

■ EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO E DA TERAPIA POR ULTRA-SOM SOBRE OS LEUCÓCITOS CIRCULANTES EM RATOS WISTAR

■ **HELTON ANDRÉ HERMINI**
RICARDO JOSÉ GOMES
ELIETE LUCIANO

Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP

■ **FLÁVIO HENRIQUE CAETANO**

Departamento de Biologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP

O objetivo deste trabalho foi estudar as interações do treinamento físico com o tratamento por ultra-som sobre os leucócitos. Utilizou-se ratos adultos machos, distribuídos nos grupos: Sedentário (Ss/us), Sedentário tratado com ultra-som (Sc/us), Treinado (Ts/us) e Treinado tratado com ultra-som (Tc/us). O treinamento consistiu em 1 h de natação por dia, com sobrecarga de 5% do peso corporal, 5 dias por semana, durante 6 semanas. O ultra-som foi realizado 3min/dia, durante 6 semanas. Ao final do experimento, foram retiradas amostras de sangue para a contagem total e diferencial de leucócitos. Não foram encontradas diferenças estatísticas no número de leucócitos totais e de monócitos entre os grupos estudados. Os linfócitos aumentaram entre os grupos treinados e/ou tratados (Ss/us = $41,5 \pm 7,4$; Sc/us = $53,6^* \pm 8,7$; Ts/us = $58,8^* \pm 4,2$; Tc/us = $64,2^* \pm 5,5$ %). Os eosinófilos foram reduzidos nos grupos treinados e tratados (Ss/us = $1,0 \pm 1,4$; Sc/us = $1,2 \pm 0,4$; Ts/us = $3,5 \pm 2,3$; Tc/us = $0,6^* \pm 0,9$ %). Esses dados indicam que o treinamento físico, bem como a terapia por ultra-som, modulam as subpopulações de leucócitos, e que a interação de ambos induz eosinopenia, sugerindo o envolvimento de estresse. A elevação do número de linfócitos sugere o aumento da resposta imunológica.

PALAVRAS-CHAVE: Leucócitos, Ultra-som, Atividade física, Ratos.

resumo

EFFECT OF THE PHYSICAL TRAINING AND ULTRA-SOUND TREATMENT ON THE SERUM LEUKOCYTES IN WISTAR RATS

The aim of the present study was to investigate the interactions of the physical training with the ultra-sound on leukocytes. For this study, male wistar rats were distributed in 4 groups: Sedentary (S), Sedentary with ultra-sound (SU), Trained (T) and Trained with ultra-sound (TU). Training program consisted of swimming 5 day/week, 1 h/day, supporting a load of 5% b.w., during 6 weeks. Ultra-sound was applied 3 min/day, for 6 weeks. At the end of the experimental period, samples of blood were used for total and differential counting. No statistical were observed regarding the leukocytes and monocytes among the studied groups. Lymphocytes increased among the trained and or treated groups (S = $41,5 \pm 7,4$; SU = $53,6^* \pm 8,7$; T = $58,8^* \pm 4,2$; TU = $64,2^* \pm 5,5$ %). The eosinophils were reduced in the trained and treated groups (S = $1,0 \pm 1,4$; SU = $1,2 \pm 0,4$; T = $3,5 \pm 2,3$; TU = $0,6^* \pm 0,9$ %). These data indicate that, the physical training, as well as the ultra-sound therapy, modulate the leukocytes subpopulations and that the interaction of both induces eosinopaenia, suggesting the stress involvement. The increase of the lymphocytes number suggest the increase of the immune response.

KEY WORDS: Leucocytes, Ultra-sound, Physical activity, Rats.

abstract

INTRODUÇÃO

A relação entre exercício físico e infecção têm implicações potenciais para a saúde pública, e para o atleta, podendo significar a diferença entre ser capaz de competir ou não (NIEMAN, 1994). Tradicionalmente, o exercício ajuda a melhorar a saúde. Como consequência, pessoas que praticam algum esporte regularmente têm menor susceptibilidade à infecções, quando comparados com os sedentários, especialmente se o esporte for praticado em baixa intensidade. De acordo com trabalhos clássicos (NIEMAN, 1994) o exercício induz a leucocitose, mas, a extensão desta, depende da intensidade e da duração do exercício. Parece que as catecolaminas e os glicocorticóides são os principais responsáveis pelo aumento da leucocitose provavelmente devido a uma redistribuição dessas células, vindas de outros órgãos do sistema imune como o baço (BARRIGA et al., 1993).

A influência do exercício sobre as respostas leucocitárias tem sido observada principalmente nas capacidades de aderência e quimiotaxia, as quais estão na dependência tanto da intensidade do exercício como das células fagocitárias envolvidas. O exercício também induz aumento na ligação aos antígenos, independente da intensidade da atividade física e do envolvimento de neutrófilos, monócitos ou macrófagos. Quanto à capacidade microbida, os resultados são muito contraditórios, mostrando maior dependência da célula estudada e da intensidade do exercício (RINCÓN, 1994).

Com respeito ao efeito do exercício sobre a função dos linfócitos, alguns autores verificaram que pode ser prejudicada após o exercício. Esse declínio na função dos linfócitos é normalmente produzido após exercício agudo e intenso, mas não após exercício moderado ou em sujeitos treinados (NIEMAN, 1994). Pesquisadores trabalhando com jovens submetidos a treinamento de resistência, encontraram aumento na subpopulação de linfócitos (LAPERRIERE et al., 1994) e ativação do sistema imune específico, indicada pela elevação de interleucinas e ativação do sistema monócito – fagocítico, bem como aumento nos níveis de moléculas de adesão intercelular (BAUM et al., 1994). Diversas respostas leucocitárias ao exercício agudo, como o número total e subpopulações de linfócitos, têm sido semelhantes em jovens e idosos. Segundo EICHNER (1995) durante o exercício físico agudo é encontrado um maior número de células polimorfonucleares marginais. De acor-

do com ROWBOTTOM & GREEN (2000), os aumentos na circulação dos componentes imune não são todos da mesma magnitude durante e imediatamente após o exercício, sugerindo que alguns tipos de células são mais suscetíveis à influência hormonal que outras. Há exemplos de algumas mudanças que podem ser provocadas pelo exercício físico sobre o sistema imune de atletas. No exercício agudo há profundas mudanças no número e distribuição relativa dos diferentes leucócitos circulantes, mas, estas mudanças são de um modo geral transitórias, retornando aos níveis de repouso dentro de 24 horas depois do exercício. Evidencia-se uma proliferação aumentada de linfócitos após exercícios moderados, em contrapartida à diminuição provocada por exercícios intensos. Ocorre redução dos níveis de imunoglobulinas salivar e sérica durante o período de treinamento intenso. Existe uma atenuação na função dos neutrófilos em repouso e depois do exercício em atletas, comparado com não atletas, e em atletas durante períodos de treinamento intenso comparado com treinamento moderado (MACKINNON, 2000).

O interesse no campo do ultra-som terapêutico, por outro lado, vem ganhando espaço nos últimos anos. O ultra-som é um agente terapêutico rotineiramente utilizado para tratar lesões de tendão, torção de ligamentos, torções musculares, inflamação de cápsulas articulares, bursite, fraturas ósseas, lasserções de tecidos macios, dor em músculos esqueléticos e outros danos teciduais. Embora o amplo uso clínico dessa modalidade sugira a eficácia, as evidências quanto as implicações da utilização sobre outros sistemas são limitadas (RAMIREZ et al., 1997).

As ondas ultra-sônicas são produzidas por transdutores piezoelétricos, que convertem a energia elétrica de excitação em vibração mecânica de alta frequência. Muitos tratamentos envolvendo o uso do ultra-som terapêutico estão baseados na experiência e opinião pessoal, e portanto, não em suas reais interações com os tecidos de reparo. A utilização terapêutica do ultra – som está baseada primariamente na sua capacidade de aquecimento, como ondas curtas e microondas, por propagarem-se seletivamente à determinadas áreas. Essas alterações levam ao aumento tanto da força tênsil quanto a deposição de colágeno em tecidos lesados (BYL et al., 1992). PLASKETT & TIIDUS (1998), estudaram a efetividade do tratamento por ultra-som pulsado sobre a taxa de recuperação da força muscular e da sensação após o exercício e não en-



contraram diferenças significativas sobre os parâmetros estudados.

Trabalhos recentes têm demonstrado que a interação do exercício físico com a aplicação terapêutica do ultra-som apresenta efeitos benéficos sobre a síntese de proteínas e conteúdo de DNA nos tecidos musculares (LUCIANO et al., 1999 e GUERINO et al., 1999). Estudos envolvendo as implicações dessas interações sobre outros sistemas, tais como o imunológico têm sido reduzidos.

OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho foi investigar as adaptações leucocitárias ao treinamento físico e ao tratamento por ultra-som fisioterapêutico em ratos, com ênfase na contagem total e diferencial de leucócitos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados ratos machos, adultos wistar provenientes do Biotério Central da UNESP – Botucatu e mantidos no Biotério do Departamento de Educação Física – IB – UNESP – Rio Claro. Os animais foram alimentados com ração balanceada padrão para roedores (Purina) e água “ad libitum”. Os ratos foram mantidos em gaiolas coletivas à temperatura ambiente de 25° C e foto período de 12 horas de claro e 12 de escuro.

Os animais foram distribuídos em quatro grupos da seguinte forma: sedentários sem tratamento de ultra-som (Ss/us) – (n=6), treinados sem tratamento de ultra-som (Ts/us) – (n=6), sedentário tratados com ultra-som (Sc/us) – (n=8) e treinados tratados com ultra-som (Tc/us) – (n=8).

O treinamento consistiu em uma hora de natação diária, com água à temperatura entre 30° C – 32° C, em tanque de amianto de 100 cm de comprimento, 70 cm de largura e 60 cm de profundidade, cinco dias por semana, durante seis semanas seguidas. Foram adicionadas durante o treinamento, cintas com cargas de 5% em relação ao peso do animal.

Os animais submetidos ao ultra-som receberam tratamento diário, 3 minutos contínuos por dia, coincidentes com os dias de treinamento, mas em períodos diferentes (treino de manhã e aplicação de ultra-som à tarde). Os ratos sofreram diariamente tricotomia da coxa direita e aplicação posterior de

gel para manter a condutibilidade do ultra-som. Os animais eram anestesiados em cubas com a utilização de éter etílico, para efetuar a tricotomia e posteriormente o tratamento. Foi utilizado um aparelho SONACEL PLUS, sob a forma pulsada, largura de pulso variável, frequência de repetição de 120 Hz, intensidade acima de 0 – 2, 5 W/cm² e frequência de transdutor de 1, 0 MHz, tensão de operação de 100/220 volts, 50/60 Hz e adaptador para redução de área de tratamento para 1 cm². O aplicador do ultra-som foi movimentado de forma circular sobre a superfície de tecido cutâneo tricotomizada, numa área de 1 cm² com uma intensidade de 0, 2 W/cm² (LUCIANO, 2000).

Ao final do período experimental, foram coletadas 2 amostras de sangue da parte distal da calda de cada rato, sem a utilização de anestesia. Uma amostra foi obtida com pipeta específica para glóbulos brancos, completada e diluída em solução de Turk, agitando-se por 3 minutos. Depois de agitado, a solução foi gotejada na câmara de Neubauer e realizada a contagem total de leucócitos em microscópio Zeiss.

Outra amostra de sangue foi coletada em uma lâmina, e posteriormente feito o esfregaço sobre a lâmina e acrescentado corante de Leishman, deixando-se reagir sobre a superfície por 15 minutos. Logo em seguida, pingou-se 10 gotas de água destilada sobre a mesma, contou-se mais 10 minutos, lavando-se com água destilada. O material foi armazenado por alguns dias para a secagem. As lâminas foram analisadas no microscópio, com a utilização de óleo de imersão entre a objetiva do microscópio e o material observado. Foi realizada a contagem diferencial dos leucócitos onde utilizou-se um contador mecânico, registrando-se os tipos de leucócitos encontrados e posteriormente, anotados quando completados o número total de 100 células na lâmina observada.

Os resultados foram analisados estatisticamente através da Análise de Variância e teste de Bonferroni, com níveis de significância $p < 0, 05$.

RESULTADOS

O número total de leucócitos, no presente trabalho, está representado na **Tabela 1** e **Figura 1**. Observa-se que não houve diferença significativa em função do treinamento físico ou do tratamento por ultra – som. Quanto a contagem diferencial de leucócitos, verifica-se que os monócitos (**Tabela 2**



e Figura 2), apesar de uma aparente diferença entre os grupos, não tiveram mudanças estatísticas em função dos tratamentos utilizados.

Com relação aos linfócitos (Tabela 3 e Figura 3), observa-se um aumento significativo ($p < 0,05$) em todos os grupos treinados e/ou tratados, quando comparados aos controles (Ss/us). Os

eosinófilos (Tabela 4 e Figura 4) sofreram uma redução significativa quando o treinamento físico foi associado ao tratamento por ultra-som, caracterizando a presença de eosinopenia no grupo Tc/us. Quanto aos neutrófilos (Tabela 5 e Figura 5), não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos estudados.

TABELA 1

Contagem total de leucócitos (n° de células $\times 10^3$ por μl de sangue) dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média \pm o desvio padrão. (a. # 1; b. # 2; c. 3 # 4).

GRUPOS / CÉLULAS	LEUCÓCITOS
1. Ss/us	4,02 \pm 0,61
2. Sc/us	3,29 \pm 0,44
3. Ts/us	4,30 \pm 1,10
4. Tc/us	4,09 \pm 0,57

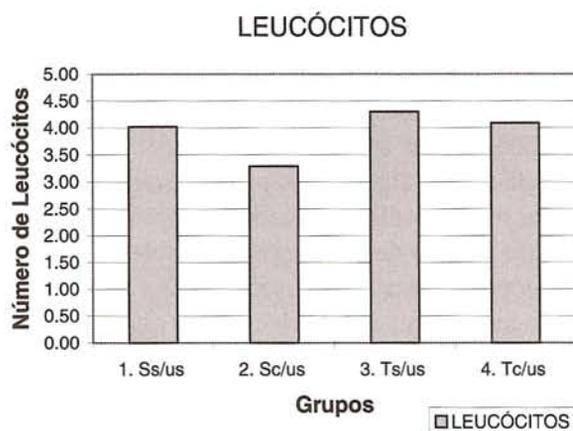


FIGURA 1

Número total de leucócitos (n° de células $\times 10^3$ por μl de sangue) em ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média.

TABELA 2

Contagem de monócitos (n° de células %) dos ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média \pm o desvio padrão. (a. # 1; b. # 2; c. 3 # 4).

GRUPOS / CÉLULAS	MONÓCITOS
1. Ss/us	13,25 \pm 4,79
2. Sc/us	14,00 \pm 9,92
3. Ts/us	7,4 \pm 2,70
4. Tc/us	3,75 \pm 3,30

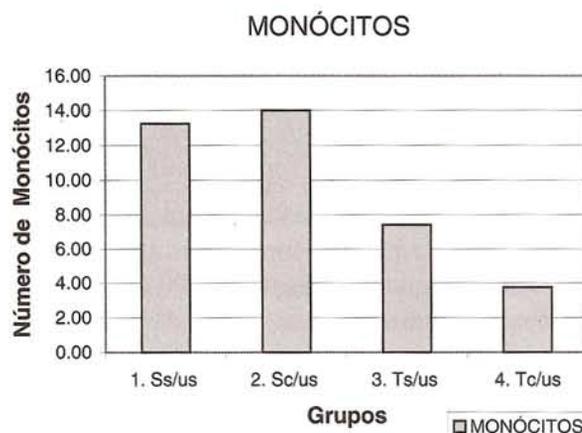


FIGURA 2

Contagem de monócitos (n° de células %) dos ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média.

TABELA 3

Contagem de linfócitos (n° de células %) dos ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média ± o desvio padrão. (a. # 1; b. # 2; c. 3 # 4).

GRUPOS / CÉLULAS	LINFÓCITOS
1. Ss/us	41,5 ± 7,42
2. Sc/us	53,6 ± 8,76 ^a
3. Ts/us	58,8 ± 4,25 ^a
4. Tc/us	64,25 ± 5,56 ^a

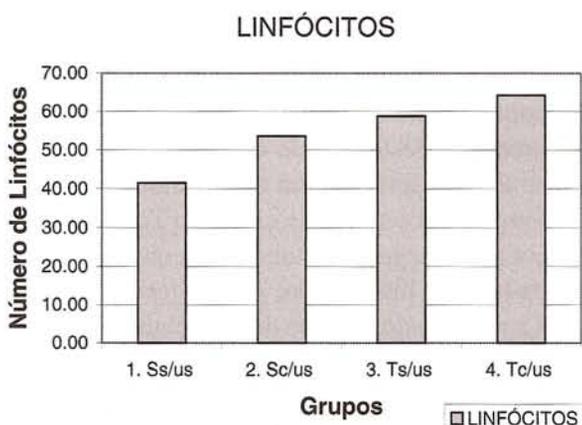


FIGURA 3

Contagem de linfócitos (n° de células %) em ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra - som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média.

TABELA 4

Contagem de eosinófilos (n° de células %) dos ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média ± o desvio padrão. (a. # 1; b. # 2; c. 3 # 4).

GRUPOS / CÉLULAS	EOSINÓFILOS
1. Ss/us	1,0 ± 1,4
2. Sc/us	1,2 ± 0,4
3. Ts/us	3,5 ± 2,3
4. Tc/us	0,6 ± 0,9 ^c

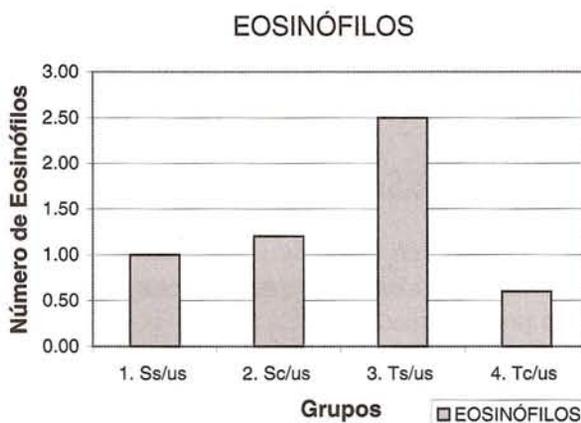


FIGURA 4

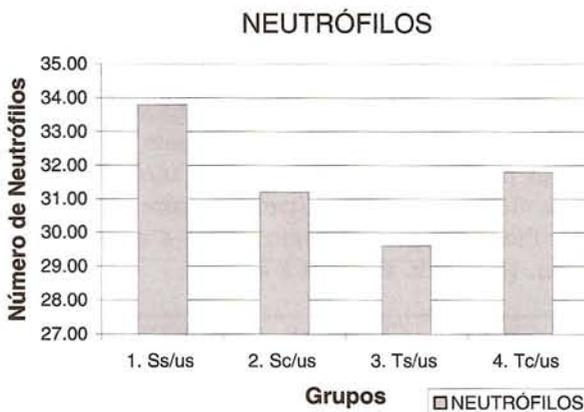
Contagem de eosinófilos (n° de células %) em ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média.



TABELA 5

Contagem de neutrófilos (n° de células %) dos ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média \pm o desvio padrão. (a. # 1; b. # 2; c. 3 # 4).

GRUPOS / CÉLULAS	NEUTRÓFILOS
1. Ss/us	33,8 \pm 9,2
2. Sc/us	31,2 \pm 6,4
3. Ts/us	29,6 \pm 4,6
4. Tc/us	31,8 \pm 5,6

**FIGURA 5**

Contagem de neutrófilos (n° de células %) em ratos dos grupos Ss/us (sedentário sem ultra-som), Sc/us (sedentário com ultra-som), Ts/us (treinado sem ultra-som) e Tc/us (treinado com ultra-som). Resultados expressos como média.

DISCUSSÃO

O exercício físico de intensidade moderada tem sido considerado como importante estímulo para proliferação das células hematopoiéticas, refletindo-se especialmente sobre o sistema imunológico. A terapia com ultra-som, por outro lado, tem sido amplamente utilizada para recuperação tecidual, mas pouco se conhece sobre a interação do exercício e o ultra-som na melhora das respostas hematológicas.

Os leucócitos não apresentaram diferenças significativas quanto ao número total entre os grupos estudados. O grupo Ts/us teve apenas uma tendência a maior número de tais células por ml de

sangue, comparados com os demais grupos. O exercício realizado de forma moderada poderia contribuir para a ocorrência de leucocitose (BARRIGA et al., 1993), no entanto, essa alteração não foi encontrada. Provavelmente, outros fatores como marginação e diapedese tenham influenciado sobre o número total de leucócitos. O ultra-som, dependendo da intensidade, parece ter um efeito destruidor sobre algumas células da medula óssea (COLEMAN & SAUNDERS, 1993). Em nosso trabalho não encontramos alterações dessa natureza.

Com relação à contagem diferencial de leucócitos, verifica-se que os monócitos (tabela 2 e figura 2), apesar de não apresentarem diferenças estatísticas significativas em função dos tratamentos utilizados, apresentaram tendência a uma maior porcentagem de tais células. Da contagem diferencial, verifica-se que o grupo Sc/us apresentou uma incidência maior dessas células. Parece, neste caso, que o ultra-som teve um efeito estimulante na produção deste tipo de célula, a qual poderia aumentar numericamente se o tratamento fosse prolongado. Por outro lado, o grupo Tc/us mostrou menor porcentagem de monócitos, embora não significativo e o ultra-som parece ter contribuído para a redução do número destas células. Esse fato foi ainda mais marcante quando o tratamento foi combinado com a atividade física. Considerando que os monócitos são células gigantes, capazes de originar os macrófagos, poderíamos supor que os referidos tratamentos intensificariam essa capacidade. Outros estudos, no entanto, são necessários para esclarecer esses aspectos.

No caso dos linfócitos, podemos verificar aumento significativo ($p < 0,05$) em todos os grupos treinados com ou sem tratamento de ultra-som, quando se compara com o grupo controle Ss/us. O número de linfócitos foi aumentado significativamente em um programa de treinamento moderado de 10 semanas (LAPERRIERE et al., 1994). Em nosso trabalho, o programa de 6 semanas de atividade aumentou a taxa de linfócitos, confirmando os aspectos encontrados na literatura. O treinamento combinado com o tratamento do ultra-som, por outro lado, contribuiu para que a taxa de tais células fosse ainda mais elevada. É importante destacar que o ultra-som teve um efeito estimulante na produção de tais células, mesmo sendo aplicado de maneira a atingir a medula óssea. Este aspecto pode ser comprovado ao comparar o grupo Ss/us com o Sc/us, onde a ação do ultra-som no grupo que recebeu o tratamento, foi no sentido de

estimular a produção de linfócitos. Por um lado, o ultra-som contribuiu para o aumento do número de linfócitos. Por outro lado, a atividade física de forma moderada foi imprescindível para o aumento de tais células, independente da utilização do ultra-som. A associação das duas formas de tratamento foi ainda mais efetiva em aumentar o número total de linfócitos, demonstrando a importância dessa associação para o sistema imunológico.

O tratamento de ultra-som associado ao treinamento físico, no caso dos eosinófilos (**figura 5 e tabela 5**), reduziu significativamente a porcentagem de tais células, evidenciando-se, neste caso, um quadro de eosinopenia. O exercício físico combinado ao ultra-som, possivelmente desencadeou algumas respostas de estresse no animal. Sabe-se que nas condições em que ocorre ativação do eixo hipotálamo – hipófise – adrenais, com liberação de ACTH, cortisol e corticosterona há uma atenuação na produção de eosinófilos, caracterizando uma eosinopenia (LIMA et al., 1977). Em nosso trabalho, confirmamos esse fato.

Quanto aos neutrófilos, não encontramos diferenças entre os grupos estudados. Essas células são as mais numerosas e portanto, constituem uma primeira linha de defesa do organismo no combate às infecções bacterianas (RINCÓN, 1994). Assim, é relevante que os tratamentos utilizados no presente trabalho não tenham interferido de maneira negativa sobre essas células.

Associando os resultados obtidos em todas as contagens de leucócitos, algumas considerações tornam-se fundamentais. O fato dos tratamentos experimentais reduzirem os monócitos ao mesmo tempo em que provocou eosinopenia, pode estar

refletindo uma maior transformação em macrófagos. Os macrófagos, por sua vez, secretam interleucina 1, fundamental ao desencadeamento dos mecanismos de estresse, o que está diretamente relacionado à redução dos eosinófilos. Além disso, a interleucina promove proliferação e maturação dos linfócitos T. No presente trabalho, embora não tenha sido possível diferenciar os linfócitos B e T, obtivemos aumento dos linfócitos totais, confirmando a melhora do sistema imune. Assim, é possível que as respostas de adaptação ao estresse envolvidas no organismo submetido ao exercício crônico e ultra-som tenha interferido de maneira benéfica sobre as defesas do organismo.

Portanto, de uma forma geral, o protocolo de treinamento físico utilizado no presente trabalho, associado ao tratamento por ultra – som, demonstrou importante participação na modulação das células brancas, fundamentais para o sistema imunológico.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no experimento indicam que:

- O treinamento físico, bem como a terapia por ultra-som, modulam as subpopulações de leucócitos, mas não tem efeito sobre os leucócitos totais.
- A interação do treinamento e da terapia induz eosinopenia, sugerindo o envolvimento de estresse.
- A elevação do número de linfócitos sugere aumento da resposta imunológica.

referências bibliográficas

- BARRIGA, C et al. Effect of submaximal physical exercise performed by sedentary men and women on some parameters of the immune system. *Rev. Esp. Fisol.* v.49, p.79 – 86, 1993.
- BAUM, M.; LIESEN, H.; ENNEPER, J. Leucocytes, lymphocytes, activation parameters and Cell adhesion molecules in middle – distance runners under different training conditions. *International Journal of Sports Medicine*, v.15, p.122 – 6, 1994.
- BYL, N. N. et al. Low – dose ultrasound effects on wound healing: a controlled study with Yucatan pigs. *Archives Physiology Medicine Rehabilitation*, v.73, p.656 – 664, 1992.
- COLEMAN, A. J.; SAUNDERS, J. E. A review of the physical properties and biological effects of the high amplitude acoustic fields used in extracorporeal lithotripsy. *Ultrasonics*, v.31, n.2, p.75 – 88, 1993.





- EICHNER, E. R. Contagious infections in competitive sports. **Sports Science Exchange**, Chicago, v.8, n. 3, p. ? - ?, 1995.
- GUERINO, M. R.; LUCIANO, E.; GONÇALVES, M.; LEIVA, T. P. Effects of the chronic physical activity and of ultrasound treatment on bone consolidation. **Physiol. Chem. Phys. Med. NMR**. v. 31, n. 2, p. 131 - 138, 1999.
- LAPERRIERE, A. et al. Effects of Aerobic exercise training on lymphocyte Subpopulations. **International Journal of Sports Medicine**, v.15, p.127 -30, 1994.
- LIMA, A. O. et al. **Métodos de laboratório aplicados à clínica**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977, 669p.
- LUCIANO, E.; M.A.R.; LUCIANO, E. A. Metabolismo das proteínas em ratos diabéticos: efeitos do ultra - som e da atividade física. **Saúde Rev**. V. 1, n. 1, p. 39 - 46. 1999.
- LUCIANO, E. **Adaptações osteogênicas e musculares à atividade física e ultra - som no diabetes experimental**. Tese de livre docência, Instituto de Bociências, UNESP, 2000.
- MACKINNON, L. T. Chronic exercise training effects on immune function. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Indianapolis, v.32, n. 7, suppl., p. S369 - S76, 2000.
- NIEMAN, D. C. Exercise, Infection and Immunity. **International Journal of Sports Medicine**, v.15, p.131 -41, 1994.
- PLASKETT, C.; TIIDUS, P. M. Ultrasound treatment does not affect post - exercise muscle recovery or soreness sensation. **Canadian Journal Applied Physiology**, v.23, n.5, p.503, 1998.
- RAMIREZ, A et al. The effect of ultrasound on collagen synthesis and fibroblast Proliferation in vitro. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.29, n.3, p.326 - 31, 1997.
- ROWBOTTOM, D. G.; GREEN, K. J. Acute exercise effects on the immune system. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Indianapolis, v.32, n.7, suppl., p.S396 - S405, 2000.
- RINCON, E. O. Physiology and Biochemistry: Influence of exercise on Phagocytosis. **International Journal of Sports Medicine**, v.15, p.172 - 8, 1994.



Departamento de Biologia - Instituto de Bociências da Universidade Estadual Paulista - UNESP

Avenida 24A, 1515 - Bela Vista
CEP 13506-900 - Rio Claro - São Paulo

Departamento de Educação Física - Instituto de Bociências da Universidade Estadual Paulista - UNESP

Avenida 24A, 1515 - Bela Vista
CEP 13506-900 - Rio Claro - São Paulo