

Análise da dose do laser de baixa potência em equipamentos nacionais

Analysis of low-level laser therapy doses in Brazilian equipment

Fukuda TY^{1,3}, Malfatti CA²

Resumo

Contextualização: A laserterapia de baixa potência vem sendo cada vez mais utilizada, e o crescente interesse por seus efeitos relaciona-se com a grande quantidade de publicações científicas. Muitos terapeutas e pesquisadores têm-se baseado na definição da dose do laser pela densidade energética (ΔE); porém, a grande variedade de equipamentos de laser pode levar a diferença nos resultados terapêuticos encontrados, por fornecerem parâmetros que variam de acordo com o fabricante. **Objetivo:** Analisar a energia final transmitida ao tecido ao aplicar-se a mesma ΔE em equipamentos de diferentes marcas nacionais. **Materiais e métodos:** Foram avaliados sete equipamentos nacionais, com potência média (Pm) diferentes, e foram realizadas simulações aplicando ΔE de $1\text{J}/\text{cm}^2$ em cada aparelho, para avaliar possíveis diferenças na energia final. **Resultados:** A mesma ΔE aplicada em diferentes aparelhos nacionais forneceu energia final que variou entre 10 e 90mJ. Esta variação na energia deveu-se principalmente a diferenças na Pm, sendo encontrados valores entre 5,4 e 75mW. **Conclusão:** Esta variabilidade na energia final, que é transmitida ao tecido, indica que a ΔE parece não ser o parâmetro que melhor descreve a dose a ser utilizada. É preciso mencionar não só a ΔE , mas também a energia final, para que se possa estabelecer a dose para obtenção do melhor resultado terapêutico.

Palavras-chave: laser de baixa potência; dose; parâmetros.

Abstract

Introduction: Low-level laser therapy is becoming more popular and there is a growing interest in its effects, as reflected in the increased number of articles published about the subject. Many therapists and researchers have used a laser dose definition based on energy density (ΔE). However, the variety of laser equipments may lead to differences in the therapeutic results found, since the parameters supplied by these equipments vary according to the manufacturer. **Objective:** To analyze the final energy transmitted to the tissue when applying the same ΔE using equipment of different Brazilian brands. **Material and methods:** Seven brands of Brazilian equipment with different mean power (Pm) were evaluated by means of simulations. ΔE of $1\text{J}/\text{cm}^2$ was applied using each brand of equipment, in order to evaluate possible differences in the final energy. **Results:** The same ΔE applied using different brands of Brazilian equipment supplied final energy that ranged from 10 to 90mJ. This variation in the energy was mainly due to differences in Pm. These values ranged between 5.4 and 75mW. **Conclusions:** This variability in the final energy that is transmitted to the tissue indicates that ΔE may not be the best parameter for describing the dose to be used. In addition to ΔE , the final energy needs also to be stated, in order to establish the dose for obtaining the best therapeutic results.

Key words: low-level laser therapy; dose; parameters.

Recebido: 27/11/2006 – **Revisado:** 23/07/2007 – **Aceito:** 8/11/2007

¹ Departamento de Fisioterapia, Centro Universitário São Camilo – São Paulo (SP), Brasil

² Instituto de Ensino e Pesquisa, Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE) – São Paulo (SP), Brasil

³ Setor de Fisioterapia, Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo – São Paulo (SP), Brasil

Correspondência para: Thiago Yukio Fukuda, Rua Flavio de Melo, 156, apto. 32, Vila Mariana, CEP 04117-130, São Paulo (SP), e-mail: tfukuda@scamilo.br

Introdução

A laserterapia de baixa potência tem sido investigada e utilizada na prática clínica há aproximadamente 20 anos, sendo que os trabalhos iniciais foram realizados na Europa por *Mester*^{1,2} no início da década de 70. O crescente interesse pelos efeitos do laser tem sido demonstrado pela significativa quantidade de publicações científicas, por meio de experimentos controlados em animais e humanos^{3,4}.

No entanto, pesquisadores e terapeutas têm questionado os benefícios clínicos do laser, devido aos resultados divergentes encontrados, em razão da carência de padronização metodológica nos estudos^{1,2}. Enquanto alguns pesquisadores defendem o efeito terapêutico do laser, outros contestam esta propriedade, destacando a necessidade da interpretação cautelosa dos resultados ao serem reproduzidos clinicamente.

Neste sentido, ao se caracterizar a aplicação de um laser, é preciso descrever detalhadamente todos os seus parâmetros, como comprimento de onda, energia emitida ao tecido, densidade de energia (ΔE), área do feixe, tempo de aplicação, potência de pico, potência média (em caso de aplicação pulsada) e densidade de potência^{1,5,6}. Esta descrição completa dos parâmetros teria como função auxiliar o profissional que aplica a laserterapia a reproduzir clinicamente os achados encontrados em ensaios experimentais.

Um dos aspectos mais importantes sobre a aplicação do laser e no qual se encontra maior divergência é em relação à dose, definida como a quantidade de radiação oferecida ao tecido. A dose ideal a ser utilizada é baseada em pesquisas na literatura, que descrevem práticas laboratoriais de sucesso, sendo estimada de acordo com o tecido a ser irradiado e ajustada conforme a energia absorvida para cada tecido, tempo de irradiação e tamanho da área afetada⁷.

Contribuindo para esta dificuldade de padronização da dose, os diversos equipamentos de laser fornecem parâmetros que podem variar de acordo com o fabricante. Considerando que o parâmetro mais descrito na literatura é a ΔE , o mesmo

valor utilizado em diferentes equipamentos pode levar a energia total absorvida pelo tecido variável, podendo trazer efeitos diversos e até prejudiciais no tecido aplicado⁷⁻¹².

Em vista disso, o presente estudo tem o objetivo de analisar se existe diferença na energia final transmitida ao tecido, ao se aplicar a mesma ΔE em diferentes equipamentos de marcas nacionais.

Materiais e métodos

Inicialmente, foram coletados dados referentes aos aparelhos de laser infravermelho, com comprimento de onda de 904 ou 905 nm, por meio dos manuais de utilização fornecidos pelas empresas. Como algumas informações não foram encontradas nos manuais, realizou-se também contato telefônico e/ou por internet. Os modelos e marcas dos equipamentos seguem as respectivas numerações (Tabela 1):

1. Laser Plus Microcontrolled Communicator 904-25W (KW Equip. Eletr.);
2. Laser Plus Microcontrolled Communicator 904-75W (KW Equip. Eletr.);
3. Laserpulse (Ibramed);
4. Laser Endophoton LLT-IR (KLD Biosistemas);
5. Lasermed 4090 – 60W (Carci);
6. Lasermed 4090 – 20W (Carci);
7. Laser 904 (HTM Eletronica).

Dentre estas sete empresas, nove equipamentos de laserterapia foram selecionados. Os equipamentos originários das marcas *Kroman* e *Bioset* foram excluídos pela dificuldade na obtenção de informações completas quanto aos parâmetros dos mesmos.

Os parâmetros investigados foram: potência de pico (P_p), duração de pulso (T), frequência (f), potência média fornecida pelo fabricante (P_{m_f}) e área do feixe. Por meio destes dados, foram obtidos a potência média real (P_{m_r}) e densidade de potência ou irradiância (ΔP). A P_{m_r} foi comparada à P_{m_f} . Para estes cálculos, as seguintes equações foram utilizadas^{1,13}:

Tabela 1. Características técnicas dos equipamentos estudados e respectivos parâmetros – potência de pico (P_p); duração de pulso (D_{pulso}); frequência; potência média do fabricante e real (P_{m_f} e P_{m_r}); área do feixe; irradiância (ΔP), densidade de energia (ΔE), tempo de aplicação para atingir $1\text{J}/\text{cm}^2$ e energia final emitida. O valor de energia final emitida foi calculado com base na P_{m_r} .

Equipamento	P pico (W)	D pulso (ns)	Frequência (Hz)	P_{m_f} (mW)	P_{m_r} (mW)	Área do feixe (cm^2)	ΔP (mW/cm^2)	ΔE (J/cm^2)	Tempo (s)	Energia (mJ)
1	25	200	5000	15,0	25,0	0,04	625,0	1	1,6	40
2	75	200	5000	40,0	75,0	0,04	1875,0	1	0,5	37,5
3	15	180	2000	5,0	5,4	0,07	77,1	1	13,0	70,0
4	50	100	10000	50,0	50,0	0,01	5000,0	1	0,2	10,0
5	60	160	2000	20,0	19,2	0,09	213,3	1	4,7	90,0
6	20	160	2000	7,0	6,4	0,07	91,4	1	10,9	70,0
7	50	200	2000	20,0	20,0	0,07	285,7	1	3,5	70,0

$$Pm_r (W) = Pp (W) \times T (s) \times f (Hz)$$

$$\Delta P (W/cm^2) = Pm_r (W) / \text{área do feixe (cm}^2)$$

Uma vez calculados os valores acima, foi realizada uma simulação utilizando-se uma ΔE igual a $1J/cm^2$ em todos os aparelhos. Com os dados obtidos, as seguintes equações⁷ foram empregadas para mostrar se a energia emitida ao tecido (E) por ponto de aplicação seria equivalente em equipamentos com Pm diferentes:

$$\Delta E (J/cm^2) = \Delta P (W/cm^2) \times t (s)$$

$$E (J) = Pm_r (W) \times t (s)$$

Resultados e discussão

Além dos dados obtidos dos fabricantes, os cálculos realizados para cada equipamento estão apresentados na Tabela 1.

Observou-se que os parâmetros obtidos e calculados variam muito de acordo com o equipamento. Foram encontradas diferenças nos seguintes parâmetros: potência de pico (15-60W), duração de pulso (100-200ns) e frequência (2.000 a 10.000Hz), que determinaram variações no cálculo da Pm_r de cada equipamento (5,4-75mW).

Comparando a Pm_r com a Pm_p , observa-se que, em dois dos sete equipamentos, houve discordância dos valores (equipamentos 1 e 2), o que poderia indicar falha nas informações geradas pela empresa dos respectivos equipamentos. Ressalta-se que, no estudo, foi considerada a Pm_r para maior confiabilidade dos dados de cada aparelho.

A área do feixe obtida foi ligeiramente diferente entre os aparelhos investigados, o que, somado à grande variação encontrada na Pm_r calculada, forneceu grande diferença no cálculo da ΔP (77,1-5000mW/cm²). Assim, o tempo de aplicação necessário para atingir a ΔE selecionada ($1J/cm^2$) foi diretamente influenciado, sendo que os equipamentos com ΔP mais baixa precisam de maior tempo de aplicação por ponto.

Ao aplicar-se a mesma ΔE nos aparelhos analisados, variações encontradas no tempo de aplicação e Pm_r levam-nos a obter quantidade de energia diferentes para cada equipamento, variando entre 10 a 90mJ por ponto aplicado.

Embora a Pm do equipamento 4 seja relativamente alta (50mW), o pouco tempo de aplicação necessário para atingir $1J/cm^2$ (0,2 segundos) contribuiu para a baixa energia final obtida (10mJ). Da mesma forma, o equipamento 3, com baixa Pm (5,4mW) e maior tempo de aplicação (13 segundos) forneceu energia final relativamente alta (70mJ). Isso nos levaria a concluir que a energia é influenciada principalmente pelo tempo de aplicação. No entanto, o equipamento 5 apresentou a maior energia (90mJ) apesar de não fornecer tempo prolongado de

aplicação (4,7 segundos), mostrando a necessidade de especificação de todos os parâmetros empregados, e não um único parâmetro para caracterizar a dose escolhida.

Devido à grande variedade de tipos teciduais expostos ao laser encontrados na literatura, foram relacionados, a seguir, alguns achados experimentais com os resultados do presente estudo.

A maioria dos trabalhos sobre a aplicação de laser para cicatrização de feridas cutâneas mostra efeitos positivos observados por meio da proliferação de fibroblastos e células endoteliais e aumento na deposição de colágeno e queratina^{4,12-15}. No entanto, existe grande variação em relação à ΔE utilizada, sendo encontrados valores entre 1 e $21,4J/cm^2$ ^(12,15). Vale lembrar que a energia final calculada nestes trabalhos foi de 1 e 1,5J respectivamente. Dessa forma, observou-se que diferentes ΔE produziram energias finais e resultados fisiológicos semelhantes.

Correlacionando os dados citados anteriormente aos deste estudo, verifica-se que, aplicando a ΔE de $21,4J/cm^2$ nos equipamentos 4 e 5, teriam uma energia final variando entre 0,2J e 1,9J, respectivamente. Esta diferença na dose final encontrada pode não ser numericamente significativa, mas poderia influenciar terapêuticamente, se considerarmos que exista uma janela terapêutica para efeitos antiinflamatórios, analgésicos e cicatrizantes para cada tecido.

Ao avaliar o crescimento celular e a síntese de colágeno em cultura de fibroblastos, Pereira et al.¹⁶ concluíram que ΔE de 3 ou $4J/cm^2$ produzem melhores resultados que $5J/cm^2$. Analisando os dados, percebe-se que a energia final obtida no estudo foi de 2,9J; 3,9J e 4,8J, respectivamente. Bjordal et al.⁷ citam que doses acima de 4J por ponto podem inibir a atividade dos fibroblastos. Estes estudos mostram que doses energéticas muito altas parecem não proporcionar os melhores efeitos de reparo tissular.

Ainda sobre os efeitos da dose com fins terapêuticos específicos, Matera et al.⁴ relatam que a ΔE recomendada em laserterapia para promover aumento no número de fibroblastos, fibras colágenas, incremento vascular e reepitelização deve se situar entre 1 e $5J/cm^2$. Neste trabalho, os autores concluíram que $2J/cm^2$ apresentou melhores resultados que $4J/cm^2$.

Da mesma forma, Pugliese et al.¹⁷ observaram a influência do laser AsGaAl na biomodulação de fibras elásticas e colágeno em feridas cutâneas de ratos, concluindo que $4J/cm^2$ foi superior a $8J/cm^2$. No entanto, os dois trabalhos não relatam os parâmetros necessários para se chegar à energia final, apesar do primeiro autor destacar a importância de citação detalhada da dose.

Contrariando os achados que apontavam para uma provável janela terapêutica do laser com ΔE abaixo de $5J/cm^2$, Hopkins et al.¹³ avaliaram alterações em feridas experimentais de humanos com laser de 820nm utilizando $8J/cm^2$. Ao realizar duas abrasões

de pele no mesmo membro, houve sucesso na melhora da ferida estimulada e também daquela não irradiada, quando comparadas ao grupo que não recebeu irradiação laser. Isto nos faz acreditar em um provável efeito sistêmico do laser. Vale lembrar que a energia final utilizada neste estudo foi de 1,8J por ponto de aplicação.

Para se atingir esta energia final de 1,8J nos aparelhos de laser aqui analisados, seriam necessários 5 minutos e 30 segundos por ponto de aplicação no equipamento 3, com Pm igual a 5,4mW, e 4 minutos e 40 segundos no equipamento 6, que apresenta Pm de 6,4 mW. Levanta-se a importância da utilização de equipamentos nacionais com maior Pm, para diminuirmos o tempo de cada aplicação da terapia a laser, facilitando a aplicabilidade clínica.

Foi possível notar que a ΔE por si só, não parece ser o parâmetro ideal a ser seguido para que um trabalho seja reproduzido clinicamente. Evidências científicas são contraditórias, principalmente pela carência de detalhes na dose utilizada, tornando difícil a identificação da energia final transmitida ao tecido. A diversidade dos sujeitos expostos à irradiação – humanos ou animais de experimentação – também contribui para a obtenção de diferentes resultados.

Ao analisarmos alguns trabalhos sobre os efeitos do laser na cicatrização de tendões, também foi encontrada grande variedade na escolha dos parâmetros. Em um estudo sobre a utilização do laser AsGa na cicatrização tendínea de ratos, Tavares et al.¹⁸ citam que a ΔE responsável pelo efeito cicatrizante deve estar na faixa de 3 a 6J/cm², motivo pelo qual utilizaram 4J/cm² e obtiveram resultados satisfatórios. Vale ressaltar que o estudo não cita outros parâmetros, como o tempo de aplicação e área do feixe, e que a Pm mencionada no estudo não corresponde à Pm calculada com base nos parâmetros utilizados.

Outros trabalhos^{19,20} também utilizaram ΔE nesta faixa, 3,6 e 5J/cm², obtendo resultados positivos na cicatrização com energias diferentes – 5,4J e 1,5J, respectivamente. Demir et al.²¹ escolheram ΔE de 1J/cm² para reparo tendíneo de ratos, o que estaria fora da faixa proposta por Tavares et al.¹⁸, obtendo êxito com energia final de 0,36J. Relacionando com nosso estudo, ao utilizarmos o equipamento 4 com a mesma ΔE (1J/cm²) durante o mesmo tempo (60 segundos) aplicado por Demir et al.²¹, obteríamos energia final de 3J. Da mesma forma, se quisermos alcançar energia final de 0,36J utilizando 1J/cm² no mesmo equipamento, bastariam 0,3 segundos de aplicação. Assim, é suposto que a utilização da mesma ΔE em aparelhos com Pm diferentes oferece resultados fisiológicos divergentes, justificado pela grande diferença obtida na energia final transmitida ao tecido.

A aplicabilidade do laser em tecidos nervosos parece ser uma das áreas mais controversas em fototerapia²². No estudo de Chen et al.²³ ocorreu inibição na regeneração nervosa de ratos com densidades de energia entre 2 e 15J/cm² e energias entre 1,6 e 6,5J aproximadamente. Discordando destes achados, Miloro et al.²⁴ apresentaram resultados positivos com 6J/cm² e 6,3J de energia emitida em tubo

sintético. Poderia se supor que houve diferença nos resultados obtidos, por se tratar de amostras diferentes; no entanto, Bagis et al.²⁵ também estudaram o efeito do laser em tecido nervoso de ratos e não obtiveram resultados significativos, utilizando ΔE entre 0,31 e 19J/cm² e energias entre 0,09 e 5,3J. Para atingir estes valores de energia final, os autores utilizaram tempo prolongado de aplicação (900 segundos) em equipamento com Pm baixa (0,02-0,08mW). Como se pode observar, há necessidade de mais ensaios clínicos com melhor descrição das características do laser e dos efeitos biológicos da fototerapia em regeneração nervosa²².

Estes e outros estudos reforçam a dúvida existente ao estabelecermos a dose do laser por meio da energia total: os melhores efeitos terapêuticos obtidos pela irradiação do laser no tecido ocorrem quando se emite alta potência por um tempo curto ou uma potência mais baixa com um tempo mais prolongado?

Além dos parâmetros necessários para estabelecer uma dose ideal na aplicação do laser de baixa potência, algumas outras respostas ainda precisam ser respondidas. Uma delas seria em relação ao uso do laser em tecidos infectados. Infecção sempre foi considerada uma contra-indicação absoluta à aplicação de fototerapia, porque os efeitos do laser no crescimento de bactérias ainda permanecem obscuros.

Em um estudo *in vitro*²⁶, a aplicação do laser vermelho induziu a morte dos organismos fotossensíveis *staphylococcus aureus* e *pseudomonas aeruginosa*, utilizando doses de 0,1; 0,2 e 0,4J/cm² com laser HeNe e 2,5; 5 e 10J/cm² com laser InGaAl. Vários parâmetros utilizados são citados no estudo, sendo possível o cálculo da energia final: 0,028; 0,057 e 0,114J com laser HeNe e 0,15; 0,3 e 0,6J para o laser InGaAl.

No entanto, Navratil et al.²⁷ relatam que a aplicação do laser AsGa pode estimular o crescimento bacteriano com ΔE de 0,33J/cm², semelhante à utilizada no estudo anterior; porém, não relata a energia final transmitida. Para o efeito bactericida do laser, estes dados concordam com nossa hipótese de que a ΔE não deve ser a forma única de estabelecer a dose.

A análise dos diversos estudos nos leva a destacar a necessidade dos equipamentos nacionais de fornecerem não apenas o cálculo da dose em ΔE , mas também a energia final emitida ao tecido. Dessa forma, os parâmetros utilizados poderiam ser mais bem descritos, o que facilitaria a reprodução clínica de ensaios de sucesso.

Conclusão : : : .

Conclui-se que a utilização da mesma ΔE em aparelhos com Pm diferentes pode fornecer energia final variável, indicando que a ΔE não parece ser o parâmetro que melhor descreve a dose a ser utilizada. É preciso mencionar não só a ΔE , mas também a energia final, para que se possa estabelecer a dose para obtenção do melhor resultado terapêutico.

Referências bibliográficas

1. Kitchen SS, Partridge CJ. A review of low level laser therapy. *Physioter.* 1991;77(3):161-8.
2. Gam AN, Thorsen H, Lonnberg F. The effect of low level laser therapy on musculoskeletal pain: a meta-analysis. *Pain.* 1993;52:63-6.
3. Karu T.I. Molecular mechanism of low-power lasertherapy. *Lasers Life Sci.* 1998;2:53-74.
4. Matera JM, Dagli MLZ, Pereira DB. Efeitos da radiação soft-laser (diodo) sobre o processo de cicatrização cutânea em felinos. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 1994;31(1):43-8.
5. Baker KG, Robertson VJ, Duck FA. A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects [review]. *Phys Ther.* 2001;81:1351-8.
6. Enwemeka CS, Parker JC, Dowdy DS, Harkness EE, Sanford LE, Woodruff LD. The effect of laser phototherapy on tissue repair and pain control: a meta-analysis of the literature. *Photomed Lasers Surg.* 2004;22:323-9.
7. Bjordal JM, Couppe C, Chow RT, Tunér J, Ljunggren EA. A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic disorders. *Austr J Physioter.* 2003;49:107-16.
8. Oliveira NM, Parizotto NA, Salvini TF. GaAs (904nm) laser irradiation does not affect muscle regeneration in mouse skeletal muscle. *Lasers Surg Med.* 1999;25:13-21.
9. Amaral AC, Parizotto NA, Salvini TF. Dose-dependency of low-energy HeNe laser effect in regeneration of skeletal muscle mice. *Lasers Med Sci.* 2001;16:44-51.
10. Rochkind S, Rousso M, Nissan M, Villarreal M, Barr-Nea L, Rees DG. Systemic effects of low-power laser irradiation on the peripheral and central nervous system, cutaneous wound, and burns. *Lasers Surg Med.* 1989;9:174-82.
11. Okuno E, Caldas IL, Chow C. Física para ciências biológicas e biomédicas. 1ª edição. São Paulo: Harbra; 1982.
12. Lucas C, Gemert MJC, Haan RJ. Efficacy of low-level laser therapy in the management of stage III decubitus ulcers: a prospective, observer-blinded multicentre randomized clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2003;18:72-7.
13. Hopkins JT, McLoda TA, Seegmiller JG, Baxter D. Low-level laser therapy facilitates superficial wound healing in humans: a triple-blind, sham-controlled study. *J Athl Train.* 2004;39(3):223-9.
14. Tatarunas AC, Matera JM, Dagli MLZ. Estudo clínico e anatomopatológico da cicatrização cutânea no gato doméstico. Utilização do laser de baixa potência GaAs (904nm). *Acta Cir Bras.* 1998;13(2):86-93.
15. Noronha L, Chin EWK, Kimura LY, Graf R. Estudo morfométrico e morfológico da cicatrização após uso do laser erbio: YAG em tecidos cutâneos de ratos. *J Bras Patol Med.* 2004;40(1):41-8.
16. Pereira AN, Eduardo CP, Matson E, Marques MM. Effect of low power laser irradiation on cell growth and procollagen synthesis of cultured fibroblasts. *Lasers Surg Med.* 2002;31:263-67.
17. Pugliese LS, Medrado AP, Reis SRA, Andrade ZA. The influence of low-level laser therapy on biomodulation of collagen and elastic fibers. *Pesqui Odontol Bras.* 2003;17(4):307-13.
18. Tavares MR, Mazzer N, Pastorello M. Efeito do laser terapêutico na cicatrização tendinosa: estudo experimental em ratos. *Fisioter Bras.* 2005;6(2):96-100.
19. Bjordal JM, Lopes-Martins RAB, Iversen VV. A randomized, placebo controlled trial of low level laser therapy for activated Achilles tendonitis with microdialysis measurement of peritendinous prostaglandin E concentrations. *Br J Sports Med.* 2006;40:76-80.
20. Fillipin LI, Mauriz JL, Vedovelli K, Moreira AJ, Zettler CG, Lech O, et al. Low-level laser therapy (LLLT) prevents oxidative stress and reduces fibrosis in rat traumatized Achilles tendon. *Lasers Surg Med.* 2005;37:293-300.
21. Demir H, Mentu P, Kirnap M, Calir M, Ikizali I. Comparison of the effects of laser, US and combined laser + US treatments in experimental tendon healing. *Lasers Surg Med.* 2004;35:84-9.
22. Gigo-Benato D, Geuna S, Rochkind S. Phototherapy for enhancing peripheral nerve repair: a review of the literature. *Muscle Nerve.* 2005;31(6):694-701.
23. Chen YS, Hsu SF, Chiu CW, Lin JG, Chen CTC, Yao CH. Effect of low power pulsed laser on peripheral nerve regeneration in rats. *Microsurg.* 2005;25:83-9.
24. Miloro M, Halkias LE, Mallery S, Travers S, Rashid RG. Low-level laser effect on neural regeneration in Gore-Tex tubes. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93:27-34.
25. Bagis S, Comelekoglu U, Coskun B, Milean A, Buyukakilli B, Sahin G, et al. No effect of GaAs (904nm) laser irradiation on the intact skin of the injured rat sciatic nerve. *Lasers Med Sci.* 2003;18:83-8.
26. DeSimone N, Christiansen C, Dore D. Bactericidal effect of 0,95mW helium-neon and 5mW indium-gallium-aluminum-phosphate laser irradiation at exposure times of 30, 60 and 120 seconds on photosensitized *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* in vitro. *Phys Ther.* 1999;79(9):839-46.
27. Navratil L, Kymplova J. Contraindications in noninvasive laser therapy: truth and fiction. *J Clin Lasers Med Surg.* 2002;20(6):341-3.