

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE GLUTAMINA NO EXERCÍCIO FÍSICO:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**Amanda dos Santos Nascimento<sup>1</sup>, Giselle Gomes Santana<sup>1</sup>  
Alessandra Peres<sup>2</sup>**RESUMO**

O presente trabalho objetivou demonstrar através de uma revisão sistemática os efeitos da suplementação com glutamina no exercício físico para melhora da performance atlética. A busca foi realizada nas seguintes bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Periódicos Capes, U.S. National Library of Medicine (PubMed), LILACS, textos completos. Foram considerados artigos de língua inglesa e portuguesa. O período considerado para a revisão foi de 2005 até o presente. Os descritores usados para as buscas dos artigos foram: glutamina, exercício físico, glutamine, physical exercise. Um total de 702 artigos foram encontrados. Destes, 12 artigos foram utilizados para pesquisa. Utilizou-se como critérios de inclusão: estudos realizados com seres humanos, pesquisas feitas no período de 2005-2015 e estudos que utilizaram a suplementação de glutamina sem adição de outros suplementos. Após a revisão realizada no presente trabalho, concluiu-se que há dados insuficientes na literatura sugerindo a influência da suplementação de glutamina na performance atlética. Contudo, observou-se alguns achados relacionando-a com a atenuação da depleção de GSH, síntese proteica, melhora da sensibilidade à insulina pós exercício em adolescentes com diabetes tipo 1 e diminuição de infecções do trato respiratório superior. Desta forma devem ser realizadas mais pesquisas nesta área, o que permitirá a elucidação do papel ergogênico da suplementação de glutamina com populações específicas de atletas, modalidades esportivas, com amostra adequada estatisticamente, o que permitirá determinar necessidades e fracionamentos, tanto em atletas como em indivíduos fisicamente ativos. Proporcionando desta forma dados suficientes para avaliar a sua efetividade.

**Palavras-chaves:** Glutamina. Exercício físico. Suplemento.

**ABSTRACT**

Effects of glutamine supplementation on exercise: a systematic review

This study aimed to demonstrate through a systematic review of the effects of glutamine supplementation on exercise to improve athletic performance. The search was conducted in the following databases: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Capes, US National Library of Medicine (PubMed), LILACS, full texts. English and Portuguese language articles were considered. The period considered for the review was 2005 to the present. The descriptors used for the search of the articles were: glutamine, exercise, glutamine, physical exercise. A total of 702 articles were found. Of these, 12 were used for research articles. We used the following inclusion criteria: studies in humans, research done in the 2005-2015 period and studies using glutamine supplementation without the addition of other supplements. Following the review conducted in this study, it is concluded that there is insufficient data in the literature suggesting the influence of glutamine supplementation on athletic performance. However, there was some findings relating it to the attenuation of the depletion of GSH, protein synthesis, improves sensitivity to insulin after exercise in adolescents with type 1 diabetes and decrease in upper respiratory tract infections. This way must be more research in this area, which will enable the elucidation of the ergogenic role of glutamine supplementation specific populations of athletes, sports, with adequate sample statistically, which will determine needs and fractioning, both athletes and individuals physically active. Therefore, providing sufficient data to evaluate its effectiveness.

**Key words:** Glutamine. Physical exercise. Supplement.

1-Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Nutrição Clínica e Esportiva do Instituto de Pesquisa, Ensino e Gestão em Saúde, Bahia, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A nutrição corresponde aos processos gerais de ingestão e conversão de substâncias alimentícias em nutrientes que podem ser utilizados para manter a função orgânica. Esses processos envolvem nutrientes que tem como finalidade: oferta energética, construção e reparo dos tecidos, manutenção do sistema esquelético e a regulação da fisiologia corpórea (Souto e colaboradores, 2009).

Quando os nutrientes se apresentam em quantidades ótimas, a saúde e o bem-estar do indivíduo são maximizados (Wolinsky e Hickson Junior, 1996).

A prática de atividade física requer uma boa condição nutricional para que seja benéfica para o organismo. Tirapegui (2002) destaca a importância da nutrição para uma boa performance em qualquer modalidade esportiva.

Para isso, a alimentação deve ser balanceada e completa, fornecendo todos os nutrientes indispensáveis ao organismo em quantidades suficientes de acordo com o tipo de atividade realizada, para que possam exercer as funções de crescimento, reparo e manutenção dos tecidos e, além disso, produzir energia.

A glutamina (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) é um L-α-aminoácido, com peso molecular de aproximadamente 146,15kda e pode ser sintetizada por todos os tecidos do organismo. Fazem parte de sua composição química nas seguintes quantidades: carbono (41,09%), oxigênio (32,84%), nitrogênio (19,17%) e hidrogênio (6,90%) (Curi, 2000; Rogero e Tirapegui, 2003).

Nutricionalmente, é o aminoácido livre mais abundante no plasma, sendo o tecido muscular esquelético o seu principal tecido de síntese, estoque e liberação para corrente sanguínea (Mero e colaboradores, 2009). Como o organismo pode sintetizar glutamina, esta é considerada como um aminoácido dispensável ou não essencial (Moreira e colaboradores, 2007).

A classificação da glutamina como um aminoácido não essencial, entretanto, tem sido questionada, pois em situações críticas, tais como cirurgias, traumas e exercícios físicos exaustivos, a síntese de glutamina não supre a demanda exigida pelo organismo levando-o a situações de deficiência (Santos e

colaboradores, 2007; Wray e colaboradores, 2002).

O exercício físico prolongado e intenso altera a homeostase, causando diminuição das concentrações musculares e sanguíneas de glutamina, contribuindo para o estado de imunossupressão, principalmente em atletas (Cruzat e colaboradores, 2009).

Tirapegui (2002) cita como funções desempenhadas pela glutamina a proliferação e desenvolvimento de células, em especial do sistema imune, o balanço acidobásico, o transporte da amônia entre os tecidos, a doação de esqueletos de carbono para a gliconeogênese. Complementa, Curi e colaboradores (2009) que por meio das novas técnicas científicas foi possível observar outras ações e mecanismos moleculares em que a glutamina está envolvida, tais como: câncer, HIV, dengues, sepse, cirurgias, exercícios físicos intensos, entre outros.

Desta forma, as principais bases teóricas para a suplementação de glutamina em atletas e praticantes de exercícios físicos, podem ser a prevenção ou diminuição da gravidade da doença ou infecção após uma série de exercícios intensos; efeito antiproteolítico; compensar os efeitos catabólicos de glicocorticoides em decorrência do exercício extenuante ou uso de medicamentos; promover aumento do volume celular; fornecer substratos para gliconeogênese e gliconeogênese; servir de combustível para outros órgãos levando a diminuição da perda de glutamina devido ingestão inadequada, protegendo a proteína muscular (Rogero e Tirapegui, 2012).

A suplementação de glutamina pode ser feita sob duas formas, a L-glutamina e a glutamina dipeptídeo (geralmente L-alanil-L-glutamina), com algumas diferenças fundamentais entre elas (Cruzat, 2008).

Ao utilizarem técnicas in vivo e in vitro, pesquisadores verificaram que, especificamente, o dipeptídeo L-alanil-L-glutamina no intestino delgado é preferencialmente absorvido como peptídeo intacto do que quando hidrolisado na membrana luminal, sendo absorvido em maior quantidade na região proximal-duodeno (Cruzat, 2008).

Por outro lado, a glutamina livre sofre elevado consumo pelas células intestinais, o que pode diminuir sua biodisponibilidade para

outras regiões do organismo (Carvalho e colaboradores, 2007).

A intensa procura por recursos ergogênicos que aumentem a síntese proteica (anabolismo) ou diminua a proteólise (catabolismo), permitiu que a suplementação de glutamina fosse estudada em diversas situações clínicas, incluindo atletas e indivíduos que praticam exercícios físicos intensos e de longa duração devido às propriedades desse aminoácido (Pereira e colaboradores, 2003).

Contudo, Wilmore e Costill (2001) referem-se aos ergogênicos como sendo as substâncias ou fenômenos que melhoram o desempenho de um atleta. Baseado no conceito acima, as substâncias ergogênicas poderão melhorar ou intensificar a capacidade de trabalho em indivíduos saudáveis. Entretanto, para uma substância ser legitimamente classificada como ergogênica, ela deve comprovadamente melhorar o desempenho.

Portanto, o presente estudo objetivou a realização de uma revisão sistemática acerca dos efeitos da suplementação de glutamina no exercício físico, demonstrar a sua eficácia ou não, na otimização dos resultados e na potencialização da performance atlética.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se como metodologia a revisão sistemática. A população analisada foi composta de estudos realizados com seres humanos, pesquisas feitas nos últimos 10 anos, ou seja, período de 2005-2015; Os descritores usados para as buscas dos artigos foram: glutamina, exercício físico, suplemento, glutamine, physical exercise, supplement. A busca foi realizada nas seguintes bases de dados: Scientific Electronic Library Online (Scielo), Periódicos Capes, U.S. National Library of Medicine (PubMed), LILACS, textos completos. Na língua portuguesa e inglesa.

Após leitura detalhada dos estudos selecionamos na plataforma Scientific Electronic Library Online (Scielo) (n= dois). Foram excluídos os estudos realizados com animais (n= três) e publicados fora do período proposto (n=um), suplementação de glutamina associada a outros suplementos como: aminoácidos de cadeia ramificada (n= um), dosagem de glutamina no pré e pós exercício

físico sem alguma intervenção (n= um); Periódicos Capes (n= dois).

Foram excluídos os estudos realizados com animais (n= quatro), avaliação de consumo alimentar e uso de suplementos em academias (n= 14), relacionados a dietoterapia de câncer/ caquexia e diabetes (n= dois), marcadores de lesão muscular (n= dois), suplementação de glutamina associada a outros suplementos como: aminoácidos de cadeia ramificada/ carboidratos/ creatina/ quinoa/ whey protein (n= nove); PUBMED (n= cinco). Foram excluídos: artigos que não possuíam textos completos (n= 150), estudos realizados com animais 159, fora do período proposto (n= 173); suplementação de glutamina associada a outros suplementos como: carboidratos e aminoácidos (n= seis), mutações genéticas (n= um), relacionados a dietoterapia de ataxia cerebral/ autofagia/ câncer/ diabetes/ distrofia muscular/ insônia/ polimorfismo/ taquicardia ventricular (n= nove), composição bioquímica do atleta (n=um), eliminação de amônia no plasma (n=um); LILACS (n= três). Foram excluídos: artigos que não possuíam textos completos (n= 105), estudos realizados com animais (n= oito); publicados fora do período proposto (n=três), suplementação de glutamina associada a outros suplementos como: carboidratos e creatina (n= um), encontrados em outra plataforma (n= sete), não passível de acesso (n= sete); relacionado a protocolos de treinamentos (n=um), relacionados a dietoterapia de diabetes/ DPOC (n=dois).

Os critérios de inclusão dos artigos foram: estudos realizados com humanos, que utilizaram a suplementação de glutamina sem adição de outros suplementos. Os artigos potencialmente adequados para inclusão na revisão (n= 12) foram encontrados nos seguintes periódicos Scielo (n= dois) artigos; Periódicos CAPES (n= dois); PUBMED (n= cinco); LILACS (n= três).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Estudo feito por Cruzat e colaboradores (2007) teve por objetivo abordar os aspectos atuais envolvendo a formação das Espécies Reativas de Oxigênio (ERO), os processos de lesão celular e inflamação, a adaptação aos tipos de exercício aeróbico e anaeróbico e possíveis intervenções nutricionais. Foi avaliada a eficácia da

suplementação de vitamina E, vitamina C, creatina e glutamina.

Em outro estudo, o realizado por Walsh e colaboradores (1998) foi possível observar que os efeitos do exercício sobre o metabolismo da glutamina não estão totalmente esclarecidos devido a fatores como intensidade e duração do exercício, estado nutricional dos indivíduos e diferenças no tempo de coleta de sangue, forma de estocagem de amostras de plasma e ainda as técnicas bioquímicas utilizadas para avaliar a concentração de glutamina.

Walsh e colaboradores (1998) afirmou que a diminuição da glutamina durante exercício prolongado refere-se ao aumento da concentração de lactato sanguíneo, que altera o pH do sangue (acidose metabólica) e favorece a maior captação de glutamina pelos rins. A eliminação de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) pelos rins envolve o fornecimento de amônia oriunda da glutamina. A amônia formada a partir da glutamina escapa das células do túbulo renal por um processo de difusão passiva e se une a prótons H<sup>+</sup> formando íons amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). A perda de íons hidrogênio auxilia na manutenção do equilíbrio ácido-base.

Contudo, Rogero e Tirapegui (2000) afirmou que numerosos trabalhos têm demonstrado que a diminuição significativa das concentrações plasmática e tecidual de glutamina durante e após exercício intenso e prolongado se deve ao aumento da concentração do hormônio cortisol, por meio do estímulo do fluxo de glutamina muscular e da captação de glutamina pelo fígado. O mesmo complementou em 2002 que o aumento da captação de glutamina por células do sistema imune, principalmente quando ativadas, pode colaborar para a diminuição da glutaminemia induzida pelo exercício.

Desta forma, citou Cruzat e colaboradores (2007) o estudo de Fläring e colaboradores (2003) realizado em 2003 com indivíduos, onde após serem submetidos a eventos de estresse metabólico – cirurgias na região abdominal – estes indivíduos foram suplementados durante três dias com glutamina. Os resultados mostraram que a intervenção com glutamina atenuou a depleção de GSH (Glutathione), fato que beneficiou a recuperação dos pacientes. Desse modo, a suplementação com glutamina pode representar uma intervenção nutricional

eficaz na recuperação de indivíduos com traumas e submetidos a situações extremamente catabólicas, como as decorrentes do exercício físico, uma vez que atenua a degradação dos estoques de antioxidantes corporais.

Outro estudo citado por Cruzat foi realizado por Vom e Häussinger (1996) em 1996, o mesmo relacionou a glutamina e o volume celular, demonstrando que o transporte desse aminoácido para o meio intracelular promove concomitantemente uma elevação na captação de íons sódio, o que aumenta o volume da célula e pode ser considerado como um sinal anabólico, uma vez que o volume celular altera favoravelmente o turnover proteico, promovendo a síntese proteica e aumentando a disponibilidade de substratos para os diversos sistemas envolvidos no processo de reparação tecidual.

Conclui Cruzat (2007) que a suplementação com vitamina E, creatina e glutamina pode atenuar o estresse oxidativo ou reduzir a quantidade de lesões celulares decorrentes de exercícios físicos exaustivos.

No entanto, Rogero e Tirapegui (2003), questiona a efetividade da suplementação com glutamina devido ao fato de aproximadamente 50% deste aminoácido ser metabolizado por células da mucosa intestinal.

Para Carvalho e colaboradores (2003), é sabido que a glutamina age como nutriente para as células de divisão rápida, como as intestinais (enterócitos) e do sistema imunológico (leucócitos). Portanto, quando a suplementação é oral, há pouca disponibilidade desse aminoácido para outras regiões do organismo, devido ao elevado consumo das células intestinais. Desta forma os efeitos da suplementação oral de glutamina ainda são questionáveis.

Gardner (1975) cita como uma alternativa para conseguir transpor a barreira das células intestinais, fazer a suplementação de dipeptídeos de glutamina como a alanil-glutamina, uma vez que, este é absorvido e passa para a corrente sanguínea, podendo servir posteriormente de substrato para outros tecidos, incluindo principalmente o muscular.

Em 2009, em um novo estudo, o mesmo autor Cruzat abordou alguns aspectos bioquímicos, metabólicos e mecanismos moleculares da glutamina, bem como os

efeitos de sua suplementação e relação com as diversas vias de sinalização celular, em especial a expressão de proteínas de choque térmico (Heat Shock Proteins - HSPs). Citou Cruzat, nos estudos de Castell e colaboradores (1997), realizado com atletas no estado de repouso, foi verificado que a concentração plasmática de glutamina aumentou cerca de 30 minutos após a ingestão oral de uma solução com L-glutamina (100mg/kg de peso corporal), retornando aos valores basais no decorrer de aproximadamente duas horas.

Contudo ao investigarem o efeito da suplementação com L-glutamina (5g em 330mL de água) logo após a realização de uma maratona analisando alguns parâmetros como: Citocinas, IL-2 (interleucina 2) e o TNF- $\alpha$  (Fator-alfa de Necrose Tumoral), não houveram alterações significativas.

No estudo de Bowtel (1999) realizado com indivíduos fisicamente ativos, foi verificado o efeito da suplementação oral com L-glutamina sobre a glutaminemia e os estoques de glicogênio muscular, após sessão de exercício intenso de corrida.

A suplementação (8g de glutamina em 330mL de água) aumentou a concentração plasmática de glutamina durante o período de recuperação em 46%, o que segundo o autor, permite inferir que uma substancial proporção de glutamina administrada oralmente escapou da utilização por parte das células da mucosa intestinal e da captação pelo rim e fígado.

Complementando a sua pesquisa Cruzat, cita o estudo de Yang e colaboradores (1999), o qual foi relacionado estudos sobre a glutamina com o volume celular. Este trabalho demonstrou que o seu transporte para o meio intracelular promove elevação na captação de sódio, o que alteraria o volume da célula. O aumento no volume celular pode ser um sinal anabólico, uma vez que altera favoravelmente o turnover proteico, pois promoveria a síntese proteica e aumentaria a disponibilidade de substratos para os diversos sistemas envolvidos no processo de recuperação e reparação tecidual (Klassen e colaboradores, 2000; Vom e Häussinger, 1996).

O trabalho realizado por Varnier e colaboradores (1995), observou que a administração parenteral de glutamina, após exercício de alta intensidade, promoveu o aumento dos estoques de glicogênio muscular, fato que pôde beneficiar a recuperação da

lesão induzida pelo exercício exaustivo. Uma vez que, os indivíduos ao serem submetidos a eventos de estresse metabólico, tais como cirurgias na região abdominal, foram suplementados, de forma parenteral, durante três dias com L-glutamina.

Os resultados mostraram que a intervenção com L-glutamina atenuou a depleção muscular de GSH (glutathiona), o que beneficiou a recuperação dos pacientes (Flaring e colaboradores, 2006).

Contudo, Valencia e colaboradores (2002), quando investigaram os efeitos da suplementação com L-glutamina, porém por via oral, em humanos sedentários, não observaram aumento na concentração de GSH plasmática.

Os valores de glutamina e glutamato plasmáticos, contudo, se elevaram em comparação com os do grupo controle do estudo. Indicando que a forma de administração pode influenciar o metabolismo da glutamina, bem como a síntese de GSH. antioxidantes corporais.

O trabalho realizado por Varnier e colaboradores (1995), observou que a administração parenteral de glutamina, após exercício de alta intensidade, promoveu o aumento dos estoques de glicogênio muscular, fato que pôde beneficiar a recuperação da lesão induzida pelo exercício exaustivo. Uma vez que, os indivíduos ao serem submetidos a eventos de estresse metabólico, tais como cirurgias na região abdominal, foram suplementados, de forma parenteral, durante três dias com L-glutamina.

Os resultados mostraram que a intervenção com L-glutamina atenuou a depleção muscular de GSH (glutathiona), o que beneficiou a recuperação dos pacientes (Flaring e colaboradores, 2006). Contudo, Valencia e colaboradores (2002), quando investigaram os efeitos da suplementação com L-glutamina, porém por via oral, em humanos sedentários, não observaram aumento na concentração de GSH plasmática.

Os valores de glutamina e glutamato plasmáticos, contudo, se elevaram em comparação com os do grupo controle do estudo. Indicando que a forma de administração pode influenciar o metabolismo da glutamina, bem como a síntese de GSH.

Grittes (2011) realizou uma pesquisa sobre a ação da glutamina na minimização do estresse causado por liberações de cortisol

durante exercício físico prolongado e intenso. Seus objetivos foram favoráveis à utilização da suplementação da glutamina, pois o grupo suplementado (30 dias com 5g de glutamina em jejum no período da manhã e 5g após exercício físico) apresentou níveis de concentração de cortisol mais baixo do que o grupo não suplementado e segundo o relato dos participantes do grupo controle houve melhora nos sintomas intestinais como gases e o trânsito intestinal com o uso da suplementação de glutamina. Entretanto, para uma análise mais adequada estatisticamente o número reduzido de participantes bem como as diferenças hormonais encontradas em

homens e mulheres podem ter sido uns fatores limitantes para conclusões definitivas, pois os dados disponíveis são insuficientes para avaliar a efetividade da glutamina na minimização do estresse causado pelo cortisol em praticantes de exercício físico de alta intensidade (Grittes, 2011).

Propôs Liberali (2012) realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos da suplementação de glutamina no exercício físico, de acordo com a autora 11 artigos abordavam o respectivo tema. Dentro dos resultados apresentados os que estavam potencialmente adequados ao objetivo desta revisão foram:

**Tabela 1 - Estudos sobre o efeito da suplementação de glutamina no exercício.**

Autor	Objetivo/ Amostra (n, sexo e idade)	Duração e intervenção/ O que mediu	Resultados
Daniel e Cavaglieri (2005)	<b>Objetivo</b> – analisar os efeitos da glutamina como substrato na produção de energia, sobre a performance de atletas de futebol de campo. <b>Amostra</b> – 14 atletas de futebol do sexo masculino, entre 15 e 17 anos.	<b>Intervenção</b> – Suplementação com placebo ou 5g de L-glutamina diluídos em 200ml de água após o treinamento, sendo que ambos os grupos (G1 e G2) receberam 30 doses de glutamina e 30 doses de placebo em períodos distintos.	Nenhum efeito.
Hoffman e colaboradores (2010)	<b>Objetivo</b> – examinar a eficácia de duas diferentes doses do dipeptídeo L-alanil-L-glutamina no desempenho, recuperação e resposta regulatória de fluidos durante exercício de endurance exaustivo, após 2,5% de Intervenção desidratação. <b>Amostra</b> – 10 homens, com média de idade de 20,8 anos.	<b>Intervenção</b> – os indivíduos realizaram protocolo para desidratação (2,5%). Em seguida foram reidratados até 1,5% do peso corporal com água (placebo) ou uma das doses de L-alanil-L-glutamina (0,05g/kg/L ou 0,2g/kg/L). Após, realizaram protocolo de exercício em cicloergômetro a 75% do VO <sub>2</sub> max até exaustão. Mediu – glutamina, glicose, lactato, potássio, sódio, aldosterona, arginina, vasopressina, proteína C-reativa, IL-6, malondialdeído, testosterona, cortisol, ACTH, hormônio do crescimento e creatina quinase.	1 - A suplementação com Lalanil-L-glutamina forneceu significativo benefício ergogênico pelo aumento do tempo de exaustão. 2 – A suplementação não teve nenhum efeito nas respostas imune, inflamatória e de estresse oxidativo. Também não influenciou o eixo hipófiseadrenaltesticular.

Apenas Hoffman e colaboradores (2010), verificaram o efeito ergogênico da suplementação com glutamina, com aumento do tempo de exaustão, que pode ter sido mediado pela melhora na absorção de eletrólitos e fluidos. Contudo, não houve efeito em relação às respostas imune, inflamatória e de estresse oxidativo. Concluiu Liberali (2012) que não foram encontrados efeitos significativos da suplementação de glutamina associada ao exercício no sistema imune e melhora do desempenho.

Uma revisão realizada por Rogero e colaboradores (2005) teve como objetivo elucidar mecanismos envolvidos na síndrome do overtraining.

Para Barbanti (1997) “a gênese da síndrome de overtraining está diretamente relacionada com uma estratégia de treinamento largamente utilizada pela grande maioria dos treinadores, denominada “teoria da supercompensação”, que se fundamenta no princípio da sobrecarga progressiva. Porém, infelizmente, em diversos casos os

atletas submetidos a essa sobrecarga de treinamento não se recuperam da maneira planejada e passam a apresentar os sintomas da síndrome de overtraining, tais como fadiga generalizada, depressão, apatia, dores musculares e articulares, infecções do trato respiratório superior e diminuição de apetite, dentre outros”.

Falando especificamente da relação entre glutamina e a síndrome do overtraining, o autor Newsholme e colaboradores (1991) propõe a teoria de que a redução na concentração de glutamina devido a uma atividade física exaustiva estaria diretamente ligada a diminuição da resposta imune e, conseqüentemente, ao aumento de infecções observadas na síndrome de overtraining.

De acordo com Rowbottom e Keast (1996), Smith (2000) e Rogero e Tirapegui (2003) a glutamina sofre mudança de rota metabólica durante atividades físicas prolongadas e intensas, devido a um maior fluxo desse aminoácido para o fígado onde desempenha atividades importantes para a manutenção do desempenho do atleta, como a síntese de glicose, através da neoglicogênese.

Castell (1998) e Rogero e colaboradores (2004) afirmam que devido a essa disponibilidade de glutamina encontrar-se reduzida para as células do sistema imunológico, a suscetibilidade desses atletas adquirirem infecções do trato respiratório superior após atividades físicas exaustivas, é muito grande. Essa diminuição da concentração plasmática de glutamina pode acompanhar ou preceder a síndrome de overtraining em atletas.

Parry-Billings e colaboradores (1992) e Kingsbury (1998), realizaram estudos avaliando as concentrações plasmáticas de glutamina após atividade física. O estudo avaliou 3 grupos (atletas de elite com sintomas de overtraining, indivíduos engajados em programas de treinamento considerados adequados com períodos de recuperação suficientes e corredores recreacionais) e, em outro estudo foram avaliados atletas de elite durante o período pré-olímpico e imediatamente após o término das olimpíadas. No estudo realizado por Parry-Billings houve redução significativa da glutamina plasmática entre os atletas com sintomas de overtraining em comparação aos outros dois grupos. Já no estudo de Kingsbury foi observado que atletas que apresentavam características como fadiga

durante o treino, apresentaram concentração de glutamina plasmática abaixo dos valores considerados normais (500 a 750 $\mu$ mol/l) e permaneceu assim, após as olimpíadas, no período de treinamento leve.

Ainda, de acordo com o estudo realizado Rowbottom e Keast (1996) onde avaliaram 10 atletas considerados em estado de overtraining e observaram parâmetros hematológicos, bioquímicos e imunológicos. O presente estudo teve a glutamina como o único parâmetro que apresentou diminuição acentuada nesses indivíduos, chegando a ficar 30% abaixo do que é considerado normal.

Keast e colaboradores (1995), observaram que num período de 10 dias de treinamento intenso, houve uma diminuição em 50% da concentração de glutamina no plasma em relação ao que foi observado antes do início do treinamento intenso. Essa redução na glutaminemia ocorreu concomitantemente com a diminuição do desempenho entre os atletas, que representa um dos principais sintomas da síndrome de overtraining. A partir dos resultados encontrados, Keast e colaboradores (1995), sugerem que a diminuição da glutaminemia não constitui a causa primária da síndrome de overtraining, mas que alterações na concentração plasmática de glutamina podem representar um excelente indicador desta síndrome.

Phillips (2014) realizou uma pesquisa com o objetivo de fornecer uma breve visão geral de fatores que regulam a hipertrofia e como eles podem ser afetados por fatores nutricionais, tendo como foco a proteína. O estudo traz possibilidades de suplementos de proteínas e aminoácidos isolados, que contribuem para a síntese de proteína muscular e redução da quebra da musculatura. Dentre as fontes de proteína e aminoácidos, foram estudados o leite e o ovo propriamente dito e suas proteínas, a proteína do soro do leite, suplemento de caseína, arginina, leucina e glutamina. Phillips concluiu que a glutamina não demonstrou ser eficaz no aumento do anabolismo induzido pelo exercício de resistência em humanos e não há motivos para sua inclusão em suplementos, com base em evidências atuais.

Referenciando Candow e colaboradores (2001) observou-se que, jovens realizando treinamento com exercícios de resistência e que receberam glutamina (0,9 g / kg de tecido magro / dia) durante seis

semanas, não tiveram qualquer benefício na síntese de proteína muscular após a realização desse treinamento.

Soeters e colaboradores (2012) afirma que a suplementação de glutamina tem-se mostrado útil em certas populações, principalmente na prática clínica, já que há uma relativa falta de glutamina intracelular.

Porém, de acordo Wilkinson e colaboradores (2006) a glutamina é ineficaz em populações que possuem adequados níveis do aminoácido, pois para aumentar a glutamina intracelular, seria necessária uma dose elevada da mesma, considerado difícil na prática. Portanto, Phillips concluiu que a glutamina não demonstrou ser eficaz no aumento do anabolismo induzido pelo exercício de resistência em humanos e não há motivos para sua inclusão em suplementos, com base em evidências atuais.

Um estudo realizado por Gunzer e colaboradores (2012), teve o objetivo de proporcionar uma revisão crítica de dados atualizados sobre o potencial imunomodulador de macronutrientes (gordura, proteína e carboidrato) selecionados e avaliar a sua eficácia em atletas de endurance.

Segundo Jeukendrup e colaboradores (2010), o sistema imunológico humano e sua resposta a qualquer estímulo específico é extremamente complexo e compreende uma variedade de elementos físicos, subpopulações celulares, hormônios interativos e moduladores.

Para Gleeson e colaboradores (2004) e Maughan e colaboradores (2010), treinamentos ou competições de endurance como maratonas ou ciclismo de longa distância, geram estresse físico extremo e levam a imunodepressão em atletas. Esta, por sua vez, está associada com o aumento da susceptibilidade à infecção, especialmente, infecções do trato respiratório superior.

De acordo com Walsh (2006), Braun e colaboradores (2004) e Li e colaboradores (2007), a glutamina é o aminoácido mais abundante no músculo humano e no plasma, sendo um importante combustível para os leucócitos e linfócitos, desempenhando um papel importante na síntese de proteínas, na produção de citocinas e na função dos macrófagos.

Para Jeukendrup e colaboradores (2010) a diminuição plasmática de glutamina, em cerca de 20%, está associada ao exercício

prolongado e Walsh (2006) e Gleeson (2008) afirmam que a queda de glutamina plasmática, pode levar à imunodepressão e um maior risco de infecções do trato respiratório superior.

Castell e colaboradores (1996) relatou que houve um menor aumento significativa de sintomas de infecções do trato respiratório superior (32%), em grupo de corredores no período de 7 dias após um evento do tipo maratona suplementados com glutamina (5 g de glutamina em 330 mL de água) em comparação com o grupo placebo.

Para Gleeson (2008), doses superiores a 5 g de glutamina, precisam ser ingeridas a cada 30-60 minutos durante o exercício para elevar a concentração plasmática de glutamina. Portanto, mesmo sabendo da importância da glutamina na imunidade, ainda não há evidências que confirmem que o uso de suplementos de glutamina pode melhorar a função imunológica em atletas.

Walsh e colaboradores (2011) concluem que uma disponibilidade de nutrientes adequada, através de uma dieta bem equilibrada e com uma distribuição suficiente, pode ajudar a manter a imunocompetência em atletas, já que uma nutrição inadequada afeta quase todos os aspectos do sistema imunológico.

Uma revisão realizada por Novelli e colaboradores (2007) teve como objetivo apresentar benefícios da suplementação da glutamina em atletas e indivíduos fisicamente ativos.

“De acordo com Brugger (1998), Gleeson (2005), Rhode e colaboradores (1996), durante o exercício prolongado e intenso, o sistema imune é influenciado pela diminuição da concentração plasmática de glutamina. Isso porque as células desse sistema (linfócitos, macrófagos e neutrófilos) utilizam este aminoácido como substrato energético e precursor para a síntese de proteínas e de bases nitrogenadas.”

Bergström e colaboradores (1997) observaram que houve aumento do conteúdo muscular de glutamina nos primeiros dez minutos (de 18,9 para 23,6 mmol/L) utilizando um exercício de intensidade a 70% do  $\text{VO}_2$  máx, acompanhado de diminuição com o decorrer do exercício. Em outro estudo, Rennie e colaboradores (2006) observaram que houve diminuição da concentração de glutamina muscular (de 21,6 para 14,3

mmol/L) em humanos logo após uma sessão de exercício com duração de 225 minutos, a 50% do  $\text{VO}_2$  máx. Garcia e colaboradores (2000) concluem que os dois estudos indicam que há o aumento na síntese de glutamina, porém sua liberação supera esta síntese e, no decorrer do exercício, a concentração intracelular tende a diminuir. O aumento da síntese e da liberação de glutamina pelos músculos ocorre como um recurso para prevenir o acúmulo de amônia e intoxicação dos miócitos, durante o exercício.

Segundo Garcia e colaboradores (2000) e Rogero e colaboradores (2005), diversas alternativas de suplementação com glutamina aplicada antes, durante e após o exercício vêm sendo estudadas, buscando a reversão da diminuição da concentração plasmática e tecidual deste aminoácido, que ocorre após o exercício intenso e prolongado.

Em um estudo realizado por Castell e colaboradores (1996), avaliaram a ingestão oral de L-glutamina (dose de 0,1g/kg de massa corporal dissolvida em água), ou uma dose única de 5g. Observaram que houve um aumento em 100% da concentração de glutamina no plasma 30 minutos após a ingestão, sendo que a glutaminemia retornou aos valores basais duas horas após a suplementação.

Porém, ainda de acordo com Garcia e colaboradores (2000), em outros estudos que foram realizados utilizando a suplementação de glutamina, alguns deles não demonstraram nenhum efeito positivo ou tiveram efeito pouco significativo sobre a imunocompetência de atletas submetidos a exercícios ou treinamentos intensos e prolongados. Rohde e colaboradores (1996), em um estudo, suplementou com doses de L-glutamina (100 mg/kg de massa corporal) administrando à 0, 30, 60 e 90 minutos após uma maratona.

Observaram que essa suplementação manteve a concentração plasmática próxima aos valores verificados antes do exercício. Porém não demonstrou efeito sobre a resposta proliferativa de linfócitos, sobre a atividade de células natural killer ativadas por linfocinas, assim como sobre as alterações induzidas pelo exercício na concentração e porcentagem de algumas sub-populações de leucócitos.

Em uma pesquisa realizada por Woodgate e colaboradores (2002), observaram o efeito da suplementação de glutamina sobre o aumento do rendimento em

praticantes de levantamento de peso. Os participantes ingeriram glutamina (0,2 g/kg de massa corporal), glicina (0,2g/kg de massa corporal) ou placebo, e realizaram exercício após uma hora da ingestão da suplementação.

Porém, não observaram alteração significativa no número de repetições realizadas, concluindo que o desempenho dos levantadores de peso não aumentou com a suplementação de glutamina.

Em 2008 o pesquisador Glesson (2008), objetivou buscar evidências para os efeitos da glutamina e sua suplementação. Assim como citado acima, muitos autores atribuem à diminuição da glutamina plasmática à prática de exercício extenuante por atletas.

O estudo, além de elucidar fatores já discutidos acerca da imunodepressão, propõe a suplementação para minimizar os efeitos no sistema imunológico e conseqüente redução no desempenho.

Segundo Rohde e colaboradores (1998) em um estudo randomizado, placebo-controlado, com indivíduos que realizam três lutas sucessivas, em um ciclo de exercício ergométrico, a 75% de  $\text{VO}_2$  máximo para 60, 45 e 30 minutos com 2h de descanso entre cada luta, foram alimentados com glutamina (0,1 g / kg bm) 30 minutos antes e 30 minutos após cada sessão de exercícios. A concentração plasmática de glutamina no sangue diminuiu de 508 +/- 35 mmol/L (pré-exercício) para 402 +/- 38 mmol/L em 2 h após o último exercício comparado com o placebo e foi mantido acima dos níveis no pré-exercício nos indivíduos que tiveram a suplementação de glutamina. Observou-se que mesmo que a suplementação tenha prevenido a queda na concentração da glutamina plasmática, isto não impediu que ocorresse a queda na proliferação de linfócitos, 2 horas após cada luta, assim como também não impediu a queda na atividade de linfoquina ativando células Natural Killer (NK) em 2 horas após o final da sessão de exercício.

Krzywkowski e colaboradores (2001) em seus estudos, também mostrou o uso da suplementação da glutamina em situações similares. O uso da glutamina durante e após 2 horas de ciclismo, não impediu a diminuição da atividade das células NK ou na concentração de imunoglobulina A na saliva.

Em outro estudo realizado por Walsh e colaboradores (2000), os indivíduos ingeriram 3 g de glutamina a cada 15 minutos a partir

dos 30 minutos finais de uma sessão de exercício de 2 horas, e a cada 15 minutos durante um período de recuperação de 2 horas (total ingestão de 30 g de glutamina). Observou-se que não houve qualquer efeito sobre a transitória induzida por exercício diminuir em bactérias estimuladas a desgranulação dos neutrófilos.

Castell e colaboradores (1997) realizaram um estudo randomizado, duplo-cego, controlado por placebo, onde corredores que participam de corridas de ultra-maratona e maratona, receberam uma bebida placebo ou glutamina (5 g de glutamina em 330 ml de água) que foi ingerida 2 horas após a corrida.

Também foram aplicados questionários para que os atletas relatassem a ocorrência de sintomas de infecções do trato respiratório superior, durante 7 dias após a corrida. Os participantes (n= 72) que receberam a bebida de glutamina, 81% não apresentaram episódios de infecções do trato respiratório superior na semana seguinte à corrida. Já os participantes (n= 79) que receberam a bebida placebo (maltodextrina), apenas 49% não apresentaram episódios de infecções do trato respiratório superior na semana seguinte à corrida. Concluiu-se que o uso do suplemento de glutamina nas 2 horas após a corrida, diminuiu a incidência de infecção na semana após o evento. Porém, é improvável que a dose de glutamina tenha sido suficiente para prevenir a diminuição nas concentrações de glutamina plasmática no pós-exercício. Em outro estudo com o mesmo grupo, a diminuição na concentração de glutamina no plasma no grupo do placebo foi semelhante ao grupo suplementado com glutamina (5 g de glutamina em 330 mL de água) imediatamente após 2 h de uma maratona.

Ainda, de acordo com Ziegler e colaboradores (1990), em um estudo com suplementação oral de glutamina de 0,1 g / kg bm (7 g), ocorreu o aumento da concentração plasmática de glutamina em 50% dentro de 30 min e sua concentração voltou a valores basais dentro de 90-120 minutos. Pode-se concluir que, doses acima de 5 g precisam ser ingeridas com intervalos frequentes (por exemplo, a cada 30-60 minutos) para sustentar uma elevação moderada da concentração de glutamina no plasma ao longo de várias horas.

Welbourne (1995) relatou que a concentração plasmática de bicarbonato foi aumentada em 2,7 mmol/L (um aumento de 10% acima da linha de base) 90 min após a ingestão oral de 2 g de glutamina (16-36 mg/kg bm).

Porém, um estudo controlado por placebo de Haub e colaboradores (1998), investigou os efeitos da suplementação de glutamina (30 mg/kg bm) na capacidade de tamponamento extracelular e desempenho do exercício de alta intensidade e não encontrou quaisquer efeitos benéficos sobre o equilíbrio ácido-base do sangue ou tempo de fadiga em ciclistas com 100% VO<sub>2</sub> máx.

De acordo com Welbourne (1995), a concentração plasmática do hormônio de crescimento foi quatro vezes maior após 90 minutos, com a ingestão oral de 2g de glutamina. Contudo, observou-se que há um aumento 20 vezes na concentração plasmática do hormônio de crescimento, induzido por exercícios de moderada e alta intensidade e, portanto, este não é um motivo para atletas envolvidos em treinamento tomarem suplementos de glutamina. Ainda falando dos efeitos da suplementação de glutamina, Gleeson e colaboradores (1998), mostrou que não há nenhuma evidência científica para um efeito benéfico da suplementação de glutamina oral sobre a reparação muscular após a lesão induzida pelo exercício e não há evidências na redução da dor muscular ao consumir glutamina, quando comparado com placebo.

Quanto à ingestão e suplementação de glutamina, Manninen (2004), relatou que o consumo médio diário de glutamina a partir da proteína dietética é de aproximadamente 3-6g/d. É visto que os suplementos estão disponíveis sob a forma de comprimidos de L-glutamina ou cápsulas (250, 500, e 1.000 mg) ou como um pó. Outras fontes alimentares de glutamina para atletas podem incluir: proteína de soro de leite e proteína hidrolisada.

Um estudo de longo prazo de Krieger e colaboradores (2004), com altas doses repetidas de glutamina em atletas (quatro mulheres e nove homens) de alta aptidão, consumiram 0,1 g/kg bm de L-glutamina quatro vezes ao dia (média de ingestão de 28 g/d) durante 2 semanas. Não houve relatos de efeitos nocivos, mas essa mesma ingestão de glutamina não impediu uma diminuição na

concentração plasmática de glutamina durante 9 dias de treinamento intensivo.

Para Kingsbury e colaboradores (1998), há alguns indícios de que uma ingestão adicional de 20 a 30 g/d de proteínas pode restaurar os níveis de glutamina plasmática, deprimidos em atletas treinados. Portanto, o autor conclui que, garantir uma ingestão adequada de proteína para os atletas é mais importante que o consumo de suplementos de glutamina.

Mauras e colaboradores (2010) investigou os efeitos da glutamina no controle glicêmico durante e após o exercício em adolescentes com diabetes tipo 1. Foram estudados dez adolescentes em bombas de insulina. Estes foram distribuídos aleatoriamente para receber placebo ou uma glutamina bebida pré-exercício e ao deitar (0,25 g/kg/dose). Realizando sessão de exercício às 15h; 4 sessões de esteira em 15 com frequência cardíaca de 140bpm, durante 3 semanas. A glicose no sangue dos participantes no pré-exercício foi de 140-150 mg/dl e foi monitorizada ao longo da noite.

Mauras e colaboradores (2010), observou que os níveis de glicose no sangue caíram comparativamente (52%) durante o exercício em ambos os dias. No entanto, o número de eventos durante a noite hiperglicêmicos era mais elevado do que o placebo em glutamina (70 mg/dl, P 0,03 e 60, P 0,05). A probabilidade cumulativa de hipoglicemia noturna foi aumentada em dias de glutamina (80%) versus dias de placebo (50%) (P 0,02).

Os dados do estudo piloto sugerem que a suplementação de glutamina aumenta a probabilidade de hipoglicemia noturna em adolescentes com diabetes tipo 1 após a realização de exercícios pesados durante a noite em comparação com placebo em adolescentes com diabetes tipo 1. Evidências indiretas sugerem glutamina pode de fato melhorar a sensibilidade à insulina pós exercício, contudo é necessário um estudo mais aprofundado, com amostra maior do que a realizada neste estudo piloto, destacou Mauras e colaboradores (2010).

Em 2008, Marwood e Bowtell (2008) estudaram o efeito da suplementação de glutamina e hiperóxia sobre o metabolismo oxidativo e desempenho durante o exercício de alta intensidade. O pioneiro estudo teve como objetivo determinar se a glutamina oral,

isoladamente ou em combinação com hiperóxia (alta concentração de oxigênio), a influencia o metabolismo e ciclo de desempenho de contra-relógio oxidativo.

Participaram do trabalho oito voluntários que consumiram placebo ou 0,125 g/kg de glutamina 1 h antes do exercício em condições normais de oxigênio (normóxia) (controle e glutamina, respectivamente) ou em condições de uma concentração alta de oxigênio (hiperóxia). Depois deste tempo os voluntários pedalarão por 6 min em 70% consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub> max).

Os autores Marwood e Bowtell (2008), concluíram que o incremento do consumo de oxigênio pulmonar durante o teste de desempenho ( $\Delta$ VO<sub>2</sub> max, P= 0.02) e desempenho do exercício (controle: 243 s, sx = 7; glutamina: 242 s, sx = 3; hiperóxia: 231 s, sx= 3; hiperóxia + glutamina: 228 s, sx = 5; P= 0.01) foram significativamente melhorados em condições de hiperóxia, assim como houve alguma evidência de que a ingestão de glutamina aumentou  $\Delta$ VO<sub>2</sub> max em normóxia, mas não em hiperóxia (bebida interação / FiO<sub>2</sub>, P= 0.04), porém não houve efeito ou impacto no desempenho. No geral, os dados demonstraram que não houve nenhum efeito principal da ingestão de glutamina sobre desoxigenação muscular ou concentração plasmática de lactato.

Desta forma os resultados sugerem que não houve efeito da ingestão de glutamina sobre o metabolismo oxidativo ou o desempenho durante o exercício máximo, quer esta seja consumida isoladamente ou em combinação com a hiperóxia.

## CONCLUSÃO

Após a revisão realizada no presente trabalho, há dados insuficientes na literatura sugerindo a influência da suplementação de glutamina na performance atlética.

Conforme o levantamento bibliográfico realizado, alguns autores obtiveram resultados positivos com estudos sobre glutamina. Pode-se verificar a influência da glutamina na atenuação da depleção de GSH, uma vez que atenua a degradação dos estoques de antioxidantes corporais, entretanto a forma de administração da mesma influencia diretamente no seu metabolismo, a suplementação por via oral na forma de dipeptídeo representa a maneira mais eficiente

de fornecimento de glutamina para o organismo.

Outro fator que merece atenção é a suplementação de glutamina relacionada ao sistema imunológico, uma vez que, a sua diminuição plasmática permite que os atletas fiquem mais suscetíveis a infecções do trato respiratório superior podendo preceder a síndrome de overtraining, consequentemente diminuir seu desempenho atlético.

Observou-se a influência da glutamina na síntese proteica através da captação de íons sódio, por meio do aumento do volume celular.

Assim como, no estudo piloto de Mauras e colaboradores (2010) evidências indiretas sugeriram que a suplementação de glutamina poderá melhorar a sensibilidade à insulina pós exercício em adolescentes com diabetes tipo 1.

Contudo, a partir dos artigos levantados nas bases de dados observa-se que a atividade da glutamina está relacionada ao tipo e a intensidade do exercício a ser praticado.

Desta forma devem ser realizadas mais pesquisas nesta área, o que permitirá a elucidação do papel ergogênico da suplementação de glutamina com populações específicas de atletas, modalidades esportivas, com amostra adequada estatisticamente, o que permitirá determinar necessidades e fracionamentos, tanto em atletas como em indivíduos fisicamente ativos. Proporcionando desta forma dados suficientes para avaliar a sua efetividade.

## REFERÊNCIAS

- 1-Barbanti, V. Teoria e prática do treinamento desportivo. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.
- 2-Bergström, J.; Furst, P.; Noree, L. O.; Vinnars, E. Intracellular free amino acid concentration in human muscle tissue. *J Appl Physiol*. Vol. 36. p. 693-697. 1997.
- 3-Bowtell, J. L.; e colaboradores. Effect of oral glutamine on whole body carbohydrate storage during recovery from exhaustive exercise. *J Appl Physiol*. Vol. 86. p. 1770-1777. 1999.
- 4-Braun, W. A.; Von Duvillard, S. P. Influence of carbohydrate delivery on the immune response during exercise and recovery from exercise. *Nutrition*. Vol. 20. p. 645-650. 2004
- 5-Brugger, N. A. Respostas imunes agudas ao exercício aeróbico contínuo e cíclico. *Rev Bras Ativ Fis*. Vol. 3. p. 49-65. 1998.
- 6-Candow, D. G.; Chilibeck, P. D.; Burke, D. G.; e colaboradores. Effect of glutamine supplementation combined with resistance training in young adults. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 86. p. 142-149. 2001.
- 7-Carvalho, J. P.; e colaboradores. Glutamine and carbohydrate supplements reduce ammonemia increase during endurance field exercise. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*. Vol. 32. p. 1186-1190. 2007.
- 8-Carvalho, T.; e colaboradores. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: Comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esp*. Vol. 9. p. 1-12. 2003.
- 9-Castell, L. M.; Poortmans, J. R.; Newsholme, E. A. Does glutamine have a role in reducing infections in athletes? *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol*. Vol. 73. p. 488-490. 1996.
- 10-Castell, L. M.; Newsholme, E. A. Glutamine and the effects of exhaustive exercise upon the immune response. *Can J Physiol Pharmacol*. Vol. 76. p. 524-532. 1998.
- 11-Castell, L. M.; e colaboradores. Some aspects of the acute phase response after a marathon race, and the effect of glutamine supplementation. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 75. p. 47-53. 1997.
- 12-Castell, L. M.; Newsholme, E. A. The effects of oral glutamine supplementation on athletes after prolonged, exhaustive exercise. *Nutrition*. Vol. 13. p. 738-742. 1997.
- 13-Cruzat, V. F.; Petry, E. R.; Tirapegui, J. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 13. Núm. 5. 2007
- 14-Cruzat, V. F. Efeito da suplementação com L-glutamina e L-alanil-L-glutamina sobre parâmetros de lesão muscular e de inflamação em ratos treinados e submetidos a exercício

intenso de natação. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. São Paulo, 2008.

15-Cruzat, V. F.; Petry, E. R.; Tirapegui, J. Glutamina: Aspectos Bioquímicos, Metabólicos, Moleculares e Suplementação. Rev. Bras. Med. Esporte. Vol. 15. Núm. 5. p. 392-397. 2009.

16-Curi, R. Glutamina: metabolismo e aplicações clínicas e no esporte. Rio de Janeiro. Sprint. 2000. 261p.

17-Daniel, J. F.; Cavaglieri, C. R. Efeitos da suplementação crônica de glutamina sobre a performance de atletas de futebol da categoria juvenil. Revista Brasileira de Ciência e Movimento. Vol. 13. Num. 4. 2005. p. 55-64.

18-Fläring, U. B.; e colaboradores. Glutamine attenuates post-traumatic glutathione depletion in human muscle. Clin Sci. Vol. 104. p. 27582. 2003.

19-Garcia, J. R. J.; Curi, R. Glutamina e exercício. In: Curi, R. Glutamina – Metabolismo e Aplicações Clínicas e no Esporte. São Paulo: Sprint. p. 243-252. 2000.

20-Gardner, M. L. G. Absorption of amino acids and peptides from a complex mixture in the isolated small intestine of the rat. J Physiol. Vol. 253. p. 233-256. 1975.

21-Gleeson, M. Dosing and efficacy of glutamine supplementation in human exercise and sport training. J Nutr. Vol. 138. p. 2045S-2049S. 2008.

22-Gleeson, M.; Nieman, D.C.; Pedersen, B. K. Exercise, nutrition and immune function. J. Sports Sci. Vol. 22. p. 115-125. 2004.

23-Gleenson, M. Interrelationship between physical activity and branched-chain amino acids. J Nutr. Vol. 135. p. 1591-1595. 2005.

24-Gleeson, M.; e colaboradores. The effect of severe eccentric exercise-induced muscle damage on plasma elastase, glutamine and zinc concentrations. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. Vol. 77. p. 543-546. 1998.

25-Gunzer, W.; e colaboradores. Exercise-Induced Immunodepression in Endurance Athletes and Nutritional Intervention with Carbohydrate, Protein and Fat-What Is Possible, What Is Not?. Nutrients. Vol. 4. p. 1187-1212. 2012.

26-Haub, M. D.; e colaboradores. Acute L-glutamine ingestion does not improve maximal effort exercise. J Sports Med Phys Fitness. Vol. 38. p. 240-244. 1998.

27-Hoffman, J. R.; e colaboradores. Examination of the efficacy of acute L-alanylLglutamine ingestion during hydration stress in endurance exercise. Journal of the International Society of Sports Nutrition. Vol. 7. Num. 8. 2010.

28-Jeukendrup, A. E.; Gleeson, M. Sport Nutrition: An Introduction to Energy Production and Performance, 2nd ed.; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2010.

29-Keast, D.; e colaboradores. Depression of plasma glutamine concentration after exercise stress and its possible influence on the immune system. Med J Aust. Vol. 162. p. 15-18. 1995.

30-Kingsbury, K. J.; Kay, L.; Hjelm, M. Contrasting plasma free amino acid patterns in elite athletes: association with fatigue and infection. Br J Sports Med. Vol. 32. p. 25-33. 1998.

31-Klassen, P.; e colaboradores. The pharmacokinetic responses of human to 20 g of alanyl-glutamine dipeptide differ with the dosing protocol but not with gastric acidity or in patients with acute dengue fever. J Nutr. Vol. 130. p. 177-182. 2000.

32-Krieger, J. W.; Crowe, M.; Blank, S. E. Chronic glutamine supplementation increases nasal but not salivary IgA during 9 days of interval training. J Appl Physiol. Vol. 97. p. 585-591. 2004.

33-Krzywkowski, K.; e colaboradores. Effect of glutamine supplementation on exercise-induced changes in lymphocyte function. Am J Physiol Cell Physiol. Vol. 281. p. C1259-C1265. 2001.

- 34-Li, P.; Yin, Y. L.; Li, D.; Kim, S. W.; Wu, G. Amino acids and immune function. *Br. J. Nutr.* Vol. 98. p. 237-252. 2007.
- 35-Manninen, A. H. Protein hydrolysates in sports and exercise: a brief review. *J Sports Sci Med.* Vol. 3. p. 60-63. 2004.
- 36-Marwood, S.; Bowtell, J. No effect of glutamine supplementation and hyperoxia on oxidative metabolism and performance during high-intensity exercise. *Journal of Sports Sciences.* Vol. 26. Núm. 10. p. 1081-1090. 2008.
- 37-Maughan, R. J.; Gleeson, M. *The Biochemical Basis of Sports Performance*, 2nd ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 2010.
- 38-Mauras, N.; e colaboradores. Effects of glutamine on glycemic control during and after exercise in adolescents with type 1 diabetes: a pilot study. *Diabetes Care.* Setembro, 2010.
- 39-Mero, A.; e colaboradores. Effect of strength training session on plasma amino acid concentration following oral ingestion of leucine, BCAAs or glutamine in men. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 105. Núm. 2. p. 215-223. 2009.
- 40-Moreira, A.; e colaboradores. Nutritional modulation of exercise-induced immunodepression in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr.* Vol. 61. p. 443-460. 2007.
- 41-Newsholme, E. A.; e colaboradores. A biochemical mechanism to explain some characteristics of overtraining. In: Brouns F, ed. *Advances in nutrition and sport.* Base: Karger, 1991. p. 79-83.
- 42-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.
- 43-Parry-Billings, M.; e colaboradores. Plasma amino acid concentration in the overtraining syndrome: possible effects on the immune system. *Med Sci Sport Exerc.* Vol. 24. p. 1353-1358. 1992.
- 44-Pereira, R. F.; Lajolo F. M.; Hirschbruch, M. D. Consumo de suplementos por alunos de academias de ginástica em São Paulo. *Rev. Nutr.* Vol. 16. Núm. 3. 2003.
- 45-Phillips, S. M. A Brief Review of Critical Processes in Exercise-Induced Muscular Hypertrophy. *Sports Med.* Vol. 44. Suppl 1. p. S71-S77. 2014.
- 46-Rennie, M. J.; e colaboradores. Branched-chain amino acids as fuels and anabolic signals in human muscle. *J Nutr.* Vol. 136. p. 264S-268S. 2006.
- 47-Rohde, T.; Maclean, D. A.; Pedersen, B. K. Effect of glutamine supplementation on changes in the immune system induced by repeated exercise. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 30. p. 856-862. 1998.
- 48-Rohde T.; e colaboradores. The immune system and serum glutamine during a triathlon. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 74. p. 428-434. 1996.
- 49-Rogero, M. M.; Tirapegui, J. Aspectos atuais sobre glutamina, atividade física e sistema imune. *Rev Bras Ciên Farm.* Vol. 36. p. 201-212. 2000.
- 50-Rogero, M. M.; Mendes, R. R.; Tirapegui, J., Aspectos Neuroendócrinos e Nutricionais em Atletas Com Overtraining. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia.* Vol. 49. Núm. 3. 2005.
- 51-Rogero, M. M.; Tirapegui, J. Considerações nutricionais e bioquímicas da suplementação de glutamina em atletas: controvérsias e aspectos atuais. *J Metab Nutr.* Vol. 7. p.106-117. 2003.
- 52-Rogero, M. M.; Tirapegui, J. Glutamina e Atividade Física. In: Tirapegui J. *Nutrição, Metabolismo e Suplementação na Atividade Física.* 2ed. São Paulo: Editora Atheneu, p. 185-198. 2012.
- 53-Rogero, M. M.; Tirapegui, J. Overtraining – Excesso de treinamento. *Nutr Pauta.* Vol. 11. p. 23-30. 2003.
- 54-Rogero, M. M.; e colaboradores. Plasma and tissue glutamine response to acute and chronic supplementation with L-glutamine and

- L-alanyl-L-glutamine in rats. *Nutr Res.* Vol. 24. p. 261-270. 2004.
- 55-Rowbottom, D. G.; e colaboradores. The emerging role of glutamine as an indicator of exercise stress and overtraining. *Sports Med.* Vol. 21. p. 80-97. 1996.
- 56-Santos, R. V. T.; e colaboradores. Effects of acute exhaustive physical exercise upon glutamine metabolism of lymphocytes from trained rats. *Life Sci.* Vol. 80. p. 573-578. 2007.
- 57-Silveira, M. C.; Grittes, S. M.; Navarro, A. C. Glutamina minimiza o estresse causado por liberações de cortisol durante exercício físico prolongado e intenso. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva.* Vol. 5. Núm. 26. p. 107-113. 2011. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/241/235>>
- 58-Simon, L.; Liberali, R. Efeitos da suplementação de glutamina no exercício físico: revisão sistemática. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva.* Vol. 6. Núm. 33. p. 193-201. 2012. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/300/303>>
- 59-Smith, L. L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 32. p. 317-331. 2000.
- 60-Soeters, P. B.; Grecu, I. Have we enough glutamine and how does it work? A clinician's view. *Ann Nutr Metab.* Vol. 60. p. 17-26. 2012.
- 61-Souto, J.; Volpini, M.; Eugenia, T. Análise do consumo de suplementos alimentares entre indivíduos de uma academia de ginástica em São Paulo. *Nutrição Profissional.* Núm. 24. 2009.
- 62-Tiperagui, J. *Nutrição: fundamentos e aspectos atuais.* 2ª edição. São Paulo. Atheneu. 2002.
- 63-Valencia, E.; Marin, A.; Hardy, G. Impact of L-glutamine on glutathione, glutamine and glutamate in blood levels in volunteers. *Nutrition.* Vol. 18. p. 367-370. 2002.
- 64-Varnier, M.; e colaboradores. Stimulatory effect of glutamine on glycogen accumulation in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* Vol. 269. p. E309-E315. 1995.
- 65-Vom, D. S; Häussinger, D. Nutritional state and the swelling-induced inhibition of proteolysis in perfused rat liver. *J Nutr.* Vol. 126. p. 395-402. 1996.
- 66-Walsh, N. P. Exercise, Nutrition and Immune Function. I. Macronutrients and Amino Acids. In *Immune Function in Sport and Exercise. Advances in Sport and Exercise Science Series*; Gleeson, M., Ed.; Churchill Livingstone Elsevier: Edinburgh, UK. p. 161-181. 2006.
- 67-Walsh, N. P.; e colaboradores. Effect of oral glutamine supplementation on human neutrophil lipopolysaccharide-stimulated degranulation following prolonged exercise. *Int J Sport Nutr.* Vol. 10. p. 39-50. 2000.
- 68-Walsh, N. P.; e colaboradores. Glutamine, exercise and immune function: links and possible mechanisms. *Sports Med.* Vol. 26. p. 177-191. 1998.
- 69-Walsh, N. P.; e colaboradores. Position statement. Part two: Maintaining immune health. *Exerc. Immunol. Rev.* Vol. 17. p. 64-103. 2011.
- 70-Welbourne, T. C. Increased plasma bicarbonate and growth hormone after an oral glutamine load. *Am J Clin Nutr.* Vol. 61. p. 1058-1061. 1995.
- 71-Wilkinson, S. B.; Kim, P. L.; Armstrong, D.; e colaboradores. Addition of glutamine to essential amino acids and carbohydrate does not enhance anabolism in young human males following exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.* Vol. 31. p. 518-529. 2006.
- 72-Wilmore, J. H.; Costill, D. L. *Fisiologia do esporte e do exercício.* 2ª edição. São Paulo. Manole. 2001.
- 73-Woodgate, D.; e colaboradores. The effects of high-dose glutamine ingestion on weightlifting performance. *J Strength Cond Res.* Vol. 16. p. 157-160. 2002.

74-Wolinsky, I.; Hickson Junior, F. Nutrição no exercício e no esporte. 2ª edição. São Paulo. Roca. 1996.

75-Wray, C. J.; e colaboradores. Catabolic response to stress and potential benefits of nutrition support. Nutrition. Vol. 18. p. 971-977. 2002.

76-Yang, C. Y.; e colaboradores. Intestinal peptide transport systems and oral drug availability. Pharm Res. Vol. 16. p. 1331-1343. 1999.

77-Ziegler, T. R.; e colaboradores. Safety and metabolic effects of L-glutamine administration in humans. JPEN J Parenter Enteral Nutr. Vol. 14. p. 137S-146S. 1990.

2-Orientadora. Graduada em Ciências Biológicas, LP pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS (1996), Mestre em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (1999) e Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2003), Pós-Doutorado em Geriatria e Gerontologia na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2005). Atualmente é professora do Centro Universitário Metodista, do IPA e da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Brasil.

E-mails dos autores:

nanda\_asn@hotmail.com

nut.giselle@hotmail.com

Endereço para correspondência:

Amanda Nascimento

Rua Sergipe, 21 Centro, Madre de Deus – Bahia.

CEP: 42600-000.

Recebido para publicação em 04/09/2016

Aceito em 21/02/2016