

# MODULAÇÃO DO LEUCOGRAMA PELO ULTRA-SOM E PELA FONOFORESE APÓS EXERCÍCIO - ESTUDO PLACEBO CONTROLADO

**Felipe Sampaio-Jorge**<sup>1</sup> felipesjorge@gmail.com  
**Vinicius de Souza Alves**<sup>1</sup> viniciusdesouzaalves@hotmail.com  
**Alfredo da Silva Ferreira**<sup>2</sup> alfredo@hotmail.com  
**Marco Machado**<sup>3</sup> marcomachado@brjb.com.br

doi:10.3900/fpj.7.4.217.p

Sampaio-Jorge F, Alves VS, Ferreira AS, Machado M. Modulação do leucograma pelo ultra-som e pela fonoforese após exercício - estudo placebo controlado. *Fit Perf J.* 2008 jul-ago;7(4):217-23.

## RESUMO

**Introdução:** A fonoforese é um recurso utilizado na prática fisioterapêutica para reabilitação muscular, consistindo no uso do ultra-som terapêutico (UST) para aumentar o potencial de penetração cutânea de antiinflamatórios não-esteróides (NSAI). Este estudo objetiva verificar se o ultra-som e a fonoforese alteram a contagem de células da série branca em indivíduos submetidos a exercício localizado extenuante, desencadeando uma reação inflamatória através do processo de microlesões musculares. **Materiais e Métodos:** Voluntários saudáveis, com percentual de gordura considerado normal e que não faziam uso de fármacos, foram submetidos até a fadiga a um exercício localizado, sendo, imediatamente após, divididos randomicamente em quatro grupos: UA (ultra-som ligado + NSAI), UI (ultra-som ligado + gel inerte), CA (controle, US desligado + NSAI) e CI (controle, US desligado + gel inerte) por três dias consecutivos. Todos tiveram sangue coletado pré-exercício, 24h e 48h pós-exercício, para contagem da série branca do hematócrito. **Resultados:** Foi observada no experimento diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no percentual de contagem dos elementos figurados: eosinófilos, leucócitos, linfócitos, plaquetas e segmentados. **Discussão:** Com o presente estudo conclui-se que o UST no modo contínuo a  $1W.cm^{-2}$  gerou aumento dos elementos figurados do leucograma o que sugere aumento da inflamação e que a técnica de fonoforese foi capaz de contê-la.

## PALAVRAS-CHAVE

Fisioterapia, Ultra-som, Inflamação, Músculo Esquelético.

<sup>1</sup> Institutos Superiores de Ensino do Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora - ISECENSA - Laboratório de Análise de Movimento - Campos dos Goytacazes - Brasil

<sup>2</sup> CEFIP - Centro de Fisioterapia Pirapetinga - Pirapetinga - Brasil

<sup>3</sup> Universidade Iguazu - UNIG - Laboratório de Fisiologia e Biocinética - Itaperuna - Brasil

Copyright© 2008 por Colégio Brasileiro de Atividade Física, Saúde e Esporte

Fit Perf J | Rio de Janeiro | 7 | 4 | 217-23 | jul/ago 2008

## LEUCOGRAM MODULATION THROUGH ULTRASOUND AND PHONOPHORESIS AFTER EXERCISING – PLACEBO-CONTROLLED STUDY.

### ABSTRACT

**Introduction:** The phonophoresis is a resource used in the physiotherapeutical practice for the muscle rehabilitation and consists in the usage of therapeutical ultrasound (TUS) to increase the skin penetration potential of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAI). This study aims to verify if the ultrasound and the phonophoresis alters the white blood cells count in individuals submitted to exhaustive localized exercises, initiating an inflammatory reaction through the process of micro-muscle injuries. **Materials and Methods:** Healthy volunteers, with a normal fat percentage and who were not using medicines, were submitted, until fatigue, to a localized exercise, being, soon after, randomly divided into four groups: UA (TUS + NSAI), UI (TUS + topical gel), CA (control, TUS off + NSAI) and CI (control, TUS off + topical gel) for three consecutive days. The blood of all volunteers was collected, before the exercise and 24 and 28 hours after de exercise, for the haematocrit white blood cells count. **Results:** In the experiment, we observed a significant difference ( $p < 0,05$ ) in the number of figurative elements: Eosinophils, leukocytes, lymphocytes, plaquettes and segmented. **Discussion:** With the present study, we can conclude that the TUS, in the continuous mode of  $1W.cm^{-2}$ , has increased the figurative elements in the leucogram, what suggests the increase of inflammation and that the phonophoresis technique was able to control it.

### KEYWORDS

Physical Therapy, Ultrasonics, Inflammation, Skeletal, Muscle.

## MODULACIÓN DEL LEUCOGRAMA POR EL ULTRASONIDO Y POR LA FONOFORESIS TRAS EJERCICIO – ESTUDIO PLACEBO CONTROLADO

### RESUMEN

**Introducción:** La fonoforesis es un recurso utilizado en la práctica fisioterapéutica para rehabilitación muscular, consistiendo en el uso del ultrasonido terapéutico (UST) para aumentar lo potencial de penetración cutánea de antiinflamatorios no-esteroides (NSAI). Este estudio objetiva verificar si el ultrasonido y la fonoforesis alteran el cómputo de células de la serie blanca en individuos sometidos a ejercicio localizado extenuante, desencadenando una reacción inflamatoria a través del proceso de microlesiones musculares. **Materiales y Métodos:** Voluntarios saludables, con porcentual de gordura considerado normal y que no hacían uso de fármacos, habían sido sometidos hasta la fatiga a un ejercicio localizado, siendo, inmediatamente tras, divididos randomicamente en cuatro grupos: UA (UST + NSAI), UI (UST + gel inerte), CA (control, UST desligado + NSAI) y CI (control, UST desligado + gel inerte) por tres días consecutivos. Todos tuvieron sangre colectado pre-ejercicio, 24h y 48h post-ejercicio, para cómputo de la serie blanca del hematocrito. **Resultados:** Fue observada en el experimento diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en el porcentual de cómputo de los elementos figurados: eosinofilos, leucocitos, linfocitos, plaquetas y segmentados. **Discusión:** Con el presente estudio se concluye que el UST en el modo continuo la  $1W.cm^{-2}$  generó aumento de los elementos figurados del leucograma, lo que sugiere aumento de la inflamación y que la técnica de fonoforesis fue capaz de contenerla.

### PALABRAS CLAVE

Terapia Física, Ultrasonido, Inflamación, Músculo Esquelético.

## INTRODUÇÃO

O sistema imunológico tem como função proporcionar proteção ao organismo contra o ataque de agentes patogênicos, também contribuindo quando há necessidade de reparação tecidual. Em sujeitos saudáveis esse sistema é modulado por diversos mecanismos como, por exemplo, o estresse, que age como depressor do sistema imune, ou pela presença de antígenos, que aumentam a resposta imune. Vários estudos demonstram que o exercício físico é capaz de alterar o sistema imunológico<sup>1,2,3,4,5</sup>.

Postula-se que o exercício promove micro-rupturas nas fibras musculares, originando um processo infla-

matório suficiente para alterar vários níveis da resposta imunológica. As micro-rupturas são demonstradas pelo extravasamento de várias proteínas musculares na corrente sanguínea. Tanto componentes do sistema imunológico não-celulares quanto celulares sofrem diferentes alterações, de acordo com a intensidade e o tempo do esforço<sup>6,7,8</sup>.

Na prática fisioterapêutica várias estratégias vêm sendo propostas para diminuir o processo inflamatório ou para acelerar o processo de reparação tecidual. Massagem, crioterapia, laser e outros recursos vêm sendo aplicados, porém os resultados ainda não são conclusivos<sup>9</sup>.

O ultra-som terapêutico (UST) é um desses recursos e é vastamente utilizado na reabilitação de tecidos lesionados. Tem como característica a aplicação local de ondas mecânicas (frequência acima de 20.000Hz, acima da faixa audível), possibilitando diversos efeitos fisiológicos postulados como benéficos aos tecidos em recuperação<sup>10,11</sup>.

Em alguns casos, o UST é utilizado para potencializar a absorção de drogas antiinflamatórias através da epiderme. A esta técnica é dado o nome de fonoforese, cujo efeito esperado é que a movimentação molecular proporcionada pelo ultra-som facilite a penetração de fármacos de aplicação tópica. Nas lesões musculares a fonoforese é amplamente utilizada para potencializar a ação dos antiinflamatórios não-esteróides (NSAI)<sup>12</sup>.

Há um consenso para que sejam prescritos NSAI em lesões musculares, o que pode ocasionar uma série de efeitos colaterais quando usados via oral. Postula-se que a aplicação local do fármaco potencializaria seus efeitos no tecido lesionado, combinado com os efeitos do ultra-som terapêutico<sup>12,13,14</sup>.

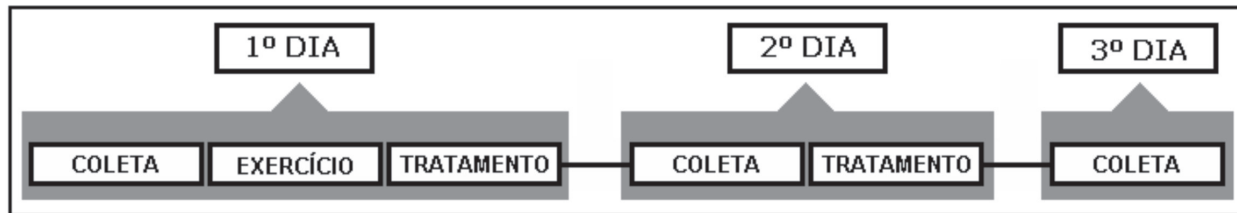
O objetivo deste estudo foi verificar o efeito do UST e da fonoforese no processo inflamatório induzido por exercício, através da contagem de células da série branca do hemograma e das plaquetas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

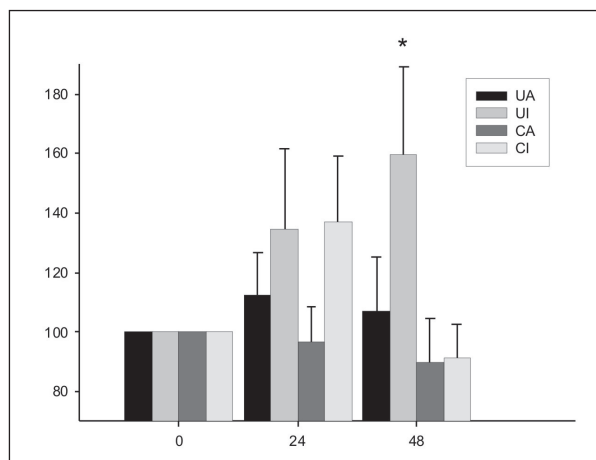
Em um ensaio clínico duplo-cego placebo controlado, 36 sujeitos sedentários (homens e mulheres eumenorreicas), entre 18 e 36 anos, que não apresentavam nenhuma doença infecciosa ou lesões musculoesqueléticas, não usuários de fármacos e suplementos nutricionais, foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: UA (ultra-som ligado + NSAI + gel inerte); UI (ultra-som ligado + gel inerte); CA (ultra-som desligado + NSAI + gel inerte); CI (ultra-som desligado + gel inerte). Todos participaram voluntariamente, com consentimento por escrito e esclarecidos sobre a natureza da pesquisa.

Inicialmente, foram realizadas medidas antropométricas que consistiram de dobras cutâneas (compasso de dobra cutânea Científico Cescorf - Brasil),

**Figura 1 - Desenho Experimental**

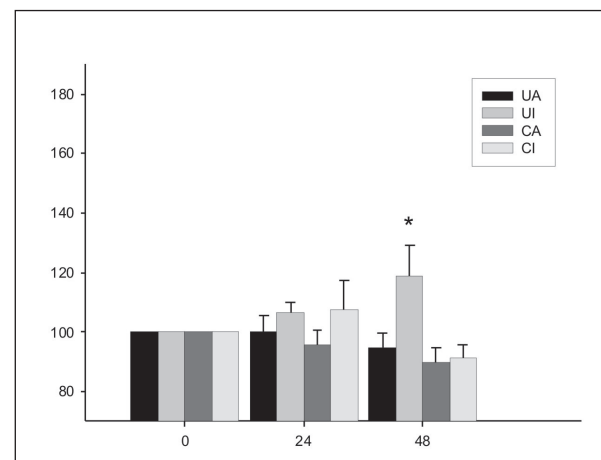


**Gráfico 1 - Variação do percentual de eosinófilos (média ± dp) em D0, D24 e D48 e entre os grupos UA, UI, CA e CI**

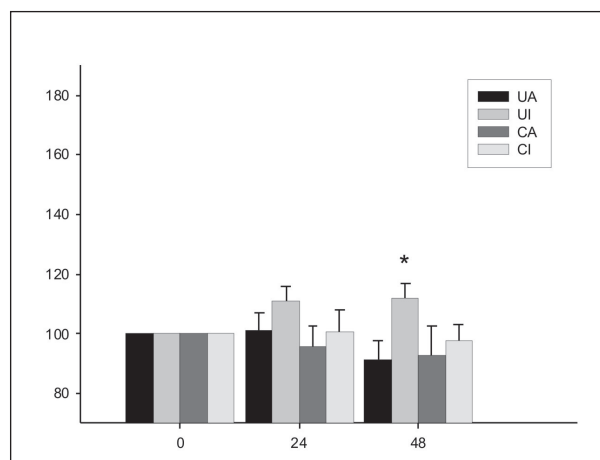


\* No grupo UI houve diferença significativa em relação aos grupos CA e CI em D48 ( $p < 0,05$ )  
 UA: ultra-som ligado + NSAI; UI: ultra-som ligado + gel inerte;  
 CA: controle; CI: controle; NSAI: antiinflamatórios não-esteróides

**Gráfico 2 - Variação do percentual de leucócitos (média ± dp) em D0, D24 e D48 e entre os grupos UA, UI, CA e CI**



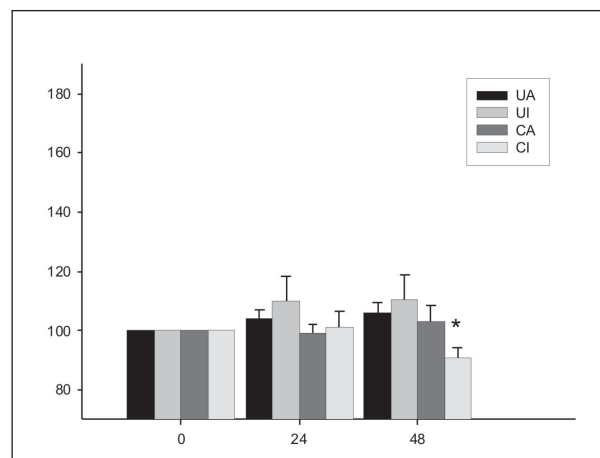
\* No grupo UI houve diferença significativa em relação aos grupos UA, CA e CI em D48  
 UA: ultra-som ligado + NSAI; UI: ultra-som ligado + gel inerte;  
 CA: controle; CI: controle; NSAI: antiinflamatórios não-esteróides

**Gráfico 3 - Variação do percentual de linfócitos (média ± dp) em D0, D24 e D48 e entre os grupos UA, UI, CA e CI**

\* No grupo UI houve diferença significativa em relação aos grupos UA e CI em D48 ( $p < 0,05$ )

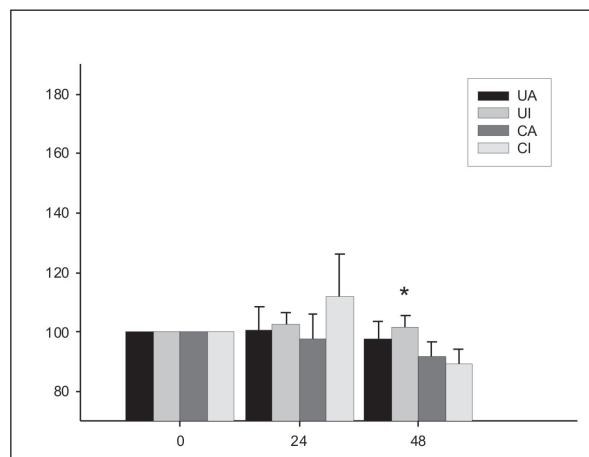
UA: ultra-som ligado + NSA; UI: ultra-som ligado + gel inerte; CA: controle; US: desligado + NSA; CI: controle; US: desligado + gel inerte; NSA: antiinflamatórios não-esteróides

estatura (estadiômetro Welmy - Brasil) e massa corporal total (MCT) (balança Welmy - Brasil). As medidas antropométricas foram feitas seguindo protocolos de Marins & Giannichi<sup>15</sup>. Logo após, sangue venoso periférico foi coletado para contagem das células da série branca do hemograma (leucócitos, basófilos, eosinófilo, mielócitos, metamielócitos, bastões, segmentados, linfócitos, monócitos) e para contagem das plaquetas.

**Gráfico 5 - Variação do percentual de plaquetas (média ± dp) em D0, D24 e D48 e entre os grupos UA, UI, CA e CI**

\* No grupo CI houve diferença significativa em relação aos grupos UA, UI e CA em D48 ( $p < 0,05$ )

UA: ultra-som ligado + NSA; UI: ultra-som ligado + gel inerte; CA: controle; CI: controle; NSA: antiinflamatórios não-esteróides

**Gráfico 4 - Variação do percentual de segmentados em D0, D24 e D48 e entre os grupos UA, UI, CA e CI**

\* No grupo UI houve diferença significativa em relação ao grupo CI em D48 ( $p < 0,05$ )

UA: ultra-som ligado + NSA; UI: ultra-som ligado + gel inerte; CA: controle; CI: controle; NSA: antiinflamatórios não-esteróides

Ainda no primeiro dia, os sujeitos realizaram exercício na cadeira extensora (Vitality Millenium – Brasil) em um total de dez séries de dez repetições, com angulação de 0° a 30°, com o membro inferior dominante com carga equivalente a 10 repetições máximas (10RM). Após o término do exercício, cada sujeito foi submetido à aplicação de ultra-som. No segundo dia foi coletado o sangue e, em seguida, foi aplicado o ultra-som. No terceiro dia foi realizada uma coleta de sangue. O desenho experimental pode ser observado na Figura 1.

A coleta de sangue e as amostras foram obtidas, tratadas e analisadas por laboratório de análises clínicas. Foi utilizado o antiinflamatório de uso tópico não-esteróide (NSAI) Piroxicam 0,5% e gel próprio para ultra-som à base de água, inodoro, incolor, com pH neutro e isento de gordura.

Durante todo o período experimental foi usado o mesmo aparelho de ultra-som (Sonopulse II, Geração 2000, Modelo Sono II 1MHz – Ibramed – Brasil). O tratamento foi aplicado no músculo vasto medial do membro dominante de cada sujeito. A potência utilizada foi de 1 W.cm<sup>-2</sup> e o tempo de aplicação de 4min em uma área de 14cm<sup>2</sup>. A frequência empregada foi de 1MHz, no modo contínuo, com o cabeçote equivalente a 3,5cm<sup>2</sup>. Tanto o sujeito quanto o fisioterapeuta desconheciam qual dos métodos estava sendo aplicado. Um dos pesquisadores regulava o equipamento de acordo com cada grupo, fora do campo de visão de ambos. O terapeuta recebia um pote, identificado por um número, contendo as substâncias equivalentes a cada grupo. Somente após todo o estudo, era identi-

ficado a qual grupo pertencia o sujeito. O laboratório de análises clínicas desconhecia a qual procedimento havia sido submetido o sujeito doador da amostra de sangue.

Para garantir a confiabilidade do estudo, foram mantidos apenas os sujeitos que, na contagem inicial, apresentavam a série branca do hemograma com valores dentro da faixa de normalidade, caracterizando que os sujeitos não apresentavam nenhuma infecção, infestação ou lesão que pudesse comprometer os resultados.

Para comparação das médias entre os grupos e as médias entre os diferentes momentos de coleta foi utilizado ANOVA e, caso necessário, teste *post hoc* de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha=0,05$ ).

## RESULTADOS

A idade, a estatura, a MCT e o percentual de gordura foram avaliados para verificar a homogeneidade da população estudada. As características

dos sujeitos podem ser observadas na Tabela 1. Não houve diferença significativa para nenhum dos parâmetros citados.

Foram comparadas estatisticamente as médias das contagens de cada célula para verificar se os grupos eram homogêneos entre si. Todos os grupos apresentavam valores médios iniciais compatíveis com a normalidade, o que não comprometeria o resultado deste estudo, e sem diferença entre os grupos (Tabela 2).

Em nenhum dos grupos estudados houve variação na contagem de basófilos, mielócitos, metamielócitos, bastões e monócitos, após a realização do exercício e durante o tratamento.

Para melhor avaliação dos dados, as contagens de eosinófilos, leucócitos, linfócitos e segmentado foram normalizadas a partir do valor basal de cada indivíduo. Os valores de eosinófilos do grupo UI elevaram-se aproximadamente 60% em relação ao valor basal após 48h da realização do exercício, fenômeno não observado em nenhum outro grupo ou momento do estudo (Gráfico 1).

Os leucócitos não sofreram alteração de contagem induzida pelo exercício proposto ou pelos tipos de

**Tabela 1 - Características dos sujeitos (média  $\pm$  desvio padrão)**

	idade (anos)	estatura (cm)	MCT (kg)	% gordura
UA (n = 8)	23,6 $\pm$ 1,9	168 $\pm$ 3	62,0 $\pm$ 5,0	23,9 $\pm$ 4,7
UI (n = 7)	24,4 $\pm$ 6,9	168 $\pm$ 12	57,3 $\pm$ 8,5	17,4 $\pm$ 7,4
CA (n = 6)	22,7 $\pm$ 3,2	169 $\pm$ 13	63,3 $\pm$ 16,9	22,3 $\pm$ 7,5
CI (n = 7)	21,6 $\pm$ 0,8	171 $\pm$ 12	63,3 $\pm$ 16,8	18,1 $\pm$ 7,1

MCT: massa corporal total; UA: ultra-som ligado + NSAI; UI: ultra-som ligado + gel inerte; CA: controle; US: desligado + NSAI; CI: controle; US: desligado + gel inerte; NSAI: antiinflamatórios não-esteróides

**Tabela 2 - Contagem inicial de células da série branca do hemograma por grupo (média  $\pm$  desvio padrão) e os valores referência**

células (total por mm <sup>3</sup> )	UA (n = 8)	UI (n = 7)	CA (n = 6)	CI (n = 7)	valores de referência
leucócitos	6538 $\pm$ 835	6086 $\pm$ 1595	7500 $\pm$ 1873	6443 $\pm$ 787	5.000 a 10.000
basófilos	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 a 100
eosinófilo	281 $\pm$ 128	211 $\pm$ 90	277 $\pm$ 60	248 $\pm$ 53	100 a 500
mielócitos	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 a 0
metamielócitos	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 a 100
bastões	65 $\pm$ 8	78 $\pm$ 19	75 $\pm$ 18,7	114 $\pm$ 63	0 a 300
segmentados	3787 $\pm$ 602	3612 $\pm$ 1090	4321 $\pm$ 1361	3651 $\pm$ 631	2.700 a 6.200
linfócitos	2092 $\pm$ 366	1952 $\pm$ 466	2452 $\pm$ 423	2150 $\pm$ 244	1.000 a 3.500
monócitos	313 $\pm$ 70	233 $\pm$ 91	375 $\pm$ 94	279 $\pm$ 83	150 a 800

UA: ultra-som ligado + NSAI; UI: ultra-som ligado + gel inerte; CA: controle; US: desligado + NSAI; CI: controle; US: desligado + gel inerte; NSAI: antiinflamatórios não-esteróides

tratamento, exceto na contagem realizada 48h depois da atividade, somente no grupo UI. Nesse grupo houve elevação de aproximadamente 20% no total de células (Gráfico 2). Comportamento semelhante pode ser observado na contagem de segmentados, ocorrendo um aumento aproximado de 10% na contagem destas células do grupo UI, 48h após o exercício (Gráfico 4).

A contagem de plaquetas também sofreu alterações induzidas pelo exercício, apenas. Houve redução de aproximadamente 10% nas plaquetas do grupo CI quando comparados aos outros grupos, em 48h (Gráfico 5).

## DISCUSSÃO

O exercício físico influencia, exercendo uma função moduladora na dinâmica das células imunológicas. O estímulo mecânico, somado aos componentes hormonais e químicos, é um fator estimulante para desencadear a migração de células da medula óssea para a corrente sangüínea, promovendo leucocitose<sup>2,16,17</sup>. Tal achado experimental não foi verificado no presente estudo, pois não se evidenciou aumento nos elementos figurados do leucograma no grupo que utilizou UST desligado e gel inerte (CI), o que permite postular que o estímulo oferecido não foi capaz de promover dano tissular, estímulos humorais e/ou hormonais, suficientes para promover aumento dos elementos no leucograma<sup>4,5,6,18</sup>.

As prostaglandinas (PG) estão envolvidas em diversos processos fisiológicos e patológicos, incluindo, por exemplo, a cascata de reações da resposta inflamatória. Coelho & Kummer<sup>19</sup> e Ehmke & Kurtz<sup>20</sup> relatam, em suas revisões literárias, que a PG é sintetizada através da oxidação do ácido araquidônico pelas enzimas ciclooxigenase-1 (COX-1) e ciclooxigenase-2 (COX-2)<sup>19,20</sup>. Carvalho *et al.*<sup>21</sup> e Sengupta *et al.*<sup>22</sup> descrevem em seus estudos que a liberação de PG na corrente sangüínea amplifica o processo inflamatório devido ao seu efeito quimiotático, atraindo as células inflamatórias para o local da lesão<sup>21,22</sup>.

De acordo com Marnett *et al.*<sup>23</sup>, Warner *et al.*<sup>24</sup> e Tanaka *et al.*<sup>25</sup>, o uso de NSAIs classificados como não-seletivos suprimem a síntese de PG, inibindo as enzimas COX-1 e COX-2. Dessa forma, o NSAIs diminui a quimiotaxia da PG, influenciando diretamente na diapedese, ou seja, o NSAIs tende a diminuir a migração das células inflamatórias para o músculo microlesionado, aumentando suas concentrações na corrente sangüínea<sup>23,24,25</sup>.

O leucograma reflete o status do sistema imune celular de todo o organismo. As alterações causadas pelo exercício envolvem a ativação da medula óssea

para produção e amadurecimento de novas células. Entretanto, a contagem das células também pode ser alterada quando grandes massas são ativadas. Parte do fluxo sangüíneo se reorganiza para suprir a demanda local, podendo, este fenômeno, provocar o tráfico de células que estariam “estacionadas”, aumentando a contagem total no sangue periférico. No presente estudo, a massa muscular envolvida foi pequena, o que pode explicar a ausência de alteração no leucograma.

Nos grupos UA (UST ligado + NSAI) e CA (UST desligado + gel inerte) não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos durante os dois dias de tratamento. Porém, como também não houve aumento nos níveis dos grupos que utilizaram UST desligado e gel inerte, isto permite afirmar que não houve dano tissular suficiente para promover ativação do sistema imune sensível aos ensaios realizados.

O uso do UST no grupo que utilizou gel inerte (UI) provocou eosinofilia, leucocitose, linfocitose e neutrofilia, todas subclínicas. Este achado corrobora os efeitos postulados para o UST, por se tratar de uma dose térmica em lesão aguda, o que ocasionou efeito pró-inflamatório. Por ser o sistema imune modulado por diversos mecanismos pro e anti-inflamatórios liberados durante o exercício, outras investigações seriam necessárias para verificar a eficácia da técnica nas condições apresentadas por este estudo, visto que alterações transientes subclínicas no leucograma podem ocorrer para reorganizar o organismo em busca da homeostase<sup>5</sup>.

A utilização do UST no modo contínuo é a mais indicada para a técnica da fonoforese, pois influencia de forma mais eficiente na resposta inflamatória, devido ao efeito térmico. Durante a passagem da onda sonora pelos tecidos ocorre vibração (atrito) molecular. Essa vibração promove aumento da temperatura, levando a uma hiperemia e vasodilatação local, causando aumento do fluxo sangüíneo na área de aplicação do UST<sup>26,27</sup>.

No trabalho de Alves *et al.*<sup>14</sup> foi verificado que a fonoforese, utilizando o UST no modo contínuo e com intensidade de 1 W.cm<sup>-2</sup>, potencializa a penetração de fármacos antiinflamatórios de uso tópico<sup>14</sup>. Os resultados obtidos no presente ensaio corroboram os dos experimentos supracitados. Durante os dois dias de tratamento verificou-se uma contensão da inflamação no grupo UA, o que não aconteceu no grupo UI, podendo-se então postular que a fonoforese foi a responsável por esse efeito antiinflamatório.

Com base nos resultados obtidos no presente ensaio, verificou-se que o aumento dos elementos

figurados (eosinófilos, leucócitos, linfócitos, plaquetas e segmentados) do leucograma ocorreu devido à potencialização da inflamação, causada pelo UST contínuo. A fonoforese, por sua vez, se mostrou eficaz para conter a inflamação gerada, visto que nesse grupo (UA) não houve aumento dos elementos do leucograma.

Embora alguns estudos tenham conclusões contraditórias, o presente trabalho mostra que a fonoforese possui eficácia na prática terapêutica de lesões no aparelho musculoesquelético. Este método terapêutico deve ser mais explorado pelos fisioterapeutas, visto a praticidade do método e a combinação com os efeitos biofísicos (térmicos e atérmicos) do UST e sua possível potencialização na penetração de NSAID de aplicação tópica. Deve-se, entretanto, salientar que o uso do UST contínuo deve ser feito sobre extrema cautela, visto que ele promoveu aumento dos níveis percentuais dos elementos do leucograma e a grande contradição da literatura ainda não assegura efeitos benéficos e seguros.

## REFERÊNCIAS

- Malm C, Nyberg P, Engström M, Sjördin B, Lenkei R, Ekblom B, *et al.* Immunological changes in human skeletal muscle and blood after eccentric exercise and multiple biopsies. *J Physiol.* 2000;529:243-62.
- Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and immune system: regulation, integration and adaptation. *Physiol Rev.* 2000;80:1055-81.
- Peake JM, Suzuki K, Wilson G, Hordern M, Nosaka K, Mackinnon L, *et al.* Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:737-45.
- Scharhag J, Meyer T, Gabriel HHW, Schlick B, Faude O, Kindermann W. Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *Br J Sports Med.* 2005;39:171-7.
- Zaldivar F, Wang-Rodriguez J, Nemet D, Schwindt C, Galassetti P, Mills PJ, *et al.* Constitutive pro- and anti-inflammatory cytokine and growth factor response to exercise in leukocytes. *J Appl Physiol.* 2006;100:1124-33.
- Pedersen BK, Toft AD. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *Br J Sports Med.* 2000;34:246-51.
- Maguadda L, Di Mauro D, Trimarchi F, Anastasi G. Effects of physical exercise on skeletal muscle fiber: ultrastructural and molecular aspects. *Basic Appl Myol.* 2004;14:17-21.
- Almekinders LC. Anti-Inflammatory Treatment of Muscular Injuries in Sport. *Sports Med.* 1999;28(6):383-8.
- Rantanen J, Thorsson O, Wollmer P, Hurme T, Kalimo H. Effects of therapeutic ultrasound on the regeneration of skeletal myofibers after experimental muscle injury. *Am J Sports Med.* 1999;27:54-9.
- Cirelli G, Lerena MAM, Silva MEB, Hoshino M. O uso do ultra-som terapêutico no tendão calcâneo visando o aumento da amplitude de movimento. *Fisioter Bras.* 2004;5:279-84.
- Lacerda F, Casarotto RA, Baldan C. Utilização do ultra-som terapêutico sobre regiões com implantes metálicos: uma revisão da literatura. *Fisioter Mov.* 2004;17(1):39-44.
- Parizotto NA, Koeke PU, Moreno BGD, Lourencin FTC. Utilização da fonoforese em distúrbios músculo-esqueléticos: uma meta-análise. *Rev Bras Fisioter.* 2003;7:49-55.
- Rang HP, Dale MM, Ritter JM. *Farmacologia.* 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
- Alves TC, Brasileiro JS, Escóssia CC. Análise da transmissibilidade ultrassônica de medicamentos utilizados na prática da fonoforese. *Rev Bras Fisioter.* 2003;7(2):139-44.
- Marins J, Giannichi R. *Avaliação e prescrição de exercícios: um guia prático.* Rio de Janeiro: Shape; 2003.
- Kaufman JC, Harris TJ, Higgins J, Maisel AS. Exercise-induced enhancement of immune function in the rat. *Circulation.* 1994;90:525-32.
- Pool AJ, Axford JS. The effects of exercise on the hormonal and immune systems in rheumatoid arthritis. *Rheumatology.* 2001;40:610-4.
- Nieman D, Henson D, Gojanovich G, Davis JM, Dumke C, Utter A, *et al.* Immune Changes: 2 h of Continuous vs. Intermittent Cycling. *Int J Sports Med.* 2007;28:1-6.
- Coelho TCRB, Kummer CL. Antiinflamatórios não-esteróides inibidores da ciclooxigenase-2 (COX-2): aspectos atuais. *Rev Bras Anestesiol.* 2002;52:498-512.
- Ehmke H, Kurtz A. Deciphering the physiological roles of COX-2. *Am J Physiol.* 2003;284:486-7.
- Carvalho W, Carvalho RDS, Rios-Santos F. Analgésicos inibidores específicos da ciclooxigenase-2: avanços terapêuticos. *Rev Bras Anestesiol.* 2004;54:3:448-64.
- Sengupta S, Sellers LA, Cindrova T, Skepper J, Gherardi E, Sasisekharan R, *et al.* Cyclooxygenase-2 - selective non-steroidal anti-inflammatory drugs inhibit hepatocyte growth factor / scatter factor induced angiogenesis. *Cancer Res.* 2003;63:8351-9.
- Marnett LJ, Rowlinson SW, Goodwin DC, Kalgutkar AS, Lanzo CA. Arachidonic acid oxygenation by COX-1 and COX-2 - mechanisms of catalysis and inhibitions. *J Biol Chem.* 1999;274(33):22903-6.
- Warner TD, Giuliano F, Vojnovic I, Bukasa A, Mitchell JA, Vane JR. Non-steroidal drug selectivities for cyclooxygenase-1 rather than cyclooxygenase-2 are associated with human gastrointestinal toxicity: a full in vitro analysis. *PNAS.* 1999;96:7563-8.
- Tanaka A, Hase S, Miyazawa T, Ohno R, Takeuchi K. Role of cyclooxygenase COX-1 and COX-2 inhibition in non-steroidal anti-inflammatory drug induced intestinal damage in rats: relation to various pathogenic events. *J Pharmacol Exp Ther.* 2002;303:1248-54.
- Low J, Reed A. *Eletroterapia explicada - princípios e prática.* 3ª ed. São Paulo: Manole; 2001.
- Kitchen S. *Eletroterapia prática baseada em evidências.* 11ª ed. São Paulo: Manole; 2003.

Recebido: 22/03/2008 – Aceito: 07/05/2008