

RECURSOS ERGOGÊNICOS NUTRICIONAIS PROTEICOS: MECANISMOS DE AÇÃO

Leonardo Lisboa Gomes de Oliveira, Patricia Yukari Kitahara, Angela Alves Salvador, Francini Xavier Rossetti, Gislene dos Anjos Tamasia, Mariana Scudeller Vicentini, Sergio Ricardo De Brito Bello

RESUMO

Introdução: Recursos ergogênicos são mecanismos capazes de melhorar o desempenho de praticantes de atividade física. Visto que a busca de recursos ergogênicos nutricionais, mais especificamente os do grupo das proteínas vêm crescendo de forma acelerada e que os mesmos são associados a potenciais riscos ao consumidor, demonstrando a importância de estudos nesta área. **Objetivo:** Identificar ações e possíveis riscos associados ao consumo de recursos ergogênicos nutricionais proteicos mais utilizados, são eles, o *Whey Protein*, Creatina, BCAA, Leucina isolada, Glutamina, Arginina e Beta alanina. **Metodologia:** Seleção de 47 artigos e 5 livros publicados entre 2007 e 2016 obtidos através das bases de dados Google Acadêmico, Pubmed, SciELO, Lilacs e Medline. **Resultados:** os Aminoácidos de cadeia ramificada (AACR) – utilizados na premissa de que possam promover anabolismo muscular e diminuir fadiga central. Leucina isolada – apontada como regulador dos processos metabólicos que envolvem a síntese e catabolismo muscular. *Whey Protein* - amplamente utilizado com o objetivo de promover hipertrofia muscular. Creatina - Relacionado ao aumento de força. Glutamina – combate quadros de imunossupressão. Arginina - relacionado ao aumento de massa magra. Beta alanina – promove aumento de carnosina muscular. **Conclusão:** Em geral, os recursos ergogênicos nutricionais proteicos são utilizados visando hipertrofia muscular.

Palavras chave: recursos ergogênicos, proteína, aminoácidos.

INTRODUÇÃO

A busca de mecanismos para aumentar a performance de praticantes de atividade física vêm crescendo de forma acelerada, mecanismos esses denominados recursos ergogênicos. Tais recursos são divididos em 5 categorias: nutricionais, farmacológicos, fisiológicos, psicológicos e os mecânicos (TIRAPEGUI, 2012; GUERRA et al., 2015; PEREIRA, 2014). Dentro desse contexto, os recursos ergogênicos nutricionais apresentam relevância significativa, uma vez que seu uso inadequado se associa a potenciais riscos para o consumidor.

Dessa forma, o objetivo dessa revisão bibliográfica foi identificar o mecanismo de ação associado ao consumo de recursos ergogênicos nutricionais proteicos.

MÉTODOS

Para a confecção da presente revisão bibliográfica, foram pré-selecionados noventa e seis (96) artigos e oito (8) livros publicados entre 2007 até 2016 e destes, foram selecionados quarenta e sete (47) artigos e cinco (5) livros que melhor se enquadraram no tema. Os mesmos foram obtidos através das bases de dados Google Acadêmico, Pubmed, SciELO, Lilacs e Medline. A seleção dos recursos ergogênicos proteicos foi *Whey Protein*, BCAA, Leucina Isolada, Creatina, Glutamina, Arginina e β - Alanina.

Os descritores utilizados foram: Ergogênicos nutricionais, proteína, suplementos, riscos à saúde, *Whey Protein*, creatina, glutamina, BCAA, aminoácido de cadeia ramificada, leucina, arginina e β alanina.

RESULTADOS

Recursos Ergogênicos

Os recursos ergogênicos são definidos como mecanismos capazes de melhorar o desempenho em praticantes de atividade física por meio da potência física, força mental ou vantagem mecânica (GUERRA et al., 2015 e TIRAPEGUI, 2012). O termo ergogênico é derivado da palavra grega ergon (trabalho) e gennan (produção), usualmente referido como “que produz” ou “que aumenta” (AOKI et al., 2012). Os recursos ergogênicos são classificados em 5 categorias, são eles, nutricionais,

farmacológicos, fisiológicos, psicológicos e os mecânicos. (TIRAPÉGUI, 2012; PEREIRA, 2014 e GUERRA et al., 2015).

De acordo com PEREIRA (2014), os recursos ergogênicos nutricionais ainda são subdivididos em suplementos nutricionais e alimentos para atletas. São utilizados principalmente para aumentar o tecido muscular, a oferta de energia para o músculo e a taxa de produção de energia muscular (GUERRA et al., 2015).

Considerando se os recursos ergogênicos nutricionais, os proteicos são os mais utilizados atualmente, dado esse que pode ser confirmado por estudos realizados em alguns municípios brasileiros como o estudo de Vieira e Biesek (2015), o qual avaliou o consumo desses recursos ergogênicos nutricionais por praticantes de artes marciais na cidade de Curitiba. Nesse estudo, foi verificado que aproximadamente 63,6% dos atletas utilizavam recursos proteicos, dentre tais recursos, os mais utilizados foram os BCAAs alcançando valores próximos a 72,7%. Outro estudo que confirma a procura significativa pelos recursos ergogênicos nutricionais proteicos foi realizado por Peçanha et al. (2009), o qual analisou o perfil dos culturistas da cidade de Niterói-Rj. Nesse estudo, foram selecionados 12 culturistas de diversas categorias com idades entre 19 e 42 anos, que responderam a um questionário validado com 12 perguntas. O resultado mostrou que todos os entrevistados utilizavam suplementos proteicos, sendo que 100 % relataram utilizar o *Whey Protein*; 83,3% utilizavam BCAA; 75% utilizavam glutamina e 41,7% utilizavam creatina.

As recomendações da ingestão diária de proteínas para atletas dependem do nível de treinamento e da intensidade e duração dos exercícios, consistindo em 1,2 a 1,7g/kg de peso corporal ou 12% a 15% do consumo energético total. Atletas de endurance (resistência) envolvidos em treinamento de moderada intensidade necessitam de uma ingestão proteica de 1,1g/kg/dia, enquanto atletas de endurance de elite podem requerer até 1,6g/kg/dia. Por outro lado, atletas de força podem necessitar de 1,6 a 1,7g/kg/dia de proteína (TERADA, 2009).

A tabela 1 direciona as recomendações de ingestão diária de proteínas destinada a diferentes segmentos populacionais.

TABELA 1 - Recomendações de ingestão diária de proteínas destinada a várias populações

População	Ingestão de proteínas recomendadas (g/kg/dia)
Populações sedentárias	
Crianças	1,0
Adolescentes	1,0 a 1,5
Adultos	0,8 a 1,0
Gravidas	6 a 10
Lactantes	12 a 16
Atletas	
Atletas recreacionais (4 a 5 vezes/semana por 30 minutos)	0,8 a 1,0 1,2 a 1,6
Treinamento de atletas de resistência aeróbia	1,2
Intensidade moderada	1,6
Volume extremo	1,2 a 1,7
Treinamento de atletas de força	1,5 a 1,7
Novatos	1,0 a 1,2
Regulares	1,5
Atletas adolescentes durante pico de crescimento	

FONTE: Maughan e Burke, 2004 apud TERADA et al., 2009.

Branched chain amino acids (BCAA)

Os aminoácidos de cadeia ramificada, popularmente conhecidos como BCAA (*branched chain amino acids*), compreendem três aminoácidos essenciais, ou seja, aqueles que não são sintetizados endogenamente, são eles: leucina, isoleucina e valina (GONÇALVES, 2013)

Seis aminoácidos podem ser oxidados pelo músculo esquelético, são eles, a leucina, isoleucina, valina, glutamato, aspartato e asparagina, porém os BCAAs (leucina, isoleucina e valina) são os preferencialmente oxidados (ROGERO E TIRAPÉGUI, 2008 apud JUNIOR, 2012; GONÇALVES, 2013; WLOCK et al., 2008). Com isso, melhores resultados são obtidos com a suplementação dos BCAAs.

Estudos mais recentes sugerem que os mesmos promovem a diminuição da fadiga central durante o exercício prolongado (JUNIOR, 2012), condição essa a qual pode estar associada a fatores periféricos e centrais, dependentes do consumo de nutrientes, do nível de treinamento e da intensidade e duração dos exercícios realizados pelo indivíduo (ROGERO, TIRAPÉGUI, 2008). Além disso, os BCAAs são muito utilizados por praticantes de atividade física na premissa de que possam promover

anabolismo proteico muscular, reduzir o grau de lesão muscular ocasionado pela prática de exercícios físicos (JUNIOR, 2016), facilitar a liberação de insulina e melhorar o desempenho do usuário. Além disso, são fontes de nitrogênio para a síntese de dois outros aminoácidos, a alanina e a glutamina (JUNIOR, 2012).

Durante a prática de exercício prolongado, verifica-se aumento na oxidação de BCAAs, o que leva à redução de sua concentração plasmática facilitando assim a entrada de triptofano livre no sistema nervoso central. Com isso, é gerado a 5 – hidroxitriptamina (5-HT), precursor da serotonina, um neurotransmissor envolvido no quadro de fadiga central (JUNIOR et al., 2014).

A intervenção dietética com a suplementação de BCAAs é importante para reduzir a taxa de passagem dos precursores da 5-HT pela barreira hematoencefálica, e assim ocasionar efeitos benéficos sobre o desempenho de resistência a partir do retardamento da fadiga central em exercícios prolongados (JUNIOR et al., 2014; JUNIOR, 2012; WLOCK et al., 2008).

Quanto à questão dos benefícios da ingestão de BCAA em relação aos níveis de glutamina, há uma hipótese de que o consumo de aminoácidos de cadeia ramificada seja baseado na possível modulação do sistema imunológico por meio da manutenção da concentração de glutamina, que no caso estaria envolvida na atenuação da imunossupressão observada pós-exercício (UCHIDA et al., 2008). Mesmo que a glutamina seja considerada um aminoácido não essencial, ou seja, é produzida endogenamente, em situações de estresse, como no exercício físico intenso e prolongado, ocorrem mudanças no fluxo da glutamina com a diminuição de sua concentração no plasma devido ao aumento da concentração do hormônio cortisol que é responsável por estimular o efluxo de glutamina muscular e a captação de glutamina pelo fígado (JUNIOR, 2012).

A redução de até 50 % da concentração plasmática de glutamina (FRANCISCO et al., 2002 apud JUNIOR, 2012) seria responsável pela supressão da resposta imune e esta, está relacionada ao aumento da taxa de infecções observadas na síndrome de over training (ROGERO et al., 2005 apud JUNIOR, 2012).

A recomendação diária de aminoácidos de cadeia ramificada para adultos segundo a FAO/OMS (2011) é de 20 mg/kg de isoleucina, 26 mg/kg de valina e 39 mg/kg de leucina. De acordo com Kleiner (2009), dosagens de 4 a 21g diárias de BCAA durante o treinamento e 2 a 4g/h com solução de glicose– eletrólitos de 6 a 8 % antes e durante exercício prolongado melhoram as respostas fisiológicas e psicológicas frente ao treinamento.

Entretanto, dosagens elevadas de aminoácidos de cadeia ramificada podem aumentar a concentração plasmática de amônia e de BCAA (JUNIOR, 2012), e o aumento da concentração de amônia durante e após o exercício físico está relacionado com a possibilidade de fadiga (JUNIOR,

2016). Por outro lado, em estudo realizado por Uchida et al.. (2008), a alta dosagem de BCAA não promoveu alteração na fadiga, nem tão pouco interferiu nas concentrações de lactato, amônia e glicose. Já outros dois estudos também citados por Junior (2012), o de Bomstrand e Saltin (2001) e Karlsson et al. (2004) não resultou em aumento de performance e nem aumento da concentração plasmática de amônia, mas resultou em aumento nas concentrações plasmáticas de BCAA em relação ao grupo placebo.

Leucina isolada

Dos três aminoácidos que compreendem o BCAA, a leucina possui a maior taxa de oxidação em comparação com os outros dois e por isso é o maior alvo de investigações (JUNIOR, 2012), além disso, a leucina também tem ganhado atenção por suas propriedades fisiológicas (GONÇALVES, 2013).

A mesma é apontada como um regulador dos processos metabólicos que envolvem a síntese e a degradação da proteína muscular (JUNIOR, 2012). Da mesma forma, tem demonstrado efeito promissor na terapia antiatrófica agindo através da inibição da proteólise ocasionada pelo estado catabólico quando o treino é intenso (GONÇALVES, 2013). O mesmo aminoácido encontra-se relacionado à liberação de precursores gliconeogênicos, como a alanina, através do músculo esquelético (WHOCK et al., 2008 apud JUNIOR, 2012).

A FAO/OMS (2011), já citada anteriormente propõe que o indivíduo necessita de 39 mg/kg de leucina diariamente. A leucina pode ser obtida através da suplementação ou ainda de fontes alimentares (Tabela 2).

TABELA 2. Quantidade de Leucina em alimentos

Fonte	Leucina (mg)
Atum (100g)	2055
Peito de frango assado (100 g)	2208
Clara de ovo (2 unidades)	600
Queijo mozzarella (100 g)	2380
Carne bovina (100 g)	810
Leite desnatado (240 ml)	950
Amino Fuel Twin Lab (Porção 45 ml)	320
Nature´s Best Aminoácidos (Porção 3 cápsulas)	1300

Fonte: Adaptado de Lancha, Campos-Ferraz, Rogeri (2009); Lima et al. (2011) e Gonçalves, 2013.

Whey protein

A proteína do soro do leite, popularmente conhecida como *Whey Protein* (MARSHALL, 2004 apud SANTANA, 2014) é extraída do soro, porção aquosa gerada durante a fabricação do queijo (HARAGUCHI et al., 2008 apud CARRILHO, 2013), que apresenta 20 % das proteínas totais do leite bovino (FISCHBORN, 2009 apud SOUZA et al., 2015). Após a obtenção do soro por meio da dessoragem, o mesmo é processado por diversas técnicas de separação de proteínas a fim de obter o *Whey Protein* concentrado (WPC) ou o *Whey Protein* isolado (WPI) (SOUZA et al., 2015).

O concentrado proteico do soro de leite (CPS) também conhecido como *Whey Protein* concentrado (WPS), possui concentração de proteínas entre 25 % e 89 %. Nesses produtos, ocorre retirada de constituintes não proteicos, fazendo com que ocorra aumento do teor de proteínas e redução do açúcar presente no leite (CARRILHO, 2013). O isolado do soro de leite (IPS) também conhecido como *Whey Protein* isolado (WPI) contém entre 90% e 95 % de proteína, com gordura e lactose em mínima proporção, podendo até não estar presente. Já a proteína hidrolisada do soro corresponde à fração isolada e concentrada, que é quebrada em peptídeos de alto valor nutricional e alta digestibilidade e absorção (CARRILHO, 2013)

O *Whey Protein* é considerado uma proteína de rápida absorção, nesse sentido, é capaz de aumentar rapidamente os níveis de aminoácidos plasmáticos logo após sua ingestão (SOUZA et al., 2015), já que é a fonte mais concentrada em aminoácidos essenciais, incluindo o BCAA (CARRILHO, 2013). Esse suplemento é amplamente utilizado no esporte com o objetivo de promover hipertrofia muscular (SOUZA et al., 2015; CARRILHO, 2013).

A hipertrofia muscular é o aumento da secção transversa do músculo devido ao aumento do tamanho e do número de filamentos de actina e miosina e também pela adição dos sarcômeros das fibras musculares. É obtida através de treinamentos de força por meio da adaptação fisiológica e metabólica do músculo após treinamento prolongado, promovendo assim, a máxima hipertrofia muscular possível (FIGUEIREDO, 2010 apud SOUZA et al., 2015).

O treinamento de força promove hipertrofia muscular por meio da liberação de hormônios anabólicos (GH, IGF – 1 e testosterona) e pela disponibilidade de nutrientes (aminoácidos e glicose) presentes no músculo (MAESTÁ, 2008 apud SOUZA et al., 2015). Existem diferentes formas pelas quais o *Whey Protein* auxilia a hipertrofia muscular, uma delas é o aumento das concentrações de leucina, que favorece o anabolismo muscular (CARRILHO, 2013) por meio do processo de fosforilação

de proteínas envolvidas na formação do complexo do fator de iniciação eucariótico 4 F (eIF4F) que, por sua vez, inicia a tradução do RNAm para síntese das proteínas (SOUZA et al., 2015; SANTANA, 2015).

Outra forma pela qual o *Whey Protein* auxilia na hipertrofia muscular está relacionada ao fato de que a composição de suas proteínas são similares às proteínas do músculo esquelético, sendo assim, fornecem quase todos os aminoácidos em proporção similar ao músculo esquelético, o que acarreta valor efetivo como suplemento anabólico (HA e ZAMEL, 2003 apud SOUZA et al., 2015).

Diversos estudos mostram elevação da síntese proteica muscular após sua suplementação como nos estudos realizados por Tang et al. (2009), citado por Souza et al. (2015) e os estudos de Pennings et al. (2011) e Yang et al. (2012) citados por Santana (2014).

Através dos estudos conduzidos por Carrilho (2013) a suplementação de *Whey protein* promoveu significativa redução da gordura corporal, aumento da massa muscular e força, aumento do glicogênio hepático e muscular e aumento da densidade mineral óssea sem a presença de condições adversas.

Em contradição, o estudo realizado por Santana (2014), onde verificou os efeitos da suplementação do *whey* durante o treinamento de força na massa magra a partir de ensaios clínicos randomizados controlados demonstrou que de oito ensaios, seis não apresentaram diferenças significativas no aumento de massa magra entre o grupo suplementado com *Whey* e o placebo.

Creatina

A palavra creatina deriva do grego *Kreas* que significa carne. Ela é um composto orgânico derivado dos aminoácidos L-glicina, L-arginina e L-metionina denominada ácido metil-quanidinoacético que estão presentes em nosso cérebro e fibras musculares e sua síntese ocorre inicialmente no rim onde a glicina e arginina sofrem uma alteração e são transformadas em quanidinoacetato devido à ação da enzima transaminase (TERENZI, 2013 apud PANTA, 2015).

No fígado, o quanidinoacetato recebe um grupamento metil oriundo da metionina, formando o ácido metil-quanidinoacético (DONATO et al., 2007; TERENZI, 2013).

O uso dessa substância como suplemento esportivo foi proibido no país durante anos sob alegação de ausência de estudos que garantem a segurança do seu consumo, sendo esta proibição revogada pela RDC nº 18, de 27 de março de 2010, devido ausência de estudos que comprovem a ocorrência de efeitos adversos associados com a suplementação de creatina em doses diárias de até 3g, sendo, portanto, esta dose recomendada como limite pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2010 apud GAMA, 2011).

Exercícios de curta duração e alta intensidade promovem uma hidrólise de adenosina trifosfato muito alta. A necessidade de ressintetizar o ATP rápido devido esta geração de energia elevada provém dos estoques de creatina fosfato que, quando estão esgotados, seu desempenho cai devido à incapacidade da via glicolítica em manter a ressíntese de ATP na mesma velocidade do sistema creatina fosfato (BATISTA, 2005 apud TERENCEZI, 2013).

A Adenosina Trifosfato e a Creatina Fosfato juntos podem proporcionar energia para os músculos por um tempo de aproximadamente 3 a 12 segundos (ARAÚJO et al., 2009).

O estudo de Netreba et al. (2006) citado por Araújo et al. (2009), estudaram os efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho muscular e capacidade aeróbica do organismo. Este estudo foi composto por dois grupos com 9 pessoas, com duração de 10 semanas, sendo 3 vezes por semana, os quais foram submetidos a treinamento de força com ou sem suplementação de creatina. O grupo suplementado recebeu 5g de creatina monohidratada por dia. Após 10 semanas de treinamento de força, houve aumento na força nos dois grupos, porém no grupo suplementado o aumento foi maior.

O estudo de Souza et al. (2007), citado por Araújo et al. (2009), realizaram um estudo duplo cego onde verificaram as alterações na resultante de força máxima dinâmica. Este estudo foi composto por 18 universitários do sexo masculino com experiência prática de pelo menos um ano com exercícios de sobrecarga. Foi utilizado o protocolo de suplementação de 30g de creatina monoidratada por dia durante a 3ª semana de treinamento e entre a 4ª e a 8ª semana, foram administradas doses de 5g por dia. Os resultados evidenciaram que a suplementação de creatina aumentou consideravelmente a força em relação ao grupo placebo.

Volek et al. (2004) citado por Araújo et al. (2009) realizaram um estudo randomizado, onde avaliaram os efeitos da suplementação de creatina durante treinamento de força de curta duração e sua influência na composição corporal. Este estudo foi composto por 17 homens, sendo 9 com suplementos de 0,3g de creatina monoidratada por kg de peso corporal por dia e 8 pessoas sem suplementação (grupo placebo). O período de treinamento foi realizado 5 vezes na semana durante 4 semanas seguidas e 2 semanas de fase de repouso. O presente estudo evidenciou que a massa corporal e a massa livre de gordura nas pernas foram maiores no grupo que utilizou a creatina.

Carvalho et al. (2011) realizaram um estudo com objetivo de avaliar indivíduos sob suplementação de creatina para verificar se haveria mudanças na função renal e hepática. Sua duração foi de oito semanas de treinamento de musculação (exercícios resistidos). O presente estudo concluiu que a suplementação com creatina nas dosagens utilizadas (0,03g/kg e 5g/dia) associada ao treinamento com exercícios resistidos não altera a função hepática ou renal na amostra estudada. A dose de 0,03g/kg

de massa corporal por dia (2 a 3g de creatina por dia) demonstrou resultados similares aos da dosagem de 5g nas oito semanas, corroborando os resultados já encontrados.

A saturação de creatina (20 g/dia por 5-7 dias) promove um aumento nas concentrações de creatina muscular, e desde então este protocolo passou a ser investigado para verificar o efeito desta suplementação na performance de atletas (FALCÃO 2016).

Pesquisadores estudam diferentes tipos de programas para o carregamento de creatina, entre eles o mais comum envolve uma fase inicial de carga em 20 g/dia pelo período de 5-7 dias, chamado de saturação, com aumento dos estoques totais de PCr entre 10-30% podendo chegar aos 40% (KREIDER, 2003) e posteriormente uma fase de manutenção por um período de até seis meses (FALCÃO, 2016).

Gualano (2008) realizou um estudo com o intuito de revisar os efeitos da suplementação de creatina na função renal, não apenas descrevendo resultados da literatura, mas também discutindo criticamente os principais fatores que contribuem para a divergência nas conclusões. Relatos de caso sugerem que a creatina é um potencial agente nefrotóxico. Em contrapartida, estudos longitudinais, embora possuam diversas limitações, indicam o oposto.

Em humanos, pesquisas não demonstram efeitos deletérios da suplementação de creatina sobre a função renal, porém a falta de controle experimental e o caráter retrospectivo da maioria das pesquisas comprometem as conclusões dos autores. Contudo, os resultados destes são contraditórios. Estudos futuros devem investigar os efeitos da suplementação de creatina em diversas patologias renais, assim como em idosos, diabéticos do tipo 2 e hipertensos, cuja propensão a nefropatia é bem descrita.

Glutamina

A glutamina é classificada como um aminoácido não essencial, ou seja, ele é sintetizado pelo nosso organismo, entretanto, sob certas condições clínicas hipercatabólicas, passa a ser considerado um aminoácido condicionalmente essencial, pois, a síntese de glutamina não supre a demanda exigida pelo organismo (CRUZAT, PETRY e TIRAPEGUI, 2009; CRUZAT, ALVARENGA e TIRAPEGUI, 2010; RIOS, MENDES e SILVA, 2011; PAULA, 2015).

A suplementação com glutamina antes, durante e após o exercício, seja ele de caráter exaustivo ou não, tem sido estudada com a intenção de atenuar os efeitos catabólicos associados à redução da concentração de glutamina tanto em humanos como em modelos experimentais. (CRUZAT et al., 2010; VANELLI et al., 2015).

A suplementação de glutamina em atletas de resistência e de força tem como objetivo promover o anabolismo celular, reduzir o catabolismo e combater quadros de imunossupressão (PAULA, 2015).

O músculo estriado esquelético é o principal tecido envolvido na produção de glutamina e em adultos libera aproximadamente 50 mmol/h de glutamina na circulação sanguínea, assim, tem papel metabólico essencial na regulação da glutaminemia (PAULA 2015).

Em situações de estresse, como atividade física de alta intensidade, a concentração intracelular e do plasma, desse aminoácido, diminui pela metade, estabelecendo assim um quadro de deficiência (CRUZAT, PETRY e TIRAPEGUI, 2009; PAULA, 2015).

Este quadro de glutaminemia pode prejudicar a função imunológica e foi sugerido que isto possa ser parcialmente responsável pelo acometimento de imunossupressão em muitos atletas de resistência (CRUZAT, PETRY e TIRAPEGUI, 2009; PAULA, 2015).

Em situações que há um catabolismo elevado como após uma atividade física intensa, a concentração de glutamina se reduz e conseqüentemente há um aumento da produção de EROs amplificando as lesões celulares (CRUZAT, PETRY e TIRAPEGUI, 2009; PAULA, 2015).

Vários estudos apontam que a suplementação de glutamina por via oral, aumentaria a concentração sérica e pouparia os substratos energéticos musculares, que promoveria uma melhora no desempenho de atletas de alto rendimento com atividades físicas de longa duração. (PAULA, 2015).

O estudo de Kreher e Schwartz (2012) citado por Vanelli et al (2015) relataram em um estudo sobre Síndrome de *Overtraining* que a diminuição da concentração sérica de glutamina no plasma após exercício pode ser responsável pelo aumento de incidência da infecção do trato respiratório superior em atletas em *Overtraining* e a suplementação de glutamina pode restaurar os níveis séricos normais, mas não melhora a deficiência pós-exercício de células imunes.

Candow et al. (2001) em seu estudo não encontraram efeitos da suplementação de glutamina sobre a massa muscular e a degradação proteica muscular (SIMON et al., 2012).

A quantidade de glutamina recomendada como terapêutica é de 30 g/dia para pacientes adultos, podendo variar de 20 a 40 g/dia de acordo com a necessidade do paciente. A administração da glutamina deve ser dividida ao longo do dia, em 3 a 6 doses, para aumentar o contato direto com os enterócitos (MEIRA et al., 2007).

O estudo de Hoffman et al. (2010) citado por Paula (2015) em seu estudo encontraram efeitos ergogênicos da suplementação com glutamina, com aumento do tempo de exaustão, que pode ter sido mediado pela melhora na absorção de eletrólitos e fluidos.

Entretanto, as evidências disponíveis até o momento não são fortes o suficiente para garantir uma recomendação ao atleta para usar um suplemento de glutamina como recurso ergogênico (VANELLI, 2015).

Arginina

A administração oral de arginina tem sido relacionada com a melhora do desempenho físico por provável diminuição da fadiga muscular. Esse efeito seria associado à vasodilatação promovida pelo óxido nítrico, resultando no aumento da perfusão muscular, e pela diminuição do consumo de glicose pelos músculos esqueléticos em atividade. O óxido nítrico (NO) é um gás (molecular) que consiste na ligação covalente entre um átomo de nitrogênio e um átomo de oxigênio. A sua produção no organismo humano ocorre quando o aminoácido L-arginina é convertido em L-citrulina numa reação catalisada pela enzima óxido nítrico sintetase (NOS). Como a administração prolongada de arginina aumenta a produção de óxido nítrico, sua suplementação tem sido relacionada à melhora da função contrátil do músculo esquelético. (ANGELI et al., 2007).

O óxido nítrico (NO) é reconhecido como um fator de relaxamento dependente do endotélio (EDRF), proporcionando assim o controle do tônus vascular (AUGUSTO, 2006). A síntese de óxido nítrico ocorre principalmente pela oxidação dos dois nitrogênios guanidino do aminoácido L-arginina, que é convertida em L-citrulina, e uma reação catalisada por uma família de enzimas denominadas óxido nítrico sintase (DUSSE et al., 2003; CONTE et al., 2009).

Embora o óxido nítrico apresente vários efeitos fisiológicos positivos, pode ser potencialmente tóxico dependendo de sua concentração, ou seja, o óxido nítrico pode reagir com o radical superóxido ($O_2^{\circ-}$) e formar o radical peroxinitrito ($ONOO^{\circ-}$), um importante agente causador da lipoperoxidação de membranas celulares, durante situações de reoxigenação de tecidos isquêmicos (GROSS e WOLIN, 1991), contudo é pouco provável que no exercício aeróbio ocorra este tipo de situação, justamente por ocorrer a vasodilatação fisiológica (CONTE et al., 2009).

O Óxido Nítrico (NO) e a L-arginina (precursora do NO) vêm sendo utilizados como recursos ergogênicos no meio esportivo tanto no treinamento de endurance quanto de força com o intuito de melhorarem a capacidade aeróbica, reduzirem a fadiga e proporcionarem hipertrofia muscular. As propagandas atribuem efeitos extraordinários ao uso desses suplementos tais como: efeito de "Bombeado permanente" (após 5-7 dias de uso) que consiste numa volumização do músculo que literalmente não desaparece. Ao contrário da volumização induzida pelo exercício que rapidamente desaparece, o bombeamento permanente é virtualmente perpétuo; maior velocidade nas contrações musculares; aumento da força de contração muscular e da carga de treinamento; maior resistência e disposição para os treinamentos; rápida e completa recuperação muscular após treinamento; natural e sem efeitos colaterais (FERREIRA et al., 2008).

Angeli et al. (2007) realizaram um estudo para avaliar os efeitos da administração oral de L-arginina durante um programa de exercícios com pesos, que após oito semanas de treinamento, o grupo suplementado (3g/dia) com arginina apresentou valores de peso corporal e massa magra significativamente maior, percentual de gordura corporal significativamente menor e força de membros inferiores significativamente maiores, enquanto o grupo controle não mostrou diferenças significativas para o mesmo período. Dentro desse contexto, a administração oral de arginina associada a um programa de treinamento com pesos potencializou os estímulos do exercício ao nível da musculatura esquelética, proporcionando o aumento de força e de massa muscular.

Angeli et al. (2007) verificaram em seu estudo que a administração oral de arginina proporcionou melhor qualidade do treino através de três mecanismos inter-relacionados e interdependentes desencadeados simultaneamente pela vasodilatação: o aumento da perfusão sanguínea, facilitando o aporte de oxigênio e nutrientes aos tecidos; a maior oferta de glicose para o músculo em atividade, proporcionando mais substrato energético para a contração muscular e a redução da concentração plasmática de amônia e lactato, retardando a fadiga e diminuindo o desconforto provocado pelo acúmulo desses catabólitos na musculatura.

Conte et al. (2009), realizaram um estudo onde foi comparado os efeitos da hidratação, restrição hídrica e suplementação de arginina no desempenho aeróbio de ciclistas. O método utilizado foi um estudo experimental com sete ciclistas sendo administrados 4,5g de arginina 20 minutos antes do exercício. Os resultados mostraram que a restrição hídrica reduziu o desempenho físico dos ciclistas em comparação à situação de hidratação ou suplementação de arginina. Por outro lado, a suplementação de arginina promoveu melhora da performance física em comparação as demais condições. O peso corporal reduziu significativamente após o exercício nas condições de restrição hídrica e suplementação de arginina. A concentração de lactato plasmático após o exercício foi menor na restrição hídrica.

A dose recomendada de L-arginina varia em torno de 1500 a 5000 mg/dia (FERREIRA et al., 2008).

Deve-se ter cuidado com o abuso da suplementação de L-arginina, pois o excesso de aminoácidos é metabolizado dentro do ciclo da uréia e excretado pela urina podendo causar danos renais (SALES, 2005; FERREIRA et al., 2008).

β-alanina

B-alanina é um aminoácido identificado como precursor limitante da velocidade de síntese de carnosina (um dipeptídeo composto de dois aminoácidos β-alanina e L-histidina). A β-alanina é

adquirida através do consumo de alimentos como carnes bovinas e aves, sua produção endógena é realizada no fígado (TREXLER et al., 2015).

Segundo Culbertson et al. (2010) a suplementação de β -Alanina promoveu aumento significativo dos níveis de carnosina por via intramuscular, o que corresponde em melhorias no desempenho do exercício.

A carnosina é conhecida por ser um antioxidante que é capaz de impedir a acumulação de produtos oxidados derivados de componentes lipídicos das membranas biológicas. O presente antioxidante tem demonstrado ainda efetividade na redução da peroxidação lipídica, reduzindo o estresse oxidativo quando combinado com exercícios aeróbicos em homens e mulheres (TREXLER et al., 2015).

Trexler et al. (2015) administraram doses de 4-6 g/dia de β -alanina em atletas de resistência, o que promoveu aumento nas concentrações de carnosina muscular em até 64% após 4 semanas, e após 10 semanas aumentaram 80%.

Segundo Giannini et al. (2009), em seu estudo observou que a suplementação de β -alanina é capaz de melhorar o desempenho em atividades que sejam limitadas de fato pela queda no pH intramuscular, incluindo exercícios envolvendo grandes grupos musculares, sejam eles contínuos de alta intensidade com duração superior a 60 segundos, ou múltiplas séries intermitentes de esforços supra-máximos.

Trexler et al. (2015) em seu estudo observaram que durante quatro semanas de suplementação de β -alanina com doses de 4-6g/dia aumentaram significativamente as concentrações de carnosina muscular, atuando assim como um tampão de pH intracelular. O único efeito colateral associado ao consumo da β -alanina foi a parestesia. Entretanto, com a redução da concentração das doses de 4-6g/dia para 1,6g/dia estes efeitos desapareceram.

Segundo Falcão (2016), a suplementação com β -alanina aumenta a concentração de estoques musculares do dipeptídeo carnosina (β -alanil-L-histidina) em até 50%, predominando maior estoque nas fibras rápidas com diferença em 30-100% em relação às fibras lentas, o que garante um aumento da capacidade de rendimento em exercícios intensos e de curta duração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, os recursos ergogênicos nutricionais proteicos são utilizados visando hipertrofia muscular. É importante salientar que os estudos utilizados na presente revisão englobam potenciais riscos à saúde adquiridos com ingestão determinada pelos autores e em um curto período de tempo, o

que não permite evidências de riscos à saúde em longo prazo, o que seria mais relevante. Não foram encontradas evidências relevantes de riscos à saúde nos artigos selecionados, com exceção da β alanina que apresentou a parestesia como efeito colateral se ingerida em altas dosagens.

Os artigos selecionados para a presente revisão avaliaram os recursos ergogênicos nutricionais proteicos de forma isolada. Entretanto, sabe-se que praticantes de atividade física geralmente fazem uso de mais de uma proteína ou aminoácido e que o excesso de proteínas ingeridas irá se depositar como gordura quando não utilizada, além disso, poderá ainda aumentar a produção de uréia, causar cólica abdominal, diarreia, aumentar o risco de desidratação (CHROMIAK et al., 2002 e COTUNGA et al., 2005 apud ALVES et al., 2009) e ainda promover balanço negativo de cálcio e assim induzir perda de massa óssea (ARAÚJO et al., 2002 apud BEZERRA e MACÊDO, 2013). A longo prazo, o excesso de ingestão proteica pode afetar o metabolismo hepático e renal (ZILCH et al., 2012 apud PEREA et al., 2015).

São necessários mais estudos sobre os riscos à saúde que os recursos ergogênicos nutricionais proteicos oferecem ao indivíduo se ingeridos em excesso e em longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVES, C; LIMA, R. V. Dietary supplement use by adolescents. *Rev. J Pediatr.* Rio de Janeiro, v.85, nº4, pg. 287-294. 2009.

ANGELI, G; BARROS, L. T; BARROS, L. F. D; LIMA, M. Investigação dos efeitos da suplementação oral de arginina no aumento de força e massa muscular. *Rev. Bras. Nutr. Esp.* São Paulo, v. 13, nº 2. 2007.

AOKI, M. S.; BACURAU F. R. P. (Org). Nutrição no esporte. Rio de Janeiro: Casa da palavra: COB cultural, 2012.

ARAÚJO, B. M; MOURA, P. L; JUNIOR, V. C. R; COSTA, M; DALIA, A. R; SPONTON, S. C. A; MELLO, R. A. M. O metabolismo de creatina é alterado devido ao modo como é administrada. *Rev. Bras. Nutr. Esp.* São Paulo, v. 06, nº 34, p. 315-324. 2012.

ARAÚJO, R. E; RIBEIRO, S. P; CARVALHO, D. F. S. Creatina: Metabolismo e efeitos de sua suplementação sobre o treinamento de força e composição corporal. *Rev. Bras. Nutr. Esp.* São Paulo, v. 03, nº. 13, p.63-69. 2009.

ARTIOLI, G. G; GUALANO, B; JUNIOR, L. H. A. Suplementação de β -alanina: Uma nova estratégia nutricional para melhorar o desempenho esportivo. *Rev. Mackenzie Ed. Fís. e Esp.* São Paulo, v. 8, nº 1. 2009.

BEZERRA, C. C.; MACÊDO, É. M. C. Consumo de suplementos a base de proteína e o conhecimento sobre alimentos proteicos por praticantes de musculação. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 07, nº 40, p. 224-232. 2013.

CARRILHO, L. H. Benefícios da utilização da proteína do soro de leite Whey Protein. **Rev. Bras. nutr. esp.** São Paulo, v.7, nº 40, p.195-203. 2013.

CARUSO, J; CHARLES, J; UNRUH, K; GIEBEL, R; LEAMONTH, L; POTTER, W. Ergogenic effects of β -alanine and carnosine: Proposed future research to quantify their efficacy. **Nutrients.** V. 4, p 585-601.2012.

CARVALHO, F. P. P; MOLINA, E. G; FONTANA, E. K. Suplementação com creatina associada ao treinamento resistido não altera as funções renal e hepática. **Rev. Bras. Med. Esp.** São Paulo, v. 17, nº 4. 2011.

CONFORTIN, G. F; SÁ, A. C; WILDNER, P. P. Avaliação da creatina associada à Dextrose como suplemento nutricional ergogênico sobre a performance de atletas de futebol. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 10, nº. 56, p.136-144. 2016.

CONTE, P. L; CONTE, M. Comparação do desempenho aeróbio de ciclistas submetidos à restrição hídrica, hidratação e a suplementação de arginina. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 03, nº 18, p. 546-555. 2009.

CORREA, A. D; LOPES, R. C. Efeitos da suplementação de creatina no treinamento de força. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 8, nº 45.,p.180-186. 2014.

CORREA, A. D. Suplementação de creatina associado ao treinamento de força. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 07, nº 41, p.300-304. 2013.

CRUZAT, F. V; ALVARENGA, L. M. Metabolismo e suplementação com glutamina no esporte. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 0, nº 21, p. 242-253. 2010.

DONATTO, F; PRESTES, J; SILVA, G. F; CAPRA, E; NAVARRO, F. Efeito da suplementação aguda de creatina sobre os parâmetros de força e composição corporal de praticantes de musculação. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 1, nº 2, p.38-44. 2007.

FALCÃO, M. E. L. B-alanina e sua ação ergogênica nutricional no exercício: Evidências atuais. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v.5, p.361-368. 2016.

FALCÃO, M. E. L. Saturação de creatina em indivíduos fisicamente ativos: Técnica eficaz ou desnecessária?. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 10, nº 57, p.327-334. 2016.

FERREIRA, A. S; GOMES, M. P. R; NAVARRO, C. A. Atuações do óxido nítrico e da suplementação de L-arginina nas respostas hemodinâmicas e metabólicas do organismo diante da prática do exercício físico. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 02, nº 11, p. 364-373. 2008.

FILHO, F. C. C. J; CARNIEL, M. F; NAVARRO, F. A suplementação de L-arginina não diminui a pressão arterial após uma sessão aguda de exercício resistido com pesos. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v.3, nº 14, p. 111-117. 2009.

GAMA, S. M. Efeitos da creatina sobre desempenho aeróbico: Uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 05, nº 27, p. 182-190. 2011.

GONÇALVES, L. A. A suplementação de leucina com relação à massa muscular em humanos. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 07, nº 40, p.212-223. 2013.

GUALANO, B; UGRINOWITSCH, C; SEGURO, C. A; JUNIOR, L. H. A. A Suplementação de creatina prejudica a função renal?. **Rev. Bras. Med. Esp.** São Paulo, v.14, nº 1. 2008.

GUERRA, I.; BIESEK, S.; ALVES L. Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte – 3ª ed. São Paulo: Manole, 2015.

JUNIOR, L; HERBERT, A. Suplementação Nutricional no Esporte. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

JÚNIOR, M. P. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e seu efeito ergogênico no desempenho físico humano. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 06, nº 36, p.436-448. 2012.

JÚNIOR, M. P. Efeito da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada no desempenho físico humano. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v.10, nº 56, p.157-164. 2016.

KLEINER, S. M.; ROBINSON, M. G. [tradução KELBERT, R.]. Nutrição para o treinamento de força. 3ª ed. – Barueri, SP: Manole, 2009.

LOUREIRO, L. L. O efeito da suplementação de 3 gramas de arginina no desempenho da força muscular na puxada frontal em 1 repetição máxima. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 03, nº 14, p. 118-122.2009.

MEIRA, C. C. M; CHAGAS, R; FERREIRA, R. S. Glutamina e atividade física. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 01, nº 5, p. 28-38. 2007.

MELO, L. A; ARAUJO, C. V; REIS, A. W. Efeito da suplementação de creatina no treinamento neuromuscular e composição corporal em jovens e idosos. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 10, nº 55, p.79-86. 2016.

PANTA, R; FILHO, S. N. J. Efeitos da suplementação de creatina na força muscular de praticantes de Musculação: Uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 09, nº 54, p.518-524. 2015.

PAULA, L. S; SANTOS, D; OLIVEIRA, M. D. Glutamina como recurso ergogênico na prática do exercício físico. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v.09, nº 51, p.261-270. 2015.

PEÇANHA, M. A. C.; NAVARRO, F.; MAIA, T. N. O consumo de suplementos alimentares por atletas de culturismo. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 09, nº 51, p. 215-222. Maio/Jun. 2015.

PEREA, C.; MOURA, M. G.; STULBACH, T.; CAPARROS, A. R. Adequação da dieta quanto ao objetivo do exercício. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 09, nº 50, p. 129136. 2015.

PEREIRA, L. P. Utilização de recursos ergogênicos nutricionais e/ou farmacológicos em uma academia da cidade de Barra do Pirai, RJ. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 08, nº 43, p. 58-64. Jan/Fev., 2014.

PEREIRA, M. G; SILVA, F. A; CUNHA, M. F. Suplementação de creatina como intensificador da performance. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 03, nº 13, p. 70-77. 2009.

ROGERO, M. M; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre os aminoácidos de cadeia ramificada. **Rev. Bras. Ciênc. Farm.** São Paulo, v. 44, nº 44. 2008.

SANTANA, D. A. Efeitos da suplementação de Whey Protein durante o treinamento de força na massa magra: uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Presc. e fisiol. do Exercício.** São Paulo, v.8, nº43, p.68-79. 2014.

SILVEIRA, C. M; GRITTES, M. S; NAVARRO, C. A. Glutamina minimiza o estresse causado por liberações de cortisol durante exercício físico prolongado e intenso. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 05, nº 26, p. 107-113. 2011.

SIMON, L; LIBERALI, R. Efeitos da suplementação de glutamina no exercício físico: Revisão sistemática. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 06, nº 33, p. 193-201. 2012.

SOBRAL, T. A. J; MACEDO, C. M E; ALMEIDA, R. M. A. Perfil dos consumidores de creatina praticantes de exercícios de força em academias de Caruaru-PE. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 08, nº 48, p.373-379. 2014.

SOUZA, L. B. L; PALMEIRA, M. E; PALMEIRA, E. O. Eficácia do uso de Whey Protein associado ao exercício, comparada a outras fontes proteicas sobre a massa muscular de indivíduos jovens e saudáveis. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v.9, nº 54, p. 607-613. 2015. ´

SOUSA, Q. A. M; AZEVEDO, G. H. C. Suplementação de creatina e possíveis efeitos colaterais. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 02, nº 9, p. 99-105. 2008.

TERADA, L. C.; GODOI, M. R.; SILVA, T. C. V.; MONTEIRO, T. L. Efeitos metabólicos da suplementação do Whey Protein em praticantes com pesos. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 03, nº 16, p. 295-304. 2009.

TERENZI, G. A creatina como recurso ergogênico em exercícios de alta intensidade e curta duração: Uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 07, nº 38, p.91-98. 2013.

TIRAPGUI, J. Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física. 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2012.

TREXLER, T. E; SMITH-RYAN, E.; A; STOUT, R. J; HOFFMAN, R. J; WILBORN, D. C; SALE, C; KREIDER, B. R; JAGER, R; EARNEST, P. C; BANNOCK, L; CAMPBELL, B; KALMAN, D; ZIEGENFUSS, N. T; ANTONIO, J. International society of sports nutrition position stand: β -alanine. **Journal of the International Society of Sports Nutrition.** 2015.

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 Esp.** Niterói, v. 14, nº1. 2008.

VANELLI, B; STRAGLIOTTO, K. L; LUPION, R. Uso da glutamina nas diferentes atividades físicas: Um estudo de revisão sistemática. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 09, nº 53, p.403-410. 2015.

VIEIRA, A. C. S.; BIESEK, S. Avaliação do consumo de recursos ergogênicos nutricionais por praticantes de artes marciais em uma academia da cidade de Curitiba/ PR. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 09, nº 3, p. 454-462. Set/Out, 2015.

WLOCK, C. L.; SCHNEIDER, G.; SOUZA, P. C.; LIBERALI. Suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (AACR) e seu efeito sobre o balanço proteico muscular e a fadiga central em exercícios de endurance. **Rev. Bras. Nutr. Esp.** São Paulo, v. 02, nº 2, p.250-264. Julho/Agosto, 2008.