

Manuella Camarotti

**EFICÁCIA DE LASERTERAPIA DE BAIXA INTENSIDADE NO TRATAMENTO DE
TENDINITE DO FLEXOR DIGITAL SUPERFICIAL EM CAVALOS PURO SANGUE
DE CORRIDA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Programa de Residência em Área
Multiprofissional de Saúde em Medicina
Veterinária da Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade de São
Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Raquel Yvonne Arantes
Baccarin

São Paulo

2020

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: CAMATOTTI, M.

Título: EFICÁCIA DE LASERTERAPIA DE BAIXA INTENSIDADE NO
TRATAMENTO DE TENDINITE DO FLEXOR DIGITAL SUPERFICIAL EM
CAVALOS PURO SANGUE DE CORRIDA

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Programa de Residência em Área
Multiprofissional de Saúde em Medicina
Veterinária da Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade de São
Paulo.

17 de fevereiro de 2020

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Raquel Yvonne Arantes Baccarin

Instituição: FMVZ-USP julgamento: _____

Dra Fernanda Rodrigues Agreste

Médica Veterinária Autônoma Julgamento: _____

Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Yamada

Instituição: FMVZ - USP

Julgamento: _____

Sumário

68		
69		
70	1. Introdução.....	6
71	2. Material e Métodos	9
72	3. Resultados.....	12
73	4. Discussão	Erro! Indicador não definido. 8
74	5. Conclusão.....	21
75	6. Referencias	21
76		
77		

**ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO ESTÁ APRESENTADO NA FORMA DE
ARTIGO CIENTÍFICO, SEGUINDO AS NORMAS DE FORMATAÇÃO PARA
SUBMISSÃO A REVISTA ACADÊMICA CIÊNCIA ANIMAL**

**EFICÁCIA DE 10 SESSÕES DE LASERTERAPIA DE BAIXA INTENSIDADE NO
TRATAMENTO DE TENDINITE DO FLEXOR DIGITAL SUPERFICIAL EM
CAVALOS PURO SANGUE DE CORRIDA**

**EFFECTIVENESS OF 10 LOW INTENSITY LASERTHERAPY (LLLT) SESSIONS IN
TREATING SUPERFICIAL DIGITAL FLEXOR TENDINITIS IN THOROUGHBRED**

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de 10 sessões da terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) no tratamento de lesões tendíneas em cavalos de corrida. Quatorze Puro Sangue Ingleses de corrida com tendinite do flexor digital superficial (FDS) em um dos membros torácicos foram incluídos no estudo. Onze cavalos foram incluídos no grupo tratado com LLLT e três cavalos ao grupo de controle. Todos os cavalos foram tratados com fenilbutazona e dimetilsulfóxido por via intravascular, uma vez ao dia, durante cinco dias. A crioterapia também foi aplicada no TFDS afetado, três vezes ao dia durante cinco dias, e os cavalos foram mantidos em baia e o exercício controlado foi permitido (caminhada puxado duas vezes ao dia por 15 minutos) durante os 30 dias do estudo. Após o tratamento com anti-inflamatórios e crioterapia, apenas o grupo tratado com LLLT recebeu sessões de laser uma vez ao dia por dez dias na dosagem de 20J / cm². Avaliações ultrassonográficas foram realizadas. Os parâmetros avaliados foram: alinhamento das fibras, ecogenicidade, área do tendão, área da lesão e a proporção da área transversal envolvida. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dias 0 e 30 no grupo controle. No entanto, no grupo tratado com LLLT houve diferença significativa na ecogenicidade ($P < 0,001$), no alinhamento da fibra ($P < 0,001$), na área da lesão ($P < 0,05$) e na proporção da área transversal envolvida ($P < 0,05$). Também houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo tratado e o grupo controle nos valores ultrassonográficos no dia 30. Este estudo avaliou o efeito a curto prazo da LLLT no tratamento de lesão tendínea, mas é necessário o acompanhamento a

longo prazo para sejam avaliados o tempo necessário para retorno ao nível de desempenho total e taxas de recidivas. Em conclusão, uma série de 10 tratamentos LLLT promoveu aumento da velocidade do processo de cicatrização de lesões SDFT em cavalos de corrida.

Palavras-chave

Laserterapia. Cavalo. Tendão. Fisioterapia.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of a series of 10 low level laser therapy (LLLT) on tendon injury treatment in racehorses. Fourteen thoroughbred with superficial digital flexor (SDF) tendinitis in one of the front limbs were included in the study. Eleven horses were assigned to a LLLT treated group and three horses to a control group. All horses were treated with phenylbutazone and dimethylsulfoxide by intravascular injection, once a day, over five days. Cryotherapy was also applied on the affected SDFT, three times a day over five days, and the horses were kept in stall and controlled exercise was allowed (hand-walked twice daily for 15 minutes) during the 30 days of the study. After the anti-inflammatory treatment and cryotherapy, only the LLLT treated group received laser sessions once a day for ten days at a dosage of 20J/cm². Ultrasound assessments were carried out. The parameters evaluated were: the fiber alignment, the echogenicity, the tendon area, the lesion area and the proportion of the cross sectional area involved. There was no statistical significant difference between the day 0 and 30 in the control group. However, in the LLLT treated group there was a significant difference on the echogenicity ($P<0.001$), the fiber alignment ($P<0.001$), the lesion area ($P<0.05$) and the proportion of the cross sectional area involved ($P<0.05$).

There was also a statistically significant difference between the treated group and the control group in these ultrasonography values at the day 30. This study assessed the short-term effect of LLLT in tendon injury treatment, but it is necessary long-term follow-up that include time to return to full performance level and re-injury rates. In conclusion, a series of 10 LLLT treatments promoted increased speed of the healing process of SDFT lesions in racehorses.

Keywords

Laser therapy; horse; tendon; physiotherapy.

INTRODUÇÃO

A tendinite no flexor digital superficial (TFDS) é uma das lesões mais comuns no cavalo atleta. Nos cavalos de corrida gera um grande prejuízo financeiro ao turfe (Rossedale et al. 1985; Peloso, 1996). Isto porque faz com que o animal tenha que permanecer afastado das competições e dos treinos por um período longo, e muitas vezes, o tecido cicatricial formado no local da lesão não possui as mesmas propriedades biomecânicas do tecido original, o que o torna passível de sofrer recidivas ou até mesmo faz com que cavalo tenha que encerrar sua atividade atlética.

Estudos da década de 1990 já mostravam a importância do acometimento do TFDS em cavalos de corrida, principalmente em membros torácicos. Em um estudo com 137 cavalos de corrida acometidos por lesões no sistema locomotor, 50 tiveram a carreira encerrada. Destes 50 animais, 21 (42%) portavam lesão no TFDS (Peloso et al., 1996). Num estudo com 143 cavalos de corrida, 58% das lesões no TFDS ocorreram no membro torácico esquerdo e 42% no membro torácico direito, sendo que ocasionalmente a ocorrência pode ser bilateral (Genovese et al, 1997).

O TFDS é extremamente requisitado durante a corrida na fase de apoio dos membros torácicos. Dois fatores contribuem para a grande carga que esta estrutura suporta: a distribuição do peso corporal do cavalo, onde aproximadamente 56% do peso são suportados pelos membros torácicos (König; Liebich, 2002); e a velocidade que o animal se encontra durante o galope, que potencializa a força que esta estrutura suporta (Clayton, 2004).

Apesar da grande diversidade de terapias, a tendinite no cavalo atleta ainda continua um desafio para o médico veterinário devido ao longo tempo de reparo e a formação de uma cicatriz de baixa qualidade. A meta a ser atingida no reparo tendíneo é reduzir o tempo de cicatrização da lesão e proporcionar uma cicatriz de qualidade, ou seja, com alto grau de paralelismo das fibras (Alves; Mikail, 2006).

A abordagem com os recursos da fisioterapia dependerá da fase e do grau da lesão tendínea. A crioterapia associada ao repouso do cavalo com grau de exercício leve e ao anti-inflamatório não esteroide sistêmico é a abordagem mais comum para a fase aguda (Dowling et al., 2000), independentemente do tamanho da lesão. Dentre os vários métodos utilizados pela fisioterapia, pode-se utilizar para

tratamento de tendinites: campo magnético pulsátil, ultrassom terapêutico, iontoforese, alongamento, massagem, movimentação passiva leve, aplicação de bandagens, além da laserterapia (Alves; Mikail, 2006).

O Laser terapêutico é um equipamento que emite energia na forma de luz. LASER é a acronímia de *Light Amplification by Stimulated Emissions of Radiation*, ou seja, luz amplificada por emissões estimuladas de radiação. Assim, o aparelho de laser contém uma substância radioativa que produz energia quando estimulada.

Segundo as hipóteses do modo de ação do laser, que foram elaboradas por Harris (1988) e Karu (2003) e que permanecem até hoje, os átomos presentes nas mitocôndrias das células animais seriam os absorvedores primários da luz (fotorreceptores). A energia absorvida seria utilizada na cadeia de transporte de elétrons e aumentaria a síntese de ATP. Assim, o metabolismo celular pode ser aumentado pela absorção de luz, através dos citocromos, nas mitocôndrias. Esta energia “extra” é utilizada pelas células para produzir uma série de consequências metabólicas, dependendo do tecido irradiado (Harris, 1988). Karu (2003) aponta dois mecanismos de ação da energia do laser nas células, um mecanismo primário e um secundário. O mecanismo primário seria a ação da luz diretamente nas moléculas fotorreceptoras primárias como mencionado, e o mecanismo secundário seria as mudanças que ocorrem na célula irradiada horas a dias após a irradiação, por meio da estimulação da cadeia respiratória e aumentando por exemplo o nível de AMPc e mudança consequente da homeostase da célula.

A luz do Laser é quantificada em unidades de energia, denominadas Joules (J) e as unidades geradoras dessa energia são quantificadas em watts (W). A densidade de energia aplicada é geralmente quantificada em J/cm² (Tunèr; Hode, 2004). O cálculo da dose é um dos assuntos que mais gera dúvida na laserterapia. Segundo Tunèr e Hode (2004) chega a ser impossível o cálculo exato da dose uma vez que a energia aplicada tem duas dimensões (J/cm²) e ao adentrar nos tecidos ela passa a ter três dimensões (J/cm³) e sua distribuição não é uniforme, e sim em forma de uma curva gaussiana. A maior parte dos experimentos descreve a dosagem em J/cm². Para o cálculo aproximado da dose devem ser levados em consideração os seguintes fatores: a potência radiante do aparelho, a área do *spot* de onde sai a energia do aparelho, a área a ser tratada, o tempo de tratamento e a forma de como a energia é emitida (pulsada ou contínua).

O uso do laser terapêutico de baixa intensidade (potência radiante <500mW) tem sido utilizada em humanos e na medicina veterinária há décadas. Estudos *in vitro* e *in vivo* reportaram efeitos biológicos como proliferação de fibroblastos e produção de colágeno (Harris, 1988; Baxter, 1994; Parizotto, 1998), melhora do alinhamento da fibra colágena, aumento na força tensora tendínea, aumento da circulação colateral e angiogênese, diminuição das concentrações de mediadores pró-inflamatórios. Contudo, em relação aos efeitos clínicos não há um consenso (Pluim et al., 2018). Especula-se que a profundidade de penetração do laser de baixa intensidade é considerada insuficiente para tratar tecidos profundos, contudo Ryan e Smith (2007) observaram a necessidade de tosquiar e limpar a pele para adequada penetração da luz quando utilizada LLLT.

Atualmente em humanos utiliza-se a terapia com laser de alta potência (potência radiante >500mW) para tratamento de tendinopatias (Pluim et al., 2018). Já em equinos poucos são os estudos que avaliam a eficácia desta terapia. Zielinska et al. (2020) observaram que o HILT promoveu efeitos analgésicos e redução de edema, com redução da claudicação nos cavalos com lesões tendíneas e ligamentares, bem como redução da porcentagem da lesão ao exame ultrassonográfico. Pluim et al (2018) observaram melhora na claudicação dos cavalos e escores ultrassonográficos duas semanas após o início da HILT.

A literatura abriga uma série de trabalhos, com diferentes resultados. Uma das explicações é a grande quantidade de equipamentos no mercado. Outra é a grande variedade de protocolos aplicados.

O laser terapêutico é um equipamento de valor acessível ao clínico veterinário, portátil, de fácil utilização, não invasivo e sem efeitos colaterais se utilizado nas dosagens corretas. Como nas lesões tendíneas em equinos, os principais desafios são reduzir o tempo de cicatrização e proporcionar uma cicatriz de alta qualidade (quanto à quantidade de fibras de colágeno e seu paralelismo), a utilização do laser parece promissora.

O objetivo do presente estudo foi analisar se 10 sessões com laser de arsenito de gálio (terapia com laser de baixa intensidade), na dose de 20J/ cm², é capaz de promover aceleração no processo de reparo de lesões no tendão flexor digital superficial de cavalos de corrida.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Foram avaliados 14 cavalos de corrida da raça Puro Sangue Inglês (PSI), sendo que 11 animais receberam tratamento médico convencional associado à laserterapia formando o grupo de membros tratados (uma fêmea e dez machos) e três animais receberam tratamento médico convencional sem associação com a aplicação de laser (uma fêmea e dois machos) formando o grupo de membros controle. A idade dos animais variou entre dois anos e meio e cinco anos e meio. Os animais mantiveram-se fora do regime de treinamento, sendo mantidos durante o experimento em atividade física de nível 1A (Reef, 2001; Rantanen, et al., 2003): exercício controlado - puxado pelo cabresto ao passo durante 15 minutos diários duas vezes ao dia.

Como critério de inclusão, todos os animais deveriam apresentar claudicação após treinamento ou corrida de um dos membros torácicos no momento da avaliação, sendo que o membro torácico acometido deveria apresentar sinais clínicos de tendinite do flexor digital superficial (FDS) como aumento de volume, temperatura e dor à palpação. Também, os animais não poderiam ter recebido quaisquer tratamentos até o momento da avaliação clínica. Na avaliação ultrassonografia diagnóstica no dia 0, deveriam apresentar lesão do TFDS ocupando mais do que 10% no corte transversal.

Laserterapia

Todos os animais receberam tratamento clínico convencional durante os cinco primeiros dias após a detecção da lesão do TFDS que visou reduzir a inflamação inicial, composto pela associação de fenilbutazona (2,2 mg/kg) e dimetilsulfóxido (DMSO), 100 ml diluídos em 1 litro solução de glicose a 5%, aplicados via intravascular uma vez ao dia. Também foi utilizada a crioterapia como tratamento local: três sessões diárias de 30 minutos utilizando-se gelo picado colocado em liga, durante os mesmos cinco dias. Este procedimento foi realizado em todos os animais como forma de réplica do que é praticado rotineiramente no Jockey Club de São Paulo.

Os 11 membros tratados receberam adicionalmente 10 sessões diárias consecutivas de laserterapia na dose de 20 Joules/ cm², calculada para cada tendão de acordo com o tamanho da área acometida pela lesão em cm².

Este número de sessão foi escolhido por ser um número economicamente viável na prática veterinária. O tratamento com laser foi iniciado a partir do sexto dia do início da lesão, pois é a partir deste período que se inicia o aparecimento de fibroblastos na região da lesão (Murphy; Nixon, 1997) e uma das principais ações do laser é estimular os fibroblastos à migração e à síntese de colágeno (Parizotto, 1998).

O aparelho utilizado foi um laser de Arsenito de Gálio, que emite ondas de 904 nanômetros. O aparelho utilizado foi o Respond Systems 2400 XL®. Este aparelho emite energia através de quatro diodos de 75 mW cada e o tamanho do *spot* de cada diodo corresponde a 0,42 cm². Assim a densidade de potência é de 0,179 W/cm², ou seja, 179 mW.

Devido à correlação descrita na literatura entre o comprimento de onda e a penetração nos tecidos, a escolha deste aparelho se deu por sua capacidade de penetração, uma vez que emite ondas de 904 nm (nanômetros) que podem penetrar até 5 cm (Turner; Hode, 2004). O laser de arsenito de gálio trabalha no modo super-pulsado e alguns aparelhos permitem a seleção da frequência dos pulsos. Neste experimento, a frequência utilizada foi a F6, o que significa que o intervalo entre os pulsos foi de 3.500 PPS.

Os três membros controles foram mantidos nas mesmas condições, e não receberam a laserterapia.

Avaliação

O TFDS foi examinado a cada 2 cm de sua extensão e a localização das lesões foi realizada através de uma fita métrica adesiva que representava o local em cm distais do osso acessório do carpo (Figura 1). O corte transversal escolhido foi aquele em que a lesão se apresentou de maior tamanho.

Os membros tratados foram avaliados através de quatro exames ultrassonográficos nos seguintes dias: 0, 6, 15 e 30 (coincidindo respectivamente com o diagnóstico inicial da lesão, com o término da terapia anti-inflamatória, com o término da laserterapia e 30 dias após a detecção da lesão) (Figura 2). Os membros

controles foram avaliados através de dois exames nos dias 0 e 30 (coincidindo com o diagnóstico inicial da lesão e após 30 dias da lesão inicial) (Figura 3).

As características avaliadas foram: grau de paralelismo das fibras em corte longitudinal, grau de ecogenicidade das lesões, área do tendão, área da lesão e a porcentagem de ocupação da lesão em relação ao tendão em corte transversal

A avaliação da ecogenicidade e do paralelismo das fibras foi realizada utilizando-se a escala descrita por Rantanen et al. (2003) representada no Quadro 1.

Quadro 1 - Escalas utilizadas para avaliação da ecogenicidade e do paralelismo das fibras (RANTANEN et al., 2003)

AVALIAÇÃO DA ECOGENIDIDADE	AVALIAÇÃO DO PARALELISMO DAS FIBRAS
0 = Isoecóico	0 = 76 - 100% de fibras paralelas
1 = Predominantemente isoecóico	1 = 51 - 75% de fibras paralelas
2 = Ecogenicidade mista	2 = 26 - 50% de fibras paralelas
3 = Predominantemente anecóico	3 = 0 - 25% de fibras paralelas

A área do tendão, da lesão e a porcentagem de ocupação da lesão foram informações fornecidas pelo aparelho de ultrassom durante o exame, sendo registradas nas imagens e tabuladas.

Os dados foram submetidos à análise estatística, sendo que as características ecogenicidade, paralelismo, tamanho do tendão, tamanho da lesão e porcentagem de ocupação da lesão foram analisados através do método de Kolmogorov e Smirnov.



Figura 1 – Método de localização da região da lesão no TFDS em cm distais do osso acessório do carpo – fita métrica adesiva

RESULTADOS

Considerando os 14 membros torácicos, a maioria das lesões no TFDS concentraram-se entre 12 a 18 cm distais do osso acessório do carpo (quadro 2), e a média da porcentagem de ocupação da lesão decorrente do esporte foi de $25,42\% \pm 13,13$, classificada como severa (Reef, 2001). Caso forem analisadas separadamente, nos membros controle esta porcentagem correspondeu a $14,51\% \pm 5,51$, classificada como leve (Reef, 2001), e nos membros tratados, correspondeu a $28,40\% \pm 13,14$, classificada como severa (Reef, 2001).

Quadro 2- Localização das lesões em cm distais do osso acessório do carpo de 14 equinos Puro Sangue de corrida acometidos por tendinite do flexor digital superficial.

Animal	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26
1							x	x	x				
2		x	x	x	x	x							
3						x	x	x	x				
4							x	x	x				
5		x	x	x	x	x	x	x					
6							x	x	x				
7								x	x	x	x		
8							x	x	x	x			
9					x	x	x	x	x	x			
10						x	x	x	x				
11									x	x			
12								x	x	x			
13							x	x	x				
14							x	x	x				

Avaliando-se os membros controles, não foram observadas diferenças significativas entre o dia 0 e 30 em relação à ecogenicidade (dia 0=2,66; dia 30=2,00), paralelismo das fibras (dia 0=2,33; dia 30=2,33), área do tendão (dia 0=1,50 ± 0,20cm²; dia 30=1,62 ± 0,10 cm²), área da lesão (dia 0=0,22 ± 0,08cm²; dia 30= 0,22 ± 0,05 cm²), e porcentagem de ocupação da lesão (dia 0=14,51%± 5,51; dia 30= 13,49% ± 2,63).

No grupo tratado com laser observou-se diferença estatística significativa entre os dias 0 e 30 quanto à ecogenicidade (dia 0=2,66 no dia 0; dia 30=1,00; P<0,001) (tabela 1), paralelismo das fibras (dia 0=2,66 no dia 0; dia 30=1,00; P<0,001) (tabela 2), área do tendão (dia 0=1,62 ± 0,28 cm²; dia 30=1,44 ± 0,35 cm², P>0,05) (tabela 3), área da lesão (dia 0= 0,46 ± 0,21 cm²; dia 30=0,16 ± 0,23 cm²; P<0,05) (tabela 4), porcentagem de ocupação da lesão (dia 0=28,40% ± 13,14; dia 30=9,88 ± 14,78; P<0,05) (tabela 5).

Os membros tratados com laser apresentaram melhora em relação aos membros controle quanto a ecogenicidade (P<0,001), paralelismo (P<0,001), tamanho da lesão (P<0,05), porcentagem de ocupação da lesão (P<0,05), sendo que a característica tamanho do tendão, não apresentou diferença significativa (P>0,05).

Tabela 1- Valores e mediana dos escores de ecogenicidade nos dias 0, 6, 15 e 30, obtidos através de exame ultrassonográfico em corte transversal do membro tratado por laser de 11 equinos acometidos por tendinite - São Paulo - 2008

animal \ dia	0	6	15	30
1	2,66	3,00	2,00	1,00
2	2,66	2,66	2,00	0,66
3	2,66	2,66	3,00	2,33
4	2,00	2,00	2,33	1,00
5	2,66	3,00	3,00	1,66
6	3,00	3,00	2,33	0,00
7	3,00	3,00	2,66	1,33
8	2,66	2,66	2,33	1,00
9	2,66	2,66	2,66	1,66
10	2,66	2,00	1,66	0,66
11	2,66	2,33	2,00	1,00
Mediana	2,66a	2,66a	2,33a	1,00b

Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,001$).

Tabela 2- Valores e mediana dos escores de paralelismo nos dias 0, 6, 15 e 30, obtidos através de exame ultrassonográfico em corte longitudinal do membro tratado com laser de 11 equinos acometido por tendinite - São Paulo - 2008

dia animal	0	6	15	30
1	2,66	2,66	3,00	1,00
2	2,66	2,66	2,00	0,66
3	3,00	3,00	2,66	2,33
4	1,66	1,66	1,66	0,66
5	3,00	3,00	2,66	1,33
6	3,00	2,66	1,66	0,00
7	3,00	3,00	2,66	1,66
8	2,33	2,33	2,00	0,66
9	2,66	3,00	3,00	2,00
10	1,66	2,00	2,00	0,33
11	2,66	2,00	2,00	1,00
Mediana	2,66a	2,66a	2,00a	1,00b

Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,001$).

Tabela 3- Valores, média e desvio padrão da área do TFDS (cm²) nos dias 0, 6, 15 e 30, obtidos através de exame ultrassonográfico em corte transversal do membro tratado com laser de 11 equinos acometidos por tendinite - São Paulo - 2008

animal \ dia	0	6	15	30
1	1,38	1,28	1,25	1,53
2	1,41	1,70	1,66	1,44
3	1,94	1,69	1,58	1,61
4	2,04	1,61	1,53	1,34
5	1,52	1,60	1,70	1,26
6	1,26	1,24	1,39	1,12
7	1,80	1,76	1,46	1,61
8	1,33	1,23	0,99	0,94
9	1,98	1,86	1,71	1,89
10	1,65	1,78	1,86	2,09
11	1,52	1,49	1,38	1,06
Média	1,62a	1,57a	1,50a	1,44a
Desvio Padrão	0,28	2,23	0,24	0,35

Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferença significativa (P<0,05).

Tabela 3- Valores, média e desvio padrão da área da lesão no TFDS (cm²) nos dias 0, 6, 15 e 30, obtidos através de exame ultra-sonográfico em corte transversal do membro tratado com laser de 11 eqüinos acometidos por tendinite - São Paulo - 2008

dia animal	0	6	15	30
1	0,77	0,54	0,50	0,72
2	0,38	0,37	0,38	0
3	0,41	0,48	0,47	0,24
4	0,33	0,33	0,34	0
5	0,63	0,47	0,41	0,17
6	0,19	0,23	0,18	0
7	0,41	0,35	0,14	0,16
8	0,24	0,17	0,15	0
9	0,82	0,81	0,77	0,44
10	0,32	0,35	0,36	0
11	0,52	0,20	0,22	0
Média	0,46a	0,39a	0,36	0,16b
Desvio Padrão	0,21	0,18	0,19	0,23

Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferença significativa (P<0,05).

Tabela 4- Valores, média e desvio padrão da porcentagem de ocupação da lesão (%) nos dias 0, 6, 15 e 30 obtidos através de exame ultrassonográfico em corte transversal do membro tratado com laser de 11 equinos acometidos por tendinite - São Paulo - 2008

animal \ dia	0	6	15	30
1	55,80	42,18	40,00	47,06
2	26,95	21,76	22,89	0
3	21,13	28,40	29,74	14,90
4	16,18	20,49	22,22	0
5	41,45	29,37	24,11	13,49
6	15,08	18,54	12,94	0
7	22,78	19,88	9,58	9,94
8	18,04	13,82	15,15	0
9	41,41	43,54	45,02	23,28
10	19,39	19,66	19,35	0
11	34,21	13,42	15,94	0
Média	28,40a	24,64a	23,36a	9,88b
Desvio Padrão	13,14	10,26	11,07	14,78

Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

O protocolo apresentado foi desenvolvido para avaliar se os efeitos da aplicação de um número de sessões economicamente viável de laser, utilizadas no momento mais oportuno da fase de cicatrização, proporcionaria efeitos benéficos na reparação tendínea.

Sabendo-se que na fase aguda das tendinites a maior parte dos tratamentos está voltada para a redução da inflamação nos primeiros dias, este foi mantido de acordo com a prática nos hipódromos.

Como o maior efeito do laser é a estimulação dos fibroblastos à produção de colágeno (Lam, 1984; Enwemeka, 1988; Parizotto, 1998) e estes começam a aparecer no local da lesão nos dias subsequentes ao início desta, e têm seu pico ao redor do sexto dia (Chvapil, 1996), optamos por iniciar as sessões de laserterapia no sexto dia, visando otimizar sua aplicação.

Optamos por finalizar no 15^o dia pois, além de completar as 10 sessões economicamente viáveis, segundo Chvapil (1996) o pico de da concentração de colágeno na área lesada se dá por volta desta data. Segundo Enwemeka e Spielholz (1992), o pico de depósito de colágeno ocorre ao redor do 14^o dia após a lesão.

No grupo de membros tratados com laser houve melhora muito significativa na ecogenicidade e no paralelismo ($P < 0,001$), no tamanho da lesão ($P < 0,05$) e na porcentagem da ocupação da lesão ($P < 0,05$). Dos 11 membros, seis apresentaram preenchimento total da lesão na avaliação aos 30 dias. Os outros cinco, apresentaram uma redução significativa na porcentagem de ocupação da lesão ($p < 0,05$) em relação ao grupo controle. Provavelmente o número de sessões de laser sugerido neste estudo, que foi igual a dez, não seja suficiente para todos os animais na prática. Cavalos que apresentarem lesões severas provavelmente serão beneficiados com um número de sessões maior. O número de sessões igual a dez, foi sugerido por ser economicamente viável na medicina equina nacional e por ser o número mais utilizado na prática da fisioterapia veterinária no Brasil.

Ressalta-se que no grupo tratado a diferença estatisticamente significativa em relação ao dia 0, tanto na melhora da ecogenicidade, como do paralelismo, do tamanho da lesão e da porcentagem de ocupação da lesão ocorreu no dia 30 e não no dia 15 (após o término da laserterapia). Isso pode ser explicado segundo Karu (2003), que observou que o LASER apresenta efeitos secundários, ou seja, algumas ações podem ocorrer dias após a aplicação.

A literatura apresenta uma variação enorme nos critérios de tratamento com o laser quando se considera a dosagem, distância da aplicação, intervalo das sessões, e o número total de sessões. Consequentemente, isso pode explicar a enorme variação nos resultados publicados. Por exemplo, os efeitos do laser são

dose dependentes (Parizotto, 1998), ou seja, utilizando-se diferentes doses aparecerão diversos efeitos.

Kaneps et al. (1984) falhou em mostrar que o laser foi efetivo na cicatrização de lesões tendíneas em equinos. A dose utilizada por ele foi de 57nJ, num total de cinco sessões, com duração de 15 minutos, com intervalo de 24 horas entre as sessões, a técnica foi de manter o equipamento em movimento próximo à lesão, as sessões tiveram início dois dias após a lesão e os animais foram avaliados nove dias após a lesão. Machado et al. (2000) também não observaram diferenças entre os tendões de equinos tratados e controles após 40 dias da lesão. Neste caso, o tratamento com laser de arsenito de gálio começou dois dias após a indução da lesão com collagenase e se estendeu por 15 dias consecutivos (intervalo de 24 horas). A dosagem foi de 8 J/cm² e aplicação foi pontual através do contato direto, mas outros parâmetros, como o tamanho do *spot* e a frequência dos pulsos, não foram mencionados. Neste caso, a collagenase poderia ainda estar agindo na destruição de fibras. Alguns autores referiram que a collagenase continuou aumentando o tamanho da lesão até duas ou três semanas (Foland et Al., 1992; Micklethwaite et Al., 2001).

Outro ponto que merece consideração é o tipo do aparelho. No mercado há aparelhos com diodos que emitem 8 mW e diodos que emitem 500 mW. Mesmo que artigos sejam publicados referindo-se à utilização de doses em J/cm², é necessário conhecer qual o equipamento utilizado, frente a grande variedade de equipamentos utilizados no mercado com diversas potências. A resposta de um tecido pode ser diferente dependendo da forma de aplicação da dose. Por exemplo, pode-se aplicar uma dose utilizando-se diodos mais potentes num tempo mais curto ou aplicar a mesma dose utilizando diodos menos potentes por um tempo mais longo.

Apesar de vários trabalhos comprovarem os efeitos do laser de baixa potência, ainda faltam muitos estudos sobre qual seria o protocolo ideal para as afecções nos diferentes tecidos para uma padronização dos diversos parâmetros envolvidos: comprimento de onda, frequência, dose, número de sessões e forma de aplicação. É importante que os pesquisadores prestem atenção na quantidade de parâmetros envolvidos no tratamento e que publiquem todos os dados, para que se possam estabelecer os protocolos para o tratamento dos diversos tipos de afecções na medicina veterinária.

Nos parâmetros utilizados neste estudo o laser apresentou-se eficaz em acelerar a cicatrização tendínea, principalmente quanto a acelerar o preenchimento da lesão em intervalo que pode ser considerado muito curto, ou seja, 30 dias.

CONCLUSÃO

No presente estudo podemos concluir que 10 sessões de laserterapia utilizando-se arsenito de gálio na dose de 20 J/cm² mostrou-se efetivo em acelerar a reparação da lesão tendínea do flexor digital superficial em membros torácicos de cavalos Puro Sangue Inglês de corrida.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. L. G.; MIKAIL, S. Afecções tendíneas e ligamentares. In: MIKAIL, S; PEDRO, C. R. Fisioterapia veterinária, Manole, São Paulo, 2006. p.199-208.
- BAXTER, G. D. Therapeutic lasers. Singapore: Churchill Livingstone, 1994, 253 p.
- CLAYTON, H. M. Limb mechanics In: CLAYTON H. M. The dynamic horse. Mason: Sport Horse Publications, 2004. p. 217-238.
- DOWLING, B. A.; JART, A. J.; HODGSON, D. R.; SMITH, R. K. W. Superficial digital flexor tendonitis in the horse. Equine Veterinary Journal, v. 32, n.5, p.369-378, 2000.
- ENWEMEKA, C. S. Laser biostimulation of healing wound: Specific effects and mechanism of action. Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy, v. 9, p.333-338, 1988,
- ENWEMEKA, C. S.; SPIELHOLZ, N. I. Modulation of tendon growth and regeneration by electrical fields and currents. In: CURRIER, D. P.; NELSON, R. M. Dynamics of human biologic tissue. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1992, p. 231-254.
- FOLAND, J. W.; TROTTER, G. W.; POWERS B. E.; WRIGLEY R. H.; SMITH; F. W. Effect of Sodium Hyaluronate in collagenase-induced superficial digital flexor tendinitis in horses. American Journal of Veterinary Research, v. 53, n. 12, p. 2371-2376, 1992.

- 570 GENOVESE, R.; LONGO, K.; BRETT, B.; JORGENSEN, J. Quantitative sonographic
571 assessment in the clinical management of superficial digital flexor injuries in
572 thoroughbred racehorses. ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN
573 ASSOCIATION OF THE EQUINE PRACTITIONERS, 43. 1997.
574 Proceedings...Phoenix, Arizona, 1997. p. 285-290.
- 575 HARRIS, D. M. Laser biostimulation: Review and hypothesis. L.I.A. Laser Topics v.
576 10, n. 3, p. 9-14, 1988.
- 577 KANEPS, A. J.; HULTGREN, B. D.; RIEBOLD, T. W.; SHIRES, G. M. H. Laser
578 therapy in the horse: histopathologic response. American Journal of Veterinary
579 Research, v. 45, n. 3, p. 581-582, 1984.
- 580 KARU, T. I. Cellular mechanism of low power laser therapy: new questions In:
581 SIMUNOVIC, Z. Lasers in medicine, surgery, dentistry and veterinary, Vitgraf: Rieka,
582 p. 79-100, 2003, v. 3.
- 583 KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. Anatomia dos animais domésticos. Brasil: Artmed,
584 2002, v.1, p. 265-268.
- 585 LAM, T. Low energy lasers selectively enhance collagen synthesis. Lasers in Life
586 Sciences, v. 1, p. 61-67, 1984.
- 587 MACHADO, M. M.; VULCANO, L. C.; HUSSNI, C. A. e ALVES A. L. G. Efeito da
588 laserterapia em tendinite experimental no tendão flexor digital superficial em
589 equinos: estudo histológico e ultrassonográfico. Archives of Veterinary Science, v. 5,
590 p.111-115, 2000.
- 591 MICKLETHWAITE, L.; WOOD, A. K. W.; SEHGAL, C. M.; POLANSKY, M.;
592 DOWLING, B. A.; DART, A. J.; ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Use of quantitative
593 analysis of sonographic brightness for detection of early healing of tendon injury in
594 horses. American Journal of Veterinary Research, v. 62, n. 8, 2001.
- 595 MURPHY, D. J; NIXON, A.J. Biomechanical and site-specific effects of insulin-like
596 growth factor I on intrinsic tenocyte activity in equine flexor tendons. American
597 Journal of Veterinary Research, v. 58, n.1, p. 103-109, 1997.
- 598 PARIZOTTO, N. A. Ação do laser de Hélio-Neônio sobre o processo de reparo
599 tecidual: um estudo do colágeno por microscopia eletrônica de varredura,
600 microscopia de força atômica e espectroscopia por infravermelho. Tese (Doutorado)

601 - Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Universidade Estadual de
602 Campinas, Campinas, 1998.

603 PELOSO, J. G.; MUNDY, G. D.; HONNAS, C. M.; MOYER, W. Epidemiologic study
604 of musculoskeletal injuries in racing thoroughbred horses in Kentucky. In: ANNUAL
605 CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 42.
606 1996 Denver - Colorado, p. 284-285.

607 PLUIM, M; MARTENS, A.; VANDERPERREN, K.; SARRAZIN, S.; KOENE, M.;
608 LUCIANI, A.; van WEEREN P.R.; DELESALLE, C. Short-and long term follow-up of
609 150 sports horses diagnosed with tendinopathy or desmopathy by ultrasonographic
610 examination and treated with high-power laser therapy. Research in Veterinary
611 Science, v.119, p.232-238, 2018.

612 RANTANEN, N. W.; JORGENSEN, J. S.; GENOVESE, R. L. Ultrasonographic
613 evaluation of the equine limb. In: Ross, M. W.; Dyson, S. J. Diagnosis and
614 management of lameness in the Horse. USA: Saunders, 2003, p. 166-188.

615 REEF, V. B. Superficial digital flexor tendon healing: ultrasonographic evaluation of
616 therapies. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice Modern Diagnostic
617 Imaging, v. 17, n. 1, 2001.

618 ROSSDALE, P. D.; HOPES, R.; WINGFIELD DIGBY, N. J.; OFFORD, K.
619 Epidemiological study of wastage among racehorses 1982 and 1983. Veterinary
620 Record, v. 116, p. 66-69, 1985.

621 RYAN T; SMITH RKW. An investigation into the depth of penetration of low level
622 laser therapy through the equine tendon in vivo. Irish Veterinary Journal, v.60, n.5,
623 p.295-299, 2007.

624 TUNÈR J; HODE L. The laser therapy handbook. Sweden: Prima Books, 2004, 589
625 p.

626 ZIELINSKA P; NICPÓN J; KIELBOWICZ Z; SOROKO M; DUDEK K; ZABORSKI D.
627 Effects of high intensity laser therapy in the treatment of tendon and ligament injuries
628 in performance horses. Animals, v.10, n.1327 p.1-12, 2020

629

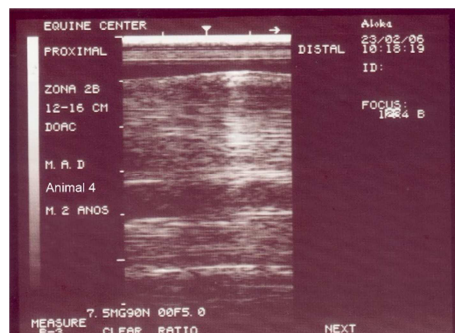
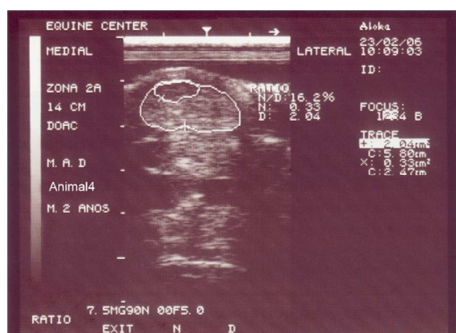
630

631

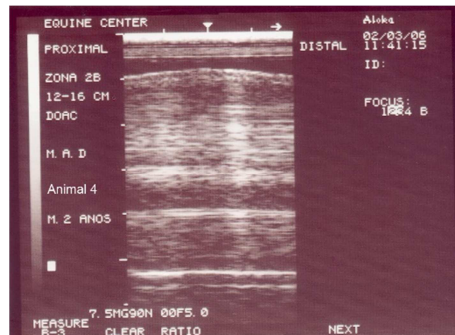
632
633
634
635

Corte Transversal

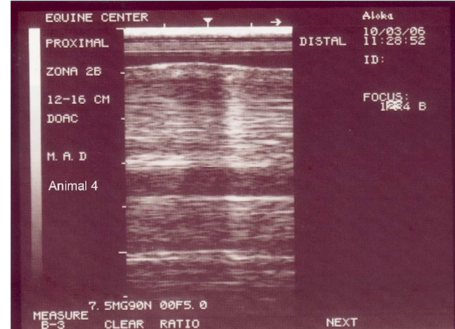
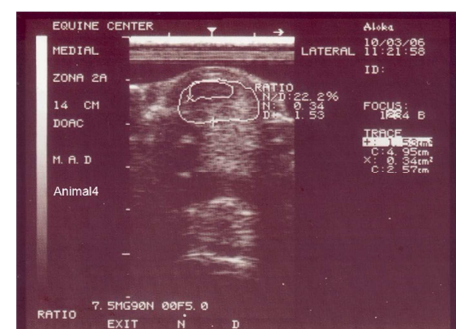
Corte Longitudinal



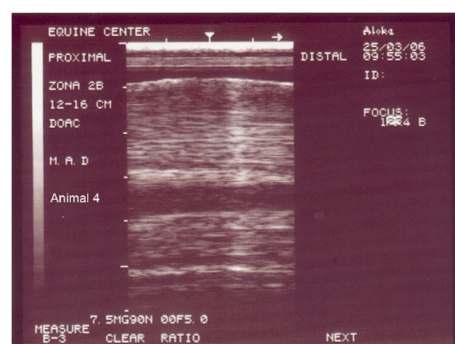
636 Dia 0
637



638 Dia 6
639



640 Dia 15
641

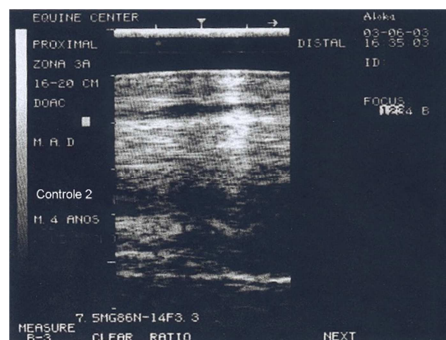
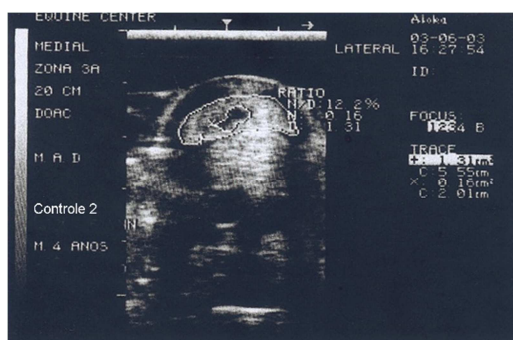


642 Dia 30
643

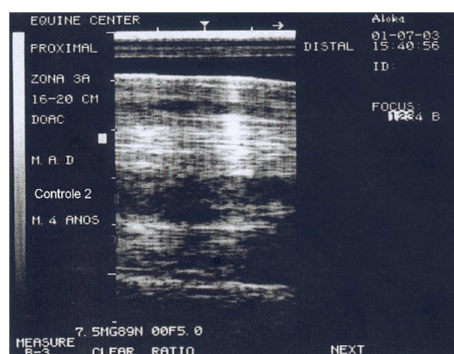
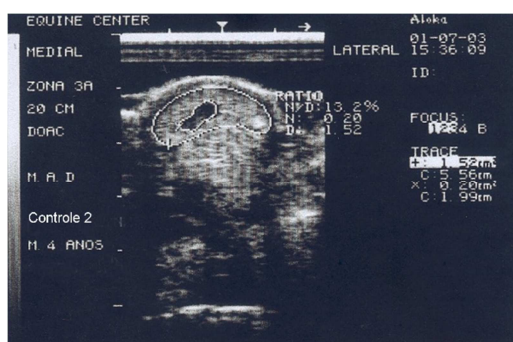
Figura 1 - Acompanhamento ultrassonográfico do animal 4 do grupo de casos clínicos – membro tratado nos dias 0, 6, 15, 30 através do corte transversal e do corte longitudinal.

Corte Transversal

Corte Longitudinal



Dia 0



Dia 30

Figura 2 - Acompanhamento ultrassonográfico do animal 2 do grupo de membro controle.