

# LASER DE BAIXA INTENSIDADE (830 NM) NA RECUPERAÇÃO FUNCIONAL DO NERVO ISQUIÁTICO DE RATOS

LOW INTENSITY LASER (830 NM) FUNCTIONAL TO RECOVER OF THE SCIATIC NERVE IN RATS

ALEXANDRE MARCIO MARCOLINO, RAFAEL INACIO BARBOSA, LAIS MARA SIQUEIRA DAS NEVES, THOMAS SELVAGGIO VINAS,  
DANILO TEIXEIRA DE BARROS DUARTE, NILTON MAZZER, MARISA DE CÁSSIA REGISTRO FONSECA

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o efeito do laser de baixa intensidade na melhora funcional da marcha de ratos após esmagamento do nervo ciático. **Métodos:** Foram utilizados 18 ratos divididos aleatoriamente em dois grupos: controle (*sham*) e irradiado com densidade de energia de 40J/cm<sup>2</sup>, em 21 dias consecutivos, utilizando o laser 830nm (AsGaAl). Os animais foram submetidos ao esmagamento do nervo ciático direito com o dispositivo portátil de peso morto e avaliados pelo "Índice Funcional do Ciático" (IFC). As pegadas foram coletadas no pré-operatório, 7<sup>o</sup>, 14<sup>o</sup> e 21<sup>o</sup> dias pós-operatório. **Resultados:** Os resultados do IFC foram significantes quando comparados os grupos no 7<sup>o</sup> e 14<sup>o</sup> dia pós-operatório ( $p < 0,05$ ). No 21<sup>o</sup> dia pós-operatório não houve diferença entre os grupos. Na avaliação intra-grupos houve diferença entre todas as semanas avaliadas ( $p < 0,01$ ). Os animais irradiados apresentaram melhora no padrão da marcha, demonstrada pelos valores do IFC nos períodos iniciais, mas ao final das 3 semanas, houve uma recuperação similar. **Conclusão:** A laserterapia de baixa intensidade mostrou ser eficaz no estímulo da aceleração da regeneração nervosa do ciático de ratos após esmagamento.

**Descritores:** Nervo ciático. Síndrome de esmagamento. Terapia a laser de baixa intensidade.

## ABSTRACT

**Objective:** This study aimed to evaluate the effect of low-intensity laser on functional improvement of the walking of rats after sciatic nerve axonotmesis. **Methods:** We used 18 rats divided randomly in two groups: control (Sham) and irradiated with an energy density of 40J/cm<sup>2</sup> for 21 consecutive days, using 830nm laser (AsGaAl). The animals were subjected to right sciatic nerve crushing by a portable device and assessed by the "Sciatic Functional Index" (SFI) at an acrylic platform through video recorded by a digital camera. The footprints were collected preoperatively, and on the 7th, 14th and 21st postoperative days. **Results:** The results of the SFI were significant when comparing the groups on the 7th and 14th postoperative day ( $p < 0.05$ ). On the 21st postoperative day there was no difference between groups. There were intra-group differences detected in each evaluated week ( $p < 0.01$ ). The irradiated animals showed improvement in motion pattern, shown by the SFI values in the initial periods, but after 3 weeks, there was a similar recovery. **Conclusion:** The low-intensity laser has shown to be effective in accelerating regeneration of the sciatic nerve of rats after crushing.

**Keywords:** Sciatic nerve. Crush syndrome. Laser therapy, Low-level.

**Citação:** Marcolino AM, Barbosa RI, Neves LMS, Vinas TS, Duarte DTB, Mazzer N et al. Laser de baixa intensidade (830 nm) na recuperação funcional do nervo isquiático de ratos. *Acta Ortop Bras.* [periódico na Internet]. 2010; 18(4):207-11. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>

**Citation:** Marcolino AM, Barbosa RI, Neves LMS, Vinas TS, Duarte DTB, Mazzer N et al. Low intensity laser (830 nm) functional to recover of the sciatic nerve in rats. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2010; 18(4):207-11. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>

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

Departamento de Biomecânica Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

Este estudo foi realizado no Laboratório de Bioengenharia do Departamento de Biomecânica Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Endereço de correspondência: Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP - Campus Universitário - CEP14049-900 - Ribeirão Preto, SP, Brasil. E.mail: [ammfisio@usp.br](mailto:ammfisio@usp.br).

Trabalho recebido em 24/05/09, aprovado em 18/06/09

## INTRODUÇÃO

As lesões nervosas periféricas apresentam elevada incidência dentre as lesões traumáticas, ocasionadas por esmagamento ou secção, produzindo importantes incapacidades funcionais, podendo determinar sequelas vitalícias. Essas lesões podem ser classificadas como neuropraxia, axoniotmese ou neurotme. Sunderland<sup>2</sup>, subdividiu essas lesões em cinco graus, levando em conta as estruturas acometidas.

Diversas pesquisas vêm sendo conduzidas com o objetivo de determinar os parâmetros e tipos de estimulação que possam acelerar a regeneração e a recuperação funcional do nervo periférico, visando minimizar futuras disfunções. Dentre os recursos fisioterapêuticos disponíveis, a laserterapia de baixa intensidade tem sido utilizada em larga escala no âmbito experimental.<sup>3</sup> Estudos demonstraram que este recurso promove modificação nas reações enzimáticas, pois interfere inibindo a síntese de prostaglandinas, além de inibir a liberação de autocóides. A laserterapia de baixa intensidade também tem sido empregada na cicatrização de vários tecidos, por promover um estímulo na microcirculação, pela paralisação dos esfíncteres pré-capilares, e consequente vasodilatação de arteríolas e capilares. A angiogênese resultante leva também a um aumento do fluxo sanguíneo na área irradiada e na produção de ATP celular ocasionando a aceleração da atividade mitótica celular.<sup>4</sup>

De Medinacelli et al.<sup>5</sup>, propuseram o Índice Funcional do Ciático (IFC) utilizado para a avaliação do grau de lesão e da recuperação funcional do nervo ciático. O método utiliza uma passarela onde as pegadas são impressas em uma tira de papel para análise dos parâmetros como, comprimento da pegada (PL), o espalhar dos dedos (TS) e o espalhar intermediário dos dedos (IT).

Os dados obtidos através do registro das pegadas são colocados na seguinte equação proposta por Bain et al.<sup>6</sup>

$$\text{IFC} = -38,3 \times \frac{\text{EPL} - \text{NPL}}{\text{NPL}} + 109,5 \times \frac{\text{ETS} - \text{NTS}}{\text{NTS}} + 13,3 \times \frac{\text{EIT} - \text{NIT}}{\text{NIT}} - 8,8$$

Onde:

IFC: Índice Funcional do Ciático

N = Normal

E = Experimental

PL = Comprimento da Pata

TS = Espalhar dos Dedos

IT = Espalhar dos Dedos Intermediários

Monte-raso et al.<sup>7</sup>, avaliaram o método através de um software específico concluíram ser um método quantitativo, confiável e reprodutível da condição funcional do nervo ciático de ratos.

Gasparini et al.<sup>8</sup> estudaram o Índice Funcional do Ciático utilizando uma passarela de acrílico, nas mesmas dimensões da passarela de madeira. As pegadas foram registradas por uma câmara digital e as imagens das pegadas avaliadas pelo programa de computador *Image J*<sup>®</sup>, para quantificar os parâmetros pré-determinados por De Medinacelli et al.<sup>5,9</sup>, e modificado por Bain et al.<sup>6</sup>

O objetivo deste estudo foi o de investigar os efeitos do laser de baixa intensidade na recuperação funcional da marcha de ratos após esmagamento do nervo ciático.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 18 ratos (*Rattus norvegicus*: var. *albinus*, *Rodentia*, *Mammalia*), adultos, machos, com cerca de três meses de idade, pesando entre 280 a 310 gramas, da linhagem Wistar, oriundos do Biotério Central e alocados na Bioengenharia da Faculdade de

Medicina de Ribeirão Preto - USP. Os procedimentos experimentais foram realizados no laboratório de Bioengenharia onde os animais permaneceram mantidos em gaiolas coletivas, recebendo ração comercial e água *ad libitum*. Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP, protocolo nº 103/2006.

Foi utilizado neste trabalho para o esmagamento do nervo isquiático dos ratos, um dispositivo portátil de peso morto com uma carga de 5000g aplicada por 10 minutos, esse dispositivo é caracterizado por ser um processo de esmagamento mais rápido, fácil e confiável, quanto à carga utilizada. Este equipamento foi confeccionado pela Oficina de Precisão da Prefeitura do Campus de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. O equipamento consta de uma plataforma para o apoio do animal (A), com uma estrutura principal (B) que recebe o suporte de apoio para os pesos aferidos (0,5 Kg, 1,0 Kg, 5,0 Kg, 10,0 Kg e 15,0 Kg) com eixo telescópico (C), uma base de apoio para o nervo (D), eixo de aplicação de pressão (E), uma alavanca para acionar os pesos e posicionar o nervo na base de apoio (F) e uma mola para manter a alavanca em equilíbrio (G).<sup>10,11</sup> (Figura 1)

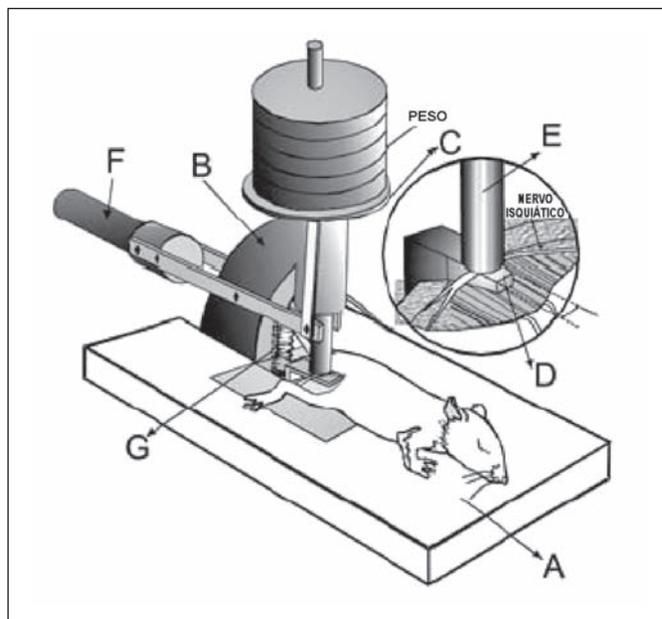


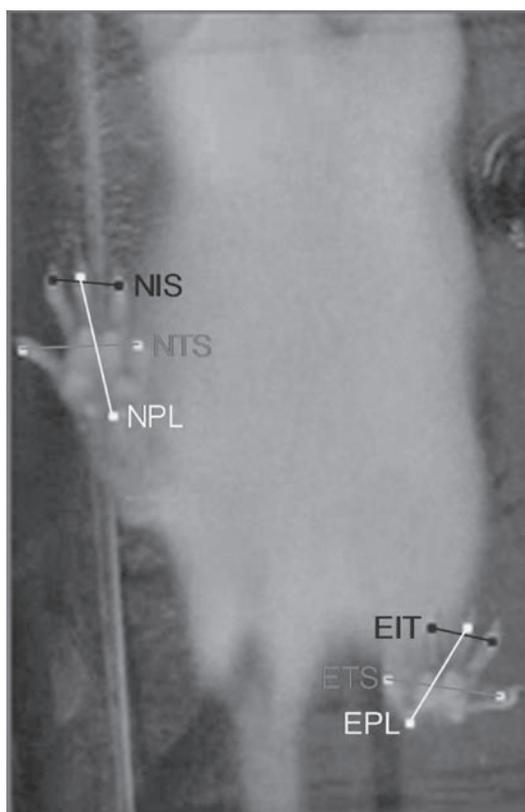
Figura 1 – Dispositivo de Peso Morto, Pachioni et al.<sup>11</sup>

Neste estudo foi utilizado um equipamento laser de diodo de Arseneto de Gálio Aluminizado (GaAlAs), que emite um comprimento de onda de 830nm, com potência de 30mW, área do feixe de 0,116cm<sup>2</sup> e com feixe contínuo da marca *Ibramed*<sup>®</sup> Equipamentos Médicos.

Os ratos foram pesados e distribuídos aleatoriamente em dois grupos de nove animais cada. Todos os animais foram submetidos ao mesmo procedimento cirúrgico para esmagamento do nervo ciático direito. O grupo 1 foi o Controle (Sham) e o grupo 2 foi irradiado com densidade de energia de 40 J/cm<sup>2</sup>, e Energia emitida de 4,64 J.

A radiação laser para o grupo irradiado foi realizada em 1 ponto pré-determinado no ato cirúrgico sobre o local da realização do esmagamento do nervo, com a caneta posicionada a 90° em relação ao tecido cutâneo, utilizando a técnica pontual com contato, imediatamente após a operação e nos 21 dias subsequentes,

utilizando o laser de diodo 830 nm. Foi realizada tricotomia diária antes da aplicação do laser. Os ratos foram sacrificados com uma dose excessiva de anestésico após o 21º dia pós-operatório. Foi usada uma passarela de acrílico (Gasparini et al.)<sup>8</sup> para a visualização da marcha, a qual foi filmada com o uso de uma câmara filmadora digital SONY®, modelo DCR-DVD 203, para posterior análise das pegadas no pré-operatório, 7º, 14º e 21º dias pós-operatório. Após a coleta, as pegadas foram analisadas pelo índice funcional do ciático, com a utilização do software *Image J*® para quantificação dos parâmetros do IFC. A avaliação utilizando o IFC indica-se a função normal quando o índice for próximo de 0, e quando o índice aproxima-se de -100 é considerado uma disfunção total do segmento estudado. (Figura 2)



**Figura 2** – Imagem da pegada captada pela câmara filmadora SONY®, cedida pelo laboratório de Bioengenharia da FMRP-USP, com delimitação dos parâmetros do IFC.

A análise estatística dos valores obtidos pelo IFC, no grupo tratado e no controle, foi realizada pelo modelo linear de efeitos mistos. Este modelo considera como efeito aleatório os indivíduos e, como efeitos fixos, os grupos, os tempos e a interação entre os mesmos, calculando: a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação. O índice de confiança foi de 95%, com índice de significância de  $p < 0,05$ .<sup>12</sup>

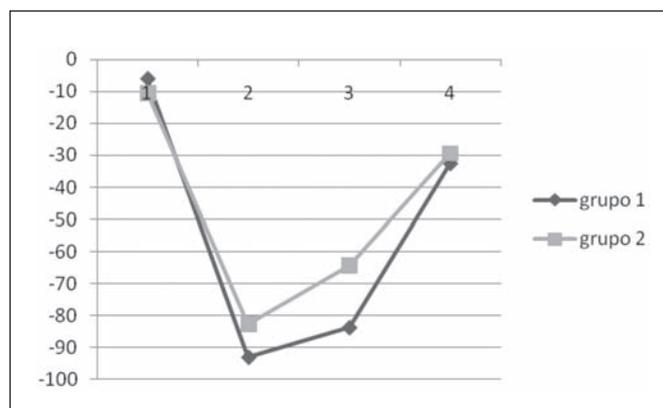
## RESULTADOS

Na fase inicial do experimento 3 animais foram a óbito após a cirurgia de esmagamento do segmento neural, provavelmente por dose excessiva ou reação ao anestésico. Apesar disso, nesses animais não havia nenhum sinal de infecção e/ou deiscência de sutura. No decorrer do experimento houve deiscência de sutura em 1 rato do grupo controle.

O procedimento cirúrgico e a aplicação do laser foram tolerados por todos os outros animais.

O registro das pegadas foi realizado nos diferentes períodos, pré-operatório, 7º, 14º e 21º dia pós-operatório, totalizando 72 pegadas. As imagens das pegadas foram avaliadas pela fórmula do índice funcional do ciático proposta por Bain et al.<sup>6</sup> Os resultados do IFC dos 2 grupos estão descritos na Tabela 1.

Os resultados obtidos com o IFC dos dois grupos, em média foram: no pré operatório, controle -6,10 e o grupo irradiado -10,42. As médias obtidas no 7º, 14º e 21º dias PO foram respectivamente: grupo controle -92,94, -83,70 e -32,58 e para o grupo irradiado -82,85, -64,36 e -29,38. (Figura 3)



**Figura 3** – Valores médios de IFC obtidos para os grupos desde o pré-operatório até 21 dias de pós-operatório.

**Tabela 1** – Média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) do Índice Funcional do Ciático (IFC), por grupo e período de pós-operatório (PO). Q1 e Q3= quartil 1 e 3.

Variável	Grupo	Tempo	n	Média	D.P.	C.V.	Min	Q1	Mediana	Q3	Máx
IFC	Controle	Pré	9	-6,10	3,82	-62,71	-12,46	-7,83	-6,56	-3,29	-0,86
		7dd	9	-92,94	10,59	-11,39	-105,18	-100,64	-90,32	-88,74	-75,15
		14dd	9	-83,70	8,04	-9,61	-97,62	-88,12	-85,75	-76,39	-73,95
		21dd	9	-32,58	18,63	-57,17	-63,57	-39,87	-31,82	-14,09	-11,39
	40 J/cm	Pré	9	-10,42	4,19	-40,21	-19,93	-10,43	-10,00	-8,17	-4,49
		7dd	9	-82,85	6,15	-7,42	-92,67	-86,87	-81,50	-77,78	-74,75
		14dd	9	-64,36	6,60	-10,26	-71,75	-68,90	-68,02	-60,71	-53,13
		21dd	9	-29,38	5,86	-19,95	-35,46	-33,32	-31,03	-26,91	-17,25

A comparação dos tempos analisados pelo índice funcional do ciático em cada grupo foi significativa em todos os períodos. (Tabela 2)

**Tabela 2 – Comparação intra-grupos entre os tempos, com índice de confiança de 95% e  $p < 0,05$ .**

Grupo	Tempo	Tempo	Dif Ajust	I.C Inf 95%	I.C Sup 95%	p-valor
Controle	Pré	7dd	86,84	77,86	95,82	< 0,01
	Pré	14dd	77,60	68,62	86,58	< 0,01
	Pré	21dd	26,48	17,50	35,46	< 0,01
	7dd	14dd	-9,24	-18,22	-0,26	0,04
	7dd	21dd	-60,36	-69,34	-51,38	< 0,01
	14dd	21dd	-51,12	-60,10	-42,14	< 0,01
40 J/cm	Pré	7dd	72,43	63,45	81,41	< 0,01
	Pré	14dd	53,95	44,97	62,93	< 0,01
	Pré	21dd	18,97	9,99	27,95	< 0,01
	7dd	14dd	-18,49	-27,47	-9,51	< 0,01
	7dd	21dd	-53,47	-62,45	-44,49	< 0,01
	14dd	21dd	-34,98	-43,96	-26,00	< 0,01

Na análise do índice funcional do ciático nos tempos pré-operatório, 7<sup>o</sup>, 14<sup>o</sup> e 21<sup>o</sup> PO, na comparação intra-grupos, com índice de confiança de 95% e p-valor ( $p < 0,05$ ), no 7<sup>o</sup> e 14<sup>o</sup> dia PO houve diferença estatisticamente significativa, entre o grupo controle e o grupo que foi submetido a irradiação com laser de baixa intensidade.

Em contrapartida, não houve diferença estatística na comparação entre o grupo controle e o grupo irradiado pelo laser, quando avaliados no 21<sup>o</sup> dia PO. (Tabela 3)

**Tabela 3 – Comparações entre os grupos em cada tempo (índice de confiança de 95% e  $p < 0,05$ ).**

Tempo	Grupo	Grupo	Dif Ajust	I.C Inf 95%	I.C Sup 95%	p-valor
Pré	Controle	40 J/cm	4,32	-5,65	14,29	0,39
7dd	Controle	40 J/cm	-10,09	-20,06	-0,12	0,04
14 dd	Controle	40 J/cm	-19,34	-29,31	-9,37	< 0,01
21dd	Controle	40 J/cm	-3,20	-13,17	6,77	0,53

## DISCUSSÃO

As lesões nervosas periféricas ocasionam disfunções importantes, podendo ocasionar sequelas vitalícias, dependendo do grau de lesão nervosa. Diversas pesquisas experimentais e clínicas têm objetivado analisar o processo de regeneração e a recuperação funcional nervosa com o auxílio de recursos terapêuticos, tais como: estimulação elétrica<sup>13</sup>, ultra som terapêutico<sup>14</sup>, e a laserterapia de baixa intensidade.<sup>3,15,16</sup>

Neste estudo foi utilizado o rato como animal de experimentação, devido à maior facilidade de obtenção, manuseio laboratorial, baixo custo e, além disso, pelo fato de existir na literatura um grande número de trabalhos com este modelo animal, possibilitando as comparações entre os resultados obtidos.<sup>17</sup>

Estudos prévios utilizaram alguns métodos de esmagamento do tecido nervoso, tais como a máquina universal de ensaio, a pinça de joalheiro, tendo essas a necessidade de ajustes constantes na carga a ser aplicada. Mazzer et al.<sup>10</sup> relataram que com a viscoelasticidade do tecido nervoso, esses equipamentos estão susceptíveis a uma acomodação da carga aplicada. Já o dispositivo portátil de peso morto que foi utilizado para o esmagamento do nervo ciático dos ratos é caracterizado por ser um processo de esmagamento mais rápido, fácil e confiável quanto à carga utilizada. A carga de esmagamento utilizada neste experimento foi a de 5000g aplicada por 10 minutos, pois, de acordo com a pesquisa de Mazzer et al.<sup>10</sup>, promove uma lesão tipo axoniotmese.

O laser de baixa intensidade é uma das modalidades bioestimulantes mais utilizadas na reabilitação na atualidade, o que tem contribuído para o melhor entendimento de seus princípios e aplicabilidades.<sup>4</sup> Segundo Enwemeka<sup>18</sup> a terapia laser de baixa intensidade vem sendo amplamente utilizada nas condições de processos cicatriciais, visando obter cicatrização tecidual mais rápida. Seu êxito é sugerido às particularidades de respostas induzidas aos tecidos, como diminuição do processo inflamatório, redução de edema, aumento da fagocitose, da síntese de colágeno e da epitelização. A irradiação laser de baixa intensidade tem sido indicada também por acelerar a formação de novos vasos após lesão tecidual.<sup>19</sup> No entanto, as evidências científicas e clínicas ainda são escassas e na maioria das vezes contraditórias, fato este que justifica a necessidade da realização de novas pesquisas envolvendo esse recurso terapêutico.

Rochkind<sup>20</sup> descreveu alguns mecanismos do laser na recuperação nervosa como: efeito imediato de proteção e aumento da atividade funcional, manutenção da atividade funcional na lesão nervosa em tempo excedente, influência da formação de tecido cicatricial no local da lesão, prevenção ou diminuição da degeneração no neurônio motor correspondente na medula espinhal e influência do crescimento axonal e da bainha de mielina.

Diversos estudos preliminares, tanto clínicos como experimentais, demonstraram que a laserterapia de baixa intensidade tem efeitos positivos na regeneração das lesões do nervo periférico.<sup>3,15,16,21,22</sup> Já Bagis et al.<sup>23</sup>, não observaram efeitos benéficos da utilização do laser de baixa intensidade nas lesões nervosas.

Vários parâmetros: comprimentos de onda, densidade de energia, modo do pulso e potência do laser, estão sendo utilizados para estimular a regeneração e acelerar a recuperação funcional do nervo periférico.<sup>3,21,22</sup> Nesta pesquisa foi utilizado o laser de baixa intensidade, com comprimento de onda de 830 nm, 30mW e área do feixe de 0,116 cm<sup>2</sup>.

As imagens das pegadas foram analisadas pelo índice funcional do ciático, na qual, alguns autores o avaliaram como sendo um método quantitativo, confiável e reprodutível.<sup>7</sup> Para obtenção das imagens das pegadas neste experimento foi utilizada a passarela de acrílico, nas mesmas dimensões da passarela de madeira, desenvolvida por Gasparini et al.<sup>8</sup>

A vídeo-filmagem permite a captura em tempo real das pegadas sem problemas como os escorregões do rato sobre o papel que leva a perda da impressão, pois essas intercorrências deformam a impressão da pegada, principalmente da pata lesada, dificultando a visualização dos parâmetros do IFC. O método de vídeo-filmagem foi utilizado nesta pesquisa para registrar as imagens das pegadas, sendo essas, avaliadas pelo programa de computador *Image J*<sup>®</sup>, para quantificar os parâmetros pré-determinados por De Medinacelli et al.<sup>5,9</sup>, e modificado por Bain et al.<sup>6</sup>

Neste estudo os animais foram irradiados por 21 dias, baseados em achados anteriores. De acordo com estudos<sup>3</sup> como o de Mon-

te-Raso et al.<sup>7</sup>, após o 21<sup>a</sup> dia pós operatório a recuperação funcional dos ratos após esmagamento de nervo periférico, tratados ou não tratados estão próximo da normalidade, indo ao encontro ao presente experimento, cujos Índices foram semelhantes ao final de 21 dias, independente do estímulo realizado.

No estudo de Oliveira et al.<sup>24</sup>, foi observado um alto grau de correlação entre a recuperação funcional e a regeneração morfológica e morfométrica das lesões do tecido nervoso periférico. De fato, o IFC tem-se mostrado um instrumento bastante confiável para avaliar o processo de regeneração nervosa periférica, fornecendo um valor numérico à função e permitindo uma análise estatística dos resultados.

Neste estudo, assim como no de Mendonça et al.<sup>13</sup>, a avaliação do IFC no pré-operatório não atingiu o valor 0 (zero), como se era esperado, e sim uma oscilação próxima a -10.

Os resultados do IFC obtidos nesta pesquisa mostraram que a recuperação funcional obteve maior diferença entre os grupos no 14<sup>a</sup> dia após o esmagamento, indicando que o laser de AsGaAl (830 nm) foi eficaz no estímulo da aceleração da recuperação funcional dos animais estudados. Esses dados corroboram os dados de outros estudos.<sup>3,22</sup>

Dos resultados obtidos no 7<sup>a</sup> dia, não houve diferença entre os grupos exceto quando comparados o grupo 1 e o grupo 2, já no 21<sup>a</sup> dia não houve diferença entre os resultados do IFC.

Quando foi realizada a análise intra-grupos observaram-se diferença estatística dentre todos os períodos de todos os grupos estudados com valor  $p < 0,01$ .

A análise estatística dos valores obtidos pelo IFC, através do modelo linear de efeitos mistos, com intervalo de confiança de 95%, mostrou que o verdadeiro valor da diferença média entre o grupo controle e o irradiado no 14<sup>a</sup> dia PO, esteve entre -29,31 e

-9,37 com  $p > 0,01$ . Como o valor 0 (zero) não estava presente no intervalo há indícios que existiu diferença entre os grupos. É possível indicar ainda que, tanto no 7<sup>a</sup> e no 14<sup>a</sup> dia PO, o grupo submetido à irradiação com laser de baixa intensidade apresentou melhores valores do IFC e consequente recuperação funcional da marcha dos animais.

Portanto, comparando os resultados obtidos, o grupo irradiado, que utilizou Energia emitida de 4,64 J, mostrou ser mais eficaz quando comparado com o grupo controle.

Na literatura existe um grande número de pesquisas com o laser de baixa intensidade, porém, não há uma padronização dos parâmetros empregados e a falta de dados nos trabalhos encontrados dificultou a comparação dos resultados e o entendimento de alguns mecanismos envolvidos. Dessa forma, tornam-se necessárias novas pesquisas com o intuito de verificar a importância e a dependência entre cada um dos parâmetros do laser, bem como as possíveis influências exercidas nas respostas biológicas, podendo assim melhorar a especificidade da laserterapia e também a elaboração de protocolos com tratamentos mais seguros e eficazes.

## CONCLUSÃO

Este estudo, nos parâmetros analisados, sugeriu que a utilização do laser de baixa intensidade (830 nm) foi eficaz na aceleração da recuperação da marcha nas primeiras 2 semanas, dos ratos após esmagamento do nervo isquiático.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão do auxílio à pesquisa (processo 07/00490-7) concedido para realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain*. 1943;66:237-88.
2. Sunderland SA. Classification of peripheral nerves injuries producing loss of function. *Brain*. 1951;74:491-516.
3. Endo C, Barbieri CH, Mazzer N, Fazan VS. A laserterapia de baixa intensidade acelera a regeneração de nervos periféricos. *Acta Ortop Bras*. 2008;16:305-10.
4. Schindl A, Schindl M, Pernerstorfer-Schön H, Schindl L. Low-intensity laser therapy: a review. *J Investig Med*. 2000;48:312-26.
5. De Medinaceli L, DeRenzo E, Wyatt RJ. Rat sciatic functional index data management system with digitized input. *Comput Biomed Res*. 1984;17:185-92.
6. Bain JR, Mackinnon SE, Hunter DA. Functional evaluation of complete sciatic, peroneal, and posterior tibial nerve lesions in the rat. *Plast Reconstr Surg*. 1989;83:129-38.
7. Monte-Raso VV, Barbieri CH, Mazzer N, Yamasita AC, Barbieri G. Is the Sciatic Functional Index always reliable and reproducible? *J Neurosci Methods*. 2008;170:255-61.
8. Gasparine ALP, Barbieri CH, Mazzer N. A laserterapia de baixa intensidade acelera a regeneração de nervos periféricos. *Acta Ortop Bras*. 2007;15:285-9.
9. De Medinaceli L, Freed WJ, Wyatt RJ. An index of the functional condition of rat sciatic nerve based on measurements made from walking tracks. *Exp Neurol*. 1982;77:634-43.
10. Mazzer PYCN, Barbieri CH, Mazzer N, Fazan VPS. Avaliação qualitativa e quantitativa das lesões agudas por esmagamento do nervo isquiático do rato. *Acta Ortop Bras*. 2006;14:220-5.
11. Pachioni CAS, Mazzer N, Barbieri CH, Fazan VPS, Moro CA, Silva CAA. Lesão por esmagamento do nervo isquiático de ratos: estudo da vascularização. *Acta Ortop Bras*. 2006;14:203-7.
12. Mclean RA, Sanders WL, Stroup WW. A unified approach to mixed linear models. *Am Statistician*. 1991;45:54-64.
13. Mendonça AC, Barbieri CH, Mazzer N. Directly applied low intensity direct electric current enhances peripheral nerve regeneration in rats. *J Neurosci Methods*. 2003;129:183-90.
14. Monte-Raso VV, Barbieri CH, Mazzer N, Fasan VS. Can therapeutic ultrasound influence the regeneration of peripheral nerves? *J Neurosci Methods*. 2005;142:185-92.
15. Rochkind S, Drory V, Alon M, Nissan M, Ouaknine GE. Laser phototherapy (780nm), a new modality in treatment of long-term incomplete peripheral nerve injury: a randomized double-blind placebo-controlled study. *Photomed Laser Surg*. 2007;25:436-42.
16. Rochkind S, Leider-Trejo L, Nissan M, Shamir MH, Kharenko O, Alon M. Efficacy of 780-nm laser phototherapy on peripheral nerve regeneration after neurotube reconstruction procedure (double-blind randomized study). *Photomed Laser Surg*. 2007;25:137-43.
17. Rodrigues FJ, Valero-Cabré A, Navarro X. Regeneration and functional recovery following peripheral nerve injury. *Drug Discov Today Dis Models*. 2004;1:177-85.
18. Enwemeka CS, Parker JC, Dowdy DS, Harkness EE, Sanford LE, Woodruff LD. The efficacy of low-power lasers in tissue repair and pain control: a meta-analysis study. *Photomed Laser Surg*. 2004;22:323-9.
19. Agaiby AD, Ghali LR, Wilson R, Dyson M. Laser modulation of angiogenic factor production by T-lymphocytes. *Lasers Surg Med*. 2000;26:357-63.
20. Rochkind S. Photoengineering of neural tissue repair processes in peripheral nerves and the spinal cord: research development with clinical applications. *Photomed Laser Surg*. 2006;24:151-7.
21. Reis FA, Belchior AC, de Carvalho Pde T, da Silva BA, Pereira DM, Silva IS, Nicolau RA. Effect of laser therapy (660 nm) on recovery of the sciatic nerve in rats after injury through neurotmesis followed by epineural anastomosis. *Lasers Med Sci*. 2009;24:741-7.
22. Belchior AC, dos Reis FA, Nicolau RA, Silva IS, Perreira DM, de Carvalho Pde T. Influence of laser (660 nm) on functional recovery of the sciatic nerve in rats following crushing lesion. *Lasers Med Sci*. 2009;24:893-9.
23. Bagis S, Comelekoglu U, Coskun B, Milcan A, Buyukakilli B, Sahin G, Ozisik S et al. No effect of GA-AS (904 nm) laser irradiation on the intact skin of the injured rat sciatic nerve. *Lasers Med Sci*. 2003;18:83-8.
24. Oliveira EF, Mazzer N, Barbieri CH, Selli M. Correlation between functional index and morphometry to evaluate recovery of the rat sciatic nerve following crush injury: experimental study. *J Reconstr Microsurg*. 2001;17:69-75.