

## Bruno Souza Martins

Centro Universitário Lusiada

Fisioterapeuta formado pelo Unilus, Especialista em ortopedia e Traumatologia pelo IOT-HCFUMSP e mestre em Clínica Médica pelo Unilus

bsmfisio@yahoo.com.br

## José Luiz Portolez

Professor de Fisioterapia nas áreas de Ortopedia, tarumatologia e medicina esportiva.

portolez@uol.com.br

## Gladson Bertolini

gladsonricardo@gmail.com

# ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O EFEITO DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO E DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA EM LESÕES TENDINOSAS INDUZIDAS EM RATOS

## RESUMO

Os esforços excessivos realizados pelas pessoas no dia a dia tornam os tendões suscetíveis a pequenas lesões que se não forem tratadas corretamente podem levar a doenças causadas por sobrecarga repetitiva. Sabendo-se que o tendão é um tecido que apresenta capacidade de reparação e é fundamental para o movimento, é de extrema importância a realização de estudos que tenham como o objetivo descobrir ou comparar métodos terapêuticos que sejam capazes de acelerar a cicatrização do tecido da melhor maneira possível. Assim o objetivo deste estudo foi analisar e comparar os efeitos da aplicação de laserterapia de baixa potência e ultra-som terapêutico, sobre o tecido tendinoso. **Materiais e Métodos:** Foram utilizados 40 ratos, machos, divididos em quatro grupos. Grupo I, animais sem lesões; Grupo II, animais que sofreram lesão tendínea e não foram tratados; Grupo III, animais induzidos à lesão tendínea e tratados com laser de baixa intensidade GaAs (830-Nm) com densidade de energia de 5 J/cm<sup>2</sup>; e Grupo IV, animais induzidos à lesão tendínea e tratados com Ultra-som Terapêutico Pulsado de 1 MHz de frequência, intensidade de 0,5 W/cm<sup>2</sup> (SATA), durante 5 minutos, constituindo de 8 aplicações terapêuticas. Para a realização da lesão por trauma direto, foi elaborado um dispositivo para aplicação da carga, tomando o procedimento padronizado. Após 10 dias os animais foram eutanasiados e os tendões retirados para análise histológica, na qual foi analisada a presença de fibroblastos, células inflamatórias e organização do colágeno. **Resultados:** Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas somente para a variável infiltrado inflamatório ( $p < 0,05$ ) no grupo IV quando comparado ao grupo II, em que o grupo IV apresentou exacerbação do quadro inflamatório. **Conclusão:** Com os resultados encontrados não é possível afirmar qual das duas terapêuticas é mais eficaz no processo de reparação tendínea.

**Palavras-Chave:** tendão, cicatrização, laserterapia, fisioterapia.

## ABSTRACT

**Background:** The extreme efforts carried through by the people daily become the tendons susceptible to small injuries that if not treated correctly can take to the illnesses caused for repetitive overload. The tendon is a tissue that has a repairing capacity and is primordial for the movement. It is important to the accomplishment of studies that have as the objective to discover or to compare therapeutical methods that are capable to speed up the tissue healing in the best possible way. This study analyzes and compares the effect of the application of low power lasertherapy and therapeutical ultrasound, on the tendinous tissue. **Materials and Methods:** 40 divided male rats in four groups had been used. Group I, animals without injuries; Group II, animals that had suffered tendinous injury and had not been treated; Group III, animals induced to the tendinous injury and treated with low intensity laser GaAs (830-Nm) with density of energy of 5 J/cm<sup>2</sup>; and Group IV, animals induced to the tendinous injury and treated with Beaten Therapeutical Ultrasound of 1 MHz of frequency, intensity of 0,5 W/cm<sup>2</sup> (SATA) during 5 minutes constituting of 8 therapeutical applications. For the accomplishment of the injury for direct trauma, a device for application of the load was elaborated, becoming the standardized procedure. After 10 days the animals had been sacrificed and the tendons removed for histological analysis where analyzed to see the inflammatory presence of fibroblasts cells and organization of the collagen. **Results:** Statistical significant differences only for infiltrated 0 variable inflammatory had been found ( $p < 0,05$ ) in Group IV when is was compared to group II. **Conclusion:** Based on the results is not possible to say which of the two therapies is more effective for repairing the tendon.

**Keywords:** tendon, healing, laser therapy, physiotherapy.

## INTRODUÇÃO

Segundo Imamura e Carvalho (1) os esforços excessivos realizados pelas pessoas no dia a dia, tornam os tendões suscetíveis a pequenas lesões que, se não forem tratadas corretamente, podem levar a doenças causadas por sobrecarga repetitiva. Os tendões representam um exemplo típico de tecido conjuntivo denso modelado, são estruturas alongadas e cilíndricas que conectam os músculos estriados aos ossos e são constituídos por fibroblastos e intermediados por fibras colágenas, fibras elásticas e água (2).

Embora aparentemente seja pouco vascularizado, apresenta nutrição suficiente para o processo reparativo. Sua função primária é transmitir energia da contração muscular para o esqueleto e assim gerar o movimento, dentre as propriedades físicas do tendão está à alta resistência a tensão, densidade e superfície lisa, entretanto, podem variar em espessura, comprimento e forma (3).

Sabendo-se que o tendão é um tecido que apresenta capacidade de reparação e é fundamental para o movimento, é de extrema importância à realização de estudos que objetivem descobrir ou comparar métodos terapêuticos que sejam capazes de acelerar a cicatrização do tecido da melhor maneira possível.

No meio da reabilitação, diversas técnicas são utilizadas no tratamento das tendinopatias: cinesioterapia, onde são incluídos exercícios de alongamento e fortalecimento, termoterapia, exercícios excêntricos com a finalidade de promover sempre o melhor reparo tecidual possível (4). Dentre os recursos fisioterápicos também são utilizados o Ultrassom Terapêutico (UST) e o Laser de Baixa Potência (LBP) com a finalidade de auxiliar a aceleração do processo de cicatrização tecidual.

Com relação ao UST um dos primeiros estudos foi o de Roberts et al. (5) no qual estudou o efeito do UST sobre a cicatrização de tendões de coelhos e encontraram que o UST não foi eficiente na cicatrização tendínea, encontrando ainda um retardo da cicatrização no grupo tratado se comparado ao grupo controle. Este primeiro estudo levou a diversos estudos posteriores (6-11), que ao longo das últimas décadas vem tentando cada vez mais descobrir os reais efeitos que o UST promove sobre a cicatrização dos tecidos.

Com relação ao LBP e a sua utilização Karu (12) afirmou que o laser é capaz de estimular a proliferação celular quando utilizados em baixas doses, e de inibir quando utilizado em altas doses. E a partir disso, diversos estudos foram realizados a fim de demonstrar os reais efeitos que o LBP promove sobre a cicatrização dos tecidos (13-16). Embora exista uma variedade de estudos sobre os métodos de forma aleatória, ainda não existe uma unanimidade em relação aos pesquisadores quanto aos efeitos do UST e do LBP no processo de reparo tendíneo e também poucos estudos compararam no mesmo trabalho os dois métodos terapêuticos (14,15).

Devido a isto, este trabalho visa comparar duas técnicas que são utilizadas de maneira rotineira na fisioterapia, o UST e o LBP a fim de verificar qual das duas técnicas é mais eficiente no processo de reparo tendíneo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 40 ratos, machos, da linhagem Wistar, com idade entre 8-12 semanas ( $10 \pm 1,43$ ) e peso entre 340-360 gramas ( $350,4 \pm 7,74$ ), mantidos em temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  de temperatura com fotoperíodo de 12 horas, ração padronizada para roedores e água ad libitum, os animais eram procedentes do Biotério do Centro Universitário Lusíada (UNILUS).

Os animais foram divididos em quatro grupos distintos, contendo 10 animais em cada grupo, sendo distribuídos: Grupo I (10), grupo controle negativo, animais sem lesões; Grupo II (10), grupo controle positivo, induzidos à lesão tendínea e não foram tratados; Grupo III (10), animais induzidos à lesão tendínea e tratados com LBP GaAsAl (830-nm), contínuo, com 10 mW de potência de saída com 5 joules por  $\text{cm}^2$ ; e Grupo IV (10), animais induzidos à lesão tendínea e tratados com Ultra-som Terapêutico Pulsado de 1 MHz de frequência, com ciclo de trabalho de 20%, com intensidade  $0,5 \text{ W/cm}^2$  SATA, durante 5 minutos (11).

Após a indução das lesões dois animais do grupo controle positivo foram encontrados mortos permanecendo assim o grupo I com um número de 8 animais.

Os animais foram tratados, conforme o grupo, ao longo de 8 aplicações terapêuticas, durante duas semanas, sendo no 1º dia realizada a indução das lesões, do 2º ao 9º dia foi realizado o tratamento e no 10º dia os animais foram identificados e posteriormente foram eutanasiados com dose excessiva de anestésico.

## Indução às lesões tendinosas

Salate et al. (17), descreve que para realizar uma lesão na junção miotendínea por trauma direto é necessário uma energia potencial de queda de cerca de 364,8 mJ. Sendo assim, foi produzido um equipamento capaz de produzir tal energia. Este equipamento é composto de uma plataforma com hastes que seguram um peso de 256 gramas que sendo solto a uma altura de 15 cm, é capaz de gerar a energia necessária para a indução da lesão tendinosa. Os animais foram anestesiados com injeção intraperitoneal com 5 mg/kg de Xylasina e 75 mg/kg de ketamina; em seguida o membro pélvico direito foi levemente tracionado e o tendão do Calcâneo colocado sobre o equipamento para a indução da lesão por meio de trauma direto.

## Protocolo de Tratamento

Com relação ao equipamento laser, foi utilizado um aparelho da marca Ibramed<sup>®</sup>, Modelo LASERPULSE, com comprimento de onda de 830 nm, modo contínuo, com uma potência de saída de 10 mW e densidade de energia de 5 J/cm<sup>2</sup>. O equipamento ultra-som utilizado foi um aparelho da marca KLD<sup>®</sup> Biosistemas, modelo AVATAR V US9705, no modo pulsado, com ciclo de trabalho de 20%, com frequência de 1 MHz, com ERA de 1 cm<sup>2</sup> e uma intensidade de 0,5 w/cm<sup>2</sup> em SATA.

É importante salientar que ambos os equipamentos apresentavam-se devidamente calibrados por serviço técnico especializado a fim de garantir a fidedignidade dos parâmetros aplicados.

Após o tratamento os animais foram eutanasiados e foi realizada uma incisão no membro pélvico direito, onde os tendões foram retirados proximalmente acima da junção miotendínea e distalmente abaixo da junção teno-óssea, permanecendo deste modo todo o tecido tendinoso íntegro para a análise histopatológica.

## Análise Histopatológica

O material foi submetido a banhos de desidratação e diafanização em soluções de Álcool e Xilol, respectivamente e emblocados em parafina. Foram feitos cortes de 7 micrômetros de espessura, e as lâminas foram posteriormente coradas com Hematoxilina e Eosina (HE) para análise.

Os tendões foram analisados qualitativamente em microscópio Óptico sendo observado: (a) A organização de fibras colágeno sendo qualificadas em: organizadas (0) e desorganizadas (1); (b) Presença de fibroblastos sendo quantificadas como: ausente (0), leve (1), moderada (2), abundante (3); (c) Infiltrado inflamatório sendo quantificado em: ausente (0), leve (1), moderada (2) e abundante (3).

## Análise Estatística

Foi realizada uma comparação entre os grupos por meio do Teste de Friedman, com nível de significância de 5% (p=0,05).

## RESULTADOS

Quando comparado o grupo II com o grupo III com relação à variável organização do colágeno foi encontrada no grupo II uma média de 1±0 e no grupo III uma média de 0,6±0,52, demonstrando assim um p = 0,21. Em relação ao infiltrado inflamatório o grupo II obteve uma média de 1,7±0,82 e o grupo III 1,5±0,97, sendo assim foi encontrado um p=1. Com relação à proliferação de fibroblastos o grupo II obteve uma média 2±0,67 e o grupo III uma média de 1,9±0,74 sendo encontrado um p = 0,75.

Quando comparado o grupo II com o grupo IV só foram encontradas diferenças significativas para uma das três variáveis analisadas. Em relação à organização do colágeno ambos os grupos obtiveram média 1±0 sendo encontrado um p=1. Já com relação ao infiltrado inflamatório o grupo II obteve média de 1,7±0,82 enquanto o grupo IV obteve média de 2,6±0,52 levando a um p= 0,03, sendo este menor do que 0,05 demonstrando assim diferenças significativas entre os grupos. Entretanto com relação à proliferação fibroblástica, o grupo II obteve uma média 2±0,67 e o grupo IV com uma média 2,2±0,63 levando a um p = 0,53.

Quando comparado o grupo III com o grupo IV não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para nenhuma das três variáveis. Para a organização do colágeno, o grupo III obteve uma média de  $0,6 \pm 0,52$ , enquanto o grupo IV obteve uma média  $1 \pm 0$ , resultando em um  $p=0,21$ . Em relação ao infiltrado inflamatório a média do grupo III foi de  $1,5 \pm 0,97$  e a média do grupo IV foi de  $2,6 \pm 0,52$  sendo encontrado um  $p= 0,06$ . Já com relação à proliferação fibroblástica o grupo III obteve uma média de  $1,9 \pm 0,74$  e o grupo IV uma média de  $2,2 \pm 0,63$ , sendo assim encontrado um  $p= 0,75$ .

## DISCUSSÃO

Em virtude do tecido tendinoso apresentar uma considerável capacidade de recuperação, é muito importante a utilização de técnicas terapêuticas que objetivem auxiliar o processo de reparo, visando uma melhor qualidade, sendo que dentre as técnicas fisioterápicas que apresentam este objetivo destacam-se o UST e o LBP.

As pesquisas com relação ao UST e os seus efeitos sobre a cicatrização tendinosa se iniciaram a algumas décadas 5, levando com o passar dos anos a diversos outros estudos demonstrando resultados cada vez mais variados.(6-9)

Neste estudo quando comparado o grupo UST com o grupo controle, nas variáveis organização do colágeno e proliferação de fibroblastos, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas corroborando com os estudos de Roberts et al. (5) e Turner et al (8). Quando comparado a variável infiltrado inflamatório foram encontradas diferenças significativas onde se observou que o grupo UST apresentou uma exacerbação do quadro inflamatório indo diretamente contra diversos estudos (14, 15, 20, 21, 22).

Roberts et al. (5) e Turner et al (8) também não encontraram efeitos benéficos sobre a utilização do UST em seus estudos, porém deve ser levado em consideração que nestes estudos os efeitos do UST sobre a cicatrização tendinea foram avaliados após 6 semanas de aplicação, demonstrando efeitos a longo prazo de sua utilização, diferentemente do realizado neste estudo.

Segundo Reed e Low(18), o UST pode apresentar dois modos de insonação, o contínuo e o pulsado, e segundo Dionisio e Volpon (19) no modo pulsado ocorrem interrupções na transmissão da energia proporcionando mudanças fisiológicas no interior das células sem promover mudanças significativas da temperatura. Fu et al.(21) afirma que o UST na modalidade pulsada é o ideal para auxiliar a cicatrização dos tecidos nas fases iniciais da lesão, pois os efeitos térmicos são minimizados diminuindo assim o risco de lesão nos tecidos, principalmente nas fases iniciais do processo de reparo. Neste estudo foi utilizado o protocolo baseado no estudo de Cunha et al.(11) em virtude de as aplicações se iniciarem logo no primeiro dia após a indução da lesão tendo como objetivo minimizar os efeitos térmicos, porém baseado nos resultados encontrados tais efeitos térmicos não foram minimizados proporcionando assim uma exacerbação do quadro inflamatório.

Embora existam diversos estudos sobre o produto final da cicatrização, poucos estudos destacam de que maneira o UST promove uma melhor eficiência no processo de reparo. Tsai et al.(23) ao estudar in vitro a síntese de colágeno e os mecanismos que levariam ao aumento desta produção, encontrou que o grupo irradiado com UST na modalidade pulsada, com intensidades variadas, apresentou maior deposição de colágeno em relação ao grupo controle, e que isto se deve ao aumento da expressão de Fator de Crescimento transformante-beta (TGF- B) e não apresenta uma correlação com a intensidade aplicada. Porém neste estudo Tsai et al.(23) avaliou somente após 24 horas de aplicação descartando assim os efeitos prejudiciais como por exemplo a exacerbação do quadro inflamatório que poderiam aparecer após um período maior de aplicação.

Embora os resultados aqui encontrados não corroborem com a maioria dos resultados encontrados na literatura, é importante levantar a questão sobre a grande variedade de protocolos de tratamento que são utilizados nos estudos em relação ao UST, pois frequências variadas, intensidades variadas, períodos de aplicação variados tornam difícil uma comparação dos resultados encontrados neste estudo com os resultados existentes na literatura, demonstrando que o protocolo de tratamento utilizado neste estudo não promoveu benefícios sobre a cicatrização tendinea.

Outro equipamento bastante utilizado na fisioterapia com o objetivo de promover a aceleração do processo de reparo é o LBP.

Com relação ao LBP, neste estudo foi utilizado o laser com comprimento de onda de 830nm, em virtude de este tipo ser utilizando de maneira freqüente na reabilitação e a densidade de energia utilizada foi de  $5 \text{ J/cm}^2$ , baseado em Baxter(24) que diz que nas fases iniciais as doses devem estar entre 4 e  $8 \text{ J/cm}^2$ .

Salate et al. (17) ao estudar o efeito do laser de He-Ne (660nm) sobre a cicatrização de tendões de ratos encontrou que o grupo irradiado apresentou melhor organização do colágeno e maior infiltrado inflamatório se comparado ao grupo controle. Arruda et al.(25) ao comparar diferentes comprimentos de onda (670nm e 904nm) encontrou

que ambos os grupos irradiados apresentaram melhor organização do colágeno se comparado ao grupo controle destacando-se o laser de 670nm. Elwaikil(16) estudou o efeito do laser de Hélio-Nêonio sobre a cicatrização também encontrando efeitos benéficos sobre a síntese de colágeno e aumento da força tênsil.

Porém, neste estudo quando comparado o grupo Laser com o grupo controle, não foram encontradas diferenças significativas para nenhuma das variáveis, porém é importante relatar que embora não foi encontrado significância, foi observado que o grupo laser apresentou discreta melhor organização do colágeno e discreto menor infiltrado inflamatório se comparado ao grupo controle.

Poucos estudos demonstram qual os reais efeitos que a laserterapia promove em nível celular. Fillipin et al.(26) afirma que a laserterapia possui efeitos benéficos sobre a síntese de colágeno diretamente relacionados à redução do estresse oxidativo que ocorre em virtude do processo inflamatório. Chen et al.(27) afirma que o laser apresenta efeitos sobre a proliferação celular diretamente através da estimulação dos fibroblastos que passam a produzir maiores níveis de decorina e colágeno tipo I, sendo estes resultados encontrados em doses de 1-3 J/cm<sup>2</sup> com melhor resultados para a dose de 2 J/cm<sup>2</sup>

O resultado encontrado neste estudo vai de encontro ao estudo de Machado et al.(28), que ao irradiarem os tendões com dose de 8 J/cm<sup>2</sup> não encontraram diferenças em relação ao grupo controle e por outro lado confronta os resultados encontrados em outros estudos. Isso pode ser explicado pelo fato de que possivelmente a dosagem escolhida foi alta demais para o estado fisiológico da área a ser tratada como relatado por Karu(12), porém também as dosagens, comprimentos de onda e períodos de irradiação são os mais variados possíveis, o que não torna possível uma comparação.

Quando as duas técnicas terapêuticas são comparadas entre si pouquíssimos estudos são encontrados na literatura. (14,15)

Neste estudo quando comparado os dois métodos terapêuticos não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para nenhuma das variáveis analisadas, porém foi observado que o grupo laser apresentou discreta melhor organização do colágeno e menor infiltrado inflamatório, ou ao menos não promoveu exacerbação do infiltrado inflamatório, como ocorreu no grupo UST.

Demir et al.(14) encontraram que o grupo laser apresentou menor infiltrado inflamatório e melhor organização do colágeno se comparado ao grupo UST, porém foram encontradas diferenças significativas principalmente na fase proliferativa do processo de reparo. Por outro lado em seu outro estudo(15) em que além de comparar os dois métodos terapêuticos avalia também sua utilização em conjunto, não encontrou diferenças entre os métodos porém observou que ambos os métodos apresentam efeitos benéficos sobre o processo de reparo.

Tais diferenças podem ser explicadas pelas diferenças nas densidades de energia utilizadas, assim como comprimento de onda e tempo de tratamento o que poderia garantir assim diferentes quantidades de energia final no tecido, conforme preconizado por Fukuda e Malfatti (29).

A grande dificuldade deste estudo ocorre em virtude de ainda não existir na literatura uma padronização sobre a utilização do UST e do LBP.

Em relação ao UST, encontramos nos estudos frequências utilizadas entre 1 e 3 MHz, intensidades utilizadas variando de 0,3 a 2,5 w/cm<sup>2</sup>, diferentes modos de aplicação e períodos de aplicação variando de 24 horas a 6 semanas. Com relação ao LBP também não foi diferente, diversos comprimentos de onda utilizados 904nm, 830nm, 820nm, 670nm, 660nm, 635nm, dosagens entre 1 e 8 J/cm<sup>2</sup> e períodos de aplicação variando de 24 horas a 25 dias. Tais variações demonstram e explicam assim as dificuldades encontradas para se comparar os dados, pois através da utilização protocolos de tratamento variados, serão conseqüentemente encontrados resultados variados.

## Considerações sobre o estudo

Algumas considerações são importantes de serem feitas em relação a este estudo. Uma das primeiras é em relação ao fato de ser necessária para futuros estudos a criação de um mecanismo de imobilização do animal para a aplicação terapêutica, facilitando assim a parte prática para os indivíduos envolvidos com a pesquisa. Nos resultados encontrados neste estudo observamos em relação a literatura a necessidade de períodos maiores de aplicação terapêutica o que também fica como consideração para a realização de futuros estudos.

Porém sem dúvida nenhuma, a maior limitação do estudo foi à dificuldade em se comparar os resultados encontrados neste estudo com os resultados existentes na literatura, pois, ambas as técnicas, embora apresentem diversos estudos sobre o tema, não são encontrados estudos com protocolos de tratamento padronizados na tentativa de realmente demonstrar que tal técnica é realmente eficaz na aceleração do processo de reparo e sim encontrados estudos com o mesmo objetivo, porém com frequências diferentes, intensidades diferentes, períodos de tratamento

## ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O EFEITO DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO E DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA EM LESÕES TENDINOSAS INDUZIDAS EM RATOS

variados e em cima desta limitação fica a indicação que para futuros estudos esta padronização dos protocolos seja realizada, para que se realmente possa afirmar baseado em evidências os reais efeitos terapêuticos de ambas as técnicas.

### Conclusão

Neste estudo não foi possível concluir qual das duas técnicas terapêuticas é mais eficiente no processo de reparo sendo necessários futuros estudos para determinar qual das duas técnicas é a mais eficiente no processo de reparo tendíneo.

### REFERÊNCIAS

1. Imamura M Carvalho AE. Lesões tendíneas. In: Hebert, S et al. Ortopedia e Traumatologia Princípios e Prática. 3ed. Ed. Artmed: Porto Alegre 2003.
2. Junqueira LC Carneiro J. Histologia Básica. 10ed. Ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1995.
3. Raiser AG. Calcaneal tendon reparation in dogs. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 2, 2001 .
4. Wasielewski JN Kotsko MK. Does Eccentric Exercise Reduce Pain and Improve Strength in Physically Active Adults With Symptomatic Lower Extremity Tendinosis? A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*; 42(3):409–421, 2007.
5. Roberts M Rutheford H Harris D. The Effect of Ultrasound on flexor tendon repairs in the rabbit. *The Hand*. Vol. 14, No. 6 pp. 17-20, 1982.
6. Stevenson HJ Pang YC Lindsay KW Zuker MR et al. Functional, Mechanical, and Biochemical assessment of ultrasound therapy on tendon healing in the chicken toe. *Plastic and Reconstructive Surgery*. Vol. 77, No. 6 pp. 965-972, 1986.
7. Enwemeka SC. The Effects of therapeutic ultrasound on tendon healing: A Biomechanical study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. Vol.68, No. 6 pp. 283-287, 1989.
8. Turner SM Powell ES Ng CSS. The Effect of ultrasound on the healing of repaired cockerel tendon: Is Collagen cross-linkage a factor?. *Journal of Hand Surgery*. Vol. 14B, No. 4, pp. 428 – 433, 1989.
9. Jackson BA Schwane JA Starcher BC. Effect of ultrasound therapy on the repair of Achilles tendon injuries in rats. *Med. Sci. Sports Exerc*. Vol.23, No. 2, pp. 171-176, 1991.
10. Gan BS Huys S Sherebrin MH Scilley CG. The effects of ultrasound treatment on flexor tendon healing in the chicken limb. *Journal of Hand Surgery*. Vol. 20B, No. 6 pp. 809 – 814,1995.
11. Cunha A Parizotto NA Vidal BDE. The Effect of therapeutic ultrasound on repair of the Achilles tendon of the rats. *Ultrasound Med Biol*. 27 (12): 1691-1696, 2001.
12. Karu T. Low Intensity Laser Light upon Fibroblasts and Lymphocytes. Laboratory of Laser Biology and Medicine Technology Center of Acad. Sci, 1989.
13. Chen HC Tsai LJ Wang HY Lee KJ Huang HM. Low-Level Laser Irradiation Promotes Cell Proliferation and mRNA Expression of Type I Collagen and Decorin in Porcine Achilles Tendon Fibroblasts In Vitro. *Journal of Orthopaedic Research*. May, 2009.
14. Demir H Solmaz Y Mehmet K Kadir Y. Comparison of the effects of laser and ultrasound treatments on experimental wound healing in rats. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. Vol 41 N. 5 sep-oct, 2004.

15. Demir H Menku P Kirnap M Calis M Ikizceli I. Comparison of the Effects of Laser, Ultrasound, and Combined Laser + Ultrasound Treatments in Experimental Tendon Healing. *Lasers in Surgery and Medicine*, 35: 84-89, 2004.
16. Elwakil FT. An in-vivo experimental evaluation of He-Ne laser photostimulation in healing Achilles tendons. *Lasers Med Sci*. 22: 53-59, 2007.
17. Salate BCA Barbosa G Bossini SP Parizotto AN. Efeitos do Laser de 660 nm no reparo de ruptura parcial do tendão calcâneo de ratos. *Fisioterapia Brasil*, Vol. 6 No. 6, 2005.
18. Reed A Low J. *Eletroterapia Explicada:Princípios e Prática*. 1. ed. Rio de Janeiro: Manole, 2001.
19. Dionísio VC Volpon JB. Ação do Ultra-som Terapêutico sobre a Vascularização pós-lesão muscular Experimental em Coelhos. *Rev. Bras. Fisiot.* Vol. 4, No. 1, 1999.
20. Yeung KC Guo X Ng FY. Pulsed Treatment Accelerates the Repair of Achilles Tendon Rupture in Rats. *Journal of Orthopaedic Research*, February, 2006.
21. Fu CS Shum TW Hung KL Wong NWM Qin L Chan MK. Low-Intensity Pulsed Ultrasound on Tendon Healing: A study of the Effect of Treatment Duration and Treatment Initiation. *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 36, No. 9, 2008.
22. Ng FYG Fung CTD. The Effect of Therapeutic Ultrasound Intensity on the Ultrastructural Morphology of Tendon Repair. *Ultrasound in Med. & Biol.*, Vol. 33, No. 11, PP. 1750-1754, 2007.
23. Tsai CW Pang SHJ Hsu CC Chu KN Lin SM Hu FC. Ultrasound Stimulation of Types I and III Collagen Expression of Tendon Cell and Upregulation of Transforming Growth Factor b. *Journal of Orthopaedic Research*, June, 2006.
24. Baxter D. *Laserterapia de baixa intensidade*. In: Kitchen S. *Eletroterapia, Prática baseada em evidências*. Ed. Manole: Barueri – SP, 2003.
25. Arruda ERB Rodrigues NC Taciro C Parizotto NA. Influência de Diferentes Comprimentos de Onda da Laserterapia de Baixa Intensidade na Regeneração Tendínea do Rato após Tenotomia. *Rev. Bras. Fisiot.* Vol.11 No. 4, 2007.
26. Fillipin IL Mauriz LJ Vedovelli K Moreira JA Zettler GC Lech O et al. Low-Level Laser Therapy (LLLT) Prevents Oxidative Stress and Reduces Fibrosis in Rat Traumatized Achilles Tendon. *Lasers in Surgery and Medicine*, 37: 293-300, 2005.
27. Chen HC Tsai LJ Wang HY Lee KJ Huang HM. Low-Level Laser Irradiation Promotes Cell Proliferation and mRNA Expression of Type I Collagen and Decorin in Porcine Achilles Tendon Fibroblasts In Vitro. *Journal of Orthopaedic Research*. May, 2009.
28. Machado MVM Vulcano LC Hussni CA Alves ALG. Efeito da laserterapia em tendinite experimental no tendão flexor digital superficial em equinos: Estudo histológico e ultrasonográfico. *Achives of Veterinary Science*, Vol. 5, 2000.
29. Fukuda TY Malfatti CA. Análise da Dose do Laser de Baixa Potência em equipamentos nacionais. *Rev Bras Fisioter*, São Carlos, v. 12, n. 1, p. 70-4, jan./fev. 2008.