

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO CARBOIDRATADA E DE DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE CÉLULAS SANGUÍNEAS



EFFECTS OF CARBOHYDRATE SUPPLEMENTATION AND DIFFERENT TYPES OF EXERCISE TRAINING ON THE BLOOD CELLS CONCENTRATIONS

Airton José Rombaldi^{1,2}
Cátia Fernandes Leite¹
Claudia Pinho Hartleben³
Tanísia Hipólito Medeiros⁴

1. Curso de Mestrado em Educação Física, Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, RS, Brasil.
2. Grupo de Estudos em Epidemiologia da Atividade Física, Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, RS, Brasil.
3. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, RS, Brasil.
4. Centro de Pesquisas Epidemiológicas, Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, RS, Brasil.

Correspondência:

Escola Superior de Educação Física –
Universidade Federal de Pelotas
Rua Luiz de Camões, 625
96055-630 – Pelotas, RS, Brasil
E-mail: rombaldi@ufpel.tche.br

RESUMO

Introdução: A participação dos atletas em sessões de exercício intenso e prolongado pode fazer declinar o número circulante e a capacidade funcional dos leucócitos. Por outro lado, o consumo de uma solução carboidratada pode atenuar os efeitos imunossupressivos do exercício. **Objetivo:** Verificar os efeitos do exercício aeróbio e anaeróbio, além da suplementação carboidratada sobre as concentrações sanguíneas da contagem total e diferencial de leucócitos, hemoglobina e glicose sérica de ratos Wistar. **Métodos:** Sesenta e nove Ratos machos Wistar (60 dias) foram divididos em seis grupos: sedentários não suplementados ($n = 12$) e suplementados ($n = 12$); treinados em estado estável máximo de lactato (EEML) não suplementados ($n = 11$) e suplementados ($n = 11$); treinados em alta intensidade não suplementados ($n = 12$) e suplementados ($n = 11$). O protocolo de treinamento consistiu de oito semanas de natação em padrão contínuo em EEML ($60 \text{ min} \cdot \text{dia}^{-1}$) ou intermitente (dois períodos de 30 minutos, com intervalo de 10 minutos), com sobrecargas correspondentes a 5% e 10% do peso corporal, respectivamente. Durante 37 dias os animais foram suplementados com uma dose diária de $0,48 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ de maltodextrina dissolvida em água ou receberam água pura. **Resultados:** Não houve efeito da suplementação carboidratada e dos dois tipos de treinamento nas concentrações de leucócitos sanguíneos. O exercício anaeróbio ($p = 0,04$) e o uso da maltodextrina ($p = 0,003$) proporcionaram elevações nas concentrações de hemoglobinas sanguíneas, enquanto o exercício aeróbio ocasionou aumento na concentração da glicose sérica ($p < 0,02$). **Conclusão:** Os diferentes tipos de exercícios não estiveram envolvidos com leucopenia, hipoglicemia ou anemia que poderiam levar a fadiga muscular precoce e queda do desempenho.

Palavras-chave: leucócitos, hemoglobinas, maltodextrina, desempenho atlético.

ABSTRACT

Introduction: The participation of athletes in sessions of intense and prolonged exercise can lower the number and functional capacity of circulating leukocytes. On the other hand, the intake of a carbohydrate solution can attenuated the immunosuppressive effects of exercise. **Objective:** To evaluate the effects of aerobic and anaerobic exercises, and carbohydrate supplementation on blood concentrations of total and differential counts leukocytes, hemoglobin and serum glucose in Wistar rats. **Methods:** 69 Male Wistar rats (60 days) were divided into six groups: sedentary non-supplemented ($n = 12$) and supplemented ($n = 12$); trained in Maximum Lactate Steady State (EEML) not supplemented ($n = 11$) and supplemented ($n = 11$) trained at high intensity non-supplemented ($n = 12$) and supplemented ($n = 11$). The training protocol consisted of eight weeks of continuous swimming pattern EEML ($60 \text{ min} \cdot \text{day}^{-1}$) or intermittent (two periods of 30 minutes, for exercise with 10 minutes rest), with overloads corresponding to 5% and 10% of body weight, respectively. For 37 days the animals were supplemented with a daily dose of $0.48 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ maltodextrin dissolved in water or pure water. **Results:** There was no effect of carbohydrate supplementation and the two types of training on blood concentrations of leukocytes. The anaerobic exercise ($p = 0.04$) and the use of maltodextrin ($p = 0.003$) resulted in increases in blood hemoglobin concentrations, while aerobic exercise caused an increase in the concentration of serum glucose ($p < 0.02$). **Conclusion:** The different types of exercises were not involved with leukopenia, anemia, or hypoglycemia that could lead to early muscle fatigue and decreased performance.

Keywords: leukocytes, hemoglobins, maltodextrin, athletic performance.

INTRODUÇÃO

O monitoramento do sistema imune dos atletas tem se tornado uma importante parte da preparação física¹. Para o aperfeiçoamento dos programas de treinamento por um longo período, a concentração e a função dos leucócitos tornaram-se relevantes². Sobretudo, porque

as interrupções dos atletas de elite aos programas de treinamento devido à doenças poderão influenciar a preparação física e a performance em dias competitivos¹. Adicionalmente, a participação em repetidas sessões de exercício intenso e prolongado podem fazer declinar o número circulante e a capacidade funcional dos leucócitos³. A hipo-

glicemia ocasionada durante o exercício também resulta em elevada resposta ao estresse e a uma associada imunossupressão⁴.

A circulação das células brancas no sangue aumenta rapidamente com o exercício⁵. Entretanto, o efeito do treinamento sobre a função imune depende da intensidade e do tipo de exercício praticado⁶. Diferentes tipos de treinamento podem causar respostas imunológicas variadas. Desta forma, a ênfase sobre os exercícios de *endurance* é de particular interesse, pois os altos volumes de treinamento podem aumentar o risco de doenças¹.

Por outro lado, o uso de suplementos esportivos tem o potencial de melhorar a *performance*⁷ da mesma maneira que o consumo de uma solução carboidratada durante o treinamento é recomendado para atenuar alguns dos efeitos imunossupressivos do exercício prolongado⁸. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do exercício aeróbio sob carga de Estado estável máximo de lactato (EEML), anaeróbio de alta intensidade e da suplementação com maltodextrina sobre a contagem total e diferencial de leucócitos, o conteúdo de hemoglobina e a concentração de glicose sérica de ratos Wistar.

MÉTODOS

Animais

Foram utilizados 69 ratos machos da linhagem Wistar com 60 dias e pesando no início do experimento entre 199-409 gramas. Os animais provenientes do Biotério da Universidade Federal de Pelotas RS, Brasil (UFPeL) foram alimentados com ração balanceada padrão (Nuvilab® CR1), água *ad libitum* e distribuídos em gaiolas coletivas. A temperatura ambiente foi controlada entre 21-25°C e fotoperíodo de 12h claro e 12h escuro.

Grupos experimentais

Os animais foram transferidos para o Laboratório de Bioquímica e Fisiologia do Exercício da UFPeL (LABFex/UFPeL), pesados e distribuídos, aleatoriamente, em seis grupos: sedentários não suplementados (n = 12) e suplementados (n = 12); treinados em EEML não suplementados (n = 11) e suplementados (n = 11); treinados em alta intensidade não suplementados (n = 12) e suplementados (n = 11).

Protocolo de treinamento

O período de treinamento foi de dez semanas, sendo as duas primeiras de adaptação ao meio líquido (cinco vezes por semana) com sobrecargas progressivas e em tanque coletivo com água a temperatura de 30 ± 1°C. As oito semanas subsequentes foram de exercícios de natação, cinco dias consecutivos por semana e 60 minutos por sessão, de forma contínua ou intermitente (dois períodos de 30 minutos, com 10 minutos de intervalo, sendo a duração do exercício e do repouso de 15 segundos). O experimento foi realizado no ciclo claro entre as 18h00min e 6h00min. As sobrecargas utilizadas foram as correspondentes a 5% do peso corporal para o exercício de padrão contínuo em EEML (aeróbio) ou de 10% do peso corporal para o exercício intermitente, considerada carga de treinamento de alta intensidade⁹. O peso corporal dos animais foi monitorado todas as segundas-feiras e feita a correção da sobrecarga a partir da alteração no peso. Os animais dos grupos sedentários foram colocados em tanque com água rasa, em profundidade de 10 cm (banho de imersão) a temperatura de 30 ± 1°C, por 15 minutos, cinco dias consecutivos por semana e foram usados como controles. Após cada sessão de treinamento de natação os roedores foram secos e colocados em ambiente com temperatura entre 21 e 25°C para evitar complicações fisiológicas provenientes do frio e da umidade. No último dia do experimento, os animais dos grupos treinados em alta intensidade não suplementados e suplementados nadaram até a exaustão. A exaustão foi determinada quando os animais permaneceram submersos

por um período superior a 30 segundos¹⁰. O exercício até a exaustão foi realizado com o objetivo de verificar o efeito do exercício anaeróbio na exaustão sobre as variáveis dependentes deste estudo.

Protocolo de suplementação

Os animais suplementados dos grupos sedentário, treinado em EEML e treinado em alta intensidade foram suplementados através de tubo gástrico ("gavage") com solução carboidratada líquida a 12% (m/v) de maltodextrina dissolvida em água destilada¹⁰. A dose de carboidrato administrada foi de 0,48 g.kg⁻¹ de peso, em um volume de 1 ml para 250 g de peso animal, e a cada 5 g de peso superior ou inferior ao peso corporal base o volume aumentou ou diminuiu em 0,02 ml. Os animais não suplementados dos grupos sedentário, treinado em EEML e treinado em alta intensidade receberam somente água pura utilizando-se a mesma técnica dos grupos suplementados. Os ratos foram suplementados cinco vezes por semana, durante o período de treinamento, por 37 dias. As soluções foram administradas aos animais dos grupos treinados após os roedores serem submetidos a aquecimento prévio de natação por dois minutos.

Amostras sanguíneas e análises

O sacrifício dos animais ocorreu no último dia de treinamento, imediatamente após as sessões de exercício aeróbio, ou exercício de exaustão, ou após uma hora de repouso, depois de efetuadas as administrações da solução com maltodextrina ou de água pura para os animais dos grupos sedentários, sendo coletadas amostras sanguíneas. Foram obtidos em torno de 2 ml de sangue total com EDTA para a realização da contagem total e diferencial de leucócitos e do conteúdo de hemoglobina e 3 ml de sangue total sem anticoagulante. O soro foi separado por centrifugação a 3.000 rpm por dez minutos. Alíquotas desse material recém-obtido foram armazenadas à -20°C para posterior análise da concentração de glicose.

A contagem total e diferencial de leucócitos foi conduzida de acordo com a técnica adaptada de Dantas *et al.*¹¹ em amostras de sangue diluídas na proporção de 1:20 em líquido de Turk; e em esfregaços de sangue fixados e corados pelo método de Giemsa. O conteúdo de hemoglobina e a glicose sérica foram determinados por espectrofotometria e seguiram as determinações dos *kits* comerciais da marca Labtest (Lagoa Santa/MG/Brasil), referências Ref.: 43 e Ref.: 84, respectivamente.

Análise estatística

A análise estatística foi conduzida no pacote estatístico *STATISTICA para Windows*, versão 8, da *Statsoft*. Quando as variáveis seguiram a curva normal foi empregada a análise de variância fatorial para a comparação entre as médias. Para as variáveis que apresentaram comportamento não paramétrico, se utilizou o teste *Kruskal-Wallis*. Os valores foram expressos como média e desvio padrão, sendo adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

Procedimentos éticos

Os experimentos com os animais foram realizados de acordo com as resoluções brasileiras específicas sob a Bioética em Experimentos com Animais (Lei nº 6638, de 8 de maio de 1979 e Decreto nº 24645, de 10 de julho de 1934); e foram aprovados pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da UFPeL (Processo número 5873/2009).

RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os dados referentes às concentrações de células sanguíneas brancas. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas na contagem total e diferencial de leucócitos entre os seis grupos experimentais.

Tabela 1. Comparação da contagem total e diferencial de leucócitos entre os grupos experimentais.

Concentração de leucócitos circulantes (nº de células/mm ³)			
	Sed	Aer	Anaer
Leucócitos totais	12.133,3 ± 9.832,6 [*] 10.154,2 ± 7.256,0 ^{**}	14.886,4 ± 11.570,5 [*] 14.963,6 ± 10.879,6 [*]	14.870,8 ± 7.690,6 [*] 14.840,9 ± 10.477,3 ^{**}
Neutrófilos	1.087,9 ± 893,0 [*] 795,9 ± 574,4 ^{**}	1.362,3 ± 1.105,2 [*] 1.591,5 ± 1.113,7 ^{**}	1.087,3 ± 559,7 [*] 1.360,8 ± 1.454,6 ^{**}
Eosinófilos	174,2 ± 162,4 [*] 163,0 ± 162,4 ^{**}	224,2 ± 209,1 [*] 283,7 ± 350,7 ^{**}	274,0 ± 243,0 [*] 234,4 ± 148,6 ^{**}
Basófilos	132,7 ± 107,7 [*] 101,5 ± 72,6 ^{**}	148,9 ± 115,7 [*] 234,5 ± 290,4 ^{**}	176,2 ± 101,1 [*] 190,5 ± 163,3 ^{**}
Linfócitos	10.350,2 ± 8.486,9 [*] 8.848,7 ± 6.479,0 ^{**}	12.867,3 ± 10.435,2 [*] 12.585,4 ± 9.399,7 ^{**}	12.957,3 ± 7.207,2 [*] 12.483,2 ± 9.184,1 ^{**}
Monócitos	388,4 ± 320,9 [*] 247,1 ± 210,5 ^{**}	277,7 ± 243,8 [*] 269,6 ± 168,1 ^{**}	375,9 ± 222,2 [*] 572,0 ± 539,0 ^{**}

Os valores estão expressos como média e desvio padrão. *Corresponde aos animais que receberam água pura. **Corresponde aos animais suplementados com maltodextrina. Sed: animais sedentários. Aer: animais treinados em exercício aeróbio contínuo sob carga de Estado Estável Máximo de Lactato. Anaer: animais treinados em exercício anaeróbio de alta intensidade. Usou-se o teste estatístico Kruskal Wallis para a variável Monócitos. O teste estatístico ANOVA fatorial foi utilizado para as demais variáveis.

Os animais do grupo anaeróbio de alta intensidade e que receberam água pura apresentaram elevações significativas no conteúdo de hemoglobina comparado aos animais do grupo sedentário e que receberam água pura ($p = 0,04$) e sedentário suplementado com maltodextrina ($p < 0,002$) (figura 1). O treinamento anaeróbio de alta intensidade associado ao uso de suplementação carboidratada demonstraram causar um aumento significativo no conteúdo de hemoglobina comparado ao grupo controle de animais sedentários suplementados com carboidrato ($p = 0,003$). No entanto, os animais treinados em exercício aeróbio contínuo sob carga de EEML e que receberam água pura apresentaram reduções significativas no conteúdo de hemoglobina comparado aos animais submetidos a exercício anaeróbio de alta intensidade e que receberam água pura ($p < 0,007$) ou aos animais suplementados com maltodextrina ($p = 0,01$) (figura 1).

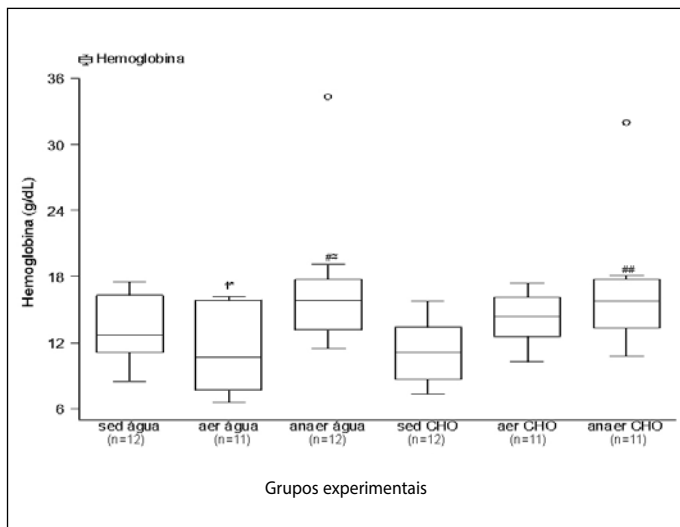


Figura 1. Concentração de hemoglobina sanguínea (g/dL) de ratos Wistar. Os valores estão expressos como média e desvio padrão.

Água: Receberam água pura. CHO: Suplementados com maltodextrina. Sed: animais sedentários. Aer: animais treinados em exercício aeróbio contínuo sob carga de EEML. Anaer: animais treinados em exercício anaeróbio de alta intensidade. * $p < 0,007$ versus aer água. * $p = 0,01$ versus anaer CHO. * $p = 0,04$ versus sed água. * $p < 0,002$ versus sed CHO. ** $p = 0,003$ versus sed CHO. Foi utilizado o teste estatístico ANOVA fatorial seguido de Fisher.

Os animais treinados em exercício aeróbio sob carga de EEML e que receberam água pura apresentaram um aumento significativo na concentração de glicose sérica comparado ao grupo de animais sedentários e que receberam água pura ($p < 0,02$). Não houve diferença significativa nos valores glicêmicos entre o grupo de ratos treinados em exercício anaeróbio de alta intensidade e que receberam água pura comparado com o grupo de animais sedentários que receberam água pura. Também não houve efeito significativo da suplementação com maltodextrina na concentração de glicose sérica entre os diferentes grupos experimentais do presente estudo (figura 2).

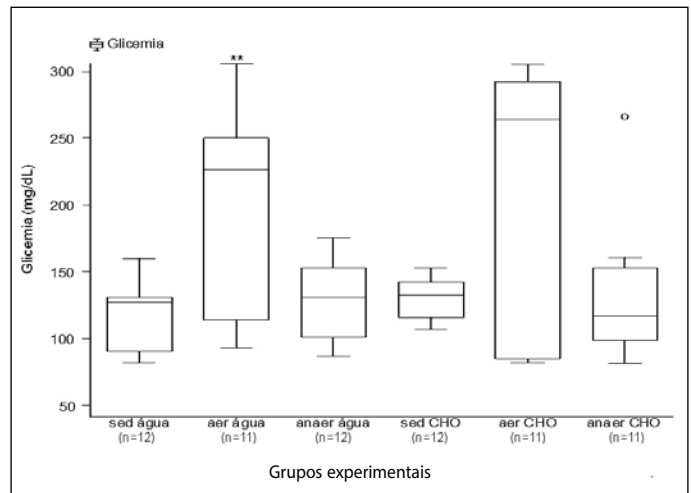


Figura 2. Glicemia (mg/dL) de ratos Wistar. Os valores estão expressos como média e desvio padrão.

Água: corresponde aos animais que receberam água pura. CHO: corresponde aos animais suplementados com maltodextrina. Sed: animais sedentários. Aer: animais treinados em exercício aeróbio contínuo sob carga de Estado Estável Máximo de Lactato. Anaer: animais treinados em exercício anaeróbio de alta intensidade. ** $p < 0,02$ versus sed água. Foi utilizado o teste estatístico Kruskal Wallis.

DISCUSSÃO

A participação em programas de treinamento de alta intensidade pode elevar o risco de maiores transtornos na sua imunocompetência¹². O exercício de alta intensidade ou de duração prolongada pode produzir uma janela aberta indicativa de um maior risco de infecções¹³. Entretanto, a suplementação com carboidratos pode melhorar a função imune em resposta ao exercício por preservar a glutamina e a manutenção da disponibilidade de glicose aos leucócitos¹⁴.

No presente estudo não foram observadas alterações na contagem total e diferencial de leucócitos com as execuções do exercício aeróbio sob carga de EEML e com o exercício anaeróbio de alta intensidade, assim como o uso de solução esportiva contendo maltodextrina não ocasionou modificações nos níveis sanguíneos de células brancas. Confirmando que esses dois padrões de treinamento não ocasionaram leucopenia que poderia estar envolvida com imunossupressão.

Respostas diversas nas concentrações destas células sanguíneas foram identificadas em modelos animais. Em ratos machos Wistar submetidos à sessões agudas de exercícios de baixa e moderada intensidade se detectou um aumento significativo na contagem total de leucócitos, bem como nos níveis circulantes de neutrófilos, linfócitos e monócitos, comparados ao grupo controle sedentários¹⁵. Após 36 horas do término da sessão de treinamento sob carga de exercício físico para induzir o overtraining em ratos machos Wistar verificou-se que a apoptose dos neutrófilos e linfócitos foi maior quando comparada ao grupo controle¹⁶. Em outro estudo observou-se que o exercício de exaustão causou leucocitose após o término da sessão comparado ao grupo de animais controles¹⁷. Também foi identificado um aumento significativo na contagem total de leucócitos depois que os animais completaram

um teste de exaustão em natação comparado aos animais do grupo controle¹⁸. Treinados tendem a ter baixas concentrações de hemoglobina devido ao aumento no volume plasmático. Esta anemia esportiva também pode ser observada em indivíduos exercitados¹⁹. No presente estudo foi identificado aumento no conteúdo de hemoglobina com a execução do exercício anaeróbio de alta intensidade e com o uso de solução esportiva contendo maltodextrina. Entretanto, o exercício aeróbio proporcionou redução na concentração de hemoglobina ao comparar com o exercício anaeróbio.

A literatura demonstra que, em ratos machos submetidos a diferentes tipos de exercícios físicos, a exaustão conduziu a um aumento nos níveis da concentração de hemoglobina¹⁹. Em ratas houve efeito do exercício sobre a concentração da hemoglobina com diminuição nos níveis em 36 horas após o exercício²⁰.

No presente estudo não foram encontrados trabalhos adicionais que associassem o uso de solução esportiva carboidratada e exercício físico sobre as concentrações de leucócitos e hemoglobina em modelos animais. Reforça-se, desta forma, a necessidade de futuras investigações que possam confirmar um possível benefício da suplementação com maltodextrina nestas células sanguíneas.

Em relação à glicemia, o presente estudo demonstrou que o exercício aeróbio contínuo proporcionou um aumento na concentração da glicose sérica. Em ratos machos Wistar alimentados com dieta normal e submetidos a treinamento de natação com diferentes durações se identificou que a glicemia foi maior nos grupos que nadaram por duas e quatro horas, comparado aos animais do grupo que não se exercitaram²¹. Ratos Wistar machos alimentados com dieta rica em car-

boidratos ou dieta rica em gorduras e cujas coletas sanguíneas foram realizadas pré e pós-exercício de natação observou-se que a concentração de glicose sérica não diferiu entre os grupos experimentais no pós-exercício²².

Com base nos resultados apresentados, as limitações do presente estudo referem-se às necessidades de avaliações de outros marcadores celulares do sistema imune, tais como interleucinas (IL-6, IL-8, etc.), imunoglobulinas (IgA, IgM, IgG) e as subpopulações de linfócitos (células natural killer, linfócitos-B e linfócitos-T). Também a necessidade de avaliações da capacidade aeróbia máxima e da concentração de eritropoietina.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que com oito semanas de treinamento aeróbio contínuo sob carga de EEML foi possível observar elevação no nível glicêmico, assim como a realização de exercício anaeróbio de alta intensidade associado ao uso de solução esportiva contendo maltodextrina ocasionaram aumentos no conteúdo de hemoglobina; entretanto, ambos os padrões de treinamento e a utilização de solução carboidratada não alteraram as concentrações sanguíneas de leucócitos circulantes. Desta forma, os diferentes tipos de exercícios não estiveram envolvidos com leucopenia que poderia conduzir a imunossupressão, com hipoglicemia ou anemia que poderiam levar a fadiga muscular precoce e queda do desempenho.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Kakani MW, Peake J, Brenu EW, Simmonds M, Gray B, Hooper SL, et al. The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. *Exerc Immunol Rev* 2010;16:119-37.
2. Malm C, Ekblom Ö, Ekblom B. Immune system alteration in response to increased physical training during five day soccer training camp. *Int J Sports Med* 2004;25:471-6.
3. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol* 2007;103:693-9.
4. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Noyes C, McArdle F, et al. Effects of carbohydrate on delayed onset muscle soreness and reactive oxygen species after contraction induced muscle damage. *Br J Sports Med* 2005;39:948-53.
5. Ghanbari-Niaki A, Saghebjoon M, Rashid-Lamir A, Fathi R, Kraemer RR. Acute circuit-resistance exercise increases expression of lymphocyte agouti-related protein in young women. *Exp Biol Med* 2010;235:326-34.
6. Lovelady CA, Fuller CJ, Geigerman CM, Hunter CP, Kinsella TC. Immune status of physically active women during lactation. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:100-7.
7. Smith AE, Fukuda DH, Kendall KL, Stout JR. The effects of a pre-workout supplement containing caffeine, creatine, and amino acids during three weeks of high-intensity exercise on aerobic and anaerobic performance. *J Int Soc Sports Nutr* 2010;7:1-11.
8. Gleeson M, Nieman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci* 2004;22:115-25.
9. Gobatto CA, Mello MAR, Sibuya CY, Azevedo JRM, Santos LA, Kokubun E. Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise. *Comp Biochem Physiol* 2001;130:21-7.
10. Rombaldi AJ. Alguns efeitos bioquímicos da ingestão de carboidrato líquido na realização de trabalho intermitente de alta intensidade em ratos [tese de doutorado]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 1996.
11. Dantas JA, Ambiel CR, Cuman RKN, Baroni S, Bersani-Amado CA. Valores de referência de alguns parâmetros fisiológicos de ratos do Biotério Central da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Sci Health Sci* 2006;28:165-70.
12. Aoi W, Naito Y, Yoshikawa T. Exercise and functional foods. *Nutr J* 2006;5:1-8.
13. Radak Z, Chung HY, Koltai E, Taylor AW, Goto S. Exercise, oxidative stress and hormesis. *Ageing Res Rev* 2008;7:34-42.
14. Braun WA, Von Duvillard SP. Influence of carbohydrate delivery on the immune response during exercise and recovery from exercise. *Nutrition* 2004;20:645-50.
15. Prestes J, Ferreira CKO, Dias R, Frollini AB, Donatto FF, Cury-Boaventura MF, et al. Lymphocyte and cytokines after short periods of exercise. *Int J Sports Med* 2008;29:1010-4.
16. Dong J, Chen P, Wang R, Yu D, Zhang Y, Xiao W. NADPH oxidase: a target for the modulation of the excessive oxidase damage induced by overtraining in rat neutrophils. *Int J Biol Sci* 2011;7:881-91.
17. Ferreira CKO, Prestes J, Donatto FF, Verlengia R, Navalta JW, Cavaglieri CR. Phagocytic responses of peritoneal macrophages and neutrophils are different in rats following prolonged exercise. *Clinics* 2010;65:1167-73.
18. Donatto FF, Prestes J, Ferreira CKO, Dias R, Frollini AB, Leite GS, et al. Efeitos da suplementação de fibras solúveis sobre as células do sistema imune após exercício exaustivo em ratos treinados. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14:528-32.
19. Sentürk UK, Gündüz F, Kuru O, Aktekin MR, Kipmen D, Yaşın O, et al. Exercise-induced oxidative stress affects erythrocytes in sedentary rats but not exercise-trained rats. *J Appl Physiol* 2001;91:1999-2004.
20. Ru W, Peijie C. Modulation of NKT cells and Th1/Th2 imbalance after α -Galcer treatment in progressive load-trained rats. *Int J Biol Sci* 2009;5:338-43.
21. Ochiai M, Matsuo T. Prolonged swimming exercise does not affect contents and fatty acids composition of rat muscle triacylglycerol. *J Oleo Sci* 2009;58:313-21.
22. Ochiai M, Matsuo T. Effects of short-term dietary change from high-carbohydrate diet to high-fat diet on storage, utilization, and fatty acid composition of rat muscle triglyceride during swimming exercise. *J Clin Biochem Nutr* 2009;44:168-77.