênio seria responsável por reduzir a hipóxia induzida pelo exercício e, portanto, atenuar danos musculares, catabolismo de purinas, formação de radicais livres, microlesões e dores musculares, favorecendo desse modo a recuperação muscular (Volek et al, 2002).

Volek et al (2002) examinaram a influência da suplementação de L-carnitina (2 g /dia por 3 semanas) em homens treinados em exercício de força, em marcadores do catabolismo de purinas, de formação de radicais livres e de danos musculares após exercício de agachamento. A suplementação favoreceu a recuperação muscular após o exercício por meio de menor acúmulo de marcadores de danos musculares.

#### **2.4. Efeito da suplementação de aminoácidos e peptídeos na resposta imune**

Os exercícios intensos e de longa duração têm sido associados à imunossupressão (Bassit et al, 2002). Os ambientes de treinamento e competitivos podem aumentar a exposição do atleta a patógenos e promover condições favoráveis para a sua transmissão (Gleeson, Bishop, 2000). Pois em situações de estresse a concentração de glutamina no sangue diminui (Castell, 2002; Hiscock, Pedersen, 2002; Bassit et al, 2002; Gleeson, Bishop, 2000). Em atletas de resistência esta queda nos níveis plasmáticos de glutamina ocorre concomitantemente com um quadro de imunossupressão transitória, que permanece por cerca de 6 a 9 horas após uma maratona (Castell, 2002).

Entretanto, para prevenir tal queda é preciso que a suplementação de glutamina seja realizada aproximadamente a cada 30 minutos (Hiscock., Pedersen, 2002).

Tem sido sugerido que os atletas podem estar vulneráveis a agentes infecciosos por várias horas após exercício prolongado, e que isso pode ser em parte decorrente da menor disponibilidade de glutamina na circulação no momento em que as células imunes estão sendo “desafiadas” (Castell, 2002; Hiscock, Pedersen, 2002; Bassit et al, 2002; Gleeson, Bishop, 2000). Portanto, a suplementação de glutamina após exercício exaustivo vem sendo estudada como meio de preservar a função imune (Castell, 2002; Othani et al, 2006).

Os BCAA são precursores da síntese de glutamina (Bassit et al, 2002). Bassit et al (2002) realizaram estudo com 12 triatletas de elite e 24 maratonistas do gênero masculino. Os triatletas foram suplementados com 6 g de BCAA (60% L-leucina, 20% L-valina, e 20% L-isoleucina) por 30 dias e imediatamente antes da competição, enquanto os maratonistas consumiram a mesma dose do suplemento por 15 dias e imediatamente antes de competirem. Foi observado que a suplementação manteve os níveis plasmáticos de glutamina constantes após prova de *triathlon* e corrida de longa distância.

Entretanto, segundo Hiscock e Pedersen (2002), as concentrações intracelulares de glutamina podem não ser comprometidas quando seus níveis plasmáticos estão diminuídos após a prática de exercício, não sendo, portanto a causa do quadro de imunossupressão transitória em atletas.

Parece que a suplementação de glutamina não afeta as alterações causadas pelo exercício físico na função imunológica (Gleeson, Bishop, 2000; Hiscock, Pedersen, 2002). Além do mais, uma nutrição inapropriada prejudica, e

muito, a imunocompetência de um indivíduo. Um atleta que se exercita com seus estoques de carboidrato debilitados vivencia grande elevação plasmática de hormônios conseqüentes do estresse e uma maior alteração de inúmeros índices da função imune. O mau estado nutricional de alguns atletas pode predispor-los à imunossupressão (Gleeson, Bishop, 2000).

### **3. Considerações finais**

A ingestão de quantidades toleráveis de aminoácidos específicos (arginina, lisina e ornitina) antes do exercício parece não elevar as concentrações plasmáticas do GH. O consumo oral de aminoácidos em doses altas o suficiente para potencializar o efeito do exercício na liberação do GH pode causar desconforto gastrointestinal e diarreia (Abel et al, 2005; Chromiak, Antônio, 2002).

A suplementação de arginina parece não apresentar resultados quanto à melhora no rendimento físico em humanos, entretanto mais estudos precisam ser realizados para melhor avaliar seus efeitos (Abel et al, 2005; Maxwell et al, 2001).

O consumo de 20 g/d de creatina durante cinco dias aumenta a habilidade de realizar repetidas séries de exercício de alta intensidade e curta duração com pequenos intervalos entre elas (Izquierdo et al, 2002).

A administração oral de mistura de aminoácidos (14% de L-glutamina, 14% de L-arginina, 30% de BCAA, L-treonina, L-lisina, L-prolina, L-metionina, L-histidina, L-fenilalanina e L-triptofano) mostrou contribuir para melhora na eficiência do treinamento por meio de efeitos positivos na integridade muscular e hematopoiese (Othani et al, 2006).

Já a ingestão de BCAA antes e durante exercício prolongado em condições de estresse não se mostrou eficaz em prolongar o tempo de esforço até a fadiga, podendo esta estar relacionada com o conteúdo muscular de glicogênio pré-exercício e com a oferta de carboidratos durante treinos e/ou competições (Watson et al, 2004; Chevront et al, 2004). Entretanto, mais estudos ainda precisam ser feitos para afirmar ou negar o efeito ergogênico do BCAA.

Tudo indica que tanto a suplementação de BCAA quanto de taurina e de carnitina pode atenuar os danos musculares causados pela prática de exercício, favorecendo a recuperação muscular e minimizando dores musculares tardias (Coombes, Mcnaughton, 2000; Shimomura et al, 2006; Karlic, Lohninger, 2004; Volek et al, 2002; Dawson et al, 2002; Othani et al, 2006).

A recuperação da síntese protéica muscular após o exercício depende da concentração intracelular de leucina, que é diretamente influenciada por sua ingestão. Portanto, a suplementação oral de L-leucina estimula a recuperação muscular (Norton, Layman, 2006).

O consumo de carboidrato (e não glutamina) durante o exercício atenua elevações em hormônios conseqüentes do estresse, como o cortisol, e pode limitar o grau de imunossupressão induzida pelo exercício. A queda nas concentrações plasmáticas de glutamina decorrente do esforço físico prolongado e/ou intenso parece não estar relacionada com menor resposta imune (Gleeson, Bishop, 2000; Hiscock, Pedersen, 2002).

O melhor que atletas e esportistas podem fazer em relação a sua nutrição é consumir dieta balanceada, que contenha quantidades adequadas de

macronutrientes para suprir suas necessidades energéticas e micronutrientes que garantam um organismo saudável.

#### **4. Referências bibliográficas**

Abel T, Knechtle B, Perret C, Eser P, Von Arx P, Knecht H. Influence of Chronic Supplementation of Arginine Aspartate in Endurance Athletes on Performance and Substrate Metabolism. *Int J Sports Med.* 2005; 26: 344-349.

American College of Sports Medicine; American Dietetic Association; Dietitians of Canada. Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32:2130-2145.

Bassit RA, Sawada LA, Bacurau RFP, Navarro F, Martins E, Santos RVT et al. Branched-Chain Amino Acid Supplementation and the Immune Response of Long-Distance Athletes. *Nutrition.* 2002; 18: 376-379.

Castell LM. Can Glutamine Modify the Apparent Immunodepression Observed After Prolonged, Exhaustive Exercise? *Nutrition.* 2002; 18: 371-375.

Chevront SN, Carter R, Kolka MA, Lieberman HR, Kellogg MD, Sawka MN. Branched-chain amino acid supplementation and human performance when hypohydrated in the heat. *J Appl Physiol* 2004; 97: 1275-1282.

Chromiak JA, Antônio J. Use of amino acids as Growth Hormone-Releasing Agents by Athletes. *Nutrition* 2002; 18: 657-661.

Coombes JS, Mcnaughton LR. Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *J Sports Med Phys Fitness*. 2000; 40: 240-246.

Crowe MJ, Weatherson JN e Bowden BF. Effects of dietary leucine supplementation on exercise performance. *Eur J Appl Physiol*. 2006; 97: 664-672.

Dawson R, Biassetti M, Messina S, Dominy J. The citoprotective role of taurine in exercise-induced muscle injury. *Amino Acids*. 2002; 22: 309-324.

Gleeson M, Bishop, NC. Elite Athlete Immunology: Importance of Nutrition. *Int J Sports Med*. 2000; 21 Suppl 1: S44-S50.

Gomes MR, Tirapegui J. Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho físico. *Arch Latinoam Nutr* 2000; 50: 317-329.

Hiscock N, Pedersen BK. Exercise-induced immunodepression – plasma glutamine is not the link. *J appl Physiol* 2002; 93: 813-822.

Izquierdo M, Ibañez J, Gonzales-Badillo JJ, Gorostiag EM. Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 34: 332-343.

Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L-Carnitine in Athletes: Does it Make Sense? *Nutrition*. 2004; 20: 709-715.

Lancha Jr AH. Suplementos Nutricionais. In: Hirschbruch MD, Carvalho JR, editores. Nutrição Esportiva – Uma visão prática. Barueri: Editora Manole; 2002. p 47-61.

Maughan R, Gleeson M, Greenhaff PL. Metabolismo de proteínas, aminoácidos e moléculas relacionadas. In: Maughan R, Gleeson M & Greenhaff PL, editores. Bioquímica do Exercício e do Treinamento. 1ª edição brasileira. São Paulo: Editora Manole; 2000. p 116-139.

Maxwell AJ, Ho HV, Le CQ, Lin PS, Bernstein D, Cooke JP. L-Arginine enhances aerobic exercise capacity in association with augmented nitric oxide production. J Appl Physiol. 2001; 90: 933-938.

Norton LE, Layman DK. Leucine Regulates Translation Initiation of Protein Synthesis in Skeletal Muscle after Exercise. J Nutr. 2006; 136: 533S-537S.

Othani M, Sugita M e Maruyama K. Amino Acid Mixture Improves Training Efficiency in Athletes. J Nutr 2006; 136: 538S-543S.

Preen D, Dawson B, Goodman C, Lawrence S, Beilby J, Ching S. Effect of creatine loading on long-term sprint exercise performance and metabolism. Med Sci Sports Exerc 2001; 33: 814-821.

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. 2006; 136 Suppl: 529-532.

Volek JS, Kraemer WJ, Rubin MR, Gómez AL, Ratamess NA, Gaynor P. L-Carnitine L-tartrate supplementation favorably affects markers of recovery from exercise stress. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2002; 282: E474-E482.

Watson P, Shirreffs SM, Maughan RJ. The effect of acute branched-chain amino acid supplementation on prolonged exercise capacity in a warm environment. Eur J Appl Physiol. 2004; 93: 306-314.

© 2007 – Centro de Estudos de Fisiologia do Exercício

Este artigo somente poderá ser reproduzido para fins educacionais sem fins lucrativos

