

### INFECÇÕES DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR CAUSADAS PELO EXERCÍCIO FÍSICO. A SUPLEMENTAÇÃO COM GLUTAMINA PREVINE ESTA COMPLICAÇÃO?

Alessandra Hellbrugge<sup>1</sup>  
Fabio Henrique Ornellas<sup>2,3</sup>

#### RESUMO

O desempenho do atleta depende, dentre vários eventos, de uma alimentação adequada e em algumas situações, como períodos de treinamento intenso, conta-se ainda com um suplemento nutricional visando garantir a performance. A glutamina é um aminoácido importante para as células do sistema imune, sua queda pode deixar o atleta mais propenso à infecções. Tendo em vista estes aspectos, este trabalho tem por objetivo fazer uma revisão bibliográfica acerca de estudos sobre o uso da suplementação de glutamina na profilaxia de infecções do trato respiratório superior (ITRS), causadas por exercício físico, geralmente, de alta intensidade e longa duração. Tais tipos de exercício causam alteração na contagem e função de algumas células do sistema imune como linfócitos, células T, B, Natural Killers, além de inibição da produção local de IgA, e uma queda na concentração de glutamina plasmática. Esta imunossupressão temporária denominada de "janela aberta" pode deixar o atleta mais propenso a infecções como as ITRS. Estudos apontam que a suplementação com glutamina inibe a queda deste aminoácido no plasma, porém não mantém as concentrações de linfócitos, neutrófilos e secreção de IgA. Portanto não é possível afirmar que a suplementação com glutamina é um método eficiente para diminuir a incidência de ITRS causada pelo exercício físico.

**Palavras-chave:** Glutamina, Exercício físico, Sistema imune, Infecção do trato respiratório superior.

- 1- Centro Universitário São Camilo – Curso de Graduação em Nutrição
- 2- Universidade Gama Filho / Professor de Imunofisiologia Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
- 3- Instituto Brasileiro de Ensino e Pesquisa em Fisiologia do Exercício

#### ABSTRACT

Infections of the upper respiratory tract caused by physical exercise. Glutamine supplementation prevents this complication?

The athlete's performance depends, among various events, adequate food and some situations, such as periods of intense training, account is also a nutritional supplement in order to guarantee performance. Glutamine is an amino acid important for the immune system cells, a decrease can leave the athlete more prone to infections. Considering these aspects, this paper aims to review existing literature about studies on the use of glutamine supplementation in prevention of infections of upper respiratory tract (URTI), caused by exercise, usually high intensity and long duration. These types of exercise produce changes in the count and function of some immune cells such as lymphocytes, T cells, B, Natural Killers, and inhibition of local production of IgA and a decrease in plasma glutamine concentration. This temporary immunosuppression called "open window" can leave the athlete more prone to infections such as URTI. Studies indicate that supplementation with glutamine inhibits the fall of this amino acid in plasma, but does not maintain the levels of lymphocytes, neutrophils and secretion of IgA. Therefore, it is not possible to say that supplementation with glutamine is an effective method to reduce the incidence of URTI caused by physical exercise.

**Key-words:** Glutamine, Physical exercise, Immune system, Infections of upper respiratory tract.

Endereço para correspondência:  
fabioornelas@uol.com.br

## INTRODUÇÃO

Para um bom desempenho físico e saúde geral de um atleta, é de fundamental importância uma alimentação adequada, onde o fornecimento de nutrientes deve ser suficiente para a manutenção, reparo e crescimento dos tecidos (Daniel e Cavagliere, 2005). Como complemento, visando adicionar ou acrescentar substâncias à dieta do atleta, utiliza-se o suplemento nutricional (Garcia e Colaboradores, 2000).

Períodos de treinamento intenso e/ou competição podem induzir a deficiência de nutrientes indispensáveis como glutamina, arginina, L-carnitina, ácidos graxos, vitaminas B6, E, C, e ácido fólico, o que pode ocasionar efeitos adversos no sistema imune e conseqüentemente maior susceptibilidade à infecções (Shephard, 2000).

A glutamina plasmática é importante para as células do sistema imune, sua queda pode deixar o atleta mais propenso à infecções, conseqüentemente pode acarretar redução do desempenho destes atletas. Tendo em vista estes aspectos, este trabalho tem por objetivo fazer uma revisão bibliográfica acerca de estudos sobre o uso da suplementação de glutamina na profilaxia de infecções do trato respiratório superior, causadas por exercício físico, geralmente, de alta intensidade e longa duração.

### Aspectos gerais da glutamina

A Glutamina é o aminoácido mais abundante no organismo, sua concentração plasmática é de 0,5 a 0,9 mMol, e representa 20% do total de aminoácidos livres do plasma. Cerca de 80% da glutamina corporal encontra-se nos músculos esqueléticos, sendo esta concentração 30 vezes superior a do plasma. (Rogerio e Colaboradores, 2004; Rogerio e Colaboradores, 2005; Francisco e Colaboradores, 2002).

Este aminoácido realiza muitas funções nos tecidos e órgãos, como a detoxificação da amônia, manutenção no balanço ácido – básico durante acidose, importante para o transporte de nitrogênio entre os tecidos e em todas as células. É um precursor que transporta o nitrogênio durante a síntese de purinas, pirimidinas e aminoaçúcares e combustível para as células intestinais. Além de importante fonte

energética para os leucócitos, principalmente para os macrófagos e linfócitos (Romano e Borges, 2007).

As células do cérebro e dos pulmões são produtoras regulares de glutamina, enquanto as células do intestino, do sistema imune e rins são consumidoras. Já os músculos esqueléticos e o fígado podem tanto produzir como consumir este aminoácido (Rogerio e Colaboradores, 2004; Cruzat e Petry e Tirapegui, 2009).

Existem duas enzimas principais no metabolismo da glutamina, a glutaminase e a glutamina sintetase. A primeira converte a glutamina em glutamato e amônia, enquanto que a segunda enzima catalisa a conversão de glutamina a partir de amônia e glutamato (Novelli e Colaboradores, 2007; Rogerio e Tirapegui, 2003).

Em estados hipercatabólicos do organismo, como o exercício físico exaustivo ou prolongado, pós-cirurgias, traumas e o transplante de medula óssea a classificação da glutamina como aminoácido não-essencial é questionada, pois nestas situações críticas, a síntese de glutamina não supre a demanda exigida pelo organismo podendo sua concentração intracelular e plasmática diminuir em até 50%, sendo a glutamina então reconhecida como um aminoácido "condicionalmente essencial" (Wray, Mammen e Hasselgren, 2002, Wu e colaboradores, 2000; O'Flaherty e Bouchier-Hayes, 1999).

### O sistema imune e as infecções do trato respiratório superior (ITRS)

A mucosa é considerada a primeira barreira do sistema imune no trato respiratório superior (Pedersen e Hoffman-Goetz, 2000), esta incorpora no trato respiratório o tecido linfóide associado aos brônquios, glândulas salivares e nariz, que em associação com o sistema imune inato forma a primeira linha de defesa contra patógenos, alergênicos e antígenos (Gleesen e Pyne, 2000).

A IgA é a principal imunoglobulina do sistema imune adquirido, sua distribuição de subclasses varia de acordo com o local da mucosa em que se encontram, sendo a IgA<sub>2</sub> mais encontrada no trato gastrointestinal, enquanto que a IgA<sub>1</sub> é predominante nas glândulas salivares (Gleesen e Pyne, 2000). Portanto, deficiência ou baixos níveis de IgA possuem uma relação direta com a incidência

de infecções do trato respiratório superior (ITRS) (Pedersen e Hoffman-Goetz, 2000).

Geralmente a ITRS é de origem viral. Os vírus mais associados a esta ocasião são o rinovírus, adenovírus, coronavírus e o vírus sincicial respiratório. Alguns tipos de gripe e, mesmo que menos comum, a infecção bacteriana também podem causar uma ITRS. Tal infecção possui sinais e sintomas como coriza e congestionamento nasal, tosse e ocasionalmente dores de cabeça ou fadiga durante 3 a 14 dias em média (Cox e Colaboradores, 2008).

A junção das estruturas imunes da mucosa com linfócitos, células de apresentação de antígeno e citocinas necessita de um complexo balanço para garantir uma adequada imunização. Assim, qualquer transtorno ou interrupção de algum destes componentes pode resultar em uma depressão imune, e acarretar uma ITRS (Gleesen e Pyne, 2000).

Exercício físico, particularmente os de alta intensidade e longa duração, tem o potencial de causar tal transtorno no sistema imune (Shephard, 2000)

Portanto, tais sintomas respiratórios em atletas, na maioria das vezes, envolvem tanto causas infecciosas como não infecciosas (Reid e Colaboradores, 2004).

### **Efeitos do exercício físico na concentração de glutamina**

A concentração plasmática de glutamina depende da intensidade e duração do exercício. Em períodos maiores que 2 horas ocorre um decréscimo transitório desta concentração no pós-treino (Romano e Borges, 2007). Este efeito, em atletas de maratona, por exemplo, é temporário e dura em torno de 6 a 9 horas após uma maratona (Castell, 2002).

Em estudos recentes, esta afirmação foi confirmada ao analisar a concentração de glutamina no plasma de um grupo de ratos que tiveram treino de natação moderado e outro com treino intenso. Chegou-se a conclusão de que exercícios agudos exaustivos diminuem substancialmente esta concentração (Santos e Caperuto e Costa Rosa, 2007).

Uma explicação para este fato é que devido à necessidade de manter o fluxo de substratos no ciclo do ácido cítrico, em

atividades de longa duração, ocorre uma elevação do metabolismo de aminoácidos, conseqüentemente um aumento da amônia que pode tanto ser liberada no plasma, ou ser utilizada na síntese de alanina ou glutamina (Carcia e Pithon-Curi e Curi, 2000). Pelo fato da síntese de glutamina depender da desaminação e/ou transaminação, principalmente dos aminoácidos de cadeia ramificada, sua concentração tende a aumentar durante o exercício físico, porém esta é rapidamente liberada no plasma. Devido ao grande consumo da mesma por outros órgãos, esta liberação pode até exceder a síntese e sua utilização superar a liberação, fazendo com que esta concentração plasmática possivelmente venha a ter um primeiro aumento, contudo, há um decréscimo pós-treino (Carcia e Pithon-Curi e Curi, 2000; Rowbotton e Colaboradores, 1995).

Outros estudos sugerem que a concentração de glutamina esteja relacionada com a alta ingestão de proteína em atletas. Pois, é sabido que, dietas ricas em aminoácidos ocasionam proporcional aumento de reações de transaminação com conseqüente acréscimo na produção de amônia. Esta necessita ser eliminada para evitar acúmulo e promover o equilíbrio ácido básico. Para tal, a amônia reage com glutamato, formando glutamina, a qual será hidrolisada nos rins com conseqüente excreção da amônia, na forma de uréia. Tal mecanismo comprova, assim, o decréscimo da glutamina plasmática (Hiscock e Mackinnon, 1998). Sendo o mecanismo definido por Carcia, Pithon-Curi e Curi (2000), como um recurso para evitar um acúmulo de amônia e intoxicação dos miócitos durante o exercício.

Pesquisadores como Hiscock e Mackinnon (1998) fizeram um estudo analisando a concentração plasmática de glutamina no repouso em atletas de diversas modalidades como, corrida, natação, ciclismo, levantamento de peso e um grupo controle de não atletas. Os resultados demonstraram que ciclistas apresentam as mais altas concentrações, enquanto que os levantadores de peso apresentaram os valores mais baixos.

A elevação da concentração de adrenalina e cortisol durante o exercício também alteram a taxa de degradação proteica no músculo esquelético, inibindo a liberação de glutamina por este tecido e suprimindo o sistema imune (Brenner, 1998).

**Imunossupressão e a incidência de ITRS após treinos exaustivos**

A carga de exercício físico induz a mobilização de células imunocompetentes para a circulação. Exercícios exaustivos promovem aumento na concentração de linfócitos, e logo após ocorre um declínio abaixo do valor do pré-exercício. Isso também ocorre com as células T, CD4<sup>+</sup> e CD8<sup>+</sup> que seguem um declínio após cerca de 1 hora pós-exercício intenso. Já nas células B e Natural Killer (NK) o exercício intenso e prolongado causa supressão de suas funções, além de inibição da produção local de IgA na mucosa. Sendo assim, a função imune pode permanecer comprometida por até 72 horas pós-exercício, o que é denominado de “teoria da janela aberta” do sistema imune (Pedersen e Toft, 2000; Pedersen e Colaboradores, 1999).

A relação entre sistema imune e ITRS tem sido modulada pela curva em forma de “J” sugerida por Nieman (1994) e constantemente evidenciada por outros autores (Davis e Colaboradores, 2004; Matthews e Colaboradores, 2002). Este modelo ilustra como pessoas sedentárias ao praticarem exercícios moderados, podem atenuar o risco de ITRS, enquanto que exercícios excessivos de alta intensidade podem aumentar este risco (Nieman, 1994).

Em contraposição, um estudo realizado com 1694 corredores de uma maratona em Estocolmo, onde foi avaliada a incidência de episódios de infecção, 3 semanas antes e 3 semanas após a maratona, Ekblom e colaboradores (2006), não obtiveram êxito em comprovar a “teoria da janela aberta”, uma vez que não houve diferença na incidência de infecções antes ou após a prova.

É conveniente enfatizar que os critérios utilizados na maioria dos estudos para determinação da ocorrência de Infecções do trato respiratório superior em atletas tem sido tipicamente, recordatórios médicos ou 13 a 14 respostas positivas a questionários individuais sobre sintomas respiratórios. E apenas ocasionalmente tem se questionado a severidade de tais sintomas (Weidner, 1994). Além do fato de que sintomas como a dor de garganta e nasofaringe, catarro nasal, tosse e febre são respostas pouco específicas de infecção e podem facilmente refletir uma irritação respiratória ou broncoespasmo

induzido por aumento da ventilação, início da respiração bucal e a exposição do trato respiratório ao ar frio, seco ou poluído (Shephard, 2000).

É interessante destacar que a duração dos sintomas referidos, pouco mais de 3 dias, não se encaixam bem ao curso usual de uma infecção do trato respiratório superior, que seria de 10 a 20 dias segundo Shephard (2000), diferente do proposto por Cox e colaboradores (2008), onde o período de 3 dias ou mais tornaria possível tal análise. O que pode nos levar a questionar se os sintomas apresentados por atletas em pós-treino exaustivo, realmente se enquadram em uma infecção do trato respiratório superior. Sendo assim, estudos futuros e com critérios de avaliação bem delineados a este respeito são necessários.

**Suplementação de glutamina**

A suplementação de glutamina foi primeiramente investigada como uma possibilidade de recuperar o sistema imune de atletas em períodos de exercício exaustivo. Além de ser fundamentada no aumento da síntese protéica e/ou na redução da proteólise pela ressíntese de glicogênio e melhorar assim o desempenho (Roger e Colaboradores, 2005).

Autores evidenciaram que o pico máximo de glutamina no plasma apresenta-se 30 minutos após a suplementação (Rohde e colaboradores, 1998; Kreider, 1999; Antonio e Street, 1999).

Esta suplementação é priorizada sob a forma enteral ou parenteral, quando seu objetivo não é atingir as células da mucosa intestinal, uma vez que ao ser administrada por via oral, a glutamina, em sua grande maioria, é logo utilizada pelos enterócitos (Ziegler e Benfell, 1990).

A glutamina pode ser administrada na forma livre, na forma de alanil-glutamina ou alanil-glutaminil-glutamina, seu dipeptídeo e tripeptídeo, respectivamente. Uma vez que, a glutamina livre tem um limite de solubilidade de apenas 3g/100ml e possui uma instabilidade em solução aquosa, em contrapartida seu dipeptídeo possui uma maior estabilidade em pH baixo e altas temperaturas as quais são normalmente utilizadas para esterilizar dietas enterais e parenterais. Além do fato de di e tripeptídeos terem sua absorção

favorecida em comparação a aminoácidos simples por possuírem outro transportador na membrana intestinal (Rogerio e Colaboradores, 2004).

Em estudo, Rogerio e Colaboradores (2004), analisaram o pico de glutamina plasmática através da suplementação oral, crônica e aguda, com glutamina livre e seu dipeptídeo alanil-glutamina. Para análise foram estudados os efeitos deste aminoácido no plasma, músculos e fígado em ratos sedentários. Observou-se que com a suplementação aguda, o pico deste aminoácido no plasma fica entre 30 e 45 minutos pós suplementação, sendo esse aumento de 116% e 171% com glutamina livre e alanil-glutamina, respectivamente, comparado a concentração basal. E seu retorno a concentração basal ocorre 90 a 120 minutos após a suplementação. Enquanto que com a suplementação crônica obteve um maior aumento dos níveis de glutamina no músculo e fígado também com a utilização do dipeptídeo em comparação a glutamina livre. Demonstrando, portanto, que a suplementação de alanil-glutamina atingiu maior aumento das concentrações gerais de glutamina plasmática se comparado a administração da forma livre.

Rogerio e Colaboradores (2005), analisaram novamente o efeito da suplementação de glutamina (livre e alanil-glutamina) nas concentrações de glutamina no plasma e nos tecidos em ratos treinados, imediatamente e 3 horas após sessão de exercícios até a exaustão. Observaram então que a suplementação crônica do dipeptídeo, em comparação a glutamina livre, promoveu um maior aumento nas concentrações de glutamina nos músculos imediatamente pós o exercício. Enquanto que a suplementação aguda, tanto com glutamina livre quanto com dipeptídeo, não surtiu efeito nas concentrações dos tecidos e do plasma em períodos de recuperação após exercícios de exaustão.

### **Suplementação de glutamina: opção para inibir a imunossupressão e prevenir ITRS pós exercício?**

Castell, Poortmans e Newsholme (1996), conduziram o único estudo que evidenciou a eficiência profilática da suplementação de glutamina em ITRS, a partir da administração de 5 g de glutamina, diluídos

em 330 ml de água, em ultramaratonistas imediatamente após o exercício e 2 horas após seu término. Foi possível observar a diminuição da incidência de ITRS nestes atletas nos 7 dias que seguiram a competição. Destes apenas 19% apresentaram alguma infecção, enquanto que 51% dos atletas do grupo controle relataram ter adquirido uma infecção neste período.

Como já citado anteriormente, a glutamina possui um papel energético para diversas células do sistema imune. É interessante salientar que os macrófagos utilizam a glutamina como substrato para reconstrução da membrana celular durante o processo fagocítico e a produção de espécies reativas de oxigênio, como o ânion superóxido. Este agente oxidante possui dentre suas funções, atacar microorganismos e/ou células infectadas, o que proporciona uma defesa contra patógenos (Pithon-Curi e Colaboradores, 2007)

Contudo, em seu estudo, Nascimento e Colaboradores (2007), observaram que a suplementação de glutamina, por via intraperitoneal, em ratos não obteve alteração na liberação de superóxido por macrófagos. Resultados estes que apóiam os encontrados por Leandro e Colaboradores (2006), que ao suplementar, por via intraperitoneal, glutamina em ratos sob estresse agudo de contenção não analisou diferença na taxa de fagocitose de macrófagos comparado ao grupo não suplementado, além de não aumentar o número de linfócitos, que finda que os efeitos do estresse não foram atenuados.

Outros estudos marcam que a suplementação com glutamina ou seus precursores (aminoácidos de cadeia ramificada) inibe a queda de glutamina plasmática pós exercício, porém concordam com os demais que não altera a contagem de linfócitos, neutrófilos e secreção de IgA. (Rohde e Colaboradores, 1998; Walsh e Colaboradores, 2000; Krzywkowski e Colaboradores, 2001).

Um estudo feito com jovens jogadores de futebol, onde foi avaliada a capacidade física destes atletas, após terem recebido cronicamente durante 30 dias, 5 g de glutamina logo pós o treino, não foi possível analisar nenhum efeito ergogênico sobre o desempenho destes atletas (Daniel e Cavagliere, 2005).

### CONCLUSÃO

Com base nos estudos, não se pode afirmar que a suplementação com glutamina seja eficiente na profilaxia de ITRS, mesmo ela demonstrando manter a concentração deste aminoácido no plasma após o exercício intenso.

Observa-se a necessidade de estudos mais aprofundados e mais bem delineados quanto ao tipo de protocolo utilizado, a modalidade do esporte estudada, além de critérios mais específicos para avaliação da ITRS dos indivíduos participantes destes estudos.

### REFERÊNCIAS

1. Antonio, J.; Street, C. Glutamine: a potentially useful supplement for athletes. *Canadian Journal of Applied Physiology*. Vol. 24. Num. 1. 1999. p. 1-14.
2. Brenner, I.K.M.; Shek, P.N.; Zamecnik, J.; Shephard, R.J. Stress hormones and the immunological responses to heart and exercise. *International Journal of Sports and Medicine*. Vol. 19. 1998. p. 130-143.
3. Carcia, J.R.J.; Pithon-Curi, T.C.; Curi, R. Conseqüências do exercício para o metabolismo da glutamina e função imune. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 6. 2000. p. 99-107.
4. Castell, L.M. Can Glutamine modify the apparent immunodepression observed after prolonged, exhaustive exercise? *Nutrition*. Vol. 18. 2002. p. 371-375.
5. Castell, L.M.; Poortmans, J.; Newsholme, E.A. Does glutamine have a role in reducing infections in athletes? *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 73. 1996. p. 488-490.
6. Cox, A.J.; Gleeson, M.; Pyne, D.B.; Callister, R.; Hopkins, W.G.; Ficker, P.A. Clinical and laboratory evaluation of upper respiratory symptoms in elite athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*. Vol. 18 Num. 4. 2008. p. 438-445.
7. Cruzat, V.F.; Petry, E.R.; Tirapegui, J. Glutamina: Aspectos bioquímicos, metabólicos, moleculares e suplementação. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 15. Num. 5. 2009. p. 392-397.
8. Daniel, J.F.; Cavagliari, R.C. Efeitos da suplementação crônica de glutamina sobre a performance de atletas de futebol da categoria juvenil. *Revista Brasileira de Ciência e Esporte*. Vol. 13. Num. 4. 2005. p. 55-64.
9. Davis, J.M.; Murphy, E.A.; Brown, A.S.; Carmichael, M.D.; Ghaffar, A.; Mayer, E.P. Effects of moderate exercise and oat  $\beta$ -glucan on innate immune function and susceptibility to respiratory infection. *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. Vol. 286. 2004. p. 366-372.
10. Ekblom, B.; Ekblom, O.; Malm, C. Infectious episodes before and after a marathon race. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. Vol. 16. 2006. p. 287-293.
11. Francisco, T.D.; Pithon-Curi, T.C.; Curi, R.; Garcia Junior, J.R. Glutamina: Metabolismo, destinos, funções e relação com o exercício físico. *Arquivos de Ciência e Saúde da Unipar*. Vol. 6. Num. 1. 2002. p. 81-88.
12. Gleeson, M.; Pyne, D.B. Exercise effects on mucosal immunity. *Immunology and Cell Biology*. Vol. 78. 2000. p. 536-544.
13. Hiscock, N.; Mackinnon, L.T. A comparison of plasma glutamine concentration in athletes from different sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 30. Num. 12. 1998. p. 1693-1696.
14. Kreider, R.B. Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. *Sports Medicine*. Vol. 27. Num. 2. 1999. p. 97-110.
15. Krzykowski, K.; Petersen, E.W.; Ostrowski, K.; Kristensen, J.H.; Boza, J.; Pedersen, B.K. Effect of glutamine supplementation on exercise-induced changes in lymphocyte function. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*. Vol. 281. 2001. p. 1259-1265.
16. Leandro, C.G.; Nascimento, E.; Azevedo, M.M.; Viegas, A.; Albuquerque, C.; Cavalcanti,

- C.B.; Manhães-de-castro, R.; Castro, C.M.M.B. Effect of glutamine on the number of blood leukocytes and on the phagocytic function of macrophages of stressed rats. *Revista de Nutrição*. Vol. 19. Num. 4. 2006. p. 437-444.
17. Matthews, C.E.; Ockene, I.S.; Freedson, P.S.; Rosal, M.C.; Merriam, P.A.; Herbert, J.R. Moderate to vigorous physical activity and risk of upper-respiratory tract infection. *Medicine and science in Sports and Exercise*. Vol. 34. Num. 8. 2002. p. 1242-1248.
18. Nascimento, E.; Leandro, C.V.G.; Amorim, M.A.F.; Palmeira, A.; Ferro, T.C.; Castro, C.M.M.B.; Castro, R.M. Effect of acute restraint stress, chronic swim stress and glutamine administration on the release of superoxide from alveolar macrophages of rats. *Revista de Nutrição*. Vol. 20. Num. 4. 2007. p. 387-396.
19. Nieman, D.C. Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 26. 1994. p. 28-39.
20. Novelli, M.; Strufaldi, M.B.; Rogero, M.M.; Rossi, L. Suplementação de glutamina aplicada à atividade física. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 15. Num. 1. 2007. p. 109-117.
21. O'Flaherty, L.; Bouchier-Hayes, D.J. Immunonutrition and surgical practice. *Proceedings of the nutrition Society*. Vol. 58. 1999. p. 831-837.
22. Pedersen, B.K.; Bruunsgaard, H.; Jensen, M.; Toft, A.D.; Hansen, H.; Ostrowski, K. Exercise and immune system – influence of nutrition and ageing. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 2. 1999. p. 234-252.
23. Pedersen, B.K.; Hoffman-Goetz, L. Exercise and the immune system: Regulation, integration, and adaptation. *Physiological Reviews*. Vol. 80. Num. 8. 2000. p. 1056-1073.
24. Pedersen, B.K.; Toft, A.D. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 34. 2000. p.246-251.
25. Pithon-Curi, T.C.; Levada, A.C.; Lopes, L.R.; Doi, S.Q.; Curi, R. Glutamine plays a role in superoxide production and the expression of p47phox, p22phox and gp91phox in rat neutrophils. *Clinical Science*. Vol. 103. Num. 4. 2002. p. 403-408.
26. Reid, V.L.; Gleeson, M.; Williams, N.; Clancy, R.L. Clinical investigation of athletes with persistent fatigue and/or recurrent infection. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 38. 2004. p. 42–45.
27. Rogero, M.M.; Tirapegui, J. Aspectos nutricionais sobre glutamina e atividade física. *Revista Nutrire*. Vol. 25. 2003. p. 99-124.
28. Rogero, M.M.; Tirapegui, J.; Pedrosa, R.G.; Castro, I.A.; Pires, I.S.O. Effect of alanyl-glutamine supplementation on plasma and tissue glutamine concentrations in rats submitted to exhaustive exercise. *Nutrition*. Vol. 22. 2005. p. 564-571.
29. Rogero, M.M.; Tirapegui, J.; Pedrosa, R.G.; Pires, I.S.O.; Castro, I.A. Plasma and tissue glutamine response to acute and chronic supplementation with L-glutamine and L-alanyl-glutamine in rats. *Nutrition Research*. Vol. 24. 2004. p. 261-270.
30. Rohde, T.; Asp, S.; Maclean, D.A.; Pedersen, B.K. Competitive sustained exercise in humans, lymphokine activated killer cell activity, and glutamine- an intervention study. *European Journal of Applied physiology and Occupational physiology*. Vol. 78. 1998. P. 448-453.
31. Romano, L.; Borges, I.P. A suplementação de glutamina não reverte a imunossupressão induzida pelo exercício. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. Vol. 1. Num. 1. 2007. p. 65-78.
32. Rowbottom, D.G.; Keast, D.; Goodman, C.; Morton, A.R. The haematological, biochemical and immunological profile of athletes suffering from the overtraining syndrome. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 70. 1995. p. 502-509.
33. Santos, R.V.T.; Caperuto, E.C.; Costa Rosa, L.F.B.P. Effects os acute exhaustive physical exercise upon glutamine metabolismo of lymphocytes from trained rats. *Life Sciences*. Vol. 80. 2007. p. 573-578.

# Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

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

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbne.com.br](http://www.rbne.com.br)

---

34. Shephard, R.J. Overview of the epidemiology of exercise immunology. *Immunology and Cell Biology*. Vol. 78. 2000. p. 485-495.

35. Walsh, N.P.; Blannin, A.K.; Bishop, N.C.; Robson, P.J.; Gleeson, M. Effect of oral glutamine supplementation on human neutrophil lipopolysaccharide-stimulated degranulation following prolonged exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 10. 2000. p. 39-50.

36. Weidner, T.G. Reporting behaviors and activity levels of intercollegiate athletes with a URI. *Medicine Science of Sports Exercise*. Vol. 26. 1994. p. 22-27.

37. Wray, C.J.; Mammen, J.M.V.; Hasselgren, P. Catabolic response to stress and potential benefits of nutrition support. *Nutrition*. Vol. 18. 2002. p. 971-977.

38. Wu, G.; Meininger, C.J.; Knabe, D.A.; Bazer, F.W.; Rhoads, J.M. Arginine nutrition in development, health and disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. Vol. 3. 2000. p. 59-66.

39. Ziegler, T.R.; Benfell, K.; Smith, R.J. Safety and metabolic effects of L-glutamine administration in humans. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. Vol. 14. 1990. p. 137-146.

Recebido para publicação em 14/01/2010

Aceito em 28/02/2010