



Acta Ortopédica Brasileira

ISSN: 1413-7852

actaortopedicasociedade@uol.com.br

Sociedade Brasileira de Ortopedia e

Traumatologia

Brasil

Borges Oliveira, Fabrício; Shimano, Antônio Carlos; Ferraz Picado, Celso Hermínio

Ultra-som terapêutico e imobilização na reparação do trauma muscular

Acta Ortopédica Brasileira, vol. 17, núm. 3, 2009, pp. 167-170

Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65713430009>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



## ARTIGO ORIGINAL

# ULTRA-SOM TERAPÊUTICO E IMOBILIZAÇÃO REPARAÇÃO DO TRAUMA MUSCULAR

**THERAPUTIC ULTRASOUND AND IMMOBILIZATION IN MUSCULAR TRAUMA REPAIR**

FABRÍCIO BORGES OLIVEIRA<sup>1</sup>, ANTÔNIO CARLOS SHIMANO<sup>2</sup>, CELSO HERMÍNIO FERRAZ PICADO<sup>2</sup>

## RESUMO

**Introdução:** Avaliamos os efeitos do ultra-som terapêutico (UST), adicionado ou não à imobilização gessada (IG), como forma de tratamento à lesão muscular por impacto analisando as propriedades mecânicas de alongamento e carga nos limites de proporcionalidade e máximo, rigidez (R) e resiliência do músculo gastrocnêmio. **Metodologia:** Utilizamos 70 ratas divididas em 7 grupos: Grupo 1-Controle; Grupo 2-Sem tratamento; Grupo 3-IG por 24 horas; Grupo 4-IG por 72 horas; Grupo 5-UST sem presença de IG; Grupo 6-IG por 24 horas associada ao UST; Grupo 7-IG por 72 horas associada ao UST. **Resultados:** As propriedades de carga no limite de proporcionalidade e carga máxima mostraram que o grupo estimulado com o UST comportou-se de modo semelhante ao grupo controle. A propriedade de alongamento no limite de proporcionalidade não diferenciou os grupos; o alongamento máximo do grupo estimulado com (UST) e dos grupos imobilizados por 72 horas foram comparáveis ao grupo controle. **Conclusão:** O grupo estimulado (UST) apresentou rigidez similar ao grupo controle e resiliência superior a todos os grupos. A utilização isolada do UST forneceu resultados similares àqueles considerados como normais, o mesmo não sendo observado quando o UST foi associado à IG.

## SUMMARY

**Introduction:** We assessed the effects of therapeutic ultrasound (TUS), either added to cast immobilization (CI) or as an alternative to muscular injuries caused by impact biomechanics. We analyzed the mechanical properties of stretching and load at proportionality limit, stiffness (S) and gastrocnemius muscle resilience. **Methods:** 70 female rats were employed in the study. The animals were divided into 7 groups: Group 1- Control; Group 2- Untreated; Group 3- CI for 24 hours; Group 4- CI for 72 hours; Group 5- TUS without CI; Group 6- CI for 24 hours combined with TUS; Group 7- CI for 72 hours combined with TUS. At proportionality limit and maximum limit showed that the group receiving TUS behaved similarly to control group. Stiffness at proportionality limit was not different between one to another; the maximum stretching of the group receiving TUS and of the groups immobilized for 72 hours was similar to control group. **Conclusion:** The group receiving TUS presented stiffness levels compared to control group and superior compared to all remaining groups. The stand-alone TUS provided similar results to those regarded as normal, which were not noticed when TUS was combined to CI.

**Descriptores:** Lesão muscular. Imobilização. Ultra-som terapêutico. Biomecânica.

**Keywords:** Muscle injury. Immobilization. Therapeutic ultrasound. Biomechanics.

**Citação:** Oliveira FB, Shimano AC, Picado CHF. Ultra-som terapêutico e imobilização na reparação do trauma muscular. Acta Ortop Bras. [periódico na Internet]. 2009; 17(3):167-170. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>

**Citation:** Oliveira FB, Shimano AC, Picado CHF. Therapeutic ultrasound in muscular trauma repair. Acta Orthop Bras. [online]. 2009; 17(3):167-170. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>

## INTRODUÇÃO

Atualmente diferentes alternativas terapêuticas vêm sendo propostas visando à recuperação total do paciente portador de lesões musculares no menor tempo possível, devolvendo-lhe assim a condição física funcional normal e possibilitando um melhor rendimento físico.<sup>1</sup>

O UST é utilizado no tratamento de tecidos moles há mais de seis décadas, sendo atualmente um recurso muito utilizado na prática fisioterápica<sup>2</sup>, e o mais utilizado para o tratamento das lesões dos tecidos moles.<sup>3</sup>

Os efeitos do UST sobre o processo de reparação muscular em lesões experimentais vêm sendo estudado em diferentes aspectos. Stratton, Heckmann e Francis<sup>4</sup> utilizaram diferentes intensidades do ultra-som terapêutico para avaliação histoquímica dos seus efeitos frente o processo de reparação de lesões musculares por contusão e consideraram ser benéfico à aplicação do ultra-som. Rantanen et al.<sup>5</sup> concluíram que o ultra-som terapêutico acelera a

reparação muscular após contusão promovendo melhora significativa de células satélites para o sítio da lesão. Menezes et al.<sup>6</sup> aplicaram o ultra-som terapêutico em modelo animal experimental por esmagamento, obtiveram similaridade entre os resultados obtidos através de ensaios mecânicos e concluíram que o UST pode contribuir para melhora da qualidade da reparação da lesão. Os resultados obtidos não foram tratados com imobilização prévia. Karnes e Burton<sup>7</sup> encontraram melhora significativa da função muscular, em lesão provocada por contração excêntrica, quando estimulou a lesão com ultra-som terapêutico. Järvinen<sup>8</sup> e Järvinen et al.<sup>9</sup> demonstraram os efeitos do UST associado à imobilização inicial como parte do tratamento do contuso muscular. Järvinen et al.<sup>10</sup> preconizaram o repouso como forma de tratamento imediato à lesão muscular, acompanhado de frio localizado e elevação do membro lesado, sendo este método de tratamento empregado na prática diária.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.



Não encontramos na literatura trabalhos que correlacionem os efeitos do ultra-som terapêutico com a imobilização gessada sobre a reparação muscular e as respectivas propriedades mecânicas. Nossa objetivo foi avaliar a influência do UST, adicionado ou não à imobilização gessada, pós-trauma imediato, no processo de reparação muscular, através da análise das propriedades mecânicas das fibras musculares do gastrocnêmio.

## MATERIAIS E METODOS

### Animais de experimentação

Foram utilizadas 70 ratas, albinas, da linhagem Wistar, com peso corporal de  $204 \pm 15$ g, com idade aproximada entre 10 e 12 semanas. Esses animais foram separados e mantidos em gaiola de contenção de plástico, com livre acesso à água e ração, ficando expostos a ciclos de 12h claro e 12h escuro, até a produção da lesão experimental.

Todos os procedimentos experimentais do estudo encontraram-se em conformidade com normas e princípios éticos na experimentação animal, aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade de São Paulo - Campus Ribeirão Preto. Os animais foram divididos em 7 grupos experimentais, de acordo com o protocolo de tratamento a ser adotado.

### Grupo 1 - Controle (N=10)

Os animais deste grupo não sofreram qualquer lesão, ficando mantidos em gaiolas de contenção por um período de 7 dias.

### Grupo 2 – Sem tratamento (N=10)

Estes animais tiveram o músculo gastrocnêmio submetido à produção da lesão experimental aguda por mecanismo de impacto, no entanto, após a realização do trauma não fizeram uso de nenhum recurso terapêutico, permanecendo 7 dias em suas gaiolas de contenção com movimentação ativa livre.

### Grupo 3 – Imobilizado por 24 horas (N=10)

Após a produção da lesão experimental aguda este grupo de animais foi imobilizado por 24 horas, por meio de aparelho gessado incluindo as articulações do quadril, joelho e tornozelo direito. Concluído este período, foi removida a imobilização gessada e os animais permaneceram em suas gaiolas de contenção por mais 6 dias.

### Grupo 4 – Imobilizado por 72 horas (N=10)

Neste grupo experimental os animais também tiveram o músculo gastrocnêmio submetido ao processo de produção de lesão e imobilizados seguindo o mesmo protocolo do grupo 3, no entanto, por um período de 72 horas. Concluído este período, foi removida a imobilização gessada e os animais permaneceram em suas gaiolas de contenção por mais 4 dias.

### Grupo 5 – Estimulação com UST (N=10)

Após a produção da lesão muscular, os animais permaneceram em suas gaiolas de contenção por 24 horas, concluído este período estes foram estimulados com ultra-som terapêutico pulsado (UST) por 5 minutos durante 6 dias consecutivos.

### Grupo 6 – Imobilizado por 24 horas e estimulação com UST (N=10)

Os animais deste grupo foram submetidos ao processo de produção da lesão muscular, sendo imediatamente submetidos à imobilização por meio de aparelho gessado. Após este período, estes animais foram retirados da imobilização gessada e estimulados com ultra-som terapêutico pulsado (UST) por 5 minutos durante 6 dias consecutivos.

iniciou-se a estimulação da área lesada, acessada a janela no gesso, com ultra-som terapêutico pulsado 5 minutos durante 6 dias consecutivos.

### Contusão experimental

Foi confeccionado um instrumento capaz de produzir muscular por mecanismo de impacto através de uma carga de 200g, a uma altura de 30 cm, sobre o gastrocnêmio, estando o animal posicionado adequadamente sobre uma superfície metálica na base do aparelho. Este desenvolvido no laboratório de Bioengenharia da USP, São Paulo, sendo o mesmo utilizado por Oliveira et al.<sup>11</sup> em uma adaptação de modelos descritos por Saito e Minamoto et al.<sup>12</sup>

Todos os animais foram previamente anestesiados com Thiopental Sódico – na dose de 4 mg/100g via intraperitoneal. Os animais foram imobilizados, sendo posicionados em decúbito ventral, com a articulação femoral em extensão e em contato direto com a superfície, tomando-se o cuidado de manter a extensão máxima a dorsiflexão a 90° do tornozelo. (Figura 1 - A e B) Os animais foram submetidos a um único trauma e separados de acordo com o seu grupo experimental.

### Imobilização Gessada

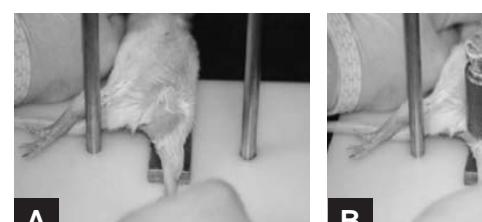
Após a realização da lesão experimental, os animais experimentais 3, 4, 6 e 7 ainda anestesiados foram imobilizados por aparelho gessado confeccionado com ataduras secagem rápida, aplicada de maneira convencional. O modelo de imobilização gessada adotada neste estudo se em um método proposto por Booth e Keiso.<sup>13</sup> Esse modelo inclui desde a região torácica, abrangendo quase a total extensão até a articulação do tornozelo que ficou em flexão plantar.

Nos animais do grupo 7 foi criada uma janela circular de diâmetro no aparelho gessado, sobre a área lesionada, de modo a permitir o emprego do UST.

A terapia ultra-sônica foi iniciada 24 horas após a lesão, a remoção da imobilização gessada ocorreu conforme pelo protocolo nos diferentes grupos experimentais. Os animais foram submetidos a sessões diárias de ultra-som terapêutico na modalidade pulsada, com frequência de 1MHz, intensidade de 100W/cm<sup>2</sup>, modulação de 100Hz, com ciclo de trabalho de 8ms OFF - 20%, freqüência de 1MHz e intensidade de 100W/cm<sup>2</sup> (Spatial Average Temporal Average), durante 6 dias consecutivos, 5 minutos diáriamente, sendo realizada no mesmo período. O ultra-som foi aplicado diretamente na região muscular, por meio do cabeçote de ERA de 1,5 cm<sup>2</sup>, com utilização hidrossolúvel para excluir o ar entre as interfaces.

### Preparação do músculo gastrocnêmio

Após 7 dias os animais de cada grupo experimental foram submetidos a parada cardio-respiratória após a administração excessivas do anestésico. O membro inferior direito foi desarticulado do quadril. Foi retirada a tíbia e a





moles da perna direita com o cuidado necessário para manter-se apenas o músculo gastrocnêmio e suas inserções ósseas no fêmur distal e calcâneo, sem provocar lesões adicionais à ele. Deste modo criaram-se os espécimes que foram submetidos aos ensaios mecânicos.

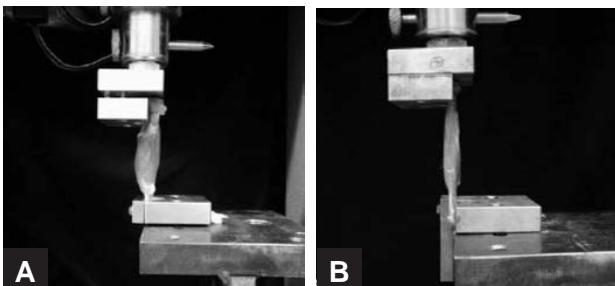
#### Ensaios mecânicos

As propriedades mecânicas dos espécimes foram obtidas por ensaios de tração longitudinal na Máquina Universal de Ensaio do Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP.

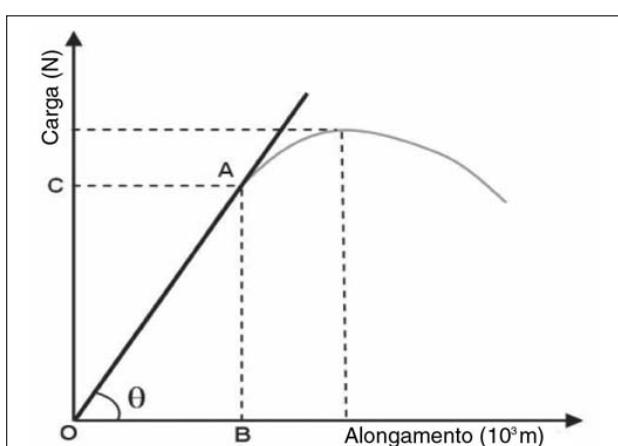
Foi utilizada célula de carga com capacidade de 50kgf, a qual apresenta uma interface direta a um computador que possui software de automação de ensaios mecânicos, sendo possível comparar precisamente as cargas e alongamentos obtidos através de cada ensaio mecânico.

Foi aplicada uma pré-carga de 200g, com um tempo de acomodação de 30 segundos e velocidade de aplicação de carga estabelecida em 10mm/minuto. (Figura 2 - A e B)

Foram construídos gráficos de carga versus alongamento a partir dos resultados de cada ensaio, sendo possível determinar as propriedades mecânicas de carga e alongamento no limite de proporcionalidade, carga e alongamento no limite máximo, rigidez e resiliência para cada espécime. (Figura 3)



**Figura 2 - (A)** Posicionamento do espécime coletado, juntamente com os acessórios utilizados para a fixação na máquina universal de ensaios. **(B)** Simulação do ensaio mecânico de tração longitudinal do músculo gastrocnêmio coletado.



**Figura 3 -** Curva carga versus alongamento obtido no ensaio mecânico, onde são retiradas as propriedades mecânicas avaliadas.

Os dados obtidos foram analisados através do teste para uma

## RESULTADOS

Os resultados encontrados de cada espécime foram calculadas as médias aritméticas e seus desvios-padrão do software da marca Microsoft® Excel® 2000 para análise experimental.

Os dados foram processados utilizando-se do programa Graph-Pad®, v.3.00 para a realização da análise estatística dos resultados encontrados entre os diferentes grupos.

#### Alongamento no limite de proporcionalidade

Os valores médios encontrados para o alongamento no limite de proporcionalidade para o grupo controle foi de  $(4,48 \pm 0,12) \times 10^{-3}$  m, para o grupo 2 de  $(6,36 \pm 2,28) \times 10^{-3}$  m, para o grupo 3 de  $(1,22) \times 10^{-3}$  m, grupo 4 de  $(4,91 \pm 1,46) \times 10^{-3}$  m, grupo 5 de  $(1,22) \times 10^{-3}$  m, grupo 6 de  $(5,14 \pm 1,72) \times 10^{-3}$  m e grupo 7 de  $(1,22) \times 10^{-3}$  m. Não foram observadas diferenças estatísticas na análise simultânea dos grupos experimentais (p > 0,05).

#### Carga no limite de proporcionalidade

Os valores médios encontrados para carga no limite de proporcionalidade para o grupo controle foram de  $(17,77 \pm 2,04)$  N, grupo 2 de  $(13,50 \pm 3,80)$  N, grupo 3 de  $(13,86 \pm 2,66)$  N, grupo 4 de  $(13,50 \pm 5,03)$  N, grupo 5 de  $(19,80 \pm 3,60)$  N, grupo 6 de  $(16,66 \pm 3,05)$  N e para o grupo 7 de  $(14,08 \pm 3,05)$  N. Os resultados apresentaram diferença estatística significativa na análise dos grupos experimentais com  $p < 0,0001$ . Não houve diferença estatística significativa na comparação entre os grupos 1 e 6. Nas comparações realizadas entre os grupos 1 e 2, 3 e 4, 5 e 6, e 7 e 8, as diferenças estatísticas foram observadas como estatisticamente significativas.

#### Alongamento Máximo

Os valores médios encontrados para o alongamento no limite máximo para o grupo controle foi de  $(11,66 \pm 2,23) \times 10^{-3}$  m, grupo 2 de  $(12,04) \times 10^{-3}$  m, grupo 3 de  $(8,83 \pm 1,04) \times 10^{-3}$  m, grupo 4 de  $(11,66 \pm 1,45) \times 10^{-3}$  m, grupo 5 de  $(10,44 \pm 1,58) \times 10^{-3}$  m, grupo 6 de  $(9,82 \pm 3,21) \times 10^{-3}$  m e para o grupo 7 de  $(16,66 \pm 3,05) \times 10^{-3}$  m. Na comparação dos resultados encontrados para esses grupos, demonstraram diferença estatística significativa entre os grupos 1 e 6. Nas comparações realizadas entre os grupos 1 e 2, 3 e 4, 5 e 6, e 7 e 8, não foram observadas diferenças estatísticas nas comparações entre os grupos, com exceção para o grupo 7.

#### Carga Máxima

Os valores médios encontrados para a propriedade de carga máxima foi para o grupo controle de  $(31,6 \pm 2,7)$  N, grupo 2 de  $(3,7)$  N, grupo 3 de  $(22,0 \pm 2,9)$  N, para o grupo 4 de  $(22,0 \pm 2,9)$  N, grupo 5 de  $(28,7 \pm 2,7)$  N, grupo 6 de  $(18,2 \pm 5,0)$  N e para o grupo 7 de  $(22,5 \pm 2,3)$  N. Na análise estatística dos valores de carga máxima foi observado diferença estatística significativa na análise simultânea dos grupos experimentais (p < 0,05). Não foi observado diferença estatística significativa entre os grupos 1, 5 e nem entre os grupos 2, 3, 4, 6 e 7.

#### Rigidez

O valor médio encontrado de rigidez para o grupo controle foi  $(4,047 \pm 0,707) \times 10^3$  N/m, para o grupo 2 de  $(2,23) \times 10^3$  N/m, grupo 3 de  $(2,990 \pm 0,547) \times 10^3$  N/m , grupo 4 de  $(0,306) \times 10^3$  N/m , grupo 5 de  $(3,658 \pm 0,676) \times 10^3$  N/m, grupo 6 de  $(2,860 \pm 0,503) \times 10^3$  N/m. e para o grupo 7 de  $(3,20) \times 10^3$  N/m. A comparação da rigidez evidenciou a presença de diferença estatística significativa para a análise simultânea dos grupos experimentais (p < 0,05). Não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Nas comparações entre os grupos 1 e 5 e nas demais comparações entre os grupos 2, 3, 4, 6 e 7.



grupo 3 de  $(34,2 \pm 14,4) \times 10^{-3}$  J , o grupo 4 de  $(37,9 \pm 24,4) \times 10^{-3}$  J, grupo 5 de  $(57,2 \pm 13,5) \times 10^{-3}$  J, grupo 6 de  $(37,9 \pm 19,0) \times 10^{-3}$  J e para o grupo 7 de  $(36,8 \pm 15,36) \times 10^{-3}$  J. Na comparação da resiliência mostrou que houve diferença estatística significativa na análise simultânea dos grupos experimentais com  $p < 0,05$ . Foram observadas diferenças estatísticas significativas nas comparações entre os grupo 5 com os demais grupos.

## DISCUSSÃO

A mensuração das propriedades mecânicas consiste em uma ferramenta de grande utilidade, pois fornece conhecimentos relevantes sobre as consequentes adaptações e alterações nas diferentes demandas funcionais.<sup>14</sup>

O fato dos ensaios mecânicos realizados serem destrutivos e devido à dificuldade de se mensurar adequadamente a área de secção transversal no local da lesão muscular fez em que optássemos por avaliar os dados através da curva carga versus alongamento e não pela tensão versus deformação.

Deveremos considerar que a reparação da lesão muscular faz-se por células que formam novas fibras musculares ou por células que formam tecido fibroso no local da lesão. Não encontramos na literatura qualquer citação a respeito do comportamento do músculo reparado, relacionando o valor obtido nos testes mecânicos e o tipo de tecido de reparação. Não sabemos se a recuperação da capacidade de suportar carga pelo músculo lesado está relacionado a um reparo cicatricial fibroso, ou se esta recuperação mecânica relaciona-se a uma melhor recuperação biológica do músculo. Experimentalmente foi demonstrado que após o 1º dias do trauma os músculos testados em tensão mostraram ruptura na parte intacta do músculo, sugerindo que o tecido regenerador adquiriu resistência maior que a do tecido muscular que rompeu.<sup>4,15,16</sup>

Nosso ensaio mecânico foi realizado no 7º dia enquanto Menezes et al.<sup>6</sup> realizaram seus ensaios no 13º dia pós-lesão. Também diferenciamos destes autores quanto ao músculo lesado e o tipo de lesão, uma vez que eles utilizaram o músculo reto anterior da coxa esmagado e nós produzimos trauma direto sobre a panturrilha que provocou uma lesão experimental do músculo gastrocnêmio.

A vantagem de usar o músculo gastrocnêmio vem do fato que podemos isolá-lo com suas inserções ósseas, o que permite que seja preso à máquina de teste de forma segura, evitando as freqüentes solturas quando o músculo é diretamente fixado as presilhas.

Também diferenciamos de Menezes et al.<sup>6</sup> em relação a velocidade de aplicação no ensaio de tração, sendo a nossa de 10mm/minuto e a dos referidos autores de 4,5 mm/minuto.

A propriedade carga no limite de proporcionalidade obtidos favoráveis ao uso do ultra-som terapêutico em comparação ao trabalho quanto naquele realizado por Menezes et al.<sup>6</sup> Nós obtivemos resultados favoráveis ao uso do ultrassom para a propriedade de carga máxima o que não foi relatado por eles.

Também em relação ao alongamento nossos resultados são ditórios, uma vez que nossos testes não diferenciaram-se quanto ao alongamento no limite de proporcionalidade diferenciado o grupo de Menezes et al.<sup>6</sup> O alongamento que diferenciou os grupos destes autores, mas nosso trabalho estimulado com ultra-som e também o imobilizado que forneceu resultados que igualaram estes grupos ao controle. Os resultados encontrados em nosso trabalho são similares a Menezes, et al.<sup>6</sup> quanto os valores de resiliência (que é a vida na fase elástica) e diferentes em relação ao deslocamento. Para o processo de reabilitação e reparação muscular é relevante apropriadamente de rigidez, pois os músculos conseguem alongar mais com presença de cargas menores. É difícil justificar a discrepância de resultados, que é provável ao fato de termos utilizado diferentes músculos, tipos de fixação à máquina de ensaio e diferentes protocolos de tratamento após a lesão. No entanto, em nosso trabalho a mesma tendência dos resultados a favorecer os grupos estimulados com ultra-som e esta mesma tendência é notada por Menezes et al.<sup>6</sup>, embora não nas mesmas propriedades analisadas.

Esperávamos que a imobilização inicial pós-traumática de longo período, viesse a favorecer os resultados de recuperação da força mecânica destes músculos quando associada ao uso terapêutico e isto não ocorreu.

## CONCLUSÃO

A utilização isolada do UST forneceu resultados similares considerados como normais nos ensaios de carga no limite de proporcionalidade e carga máxima. A associação de imobilização gessada por 72 horas forneceu resultados semelhantes ao grupo controle somente para a propriedade de carga máxima. Nossos resultados sugerem que a associação de imobilização e do ultra-som como tratamento coadjuvante pode trazer benefícios quanto a recuperação muscular mensurada por testes mecânicos. Estes resultados obtidos em animais devem ser diretamente extrapolados para a prática clínica, servindo principalmente como base para novas pesquisas.

## REFERÊNCIAS

1. Lopes AS, Kattan R, Costa S, Moura CE, Lopes RS. Diagnóstico e tratamento das contusões musculares. Rev Bras Ortop. 1995;30:744-52.
2. Warden SJ, McMeeken JM. Ultrasound usage and dosage in sports physiotherapy. Ultrasound Med Biol. 2002;28:1075-80.
3. Young SR, Dyson M. The effect of therapeutic ultrasound on angiogenesis. Ultrasound Med Biol. 1990;16:261-9.
4. Stratton SA, Heckmann R, Francis RS. Therapeutic ultrasound, its effects on the integrity of a nonpenetrating wound. J Orthop Sports Phys Ther. 1984;5:278-81.
5. 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.
6. Menezes D.F, Volpon JB, Shimano AC. Aplicação do ultra-som terapêutico em lesão muscular experimental aguda. Rev Bras Fisioter. 1999;4:27-31.
7. Karnes JL, Burton HW. Continuous therapeutic ultrasound accelerates repair of contraction induced skeletal muscle damage in rats. Arch Phys Med Rehabil. 2002; 83:1-4.
10. Järvinen MJ, Einola SA, Virtanen EO. Effect of the positive pressure breathing upon the tensile properties of the rat gastrocnemius muscle. Scand J Rehabil. 1992;73:253-7.
11. Oliveira FB, Abrahao GS, Carvalho LC, Shimano AC, Volpon JB. Os efeitos do ultra-som terapêutico auxiliado a imobilização e a fisioterapia na recuperação da força muscular. Estudo experimental em ratos. Rev Hosp Clin Fac Med de Ribeirão Preto USP. 2003;36:23-7.
12. Mimamoto VB, Graziano CR, Salvini TF. Effect of single and continuous ultrasound on the rat soleus muscle at different stages of regeneration. J Biomed Mater Res. 1999;254:281-7.
13. Booth FW, Kelso JR. Production of rat muscle atrophy by chronic denervation. J Physiol. 1973;34:404-6.
14. Caiozzo VJ. Plasticity of skeletal muscle phenotype: mechanisms. Muscle Nerve. 2002;26:740-68.
15. Crisco JJ, Jokl P, Heinen GT, Connell MD, Panjabi MM. A comparison of the mechanical properties of rat extensor digitorum longus muscle before and after immobilization. J Biomed Mater Res. 1999;254:281-7.