

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**TERAPIA LASER (AsGa)
NA SINOVITE AGUDA EXPERIMENTAL EM PÔNEIS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANDRESSA BUENO

**Santa Maria, RS, Brasil.
2008**

TERAPIA LASER (AsGa) NA SINOVITE AGUDA EXPERIMENTAL EM PÔNEIS

por

Andressa Bueno

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica Médica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Medicina Veterinária**.

Orientador: Prof. Flávio Desessards De La Corte

**Santa Maria, RS, Brasil.
2008**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**TERAPIA LASER (AsGa) NA SINOVITE AGUDA EXPERIMENTAL
EM PÔNEIS**

elaborada por
Andressa Bueno

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Veterinária

COMISSÃO EXAMINADORA:

Flávio Desessards De La Corte- PhD.
(Presidente/Orientador)

Alexandre Mazzantti, Dr. (UFSM)

Jarbas Castro Junior, Dr.

Santa Maria, fevereiro de 2008.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Joana Maria Croccia, exemplo de força e perseverança. Dedico essa e todas as minhas conquistas a ela.

Ao meu irmão Rodrigo Bueno, pelo exemplo de profissionalismo e competência, e por ter sempre acreditado que eu sou capaz.

Ao meu falecido pai Wilson Bueno, que com sua luz me guiou pelo caminho correto e me fez chegar até aqui.

Ao meu companheiro e mestre, Luiz Sergio Segala de Oliveira, por ter sido o grande entusiasta deste feito, me motivando nos momentos realmente adversos. Sou grata pelo exemplo de ética e dedicação profissional.

Ao meu orientador Flávio Desessards De La Corte, por ter tornado esse desafio intenso me forçando a fazer escolhas as quais serei fiel sempre.

A minha co-orientadora Karin Erica Brass por ter me posto à prova em um momento difícil, isso me fortaleceu.

Ao professor Alexandre Mazzanti, entusiasta da reabilitação animal e um exemplo a ser seguido.

Aos meus colegas de trabalho Diego De Gasperi, Endrigo Pompermayer, Thiago Reis Ribeiro da Luz e Ricardo Pozzobon por terem cedido tempo, esforço e amizade para a realização deste projeto. Sem eles não teria sido possível a concretização do mesmo.

As minhas amigas Jordana Beal e Caroline Wolf Antoniazzi, por termos passado juntas esses tempos difíceis de muita dúvida, e o terem tornado mais amenos.

Aos animais usados nesse projeto, Amoroso, Kaka, Raí, Edmundo, Danilo, Bebeinho, Quero-quero e Capincho, que sem consciência cederam sua qualidade de vida em prol da ciência. Quem dera não fosse preciso.

A Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de realizar o mestrado em uma instituição reconhecida pela sua qualidade de ensino.

A CAPES pelo apoio financeiro.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

TERAPIA LASER (AsGa) NA SINOVITE AGUDA EXPERIMENTAL EM PÔNEIS

AUTORA: ANDRESSA BUENO
ORIENTADOR: FLÁVIO DESESSARDS DE LA CORTE
CO-ORIENTADORA: KARIN ERICA BRASS
Santa Maria, fevereiro de 2008.

Um modelo experimental de sinovite aguda rádio-carpiana foi induzido em oito pôneis machos adultos com uma injeção intra-articular de 0,25 ml de adjuvante completo de Freund para avaliar o efeito da terapia laser nesta lesão. Um grupo (n= 4) teve a articulação afetada tratada com laser de arseneto de gálio na dose diária de 4J/cm² na incidência crânio-caudal por 15 sessões. O grupo controle (n= 4) não foi tratado. A frequência cardíaca foi estatisticamente (p<0,05) menor no grupo tratado (37±6,9) do que no grupo controle (41,2±5,7). O ângulo de flexão carpal máximo foi significativamente (p<0,05) menor no grupo tratado (94,4±27,2) do que no grupo controle (125,6±5,3). Os resultados deste estudo mostram que a terapia com laser de arseneto de gálio na dose de 4J/cm² apresentou efeito analgésico e melhorou a mobilidade do membro afetado pela sinovite aguda induzida por Adjuvante Completo de Freund.

Palavras-chave: sinovite, carpo, líquido sinovial, laser, arseneto de gálio.

ABSTRACT

Masters Dissertation in Veterinary Medicine
Graduate Program in Veterinary Medicine
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

LASER THERAPY (AsGa) IN EXPERIMENTAL ACUTE SINOVITIS IN PONIES

AUTHOR: ANDRESSA BUENO

ADVISER: FLAVIO DESESSARDS DE LA CORTE

CO-ADVISER: KARIN ERICA BRASS

Santa Maria, February, 2008.

An experimental synovitis model of the radio-carpal joint was induced in 8 male intact ponies with an intra-articular injection of 0.25ml of Freund's complete adjuvant. Four ponies had the affected joint irradiated with a $4\text{J}/\text{cm}^2$ of laser in a cranio-caudal direction. The control group received the same technique with the device turned off. The heart rate was lower ($p < 0.05$) in the treated group (37 ± 6.9) than in the control group (41.2 ± 5.7). The carpal angle of maximum flexion was significantly ($p < 0.05$) lower in the treated group (94.4 ± 27.2) than in the control group (125.6 ± 5.3). The results of this study show that treatment with laser of gallium arsenide, in the dose of $4\text{J}/\text{cm}^2$, presented analgesic effect and improved joint movement in this model of Freund's adjuvant induced acute synovitis.

Key-words: synovitis, carpus, synovial fluid, laser, gallium arsenide.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1- Imagem fotográfica e termográfica do carpo de um pônei com sinovite induzida pelo adjuvante completo de Freund..... 19
- FIGURA 2- Evolução de parâmetros clínicos mensurados dos carpos com sinovite induzida pelo adjuvante completo de Freund no grupo tratado com laser de diodos de arseneto de gálio (■) e no grupo controle (●), pré-indução (T0), com cinco (T5), dez (T10) e quinze (T15) dias de tratamento..... 34

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	6
SUMÁRIO.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 A reabilitação eqüina.....	10
1.2 Modelo experimental.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Histórico da radiação laser.....	12
2.2 Propriedades da radiação laser.....	13
2.2.1 Monocromaticidade.....	13
2.2.2 Coerência.....	13
2.2.3 Colimação.....	13
2.3 Tipos de condutores.....	14
2.3.1 Cristais sólidos.....	14
2.3.2 Gases.....	14
2.3.3 Diodos.....	14
2.4 Tipos de laser.....	15
2.4.1 Laser de alta potência.....	15

2.4.2 Laser de baixa potência.....	15
2.5 Medida da energia laser.....	15
2.6 Determinação da dose.....	16
2.7 Cálculo do tempo de aplicação da dose.....	16
2.8 Efeitos biológicos do laser de baixa potência.....	17
2.9 Efeitos terapêuticos do laser de baixa potência	17
2.9.1 Efeito antiinflamatório.....	17
2.9.2 Efeito analgésico.....	18
2.9.3 Efeito antiedematoso.....	18
2.9.4 Efeito cicatrizante.....	18
2.10 Termografia.....	19
3 CAPÍTULO 1	20
4 CONCLUSÕES.....	35
5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O crescente interesse na utilização de equinos para a prática de esportes equestres, tem resultado em um aumento dos índices de lesões de sistema locomotor nessa espécie. Na busca da perfeição dos movimentos, que se executam no limiar máximo de exigência de ossos, massa muscular, articulações, ligamentos e tendões, as lesões tornam-se eminentes. Isso é mais relevante naqueles indivíduos que competem em um alto nível técnico, onde o seu desempenho é testado de várias formas, como a técnica, a velocidade, a habilidade e também a sua capacidade de executá-las sem o uso de recursos físicos ou farmacológicos.

Seguindo a metodologia da medicina esportiva humana, o exame anti-dopagem proíbe a utilização de fármacos que promovam entre outros efeitos, o analgésico. A utilização de recursos fisioterápicos também é controlada na maior parte das provas equestres regulamentadas pela Federação Equestre Internacional (FEI), podendo ser utilizados com solicitação prévia ao Comitê Organizador. Portanto, a fisioterapia associada à medicina esportiva equina torna-se uma opção valiosa no tratamento das lesões de animais em competição.

Dentre os recursos fisioterápicos, o laser tem tido um grande interesse acadêmico em diversas áreas, incluindo da medicina humana. Existem vários tipos de laser que determinam sua função, cirúrgica ou terapêutica, assim como o poder de penetração de seu feixe de raios. Porém a maior parcela destas pesquisas se desenvolve com a utilização de cobaias de laboratório, o que para os autores deste trabalho não traduz a realidade na espécie equina. Em alguns poucos trabalhos em que se utilizam equinos, as condições de pesquisa não são totalmente controladas, uma vez que a lesão não foi induzida, portanto não padronizada.

A interação com os tecidos biológicos é requisito básico para que a radiação laser promova efeito terapêutico. Desta forma, em razão da espessura de pele, presença de pêlos, tecido adiposo, massa muscular pronunciada e volume articular procura-se esclarecer que efeitos a radiação laser teria em animais da espécie equina.

Especificamente para ela, foi desenvolvido nos Estados Unidos da América, pela Respond Systems Incorporated, um aparelho com quatro diodos de arseneto de gálio.

Este emissor de radiação laser produz feixes de 904 nanômetros (nm) com quatro vezes mais poder de penetração que os demais aparelhos existentes no mercado até a presente data.

O objetivo deste trabalho foi determinar se a radiação laser de arseneto de gálio tem um efeito modulador da inflamação e analgésico em uma sinovite experimental, conforme protocolo desenvolvido (WHITE et al, 1996).

1.1 A reabilitação eqüina

Foi apenas em 1978 que se publicou o primeiro livro de fisioterapia animal de autoria de Ann Downer. No final da década de 80 a reabilitação eqüina ganhou destaque no cenário das competições eqüestres. Mimi Porter iniciou no Kentucky, em 1982, a prática da reabilitação eqüina e criou o primeiro curso de nível superior dessa especialização no Midway College nos EUA.

No Brasil, na década de 80 muitos já aplicavam em eqüinos, técnicas usadas em humanos. Em 1999 iniciou-se a prática da reabilitação veterinária limitada a atendimentos a domicílio. Apenas em 2003 foi inaugurado o primeiro centro de reabilitação animal no estado de São Paulo. Hoje, essa prática já é bastante difundida nos grandes centros eqüestres do país.

No contexto das grandes competições eqüestres, a fisioterapia é prática comum e rotineira. Mas ainda há uma escassez de informações científicas das técnicas aplicadas a essa espécie, assim como carência de profissionais qualificados e treinados para desenvolver a reabilitação nos eqüinos.

Este trabalho tem por objetivo determinar o efeito da terapia laser em uma sinovite experimentalmente induzida, uma vez que lesões articulares, agudas ou crônicas, representam um grande desafio para os veterinários que atendem cavalos atletas.

1.2 Modelo experimental

A Associação Americana de Veterinários de Eqüinos (AAEP) é uma comunidade internacionalmente reconhecida pela excelência de seus trabalhos técnicos e científicos que culminam em um Congresso anual e um anuário referência para esta área.

Desde 1996, ficou comprovada a eficiência do Adjuvante Completo de Freund, produzido pela Sigma-Aldrich, na indução de uma inflamação intra-articular. Esta emulsão oleosa contendo *Micobacterium tuberculosis* inativo produz uma estimulação antigênica forte e uma resposta imune persistente resultando em inflamação do local inoculado (WHITE et al, 1996). A injeção deste reagente no carpo de oito pôneis sadios foi utilizada neste trabalho para a indução de uma sinovite posteriormente tratada com laser.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico da radiação laser

A utilização da luz como terapia é bastante antiga. Na pré-história acreditava-se que a luz do sol afastaria maus espíritos. Deuses hebreus, fenícios e gregos, como Hélios, seriam fonte de saúde e cicatrização. No século XVI Herodotus reconheceu a importância do sol para os ossos, assim como Celsus e Galeno recomendavam banhos de sol para tratar epilepsia, artrites e asma. Já no século XIX, mais precisamente em 1877 descobriu-se o poder bactericida da luz solar, o que levou ao uso da radiação ultravioleta para esterilização (MIKAIL, 2006).

Em 1900, Max Planck explicou que o motivo de um corpo quente reluzente mudar de cor com a alteração da temperatura se devia ao fato das radiações virem em quantidades distintas de *quantas*, como uma corrente de partículas. Em 1917, Albert Einstein formulou o “Princípio da Emissão Estimulada” na qual postula que certos corpos emitem *quantas* quando atingidos pela luz. Se fornecermos energia a um elétron, este salta para uma órbita mais energética do átomo, porém esta é mais instável por ser mais distante do núcleo. Na busca da estabilidade do sistema atômico, o elétron retorna a sua órbita de origem, liberando a energia que recebeu em quantas (BAGNATO, 2001). Neste princípio está apoiado o laser.

Laser é uma acronímia de *Ligh Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, de onde se entende que a amplificação da luz aporta alta concentração de energia em consequência do grande número de fótons dos quais é constituída. Os primeiros modelos de *lasers* terapêuticos para uso na medicina foram desenvolvidos na década de 60. Theodore Maiman construiu o laser de rubi, utilizado para a extirpação cirúrgica de um tumor na retina em 1961. Alguns efeitos benéficos foram identificados nos locais onde havia sido aplicada uma quantidade baixa de energia, como rápida cicatrização, o que levou ao uso terapêutico do laser de baixa densidade (SILVA et al. 1998; LOW & REED, 2001).

2.2 Propriedades da radiação laser

De acordo BROMILEY, 1993; SILVA et al. 1998; PORTER, 1998; LOW & REED, 2001 e MIKAIL, 2006, a luz emitida pelo laser possui três características que a diferem da luz comum, dando àquela a capacidade terapêutica.

2.2.1- Monocromaticidade

A radiação laser possui um comprimento de onda específico, com uma frequência definida. Desta forma, o feixe de luz emitido possui apenas uma cor. O comprimento de onda irá variar conforme a categoria de cada laser.

2.2.2- Coerência

As ondas emitidas pelo laser caminham em fase, ou seja, são sincrônicas no tempo e no espaço. Os picos e depressões dos campos elétricos e magnéticos ocorrem em coerência temporal. Todos são emitidos na mesma direção, logo, apresenta também uma coerência espacial. Desta forma, não há colisão entre um *quanta* e outro, não havendo perda da energia que chega ao tecido.

2.2.3- Colimação

Os raios emitidos pelo laser permanecem paralelos devido à coerência espacial, mantendo-se assim por longas distâncias, pois as radiações não divergem.

2.3 Tipos de Condutores

Cada aparelho é nomeado de acordo com a substância radioativa que seus condutores contêm. De acordo com BROMILEY, 1993; PORTER, 1998; LOW & REED, 2001, o laser pode ter condutores constituído de:

2.3.1 Cristais sólidos

Nesta categoria estão o laser de rubi e o *yttrium aluminium garnet* (**Nd:YAG**). O laser de rubi sintético produz feixes em um comprimento de onda de 694,3 nanômetros, emitindo luz vermelha.

2.3.2 Gases

Nesta categoria estão incluídos os lasers de hélio-neon e o de dióxido de carbono. O laser de hélio-neon possui gases a baixa pressão que emitem um feixe de luz de 632,8 nanômetros visível de cor vermelha.

2.3.3 Diodos

Os diodos são emissores de luz especializados baseados em junções positivo-negativo de semicondutores sólidos que convertem energia elétrica em luz em um processo chamado eletroluminescência. A energia só pode caminhar em uma única direção. O laser de diodo de arseneto de gálio produz uma luz não perceptível a olho nu com 904 nanômetros de comprimento de onda.

2.4 Tipos de laser

De acordo com BROMILEY, 1993 e MIKAIL, 2006 dependendo da potência do aparelho, o laser pode ser classificado como cirúrgico ou terapêutico.

2.4.1 Laser de alta potência

São aparelhos que emitem grande quantidade de energia, sendo capazes de cortar, coagular e vaporizar tecidos. Também chamados de laser cirúrgico.

2.4.2 Laser de baixa potência

Esses aparelhos emitem no máximo 1 mW (miliwatt) de energia, possuindo efeitos biomoduladores e não térmicos.

2.5 Medida da energia laser

A medida de energia da radiação laser se dá em joules (J). Em uma superfície ela é medida em joules por centímetro quadrado (J/cm^2). Um Joule equivale a 1 Watt por Segundo, sendo a taxa com a qual a energia é produzida e chamada de potência (BROMILEY, 1993; SILVA et al. 1998; LOW & REED, 2001; MIKAIL,2006).

2.6 Determinação da dose

Não existe um padrão que determine os parâmetros da dose a ser aplicado em cada caso. Há alguns critérios que servem como um ponto de partida para a escolha das doses. Estes se apóiam em trabalhos publicados e sugestões de autores.

É possível que exista uma “janela terapêutica” que cause inibição da fotobioestimulação, descrito como conceito de Arndt-Schultz. Esta lei diz que o efeito do estímulo a uma célula viva é indiretamente proporcional a quantidade e intensidade do mesmo. Na mesma linha, Rudolf Arndt postulou a “Lei Básica da Biologia” na qual um estímulo leve iria acelerar a atividade vital, um estímulo médio elevaria a atividade vital, um forte suprimiria a atividade, enquanto que um estímulo muito forte cessaria por completo a atividade vital (LOW & REED, 2001). Estas leis são também bases da homeopatia.

Doses entre 4 a 32 J/cm² são passíveis de produzir efeito terapêutico (SILVA et al. 1998; LOW & REED, 2001), mas as seguintes doses são recomendadas:

- ✓ 2 a 4 J/cm² para efeito analgésico;
- ✓ 1 a 3 J/cm² para efeito antiinflamatório;
- ✓ 3-6 J/cm² para efeito cicatrizante (COLLS, 1986).

2.7 Cálculo do tempo de aplicação da dose de tratamento

Para se calcular o tempo de aplicação da radiação para a dose terapêutica é necessário saber:

1. Potência média da emissão em watts por diodo;

(Potência média) = (Pico de potência) X (Largura do pulso) X (Taxa de pulso máximo)

2. Tamanho do feixe de luz em cm²;
3. Densidade de energia;
4. Tamanho da área plana a ser tratada (MIKAIL, 2006).

2.8 Efeitos biológicos do laser de baixa potência

Os efeitos da laserterapia se devem ao fato da energia liberada pelo aparelho ser capaz de estimular elétrons dos átomos componentes dos tecidos biológicos. Estes tecidos formadores do corpo do animal são muito pouco homogêneos. Desta forma, seus índices de refração também são distintos.

Por esta razão, uma vez que a radiação atravessa a pele, sua difusão através dos demais extratos representa o principal problema para desenvolver uma teoria sobre seu comportamento (SILVA et al., 1998; LOW & REED, 2001).

Os fenômenos ópticos que a radiação laser sofre ao penetrar nestes tecidos são:

1. Reflexão: parte dessa energia não atravessa o extrato em razão do seu índice de refração.
2. Difusão: a energia transmitida para as moléculas, partículas, fibras e organelas.
3. Absorção: as estruturas absorvem parte da energia transmitida.
4. Transmissão: parte da energia é transmitida à outra camada.

2.9 Efeitos terapêuticos do laser de baixa potência

2.9.1 Efeito antiinflamatório

A interferência na síntese de prostaglandinas diminui a inflamação do tecido irradiado com laser, já que estas desempenham um papel importante na instalação do processo inflamatório, diminuindo significativamente as alterações provocadas pela inflamação. O estímulo à microcirculação garante um aporte eficiente de oxigênio reduzindo a hipóxia tecidual e conseqüente diminuindo a inflamação (PORTER, 1998; SILVA et al., 1998). Este aumento da circulação local não se dá por vasodilatação como ocorre no tratamento térmico, mas sim pela paralisa dos esfíncteres pré-capilares das redes de arteríolas provocada pela histamina liberada com a radiação laser, aumentando assim o fluxo sanguíneo da região (SILVA et al., 1998).

2.9.2 Efeito analgésico

A diminuição da dor causada pela aplicação de laser ocorre devido à união de vários fatores. Em nível local, ocorre uma diminuição da inflamação, pois o laser interfere na produção das prostaglandinas e também aumenta a lise de fibrina. Desta forma a reabsorção de exsudatos e a eliminação de substâncias alógenas são facilitadas e a estimulação nervosa dos receptores dolorosos, diminuída.

Ocorre também uma diminuição na velocidade de condução do estímulo doloroso, reduzindo o número de impulsos que chegam ao sistema nervoso central. Isto ocorre, pois há um funcionamento mais eficiente da bomba de sódio e potássio e uma maior presença de energia. Com isso a diferença de potencial elétrico existente entre o interior e exterior da célula é mantido com maior eficácia, ocorrendo manutenção do potencial de membrana, evitando a despolarização e transmissão do estímulo doloroso. A liberação de endorfina e serotonina também está aumentada em pacientes humanos irradiados com laser, o que está relacionado à menor sensação de dor (WALKER, 1983; SILVA et al., 1998; PORTER, 1998).

2.9.3 Efeito antiedematoso

Este efeito é explicado pela diminuição da inflamação e pelo aumento da microcirculação local, explicados nos dois itens anteriores.

2.9.4 Efeito cicatrizante

Com o aumento do aporte sanguíneo provocado pela maior microcirculação local, a divisão mitótica fica favorecida pelo aporte nutricional. O aumento da neovascularização, da deposição de fibras colágenas e fibroblastos, geram condições para uma cicatrização mais rápida e de qualidade superior (SILVA et al., 1998).

2.10 Termografia

A termografia é uma técnica complementar de diagnóstico que permite avaliar as emissões de ondas de calor da superfície corporal. A energia térmica emitida é transformada em uma banda infravermelha do espectro eletromagnético. Torna-se possível então visualizar a diferença de temperatura pela coloração apresentada no vídeo do aparelho. No corpo do eqüino há uma assimetria de temperatura quando se compara o lado direito com o esquerdo. Essa temperatura superficial pode ser afetada por diferentes fatores como temperatura ambiente, fluxo de ar, ausência de pêlo, umidade da pele, radiação externa como luz solar, entre outras. Mas, quando se evita estes fatores, a temperatura superficial pode ser afetada pela atividade vascular (MEOLA & CALOMAGNO, 2003). Toda lesão tecidual resulta em aumento do fluxo sanguíneo, sendo o rubor um dos sinais indicativos da inflamação (LOW & REED, 2001; STASHAK, 2002).

Lesões em massas musculares e até mesmo as ortopédicas em regiões superficiais, podem ser diagnosticadas pela termografia (EDDY et al., 2001).

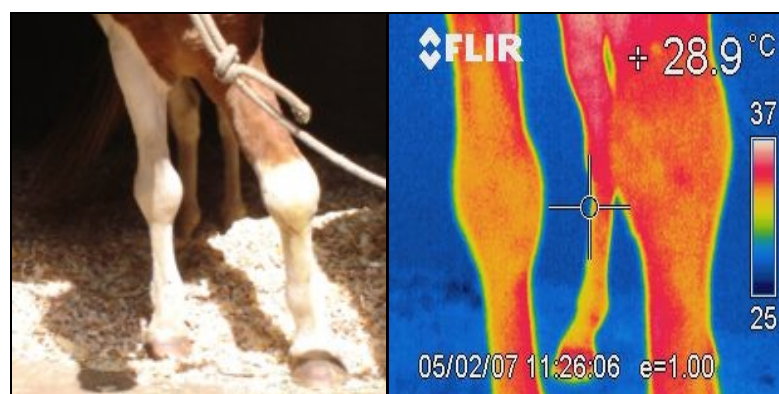


Figura 1: Imagem fotográfica e termográfica do carpo de um pônei com sinovite induzida pelo adjuvante completo de Freund.

3 CAPÍTULO 1

TERAPIA LASER (AsGa) NA SINOVITE AGUDA EXPERIMENTAL EM PÔNEIS

Artigo a ser submetido para publicação na Revista Ciência Rural
em abril de 2008.

Terapia laser (AsGa) na sinovite aguda experimental em pôneis.

Laser Therapy (AsGa) in experimental acute synovitis in ponies.

Andressa Bueno^{1*} Flávio D. De La Corte²

RESUMO

Um modelo experimental de sinovite aguda rádio-carpiana foi induzido em oito pôneis machos adultos com uma injeção intra-articular de 0,25 ml de adjuvante completo de Freund para avaliar o efeito da terapia laser nessa lesão. Um grupo (n=4) teve a articulação afetada tratada com laser de arseneto de gálio na dose diária de 4J/cm² na incidência crânio-caudal por 15 dias. O grupo controle (n=4) não foi tratado. A frequência cardíaca foi estatisticamente (p<0,05) menor no grupo tratado (37±6,9) do que no grupo controle (41,2±5,7). O ângulo de flexão carpal máximo foi significativamente (p<0,05) menor no grupo tratado (94,4±27,2) do que no grupo controle (125,6±5,3). Os resultados deste estudo mostram que a terapia com laser de arseneto de gálio na dose de 4J/cm² apresentou efeito analgésico e melhorou a mobilidade do membro com sinovite induzida.

Palavras-chave: sinovite, carpo, líquido sinovial, laser, arseneto de gálio.

ABSTRACT

An experimental synovitis model of the radio-carpal joint was induced in 8 male intact ponies with an intra-articular injection of 0.25ml of Freund's complete adjuvant. Four ponies had the affected joint irradiated with a 4J/cm² of gallium arsenide laser in a cranio-

¹ Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS 509, Km05, nº 3112, 97110-620, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: abfisiovet@gmail.com. Autor para correspondência.

² Departamento de Clínicas de Grandes Animais, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

caudal direction. The control group received the same technique with the device turned off. The heart rate was lower ($p < 0.05$) in the treated group (37 ± 6.9) than in the control group (41.2 ± 5.7). The carpal angle of maximum flexion was significantly ($p < 0.05$) lower in the treated group (94.4 ± 27.2) than in the control group (125.6 ± 5.3). The results of this study show that treatment with laser of gallium arsenide, in the dose of 4 J/cm^2 , presented analgesic effect and improved joint movement in this model of Freund's adjuvant induced acute synovitis.

Key-words: synovitis, carpus, synovial fluid, laser, gallium arsenide.

INTRODUÇÃO

A articulação sinovial é formada por cartilagem hialina, com proteoglicanos e colágeno, contendo líquido sinovial responsável pela lubrificação e absorção de impacto, prevenindo contato direto entre as cartilagens opostas. Ligamentos, tendões e cápsula articular são responsáveis pela estabilidade da articulação (COFFMAN, 1980; TODHUNTER, 1996; CARON, 1999; ROSS, 2003). A superfície articular interna é recoberta pela membrana sinovial que é responsável pela manutenção da hemostasia, incluindo fagocitose, regulação do conteúdo de proteínas e hialuronato de sódio do líquido sinovial; e regeneração da cartilagem articular (McILWRAITH, 2001).

O sangue que circula nas vênulas e vasos linfáticos da articulação é controlado por forças como pressão arterial e venosa, assim como pela pressão osmótica entre as superfícies articulares. O líquido sinovial é alterado pela permeabilidade da membrana sinovial e pelo calibre dos vasos. Em um animal sadio, essas forças são influenciadas pela gravidade, estrutura articular e pelo movimento. Já em cavalos com sinovite há aumento da permeabilidade sinovial e do fluxo sanguíneo, alteração da estrutura da cápsula articular e

diminuição da amplitude do movimento devido à dor (CARON, 1999; McILWRAITH, 2001; BERTONE, 2003).

As articulações do carpo e boleto são particularmente susceptíveis a sinovite, representando uma grande perda econômica no mercado de cavalos, pois resultam em queda no desempenho e até o fim da carreira esportiva do cavalo (CARON, 1999; McILWRAITH et al., 2001; FRISBIE et al., 2003). A claudicação de origem carpiana é freqüente em animais atletas, sendo que em cavalos de corrida é uma das principais causas de claudicação no membro torácico (ROSS, 2003).

A análise do líquido sinovial reflete a saúde da articulação sinovial e pode ser empregada na rotina clínica pela facilidade de coleta e análise. Apesar de não indicar um diagnóstico definitivo esta análise fornece informações que, em conjunto com os exames clínico e radiológico, permitem um diagnóstico mais preciso (PELT, 1974; McILWRAITH et al., 1979; COFFMAN, 1980; FRISBIE et al., 2003). Ela sugere a causa e a provável duração da doença articular, permitindo também o estabelecimento de um prognóstico (PELT, 1974).

Convencionalmente as patologias articulares são tratadas com a combinação de antiinflamatórios não esteroidais sistêmicos, como a fenilbutazona, e as infiltrações intra-articulares de corticóides, como a triancinolona ou a metilprednisolona (WHITE, 1996; McILWRAITH et al., 2001).

Os métodos terapêuticos complementares como eletroterapia, ultra-som terapêutico e laser são importantes no tratamento de afecções ortopédicas que causam claudicação, mas poucos estudos foram desenvolvidos até o presente momento sobre o uso correto dos mesmos em eqüinos, assim como os seus mecanismos de ação (PORTER, 1998; ROSS, 2003).

Em 2001, McILWRAITH et al. sugeriram o uso de fisioterapia, incluindo a terapia laser de baixa potência no tratamento da sinovite em eqüinos.

Laser é uma acronímia de “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”. Esta luz se caracteriza pela emissão de feixes coerentes, monocromáticos e colimados, que determinam o comprimento de onda e conseqüentemente sua potência (PORTER, 1998; SILVA et al., 1998; LOW & REED, 2001; ROOS, 2003).

Nos tecidos biológicos o laser apresenta efeitos analgésico, antiinflamatório, antiflogístico e cicatrizante devido os vários mecanismos de ação bioenergética e biomoduladora (PORTER, 1998; SILVA et al., 1998; LOW & REED, 2001). Trata-se de uma modalidade atérmica, com elevação de temperatura ao redor de 0.5°C a 0.75 °C que pode inibir ou estimular determinados processos como a síntese de prostaglandinas, a fagocitose, a liberação de neurotransmissores e de energia em forma de fótons (BAXTER, 1996; PORTER, 1998; RAMEY & BASFORD, 2000).

Acredita-se que a terapia com laser possa ter um efeito analgésico, antiinflamatório e antiflogístico em sinovites devido a suas ações já comprovadas na fisioterapia humana (WALKER, 1983; McILWRAITH & NIXON, 1996; VICENSI & CARVALHO, 2002; PUGLIESE et al., 2003). Estudos recentes demonstram que há diminuição no processo inflamatório de ratos tratados com laser se comparados aos não tratados pela mesma técnica (ALBERTINI et al., 2002; VICENSI. & CARVALHO, 2002). O presente trabalho se propõe a estudar o efeito terapêutico da radiação laser 904nm com diodos de arseneto de gálio e alumínio em modelo de sinovite aguda induzida na articulação rádio-carpiana de pôneis.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito pôneis adultos hígidos, com peso médio de 141,2 kg ($\pm 94-187$), machos intactos, avaliados clinicamente e radiologicamente para exclusão de doença articular carpiana prévia ao início do experimento. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em

dois grupos de igual número e desverminados com uma associação de ivermectina, praziquantel e ranitidina (Handicap^{®3}) conforme dosagem aconselhada pelo fabricante. Todos os pôneis permaneceram estabulados individualmente e receberam feno de alfafa três vezes por dia e água *ad libitum*.

A sinovite experimental foi induzida com a injeção de 0,25mL de adjuvante completo de Freund^{®4} (WHITE et al, 1996) na articulação radio-carpiana direita de 2 pôneis de cada grupo e na articulação rádio-carpiana esquerda dos dois pôneis restantes. No dia da indução da sinovite, foram realizados exame clínico, termográfico e coleta de líquido sinovial para análise laboratorial. Após a indução da sinovite os pôneis foram avaliados diariamente usando os seguintes critérios: aumento da circunferências articulares, aumento do grau de claudicação e elevação da temperatura superficial do carpo na termografia de não contato.

O tratamento foi iniciado aos três dias após a indução (T0), quando a sinovite já estava instalada de acordo com a evolução do grau de claudicação, circunferência articular e a comparação da temperatura pré-indução do carpo.

O carpo com sinovite dos pôneis do grupo I, foi tratado com Respond 2400XL Laser System⁵ utilizando uma probe com quatro diodos de arseneto de gálio de 904nm de onda contínua, com 75mW usando a incidência ântero-posterior na dose de 4 Joules/cm², em sessões diárias de 8 minutos, por um período de 15 dias. O grupo II, controle, foi submetido à mesma metodologia do grupo I, porém com o aparelho desligado. Não foi realizada a tricotomia da região carpal para aplicação do laser.

Após a indução da sinovite, a avaliação clínica e a análise de líquido sinovial foram realizadas a cada cinco dias de tratamento (T5, T10, T15), pelo método cego, ou seja, os examinadores não conheciam a qual grupo o animal ou líquido sinovial examinado pertencia.

³Handicap Equinos- Marcolab. Part:006, nov./06. Rua Ernesto Ferreira Alegria, 33- Duque de Caxias-RJ. CEP 25215-360. www.marcolab.com.br

⁴Adjuvante Completo de Freund- Sigma-Aldrich, Co. www.sigmaaldrich.com

⁵Respond Systems Incorporated, <http://www.respondsystems.com>.

A avaliação clínica incluiu medição da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (T), comprimento do passo (CP), circunferência articular (CA), ângulo em repouso (AR), grau de efusão (EF), grau de claudicação (CLD) e ângulo de flexão carpal máximo (AFM). Foi realizada coleta de líquido sinovial para determinação da proteína plasmática total e contagem das células nucleadas totais. Os dados foram coletados nesta ordem para que as primeiras aferições não afetassem os demais parâmetros.

O comprimento do passo (CP) foi medido através da distância em cm entre as impressões da pinça do casco do membro afetado ao passo com auxílio de fita métrica (TOUTAIN et al., 1994). A circunferência da articulação foi medida no carpo, com fita métrica, usando como ponto de referência anatômico a linha da articulação rádio-carpiana (OWENS et al., 1996). O ângulo em repouso e de flexão máxima foi medido com um goniômetro⁶.

O grau de efusão carpal foi subjetivamente avaliado seguindo a escala, conforme OWENS et al. (1996):

Grau 1 - leve efusão ao redor do local de indução e coleta.

Grau 2 – moderada efusão na articulação, sem distensão da cápsula articular.

Grau 3 – acentuada efusão da articulação intercarpiana com distensão da cápsula articular, e algum aumento de volume distal e proximal da articulação intercarpiana.

Grau 4 – severo aumento de volume em toda a região carpiana.

A andadura dos pôneis foi avaliada ao passo e ao trote em superfície plana e firme. A claudicação foi classificada em escala de zero (sem claudicação), um (não observada a passo, mas reconhecível ao trote), dois (alteração ao passo, bastante evidente ao trote), três (evidente

⁶ Instituto São Paulo. Rua Antonio Victor Maximiano, nº107. Parque Industrial II - BR277 – KM 607,5. CEP 85.825-000 - Santa Tereza do Oeste/PR – Brasil. E-mail: isp@institutosaopaulo.com.br.

tanto ao passo quanto ao trote) e quatro (sem apoio do membro), de acordo com STASHAK (2002).

O líquido sinovial da articulação rádio-carpiana foi colhido com auxílio de agulha hipodérmica 0,25 x 0,6mm (26 G). A proteína total do líquido sinovial coletado foi quantificada através de refratometria. A contagem de células nucleadas totais foi realizada com auxílio da câmara Neubauer. Para a contagem diferencial de células, o líquido sinovial foi centrifugado e o sedimento utilizado para confecção de esfregaço, posteriormente corado pelo método panótico rápido.

Os dados foram analisados pelo método da análise da variância (ANOVA) para medidas repetidas com nível crítico de significância de 5%. As análises foram realizadas usando o pacote estatístico SAS, versão 8.01 (SAS, 2001).

RESULTADOS

A injeção intra-articular de adjuvante completo de Freund foi capaz de induzir sinovite em 100% das articulações infiltradas três dias após a indução, que segundo WHITE et al. (1996), ocorre em até cinco dias após aplicação do agente indutor. Houve uma tendência de a resposta inflamatória ser mais acentuada no grupo sorteado para ser tratado com laser do que no grupo controle (Figura 2a). A frequência cardíaca foi estatisticamente ($p < 0,05$) menor no grupo tratado ($37 \pm 6,9$) do que no grupo controle ($41,2 \pm 5,7$). O ângulo de flexão carpal máximo foi significativamente ($p < 0,05$) menor no grupo tratado ($94,4 \pm 27,2$) do que no grupo controle ($125,6 \pm 5,3$).

Os demais parâmetros medidos nos exames clínicos não obtiveram diferença estatística significativa. Ainda que a literatura recomende a tricotomia da área a ser tratada, este trabalho encontrou resultados positivos nos carpos tratados com $4\text{J}/\text{cm}^2$ sem que se realizasse a depilação dos mesmos para a remoção dos pêlos.

DISCUSSÃO

A elevação da frequência cardíaca está relacionada com a sensação de dor, (STASHAK, 2002). Nos animais tratados com laser, a frequência cardíaca (Figura 2b) foi menor assim como o ângulo de flexão máxima (Figura 2c), provavelmente uma sensação de maior conforto se comparado ao grupo controle.

Aparentemente a terapia com laser na dose de $4\text{J}/\text{cm}^2$ diminuiu a dor articular no modelo experimental de sinovite utilizado neste estudo, estando de acordo com os achados de RAMEY & BASFORD (2000); BJORDAL et al. (2003) e MATERA et al. (2003). Entretanto esses resultados contrastam com os de GOATS & HUNTER (1996) e TASCIOGLU et al. (2004), que não obtiveram redução na dor articular humana tratada com laser na dose de $3\text{J}/\text{cm}^2$ e $8.1\text{J}/\text{cm}^2$, respectivamente. Segundo a literatura, porém, a excreção de ácido 5-hidroxiacético, um produto da degradação da serotonina, esteve aumentada em pacientes que foram irradiados com laser para alívio de dor crônica. Os pacientes tratados com placebo mantiveram os níveis de ácido 5-hidroxiacético normais. A concentração urinária máxima deste ácido precedeu o relato de alívio da dor nos pacientes (WALKER, 1983). A liberação de endorfina e cortisol endógeno foi relatada por ALBERTINI et al. (2001) em ratos com inflamação induzida por carragenina, onde o grupo irradiado com laser de baixa potência na dose de $2,5\text{J}/\text{cm}^2$ em 3 aplicações, reduziu a dor em comparação com o grupo não irradiado. Esse efeito não foi observado em animais adrenalectomizados o que sugere que o laser de baixa potência atua no eixo hipófise-hipotálamo-adrenal.

O tratamento com laser permitiu que o carpo fosse mais flexionado do que o carpo dos animais do grupo controle (Figura 2c). É possível que o efeito analgésico seja responsável por uma sensação de conforto que permitisse a manipulação do membro inflamado. O grau de claudicação confronta esta teoria do efeito analgésico (Figura 2d) uma vez que não foi possível demonstrá-lo estatisticamente. Entretanto, com apenas 4 animais em cada grupo,

poderia se atribuir às variações que foram maiores no grupo controle, a impossibilidade de se demonstrar estatisticamente seu efeito. A curva no grupo tratado tende a declinar notavelmente após os 5 dias de tratamento, em quanto que a curva do grupo controle mostrou uma elevação no mesmo período de tempo. Foi somente aos 15 dias de tratamento que se observou uma piora do grau de claudicação dos animais do grupo tratado.

A mesma linha de raciocínio poderia ser aplicada à variável comprimento do passo que no grupo tratado apresentou uma discreta elevação de 60 cm para valores acima de 90 cm após 5 dias de tratamento. No grupo controle não houve esta variação. O ângulo em repouso (Figura 2e) também sugere uma modificação favorável no grupo tratado com o tempo de tratamento inversa ao comportamento da curva no grupo controle. Novamente a variação entre os indivíduos do mesmo grupo pode ter influenciado no resultado estatístico.

Não foi observada diferença na contagem de células nucleadas totais entre o grupo controle e o tratado com $4\text{J}/\text{cm}^2$ de radiação laser neste trabalho, ainda que PUGLIESE et al. (2003), relatem que um tecido irradiado com laser de arseneto de gálio na dose de $4\text{J}/\text{cm}^2$ apresente maior neovascularização e menos infiltrado inflamatório se comparado ao não irradiado ou ao irradiado a uma dose de $8\text{J}/\text{cm}^2$. Ratos com inflamação articular aguda, também induzida por adjuvante completo de Freund, irradiados por três dias consecutivos com a mesma dose de laser, mostraram um processo inflamatório classificado como discreto em exame histopatológico, caracterizado por pequena quantidade de infiltrado mononuclear e neutrofílico, com leve congestão vascular (VICENSI & CARVALHO, 2002).

Esses autores obtiveram resultado positivo da irradiação laser $4\text{J}/\text{cm}^2$ por sete dias consecutivos em inflamação articular aguda induzida por adjuvante completo de Freund em ratos, apresentando diminuição significativa no processo inflamatório. O aumento do volume da pata de ratos com inflamação induzida por carragenina ocorreu na irradiação com laser na dose de $5\text{J}/\text{cm}^2$, provavelmente devido à maior degranulação de mastócitos quando estes

absorvem a radiação, levando a falsa impressão de falta de eficiência da terapia. Já o grupo tratado com $2,5\text{J}/\text{cm}^2$ no mesmo experimento apresentou significativa redução de edema (ALBERTINI et al., 2001). Neste trabalho o grau de efusão sinovial do grupo tratado não foi menor que o do grupo controle, podendo estar apoiado neste contexto. Entretanto, no grupo tratado houve uma variação visível enquanto que no grupo controle não ocorreu (Figura 2f). Os autores acreditam que as sucessivas coletas de líquido sinovial nos pôneis deste estudo podem ter contribuído para um aumento na contagem celular devido à sobreposição de uma sinovite traumática provocada pela agulha e re-estímulo ao edema periarticular.

Com estes resultados, sugere-se que o aumento da mobilidade do membro afetado pela sinovite se deve a um efeito analgésico e não antiinflamatório da dose aplicada, estando de acordo com as indicações de COLLS, 1986. Também que o provável mecanismo envolvido nesse efeito seja a diminuição da velocidade de condução do estímulo doloroso concordando com WALKER, 1983; SILVA et al., 1998 e PORTER, 1998, já que não ocorreu sinais de efeitos antiinflamatórios.

Não existe um consenso entre a dose e frequência de aplicação da radiação laser para as patologias humanas e animais. Tão pouco há concordância com respeito aos mecanismos de ação da radiação laser. Tem sido usadas doses de 1 a $32\text{ J}/\text{cm}^2$, sendo possível que haja uma “janela” terapêutica para uma fotobioestimulação efetiva (LOW & REED, 2001). O uso de protocolos distintos dificulta a determinação precisa da eficiência da radiação laser. Porém a maior parte desses trabalhos experimentais realizados tanto com humanos quanto com animais, aponta para um resultado positivo na sua aplicação por dez sessões diárias em lesões ortopédicas.

CONCLUSÃO

O efeito terapêutico da radiação laser na dose de 4J/cm² em 15 sessões diárias aplicadas na sinovite induzida pelo Adjuvante Completo de Freund, reduz a dor articular e recupera a mobilidade do membro afetado, provavelmente por um efeito mais analgésico do que antiinflamatório.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

A utilização dos animais nesta pesquisa seguiu as normas do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. O Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria aprovou sem restrições o projeto de pesquisa sob parecer nº 16/2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTINE, E. et al. Análise do efeito do laser de baixa potência (As-Ga-Al) no modelo de inflamação de edema de pata em ratos. **Fisioterapia Brasil**, nº3(1), 2002, p. 05-15.

BAXTER G. D. Therapeutic Lasers: Theory and Practice. **Physiotherapy**, vol. 81, nº 11, 1996, p. 702.

BERTONE A. L. Non Infectious arthritis. In: ROSS M.W. & DYSON S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**. Saunders: Philadelphia, 2003, Cap. 67, p. 606-613.

BJORDAL J.M., et al. A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joints disorders. **Australian Journal of Physiotherapy**, vol.49, 2003, p.107-116.

CARON, J. P. Synovial joint biology and pathobiology. In: AUER J. A.; STICK J. A. **Equine Surgery**. Saunders: Philadelphia, 1999, Cap.70, p. 665-677.

COFFMAN J. Clinical chemistry and pathophysiology of the horse - Synovial fluid. **Equine practice**, nº 17, 1980, p. 1403-1406.

FRISBIE D. D. et al. Synovial fluid biomarkers distinguish exercise from osteoarthritic pathology. **AAEP Proceedings**, vol. 49, 2003, p. 116-118.

GOATS G. C.; HUNTER J. A. Low intensity laser and phototherapy for rheumatoid arthritis. **Physiotherapy**, vol. 82, nº 5, 1996, p. 311-320.

LOW J. & REED A. Laserterapia. In: LOW J. & REED A. **Eletroterapia Explicada-Princípios e Prática**. 3ª ed. São Paulo:Manole, 2001, Cap.17, p. 389-409.

MATERA J. M.; TATARUNAS A. C.; OLIVEIRA S. M. Uso do laser arseneto de gálio (904nm) após excisão artroplástica da cabeça do fêmur em cães. **Acta Cirúrgica Brasileira**, vol. 18, nº 2, 2003, p. 102-106.

McILWRAITH C. W. et al. Experimentally induced arthritis of the equine carpus: clinical determinations. **American Journal of Veterinarian Research**, vol.40, nº 1, 1979, p. 11-19.

McILWRAITH, C. W. Disease processes of sinovial membrane, fibrous capsule, ligaments and articular cartilage. **AAEP Proceedings**, v. 47, 2001, p.142-156.

McILWRAITH, C. W. et al. Current treatments for traumatic synovitis, capsulitis and osteoarthritis. **AAEP Proceedings**, v. 47, 2001(b), p.180-206.

McILWRAITH, C. W.; NIXON, A. J. Joint resurfacing: attempts at repairing articular cartilage defects. In: McIlwraith, C. W.; Trotter, G. W. **Joint disease in the horse**. Saunders Company: Philadelphia, 1996, Cap.19, p.317-334.

OWENS, J. G., KAMERLING, S. G., BARKER, S. A. Pharmacokinetics of ketoprofen in healthy horses and horses with acute synovitis. **Journal of Veterinary Pharmacology Therapeutics**, v.18, 1996, p. 187-195

PELT R. W. V. Interpretation of sinovial fluid findings in the horse. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 165, 1974, p. 91-95.

PORTER, M., Photon therapy – therapeutic laser. In: PORTER, M. **The new equine sports therapy**. The Blood-Horse: Lexington, 1998, Cap. 8, p.153 – 184.

PUGLIESE, L. S. et al. A influência da terapia a laser de baixa densidade de energia na biomodulação das fibras colágenas e elásticas. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, vol. 17, nº 4, 2003, p. 307-013.

RAMEY D. W. & BASFORD J. R. Laser therapy in horses. **Compendium on continuing education for the practicing veterinarian**, vol. 22, nº 3, 2000, p. 263-271.

ROSS M. W. Carpus. In: ROSS M.W. & DYSON S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**. Saunders: Philadelphia, 2003, Cap. 39, p. 376-394.

SILVA et al. Radiação Laser. In: RODRIGUES E. M. & GUIMARÃES C.S. **Manual de recursos fisioterapêuticos**. Rio de Janeiro- Revinter, 1998. Cap.3, p.17-36.

STASHAK, T. S., Examination for lameness. In: STASHAK, T.S. **Adams' lameness in horses**. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, 2002, p. 113-183.

TASCIOGLU F., et al. Low power laser treatment in patients with knee osteoarthritis. **Swiss Medical Weekly**, vol.134, 2004, p.254-258.

TODHUNTER, J. Anatomy and physiology of sinovial joints. In: McILWRAITH C. W. & TROTTER G. W. **Joint Disease in the Horse**. Saunders: Philadelphia, 1996, Cap. 1, p. 1-28.

VICENSI, C.; CARVALHO P.T. Efeitos do laser Arseneto de Gálio (AsGa) na inflamação articular aguda induzida em ratos *wistar* através do adjuvante completo de Freund. **Fisioterapia Brasil**, nº3(3), 2002, p. 223-230.

WALKER J. Relief from chronic pain by low power laser irradiation. **Neuroscience Letters**, vol. 43, 1983, p. 339-344.

WHITE, G. W. et al. Efficacy of systemically administered antiarthritic drugs in an induced equine carpal model. **AAEP Proceedings**, v. 42, 1996, p.135-138.

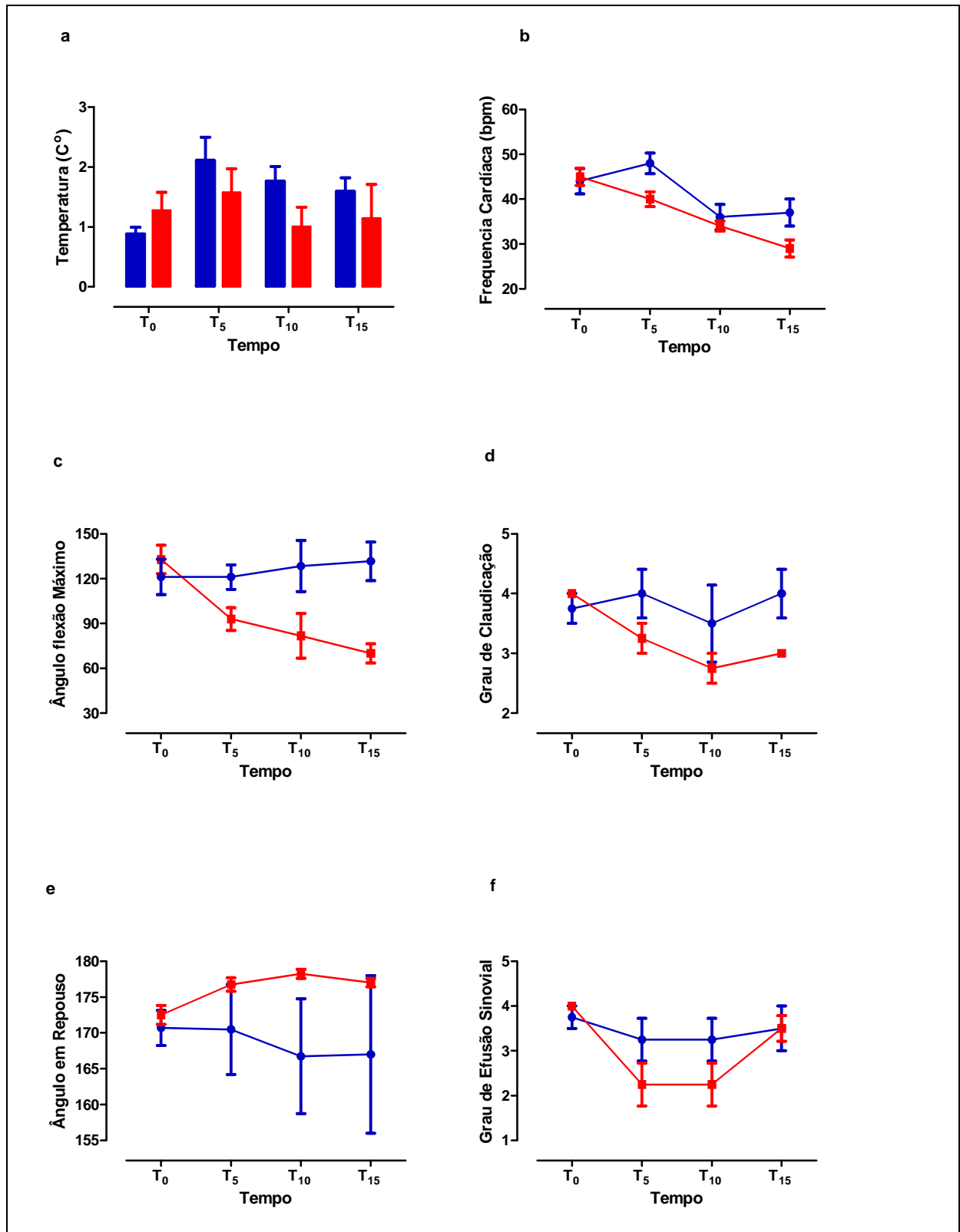


Figura 2: Evolução de parâmetros clínicos mensurados dos carpos com sinovite induzida pelo adjuvante completo de Freund no grupo tratado com laser de diodos de arseneto de gálio (■) e no grupo controle (●), pré-indução (T₀), com cinco (T₅), dez (T₁₀) e quinze (T₁₅) dias de tratamento.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que o efeito terapêutico da radiação laser na dose de $4\text{J}/\text{cm}^2$ em 15 sessões diárias aplicadas na sinovite induzida pelo Adjuvante Completo de Freund, reduz a dor articular e recupera a mobilidade do membro afetado, provavelmente por um efeito mais analgésico do que antiinflamatório.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTINE, E. et al. Análise do efeito do laser de baixa potência (As-Ga-Al) no modelo de inflamação de edema de pata em ratos. **Fisioterapia Brasil**, nº3(1), p. 05-15, 2002.

BAGNATO, V. S. Fundamentos da luz laser. **Física na escola**, vol.2, nº 2, p. 4-6, 2001.

BAXTER G. D. Therapeutic Lasers: Theory and Practice. **Physiotherapy**, vol. 81, nº 11, p. 702, 1996.

BERTONE, A. L. Non Infectious arthritis. In: ROSS M.W. & DYSON S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**. Saunders: Philadelphia, Cap. 67, p. 606-613, 2003.

BJORDAL J.M., et al. A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joints disorders. **Australian Journal of Physiotherapy**, vol.49, p.107-116, 2003.

BROMILEY, M. Therapy. In: BROMILEY, M. **Equine Injury, Therapy and Rehabilitation**, Blackwell Publishing, 3ed, 1993. Cap.5, p.76-129.

CARON, J. P. Synovial joint biology and pathobiology. In: AUER J. A.; STICK J. A. **Equine Surgery**. Saunders: Philadelphia, Cap.70, p. 665-677, 1999.

COFFMAN J. Clinical chemistry and pathophysiology of the horse - Synovial fluid. **Equine practice**, nº 17, p. 1403-1406, 1980.

COLLS, J. **La terapia laser, hoy**. Barcelona: Centro Documentación Laser, p. 39-70, 1986.

EDDY A. L. et al. The role of thermography in the management of equine lameness. **The Veterinary Journal**, nº.162, 172-181, 2001.

FRISBIE D. D. et al. Synovial fluid biomarkers distinguish exercise from osteoarthritic pathology. **AAEP Proceedings**, vol. 49, p. 116-118, 2003.

GOATS G. C.; HUNTER J. A. Low intensity laser and phototherapy for rheumatoid arthritis. **Physiotherapy**, vol. 82, nº 5, p. 311-320, 1996.

LOW J. & REED A. Laserterapia. In: LOW J. & REED A. **Eletroterapia Explicada-Princípios e Prática**. 3ª ed. São Paulo : Manole, Cap.17, p. 389-409, 2001.

MATERA J. M.; TATARUNAS A. C.; OLIVEIRA S. M. Uso do laser arseneto de gálio (904nm) após excisão artroplástica da cabeça do fêmur em cães. **Acta Cirúrgica Brasileira**, vol. 18, nº 2, p. 102-106, 2003.

McILWRAITH C. W. et al. Experimentally induced arthritis of the equine carpus: clinical determinations. **American Journal of Veterinarian Research**, vol.40, nº 1, p. 11-19, 1979.

McILWRAITH, C. W. Disease processes of synovial membrane, fibrous capsule, ligaments and articular cartilage. **AAEP Proceedings**, v. 47, p.142-156, 2001.

McILWRAITH, C. W. et al. Current treatments for traumatic synovitis, capsulitis and osteoarthritis. **AAEP Proceedings**, v. 47, p.180-206, 2001.

McILWRAITH, C. W.; NIXON, A. J. Joint resurfacing: attempts at repairing articular cartilage defects. In: McIlwraith, C. W.; Trotter, G. W. **Joint disease in the horse**. Saunders Company: Philadelphia, Cap.19, p.317-334, 1996.

MEOLA C.; CARLOMAGNO G. M. Recent advances in the use of infrared thermography. **Measurement Science and Technology**, 2004, nº.15, p.27-58.

MIKAIL, S. Laser Terapêutico. In: MIKAIL, S.; PEDRO, C. R. **Fisioterapia Veterinária**. Manole, 2006, Cap. 11, p.81-95.

OWENS, J. G., KAMERLING, S. G., BARKER, S. A. Pharmacokinetics of ketoprofen in healthy horses and horses with acute synovitis. **Journal of Veterinary Pharmacology Therapeutics**, v.18, p. 187-195, 1996.

PELT R. W. V. Interpretation of synovial fluid findings in the horse. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 165, p. 91-95, 1974.

PORTER, M., Photon therapy – therapeutic laser. In: PORTER, M. **The new equine sports therapy**. The Blood-Horse : Lexington, Cap. 8, p.153-184, 1998.

PUGLIESE, L. S. et al. A influência da terapia a laser de baixa densidade de energia na biomodulação das fibras colágenas e elásticas. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, vol. 17, nº 4, p. 307-013, 2003.

RAMEY D. W. & BASFORD J. R. Laser therapy in horses. **Compendium on continuing education for the practicing veterinarian**, vol. 22, nº 3, p. 263-271, 2000.

ROSS M. W. Carpus. In: ROSS M.W. & DYSON S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**. Saunders: Philadelphia, Cap. 39, p. 376-394, 2003.

SILVA et al. Radiação Laser. In: RODRIGUES E. M. & GUIMARÃES C.S. **Manual de recursos fisioterapêuticos**. Rio de Janeiro- Revinter, Cap.3, p.17-36, 1998.

STASHAK, T. S., Examination for lameness. In: STASHAK, T.S. **Adams' lameness in horses**. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, p. 113-183, 2002.

TASCIOGLU F., et al. Low power laser treatment in patients with knee osteoarthritis. **Swiss Medical Weekly**, vol.134, p.254-258, 2004.

TOUTAIN, P. L.; AUTEFAGE, A.; LEGRAND, C.; ALVINERIE, M. Plasma concentrations and therapeutic efficacy of phenylbutazone and flunixin meglumine in the horse: pharmacokinetic/ pharmacodynamic modeling. **Journal of Veterinary Pharmacology Therapeutics**, v. 17, p. 459-469, 1994.

TODHUNTER, J. Anatomy and physiology of synovial joints. In: McILWRAITH C. W. & TROTTER G. W. **Joint Disease in the Horse**. Saunders: Philadelphia, Cap. 1, p. 1-28, 1996.

VICENSI, C.; CARVALHO P.T. Efeitos do laser Arseneto de Gálio (AsGa) na inflamação articular aguda induzida em ratos *wistar* através do adjuvante completo de Freund. **Fisioterapia Brasil**, nº3, p. 223-230, 2002.

WALKER J. Relief from chronic pain by low power laser irradiation. **Neuroscience Letters**, vol. 43, p. 339-344, 1983.

WHITE, G. W. et al. Efficacy of systemically administered antiarthritic drugs in an induced equine carpal model. **AAEP Proceedings**, v. 42, p.135-138, 1996.

APÊNDICE A-Freqüências cardíacas em batimentos por minuto dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	44	52	44	44	40
pônei 2	24	40	52	32	32
pônei 3	40	40	52	36	32
pônei 4	60	44	44	32	44
TRATADO					
pônei 1	48	48	40	32	32
pônei 2	48	48	36	36	32
pônei 3	48	40	40	36	24
pônei 4	40	44	44	32	28

APÊNDICE B- Frequências respiratórias em movimentos respiratórios por minuto dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	24	32	28	28	24
pônei 2	20	48	40	40	24
pônei 3	20	48	68	40	28
pônei 4	44	40	20	36	48
TRATADO					
pônei 1	32	56	60	60	40
pônei 2	32	32	24	24	24
pônei 3	52	48	24	36	24
pônei 4	32	44	20	32	12

APÊNDICE C-Temperatura retal em graus Celsius dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	38,2	38,6	38,4	37,7	38,1
pônei 2	37,7	39,1	39,2	38	38,2
pônei 3	37,7	39,5	39,3	38,5	38,1
pônei 4	38,3	38	38	37,5	38
TRATADO					
pônei 1	38,2	38,2	38,3	38	38,2
pônei 2	38	38,3	38,2	38,5	38,2
pônei 3	38,2	38,6	38,1	37,9	38
pônei 4	38,2	38,8	38,3	37,8	38,1

APÊNDICE D- Comprimento do passo do membro afetado pela sinovite induzida por adjuvante Completo de Freund em centímetros dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	81	73,8	75,6	86,17	88,5
pônei 2	106,2	77,5	30,16	0	0
pônei 3	120,6	57,5	78,6	83	93,6
pônei 4	91,5	74,8	95,5	127	100
TRATADO					
pônei 1	72	52,16	69,5	78,5	75,6
pônei 2	103,6	53,16	97,16	90	84
pônei 3	102	77,6	95,3	118,7	117,3
pônei 4	98,1	56,9	93,3	109,7	96,5

APÊNDICE E- Circunferência articular do membro afetado pela sinovite induzida por adjuvante Completo de Freund em centímetros dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	20,5	23,5	22,5	22,8	23
pônei 2	25,5	29,5	31,5	31,5	32,5
pônei 3	26,7	31	33	35,5	35,5
pônei 4	24	27	27	28	27,5
TRATADO					
pônei 1	21	24	22	23	22
pônei 2	22,5	25	25	25,5	26
pônei 3	25,5	27,5	27,5	27,5	28
pônei 4	24	26,5	26,5	27	26,5

APÊNDICE F- Ângulo em repouso do membro afetado pela sinovite induzida por adjuvante Completo de Freund em graus dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	176	177,3	180	173	178
pônei 2	178	165,5	152	143	134
pônei 3	175	170	176	178	178
pônei 4	178	170	174	173	178
TRATADO					
pônei 1	172	176	178	180	178
pônei 2	178	172	178	177	176
pônei 3	178	169,5	177	178	176
pônei 4	178	172,6	174	178	178

APÊNDICE G- Ângulo em repouso do membro afetado pela sinovite induzida por adjuvante Completo de Freund em graus dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	34	112	127	121	123
pônei 2	33	150,7	132,5	116	152
pônei 3	42	127,4	128	178	152,5
pônei 4	30	94,6	97	99	99
TRATADO					
pônei 1	38	129,4	101	111	69
pônei 2	30,6	126	73	40	86
pônei 3	31,6	116	90	84	70
pônei 4	32	160	108	92	55

APÊNDICE H- Grau de efusão do membro afetado pela sinovite induzida por adjuvante Completo de Freund em graus dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	0	3	2	2	2
pônei 2	0	4	4	4	4
pônei 3	0	4	4	4	4
pônei 4	0	4	3	3	4
TRATADO					
pônei 1	0	4	1	1	3
pônei 2	0	4	2	2	3
pônei 3	0	4	3	3	4
pônei 4	0	4	3	3	4

APÊNDICE I- Grau de claudicação do membro afetado pela sinovite induzida por adjuvante Completo de Freund em graus dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	0	3	3	2	3
pônei 2	0	4	5	5	5
pônei 3	0	4	4	4	4
pônei 4	0	4	4	3	4
TRATADO					
pônei 1	0	4	3	2	3
pônei 2	0	4	3	3	3
pônei 3	0	4	4	3	3
pônei 4	0	4	3	3	3

APÊNDICE J- Proteína plasmática total em grama por decilitro do líquido sinovial da articulação do membro afetado pela sinovite induzida por adjuvante Completo de Freund em graus dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	1,8	6	5,6	4	4,2
pônei 2	1,8	5,6	5,4	5,2	7
pônei 3	3,2	6,2	7,8	7	4,8
pônei 4	1,6	5	3,6	3,2	5
TRATADO					
pônei 1	2,6	5,4	5,8	4,2	5
pônei 2	1,8	5,8	5,6	5,6	6,2
pônei 3	1,8	5,6	4,6	5,2	4,2
pônei 4	2,2	5,2	5,2	4,6	4,2

APÊNDICE K- Contagem de células nucleadas totais por milímetro cúbico do líquido sinovial da articulação do membro afetado pela sinovite induzida por adjuvante Completo de Freund em graus dos 4 pôneis pertencentes ao grupo controle e dos 4 pôneis pertencentes ao grupo tratado com laser de Arseneto de Gálio na dose de 4 J/cm².

	antes da indução	3 dias pós indução	5 dias de tratamento	10 dias de tratamento	15 dias de tratamento
CONTROLE					
pônei 1	20	1670	820	540	180
pônei 2	10	250	220	170	5280
pônei 3	10	190	360	2810	240
pônei 4	10	1190	690	230	330
TRATADO					
pônei 1	70	1140	160	50	160
pônei 2	10	700	190	120	90
pônei 3	10	520	290	100	980
pônei 4	20	840	290	640	270