

EFEITOS DE DUAS SESSÕES AGUDAS DE EXERCÍCIO, REALIZADAS NO MESMO DIA EM DIFERENTES INTENSIDADES NA CONTAGEM DE LEUCÓCITOS TOTAIS, LINFÓCITOS CIRCULANTES E TECIDUAIS

EFFECTS OF TWO ACUTE EXERCISE SESSIONS PERFORMED IN THE SAME DAY IN DIFFERENT INTENSITIES ON TOTAL LEUKOCYTES COUNTING, CIRCULATING AND TISSUE LYMPHOCYTES

Jonato Prestes¹, Anelena Bueno Frollini², Márcia Guerreschi², Rodrigo Dias², Felipe Fedrizzi Donatto³, Clínton Kraüss de Oliveira Ferreira³, Denis Foschini⁴, Adriane Cristine Palanch⁵, Aylton Figueira Júnior⁴ e Cláudia Regina Cavaglieri⁵

1 - Mestre em *Performance Humana* - Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

2 - Bolsista de Iniciação Científica Pibic/CNPQ - Graduando da Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep)

3 - Mestrando em Educação Física - Núcleo de *Performance Humana* - Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep)

4 - Mestre em *Performance Humana* - Docente do Curso de Graduação em Educação Física da Universidade Metodista de São Paulo (Umesp)

5 - Doutora em Fisiologia Humana - Docente da Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep)

RESUMO

O presente estudo objetivou investigar as respostas imunes frente a duas sessões de exercício, realizadas no mesmo dia. Foram utilizados ratos machos Wistar, divididos em grupo controle, animais sedentários (C; n=8); grupo exercitado de forma aguda em intensidade leve por 60min (L60; n=8); grupo exercitado de forma aguda em intensidade moderada por 15min (M15; n=8) e grupo exercitado em duas sessões no mesmo dia (2S; n=8). O grupo que realizou duas sessões no mesmo dia demonstrou leucocitose 23% maior do que o grupo leve de 60min e 15% maior do que o grupo moderado de 15min, elevação nos neutrófilos quando comparado aos grupos exercitados por uma sessão e diminuição no percentual de linfócitos circulantes em relação aos mesmos grupos ($p \leq 0,05$). Os resultados mostraram que uma segunda sessão de exercício, realizada no mesmo dia, promoveu diferentes respostas na mobilização das subpopulações de leucócitos para a circulação geral, quando comparado com uma única sessão de exercício.

Palavras-chave: exercício físico; sistema imune; linfócitos.

ABSTRACT

The present study analysed immune responses after two exercise sessions performed in the same day. We used male Wistar rats, divided in control group, sedentary animals (C; n=8); acute 60 minutes low intensity exercised group (L60; n=8); acute 15 minutes moderate intensity exercised group (M15; n=8) and group exercised for two sessions in the same day (2S; n=8). The two sessions exercised group showed 23% greater leukocytosis as compared to low intensity 60 minutes group and 15% greater as compared to moderate 15 minutes group, increase in neutrophils related to groups exercised in one session and decrease in lymphocytes percentage in relation to the same groups ($p \leq 0,05$). The results showed that a second exercise session performed in the same day promoted different responses in the mobilization of leukocytes subpopulations to general circulation as compared to only one exercise session.

Keywords: physical exercise; immune system; lymphocytes.

INTRODUÇÃO

Evidências de estudos epidemiológicos têm demonstrado uma correlação positiva entre estilo de vida ativo, prática de exercícios físicos regulares e aumento da resistência às infecções do trato respiratório superior (IRTS). Por outro lado, atletas de esportes de resistência apresentam maior susceptibilidade à IRTS após períodos de treinamento pesados e competições estressantes (NIEMAN & PEDERSEN, 1999; NIEMAN, 1998), sendo proposta a teoria da *Open Window* para explicar esse aumento da susceptibilidade à IRTS (PEDERSEN & HOFFMAN-GOETZ, 2000; NIEMAN, 1994; HEATH e colaboradores, 1991).

Segundo McCarthy & Dale (1988), Nehlsen-Cannarella e colaboradores (1991), contudo, o exercício pode, paradoxalmente, tanto promover melhora como debilitar as respostas imunes. Estas respostas dependem da intensidade, volume, frequência do exercício e nível de aptidão física de cada indivíduo.

Exercícios físicos intensos e de curta duração podem elevar marcadamente a contagem total dos leucócitos circulantes, numa relação diretamente proporcional à intensidade do esforço (PEDERSEN & HOFFMAN-GOETZ, 2000). O número de linfócitos e neutrófilos aumentam de forma significativa ao final da sessão de exercício (PEDERSEN & HOFFMAN-GOETZ, 2000). A leucocitose ocorre principalmente na série granulocítica e, em especial, nos polimorfonucleares (SAXTON e colaboradores, 2003; HOST e colaboradores, 1995; BENONI e colaboradores, 1995), aumento este que pode se manter durante o período de recuperação por muitas horas (PEDERSEN & HOFFMAN-GOETZ, 2000; MACCARTHY & DALE, 1988). O número de monócitos e de linfócitos também aumenta, porém de maneira menos pronunciada (HOST e colaboradores, 1995; MOOREN e colaboradores, 2004; NIEMAN, 1994), sendo que as células *Natural Killer* (NK) são as que demonstram maiores alterações em relação à subpopulação linfocitária (MILES e colaboradores, 2002; SHEPHARD & SHEK, 1999).

A explicação mais cogitada para esta linfocitose passageira se deve, principalmente, à liberação de adrenalina provocada pelo exercício (ORTEGA e colaboradores, 2003), especialmente em atividades de curta duração (KAPPEL e colaboradores, 1991; LANDMANN, 1992; BENSCHOP e colaboradores, 1997). Em cinco minutos após o término do exercício, a con-

tagem de linfócitos começa a diminuir, provavelmente pelos efeitos posteriores do cortisol liberado durante o mesmo, particularmente em exercícios de duração mais prolongada (KAPPEL e colaboradores, 1991; PEDERSEN, e colaboradores, 1997; PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000; PEDERSEN & NIEMAN, 1998; NIEMAN e colaboradores, 1997). Em geral, de quatro a seis horas depois de encerrado o exercício físico e, provavelmente, após 24 horas de repouso, a contagem dos linfócitos estará normalizada (MEYER e colaboradores, 2004; HOST e colaboradores, 1995).

Outros fatores, como liberação de prostaglandinas, ândorfinas, citocinas e hormônio do crescimento, também podem modular o número e a função de linfócitos (KAPPEL e colaboradores, 1991; PEDERSEN e colaboradores, 1997; PEDERSEN & HOFFMAN-GOETZ, 2000).

O número de pesquisas que reportam as diferentes alterações no número de leucócitos circulantes, linfócitos circulantes e teciduais, com relação a uma segunda sessão de exercício no mesmo dia, é limitado. Baseada nesse número limitado de estudos, essa pesquisa teve como propósito investigar as respostas imunes, frente a duas sessões desse mesmo modelo de exercício no mesmo dia, sendo uma em intensidade leve e outra em intensidade moderada.

MÉTODOS

Animais Experimentais

Todo o experimento foi conduzido de acordo com a política para pesquisas com animais experimentais do *American College of Sports Medicine*. Foram utilizados ratos machos da linhagem Wistar (*Rathus norvegicus var, albinus, Rodentia, Mamalia*), sedentários, com dois meses de idade e peso médio de 200g, obtidos do Biotério Central da Universidade Metodista de Piracicaba.

Os animais tiveram livre acesso à água e à alimentação *ad libitum*, sendo mantidos em gaiolas coletivas (cinco animais), ambiente com temperatura constante de 23°C ± 2°C, ciclo claro/escuro de 12/12 horas, com luz acesa a partir das 6 horas. Antes de se iniciar o período experimental, os animais permaneceram por 48 horas em adaptação às condições do biotério de pesquisa.

Grupos Experimentais

Os animais foram aleatoriamente divididos em quatro grupos: (1) grupo controle, animais sedentários (C; n=8); (2) grupo exercitado de forma aguda em intensidade leve por um período de 60min (L60; n=8); (3)

grupo exercitado de forma aguda em intensidade moderada por um período de 15min (M15; n=8) e (4) grupo exercitado em duas sessões no mesmo dia, sendo a primeira sessão de 60min com intensidade leve, recuperação de 15min, seguido da segunda sessão de 15min de exercício de intensidade moderada (2S; n=8).

Protocolo de Exercício

O modelo de exercício físico escolhido foi a natação, realizada em um tanque, estando a temperatura da água a $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, sendo o protocolo realizado no período da tarde, entre 14 e 17 horas. Os grupos exercitados em intensidade leve não fizeram uso de cargas, ao passo que, para o exercício em intensidade moderada, cargas adicionais com 5% do peso corporal dos animais foram acopladas em suas regiões dorsais, a que corresponde a uma intensidade inferior ao ponto de inflexão da curva do limiar de lactato (GOBATTO e colaboradores, 2001; VOLTARELLI e colaboradores, 2002).

Coleta de Sangue e Análise das Variáveis

Os animais dos grupos experimentais foram submetidos separadamente ao exercício físico e sacrificados de três a quatro minutos após o final das sessões de exercício estipuladas para análise das variáveis sanguíneas e teciduais. O sangue foi previamente armazenado em tubo de vidro com EDTA (100 ml para 3,5ml de sangue), e mantido em gelo para análise da leucometria e do leucograma Diferencial.

Leucometria e Leucograma Diferencial

O sangue foi previamente armazenado em tubo de vidro com EDTA e mantido em gelo para análise das variáveis sanguíneas. A contagem de leucócitos totais foi realizada na câmara de Neubauer, acrescentado 190 mL do corante *Turkey* (Sigma, St. Louis, MO, USA). O leucograma diferencial foi realizado em microscópio óptico, utilizando lâmina de esfregaço sanguíneo, que foi colorado com *May-Grünwald* e *Giemsa* (corantes) (Sigma, St. Louis, MO, USA) (CAVAGLIERI *et al.*, 2000).

Linfócitos Teciduais

O número total de linfócitos mesentéricos foi dado com a aplicação do corante *Triplan Blue* (Sigma, St. Louis, MO, USA), sendo a contagem realizada em câmara de Neubauer.

Análise Estatística

Todos os dados foram expressos como média \pm Erro Padrão da Média (EPM). A análise estatística foi realizada inicialmente pelo teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov e pelo teste de homocedasticidade (critério de Bartlett). Para as variáveis analisadas, que apresentaram distribuição normal e homocedasticidade, foi utilizado a Anova e o teste F, sendo que, quando a diferença apresentada era significativa, aplicou-se o teste de Tukey HSD para as comparações múltiplas. Em todos os cálculos, foi fixado um nível crítico de 5% ($p < 0,05$). O software utilizado em todos os testes estatísticos foi o *Statistica*® 6.1.

RESULTADOS

Leucometria e Leucograma Diferencial

Ao final das sessões de exercício, todos os grupos exercitados apresentaram leucocitose em relação ao grupo controle; o grupo leve exercitado durante 60min apresentou aumento de 4,5% ($p=0,05$); o grupo de 15min moderado, aumento de 64% ($p=0,05$), e o grupo exercitado por duas sessões, de 8,6% ($p=0,05$), respectivamente. Sendo que, quando realizada a comparação entre os grupos exercitados, o grupo que realizou duas sessões de exercício no mesmo dia apresentou aumento 23% maior do que o grupo leve de 60min ($p=0,005$) e 15% maior do que o grupo moderado de 15min ($p=0,012$) (Tabela 1).

Quando foi analisado o percentual de neutrófilos circulantes, os resultados apontaram para uma diminuição de 33% no grupo que realizou uma sessão de 60min em intensidade leve, comparado ao controle sedentário ($p=0,04$), e um aumento de 14% no grupo de duas sessões, em relação ao controle não-exercitado ($p=0,005$). Na comparação entre os grupos que realizaram uma sessão, o grupo exercitado moderado de 15min apresentou aumento de 31,5% em relação ao grupo leve de 60min para o percentual de neutrófilos circulantes ($p=0,035$). Já o grupo exercitado por duas sessões apresentou elevação 43% maior nos neutrófilos, quando comparado ao grupo que foi submetido a 60min de exercício em intensidade leve ($p=0,05$) e aumento de 16,7% quando comparado ao grupo exercitado por 15min em intensidade moderada ($p=0,008$) (Tabela 1).

Com relação ao percentual de linfócitos circulantes, foram detectados aumentos nos grupos exercitados

de 60min em intensidade leve (11%) e de 15min em intensidade moderada (3%) em comparação ao grupo controle ($p=0,003$ e $p=0,012$, respectivamente) (Tabela 1). Contrariamente, no grupo que realizou duas sessões, houve diminuição de 6,5% nos linfócitos circulantes em relação ao grupo controle ($p=0,001$). O grupo exercitado por 15min moderado apresentou diminuição de 8,5% no percentual de linfócitos em relação ao grupo exercitado por 60min leve ($p=0,002$). Já no grupo de duas sessões, detectamos diminuição de 17% em relação ao grupo de 60min leve ($p=0,008$) e redução de 9% em relação ao grupo moderado de 15min ($p=0,002$) nos linfócitos circulantes (Tabela 1).

Para o percentual de monócitos circulantes, os resultados apontaram para aumento de 40% no grupo exercitado leve de 60min ($p=0,05$) quando comparado ao controle. Foram encontradas diminuições nos grupos moderado de 15min (26,5%) e de duas sessões (30%), em comparação ao grupo controle ($p=0,004$ e $p=0,033$, respectivamente) (Tabela 1). Na comparação entre os grupos que realizaram uma sessão, o grupo exercitado de 15min em intensidade moderada apresentou diminuição de 56% em relação ao grupo de 60 minutos em intensidade leve ($p=0,05$). Já no grupo de duas sessões, foi detectada redução de 58% em relação ao grupo que realizou 60min de exercício em intensidade leve ($p=0,05$) (Tabela 1).

Número de linfócitos teciduais

Na comparação com o grupo controle, ocorreu aumento de 31% no grupo de 15min moderado ($p=0,033$) e diminuições nos grupos de 60min leve (21%) e de duas sessões (14%) nos linfócitos teciduais ($p=0,014$ e $p=0,006$, respectivamente) (Figura 1). Sendo que, quando realizada a comparação entre os grupos exercitados, os resultados apontaram para um aumento de 45% no número de linfócitos teciduais

no grupo de 15min moderado em relação ao grupo de 60 minutos leve ($p=0,05$). Com relação ao grupo de duas sessões, houve redução de 40% quando comparado ao grupo exercitado de 15min moderado ($p=0,05$) (Figura 1).

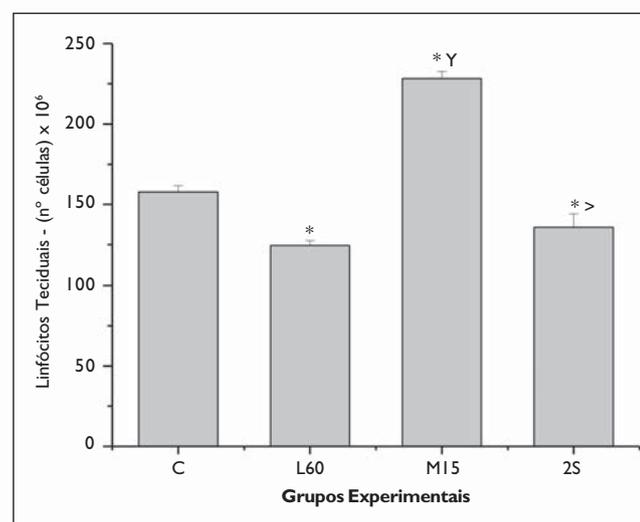


Figura 1: Média \pm erro padrão da média. Número total de linfócitos teciduais dos grupos controle sem exercício físico (C; n=8); exercício agudo leve por 60min (L60; n=8); exercício agudo moderado por 15min (M15; n=8); exercitados por duas sessões (2S; n=8). Valores considerados estatisticamente significantes quando ($p \leq 0,05$), sendo (*) para todos os grupos exercitados quando comparado ao grupo controle; (Y) quando comparado o grupo L60 com o grupo M15; (#) quando comparado o grupo L60 com o grupo 2S; (>) quando comparado o grupo M15 com o grupo 2S.

DISCUSSÃO

Baseando-se nos resultados obtidos por Ronsen e colaboradores (2002), que registraram que as concentrações de adrenalina e noradrenalina retornaram aos valores basais após 15min de recuperação subsequente à segunda sessão de exercício, foi estabelecido período de recuperação de 15min no presente trabalho.

Tabela 1: Valores de Leucometria e Leucograma Diferencial dos grupos controle e exercitados.

Grupos Experimentais	Controle	L60	M15	2S
Leucometria (nº de leucócitos x 10 ⁶)	4,14 \pm 0,10	10,57 \pm 0,72*	11,6 \pm 0,36*	13,75 \pm 0,65*#>
Neutrófilos Circulantes (%)	32 \pm 0,42	21,25 \pm 1*	31 \pm 0,5U	37,25 \pm 0,75*#>
Linfócitos Circulantes (%)	64,25 \pm 0,31	72,5 \pm 1,13*	66,25 \pm 0,62*U	60,12 \pm 0,69*#>
Monócitos Circulantes (%)	3,75 \pm 0,16	6,25 \pm 0,45*	2,75 \pm 0,25*U	2,62 \pm 0,18*#

Média \pm erro padrão da média. Leucometria e Leucograma Diferencial dos grupos controle sem exercício físico (C; n=8); exercício agudo leve por 60 minutos (L60; n=8); exercício agudo moderado por 15 minutos (M15; n=8); exercitados por duas sessões (2S; n=8). Valores considerados estatisticamente significantes quando ($p \leq 0,05$), sendo (*) para todos os grupos exercitados quando comparado ao grupo controle; (Y) quando comparado o grupo L60 com o grupo M15; (#) quando comparado o grupo L60 com o grupo 2S; (>) quando comparado o grupo M15 com o grupo 2S.

Um dos possíveis mecanismos propostos para explicar a leucocitose induzida pelo exercício é a associação entre o sistema imune e o neuroendócrino. Nesse sentido, tem sido proposto que a adrenalina estimularia a liberação de células de seus compartimentos, para a circulação geral, via ativação dos receptores b-adrenérgicos, promovendo uma regulação negativa nesses receptores; o GH (hormônio do crescimento), em conjunto com a adrenalina, estaria provavelmente relacionado com a mobilização de neutrófilos para a corrente sanguínea durante o exercício, constituindo-se em um efeito imediato (PEDERSEN & HOFFMAN-GOETZ, 2000). Quanto ao cortisol, o mesmo começa a exercer seus efeitos imunossupressores dentro de um tempo mínimo de uma hora após o exercício, e, por esse motivo, poderia contribuir de forma tardia para o quadro de linfopenia e neutrocitose somente em sessões de exercícios de longa duração acima de 60min (PEDERSEN e colaboradores, 1997; PEDERSEN & HOFFMAN-GOETZ, 2000).

Nielsen e colaboradores (1996) reportaram que, ao final da segunda ou terceira sessão de canoagem, separadas por um intervalo de recuperação de quatro horas, a contagem total de leucócitos, neutrófilos e linfócitos estava aumentada. No mesmo estudo, foram observados efeitos similares em sessões de exercício exaustivo em cicloergômetro, cada uma com duração média de 13min, separadas por um intervalo de recuperação de uma hora. Field e colaboradores (1991) também encontraram que, ao final de duas sessões de exercício, a contagem de leucócitos totais e neutrófilos circulantes estava significativamente maior em relação a uma única sessão. Porém, nos linfócitos circulantes, o aumento foi menos pronunciado ao final da segunda sessão, sendo que, uma hora após o término do exercício, a contagem desta subpopulação celular reduziu abaixo dos valores de repouso.

No exercício com duração de 75min em cicloergômetro, realizado com intensidade de 75% do $VO_2\max$, também foi observado aumento no número total de leucócitos, neutrófilos e linfócitos circulantes, imediatamente ao final de uma segunda sessão de exercício, quando comparado a uma única sessão, utilizando-se como grupo experimental atletas de *endurance* (RONSEN e colaboradores, 2001). Ainda Ronsen e colaboradores (2002); também se observou aumento no número de neutrófilos e linfócitos circulantes ao final da segunda sessão, sendo que o aumento foi mais pronunciado em neutrófilos.

Os resultados apresentados pelos estudos acima são similares aos encontrados na presente pesquisa, na qual se detectou leucocitose em todos os grupos submetidos ao exercício em comparação ao grupo controle. No entanto, o grupo que realizou duas sessões apresentou leucocitose mais pronunciada em relação aos grupos exercitados por apenas uma sessão. Este aumento no número de leucócitos foi 23% maior no grupo de duas sessões, quando comparado ao grupo exercitado leve de 60min, e 15% maior, em relação ao grupo moderado de 15min. Com relação ao percentual de neutrófilos circulantes, nossos resultados também corroboraram com os estudos citados acima, ao passo que, o grupo que realizou duas sessões de exercício no mesmo dia apresentou neutrocitose 43% maior em relação ao grupo de 60min leve e 16,7% maior em comparação ao grupo de 15min moderado.

Possivelmente, o maior percentual de neutrófilos circulantes no grupo que realizou uma sessão de exercício pelo período de 15min (31,5% maior), em relação ao grupo que se exercitou também por uma sessão de 60min (Tabela 1), seria em decorrência das diferentes intensidades de exercício. Pode-se observar que, mesmo em 15min de exercício em intensidade moderada, a resposta com relação à mobilização de neutrófilos para a circulação geral pode ser mais pronunciada em relação a 60min em intensidade leve.

No grupo que realizou duas sessões no mesmo dia, observou-se uma pequena, porém significativa, redução no percentual de linfócitos circulantes, quando comparado aos grupos que realizaram apenas uma sessão. Neste sentido, Fu e colaboradores (2003) detectaram redução no número de linfócitos circulantes após exercício realizado em esteira até a exaustão em camundongos. Esta diferença em relação aos trabalhos comentados anteriormente pode estar relacionada ao intervalo de recuperação entre as duas sessões, tipo de exercício, intensidade de trabalho imposta e técnica utilizada para contagem de células.

Ainda Fu e colaboradores (2003) demonstraram que uma sessão de exercício realizada até a exaustão foi suficiente para induzir a redução do número de linfócitos no baço.

No estudo em tela, o número de linfócitos mesenéricos diminuiu tanto no grupo que realizou uma sessão em intensidade leve por 60min como no grupo que foi submetido a duas sessões. Entretanto, o grupo que realizou uma sessão com intensidade moderada

por 15min, inversamente apresentou aumento na contagem de linfócitos teciduais. Esta resposta inversa no número de linfócitos teciduais sugere que a modulação da resposta linfocitária pode ser positiva ou negativa, dependendo do volume e da intensidade do exercício.

Em conclusão, a mobilização e as alterações na contagem das subpopulações leucocitárias frente a uma segunda sessão, em comparação com um único episódio de exercício, são mediadas provavelmente pela combinação dos seguintes fatores: (1) alterações na hemodinâmica, como resposta aguda das catecolaminas nas sessões de exercício; (2) regulação negativa nos receptores b-adrenérgicos pela adrenalina; (3) interações hormonais como a ação conjunta da adrenalina e GH; e (4) alterações das moléculas de adesão tanto dos leucócitos

como células endoteliais, em decorrência de estimulação neuroendócrina. Em adição, os resultados mostraram que uma segunda sessão de exercício, em um mesmo dia, promoveu diferentes respostas com relação à mobilização das diferentes subpopulações de leucócitos para a circulação geral, quando comparado com um única sessão de exercício no mesmo volume e intensidade.

Os resultados desta pesquisa sugerem que pessoas sedentárias que iniciam a prática de exercícios físicos, realizando duas sessões no mesmo dia, apesar de ambas serem executadas tanto na intensidade leve como na moderada, podem apresentar uma alteração mais pronunciada na resposta imune. Portanto, a prescrição de duas sessões de exercícios físicos para indivíduos sedentários precisa ter seus efeitos devidamente esclarecidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENONI, G.; BELLAVITE, P.; ADAMI, A.; CHIRUMBOLO, S.; LIPPI, G.; BROCCO, G.; GIULINI, G.M. & CUZZOLIN, L. "Changes in several neutrophil functions in basketball players before, during and after the sports season". *International Journal of Sports Medicine*, v. 16, p. 34-37, 1995.
- BENSCHOP, R.J.; SCHEDLOWSKI, M.; WIENECKE, H.; JACOBS, R. & SCHMIDT, R.E. "Adrenergic control of natural killer cell circulation and adhesion". *Brain, Behavior, and Immunity*, v. 11, p. 321-332, 1997.
- CAVAGLIERI, C.R.; MARTINS, E.F.; COLLEONE, V.V.; RODRIGUES, C.; VECCHIA, M.G. & CURTI, R. "Fiber-rich diets alter rat intestinal leukocytes metabolism". *The Journal of Nutrition Biochemistry*, v. 11, p. 555-561, 2000.
- FIELD, C.J.; GOUGEON, R. & MARLISS, E.B. "Circulating mononuclear cell numbers and function during intense exercise and recovery". *Journal of Applied Physiology*, v. 71, p. 1.089-1.097, 1991.
- FU, S.C.; QIN, L.; LEUNG, C.K.; CHAN, B.P. & CHAN, K.M. "Regular moderate exercise training prevents decrease of CD4⁺ T-lymphocytes induced by a single bout of strenuous exercise in mice". *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 28, p. 370-381, 2003.
- GOBATTO, C.A.; MELLO, M.A.R.; SIBUYA, C.Y.; AZEVEDO, J.R.M.; SANTOS, L.A.S. & KOKOBUN, E. "Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise". *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 130, p. 21-27, 2001.
- HEATH, G.W.; FORD, E.S.; CRAVEN, T.E.; MACCERA, C.A.; JACKSON, K.L. & PATE, R.R. "Exercise and the incidence of upper respiratory tract infections". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 23, p. 152-157, 1991.
- HOST, C.R.; NORTON, K.I.; OLDS, T.S.; LOWE, E.L. & MULLIGAN, S.P. "The effects of altered exercise distribution on lymphocyte subpopulations". *European Journal of Applied Physiology*, v. 72, p. 157-164, 1995.
- KAPPEL, M.; TVEDE, N.; GALBO, H.; HAAHR, P.M.; KJAER, M.; LINSTOW, M.; KLARLUND, K. & PEDERSEN, B.K. "Evidence that the effect of physical exercise on NK cell activity is mediated by epinephrine". *Journal of Applied Physiology*, v. 70, p. 2530-2534, 1991.
- LANDMANN, R. "Beta-adrenergic receptors I human leucocyte subpopulations". *European Journal of Clinical Investigation*, v. 22, p. 30-36, 1992.
- MCCARTHY, D.A. & DALE, M.M. "The leucocytosis of exercise. A review and model". *Sports Medicine*, v. 6, p. 333-363, 1988.
- MEYER, T.; FAUDE, O.; URHAUSEN, A.; SCHARHAG, J.; KINDERMANN, W. "Different Effects of Two Regeneration Regimens on Immunological Parameters in Cyclists". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, p. 1.743-1.749, 2004.
- MILES, M.P.; MACKINNON, L.T.; GROVE, D.S.; WILLIAMS, N.I.; BUSH, J.A.; MARX, J.O.; KRAEMER, W.J. & MASTRO, A.M. "The relationship of natural

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- killer cell counts, perforin mRNA and CD2 expression to post-exercise natural killer cell activity in humans". *Acta Physiologica Scandinavica*, v. 174, p. 317-325, 2002.
- MILLS, P.J.; REHMAN, J.; ZIEGLER, M.G.; CARTER, S.M.; DIMSDALE, J.E. & MAISEL, A.S. "Nonselective beta blockade attenuates the recruitment of CD62L(-)T lymphocytes following exercise". *European Journal of Applied Physiology*, v. 79, p. 531-534, 1999.
- MOOREN, F.C.; LECHTERMANN, A. & VOLKER, K. "Exercise-Induced Apoptosis of Lymphocytes Depends on Training Status". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, p. 1.476-1.483, 2004.
- NEHLSSEN-CANNARELLA, S.L.; NIEMAN, D.C.; BALK-LAMBERTON, A.J.; MARKOFF, P.A.; CHRITTON, D.B.; GUSEWITCH, G. & LEE, J.W. The effect of moderate exercise training an immune response. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 23, p. 64-70, 1991.
- NIELSEN, H.B.; SECHER, N.H.; CHRISTENSEN, N.J. & PEDERSEN, B.K. "Lymphocytes and NK cell activity during repeated bouts of maximal exercise". *American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 271 p. R222-R227, 1996.
- NIEMAN, D.C. "Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 26, p. 128-39, 1994.
- _____. "Exercise and resistance to infection". *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, v. 76, p. 573-80, 1998.
- NIEMAN, D.C.; FAGOAGA, O.R.; BUTTERWORTH, D.E.; WARREN, B.J.; UTTER, A.; DAVIS, J.M.; HENSON, D.A. & NEHLSSEN-CANARELLA, S.L. "Carbohydrate supplementation affects blood granulocyte and monocyte trafficking but not function after 2.5 hours of running". *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 66, p. 153-159, 1997.
- NIEMAN, D.C.; HENSON, D. A.; GARNER, E.B.; BUTTERWORTH, D.E.; WARREN, B.J.; UTTER, A.; DAVIS, J.M.; FAGOAGA, O.R.; NEHLSSEN-CANARELLA, S.L. "Carbohydrate effects natural killer cell redistribution but not activity after running". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 29, p. 1.318-24, 1997.
- NIEMAN, D.C. & PEDERSEN, B.K. "Exercise and immune function: recent developments". *Sports Medicine*, v. 27, p. 73-80, 1999.
- PEDERSEN, B.K.; BRUUNSGAARD, H.; KLOKKER, M.; KAPPEL, M.; MACLEAN, D.A.; NIELSEN, H.B.; ROHDE, T.; ULLUM, H. & ZACHO, M. "Exercise-induced immunomodulation-possible roles of neuroendocrine and metabolic factors". *International Journal of Sports Medicine*, (Suppl. 1) v. 18, p. S2-S7, 1997.
- PEDERSEN, B.K. & HOFFMAN-GOETZ, L. "Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation". *Physiological Reviews*, v. 80, p. 1.055-1.081, 2000.
- PEDERSEN, B.K. & NIEMAN, D.C. "Exercise immunology: integration and regulation". *Immunology Today*, v. 19, p. 204-206, 1998.
- SAXTON, J.M.; CLAXTON, D.; WINTER, E. & POCKLEY, A.G. "Peripheral blood Leukocyte functional responses to acute eccentric exercise in humans are influenced by systemic stress, but not by exercise-induced muscle damage". *Clinical Science (London)*, v. 104, p. 69-77, 2003.
- SHEPHARD, R.J. & SHEK, P.N. "Effects of exercise and training on natural killer cell counts and cytolytic activity: a meta-analysis". *Sports Medicine*, v. 28, p. 177-195, 1999.
- RONSEN, O.; PEDERSEN, B.K.; ORITSLAND, T.R.; BAHR, R. & KJELDSEN-KRAGH, J. "Leukocyte counts and lymphocyte responsiveness associated with repeated bouts of strenuous endurance exercise". *Journal of Applied Physiology*, v. 91, p. 425-434, 2001.
- RONSEN, O.; KJELDSEN-KRAGH J.; HAUG E.; BAHR R. & PEDERSEN B.K. "Recovery time affects immunoendocrine responses to a second bout of endurance exercise". *American Journal of Physiology - Cell Physiology*, v. 283, p. 1.612-1.620, 2002.
- VOLTARELLI, F.A.; GOBATTO, C.A. & MELLO, M.A.R. "Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test". *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 35, p. 1.389-1.394, 2002.

Endereço para correspondência:

Rua Major José Inácio, nº .400, apto. 13, Centro, São Carlos-SP. CEP 13560-161

E-mail: jonatop@gmail.com