

Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas

Effects of low-level laser therapy on wound healing

FABIANA DO SOCORRO DA SILVA DIAS ANDRADE¹; ROSANA MARIA DE OLIVEIRA CLARK²; MANOEL LUIZ FERREIRA²

R E S U M O

Objetivo: reunir e esclarecer quais os reais efeitos da laserterapia de baixa potência sobre feridas cutâneas e suas formas mais eficazes de aplicação na medicina humana e veterinária. **Métodos:** foram pesquisados artigos originais publicados em periódicos pertencentes às seguintes bases de dados: Lilacs, MedLine, Bireme e PubMed entre os anos de 2000 e 2011, na línguas espanhola, inglesa, francesa e portuguesa, que contivessem a descrição metodológica do modelo experimental e parâmetros utilizados no estudo. **Resultados:** doses compreendidas entre 3-6 J/cm² parecem ser mais eficazes e que doses acima de 10 J/cm² estão associadas a efeitos deletérios. Os comprimentos de onda compreendidos entre 632,8-1000nm seguem como aqueles que apresentam resultados mais satisfatórios no processo de cicatrização tecidual. **Conclusão:** o laser de baixa potência pode ser indicado com segurança para acelerar a resolução de feridas cutâneas, muito embora este fato esteja intimamente ligado à eleição de parâmetros como dose, tempo e comprimento de onda.

Descritores: Pele. Cicatrização de feridas. Anti-inflamatórios. Terapia a laser de baixa intensidade.

INTRODUÇÃO

A incorporação do laser como instrumento terapêutico tem sido acompanhada na área biomédica desde 1960, através de Theodore Maiman, e um dos primeiros experimentos publicados sobre os efeitos do laser de baixa potência data de 1983, através da irradiação de laser HeNe (Hélio-Neônio), sobre feridas de ratos durante 14 dias consecutivos¹.

Os efeitos do laser de baixa potência podem ser observados no comportamento dos linfócitos aumentando sua proliferação e ativação; sobre os macrófagos, aumentando a fagocitose; elevando a secreção de fatores de crescimento de fibroblasto e intensificando a reabsorção tanto de fibrina quanto de colágeno. Além disso, contribuem para elevar a motilidade de células epiteliais, a quantidade de tecido de granulação e, podem diminuir a síntese de mediadores inflamatórios²⁻⁵. Sua ação pode ser observada sobre a redução da área de feridas cutâneas tanto em humanos quanto em animais, muito embora a adoção das variáveis físicas implicadas nos tratamentos ainda não seja um consenso entre os autores⁶⁻⁹.

Em relação ao protocolo de irradiação, a utilização dos lasers pode diferir quanto ao tipo de meio ativador, à potência e dose utilizada e, também, quanto ao modo, tempo de irradiação e número de aplicações³.

Do exposto acima, e com o crescente interesse por terapias alternativas aos fármacos convencionais, o

objetivo deste trabalho se dá em reunir e esclarecer quais os reais efeitos da laserterapia de baixa potência sobre feridas cutâneas e suas formas mais eficazes de aplicação na medicina humana e veterinária.

MÉTODOS

Trata-se de estudo qualitativo a partir de artigos originais publicados em periódicos indexados às seguintes bases de dados: Lilacs, MedLine, Bireme e PubMed. Foram incluídos na pesquisa todos os artigos originais cuja publicação ocorreu entre os anos 1984 a 2011 nas línguas espanhola, francesa, inglesa e portuguesa e que apresentassem metodologia contendo os parâmetros utilizados pela modalidade laser aplicados. Foram excluídos desta pesquisa os artigos que não continham a metodologia aplicada no que tange à descrição dos parâmetros utilizados em seus respectivos trabalhos.

REVISÃO DE LITERATURA

A sigla LASER possui sua origem na língua inglesa, abreviando "light amplification by stimulated emission of radiation". A palavra laser é consagrada pelo uso e define fonte de luz monocromática, intensa, coerente e colimada, cuja emissão de radiação se faz pelo estímulo

1. Curso de Fisioterapia da União Metropolitana de Educação e Cultura, Itabuna, Bahia, Brasil; 2. Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil.

de campo ex-terno, com aplicações variadas e crescentes na indústria, na engenharia, na medicina humana e mais recentemente, na medicina veterinária^{10,11}. Nesta última, o rato tem sido utilizado para estudar diferentes aspectos envolvidos no processo de cicatrização cutânea, sendo de grande eleição como modelo experimental pela facilidade de manejo¹².

Os lasers são classificados em alta e baixa potência. Os primeiros geralmente aplicados para a remoção, corte e coagulação de tecidos, enquanto que os lasers de baixa potência são mais comumente aplicados em processos de reparação tecidual, tais como traumatismos musculares, articulares, nervosos, ósseos e cutâneos^{6,13,14}.

Os efeitos fotobiológicos da radiação laser, convencionalmente, podem ser divididos em curto e longo prazo. As respostas em curto prazo são aquelas nas quais o efeito pode ser observado poucos segundos ou minutos após a irradiação. Já os efeitos observados em longo prazo são aqueles que ocorrem horas ou ainda dias após o final da irradiação e, usualmente, envolvem nova biossíntese celular, especialmente na fase proliferativa da inflamação^{12,15,16}.

Uma grande variedade de lasers pode ser encontrada na literatura a fim de promover o processo de cicatrização tecidual, entre eles: Hélio-Cádmio, Argon, Hélio- Neônio, Krypton, Arseneto de Gálio e Alumínio e CO₂⁶. Sabe-se, no entanto, que o sucesso da terapia de baixa potência e seus respectivos efeitos mostra-se dependente do comprimento de onda, potência, dose e tempo aplicados^{4-8,11,16-23} (Tabela 1).

DISCUSSÃO

O processo de reparo tecidual é complexo e compreende alterações vasculares e celulares, proliferação epitelial e de fibro-blastos, síntese e deposição de colágeno, produção de elastina e proteoglicanos, revascularização e contração da ferida⁸. Destacam-se ainda, os efeitos trófico-regenerativos, anti-inflamatórios e analgésicos^{2,8,24}. Afirma-se ainda, que a laserterapia de baixa potência pode gerar aumento da atividade mitocondrial, com consequente aumento de adenosinatrifosfato (ATP), vasodilatação, síntese proteica, decréscimo nos níveis de prostaglandinas, presença de mitose celular, migração e proliferação de queratinócitos e ocorrência do fenômeno de neoangiogênese^{18,19,23,25}.

Neste sentido, um estudo com laser HeNe, aplicado na dose de 4J/cm², apresentou melhores efeitos na produção de colágeno do tipo III. Em outro, observou-se que doses entre 7 e 9J/cm² provocaram efeito inverso, reduzindo a produção de fibras de colágeno^{2,18}.

Entende-se que o aumento da produção de colágeno ocorre através de mecanismos de fotoestimulação, sobre os quais certas frequências/doses podem atuar, modulando assim a proliferação celular e

elevando a quantidade de fatores de crescimento de fibroblastos. Outra possível explicação para este fato, ainda segundo os autores acima, seria a melhor absorção desse tipo de energia por parte das mitocôndrias e conseqüentemente, maior produção de ATP e ácido nucleico, cujo resultado é o incremento na produção de colágeno, aceleração do reparo epitelial e facilitação do crescimento de tecidos de granulação²⁶.

Segundo Zanotti *et al.*⁹, doses excitatórias (até 8J/cm²) são indicadas quando o objetivo da intervenção inclui a potencialização da bomba sódio/ potássio; estímulo à produção de ATP; restabelecimento do potencial de membrana; aumento do metabolismo e proliferação celular.

A terapia com laser tem sido administrada com o objetivo de promover melhor resolução de processos inflamatórios, redução da dor, evitar a ocorrência de edema, bem como, preservar tecidos e nervos adjacentes ao local da injúria. Tais efeitos podem ser alcançados através de comprimentos de onda entre 600 e 1000nm e potências de 1mW a 5W/cm². Os autores ressaltam ainda, que potências muito baixas (2,5 W/cm²) ou muito elevadas (25 W/cm²), podem ocasionar efeitos inversos²⁷.

Em estudo onde se tratou o processo inflamatório presente em artrite induzida no joelho de ratos com anti-inflamatório e laserterapia de baixa potência, efeitos benéficos foram observados tanto na dose de três quanto de 30J/cm², embora a última dose, quando associada com menor potência e utilizada por dez minutos, tenha se mostrado mais eficiente na redução da área dolorosa ao longo de 120 horas do início do tratamento¹⁹. Bashardoust Tajali *et al.*³, relatam que o comprimento de onda de 632nm, confere melhora na resolução de fraturas, demonstrando-se assim, que existem resultados diversos para o uso desta terapia.

Muito embora o laser tenha sido aplicado com sucesso sobre os sintomas de diversas doenças, estudiosos apontaram que células malignas de melanoma quando irradiadas por laser de Índio-Gálio-Alumínio-Arsênio-Fósforo (InGaAlAsP) através de 660nm de comprimento de onda e dose de 1050 J/cm² foram capazes de revelar piora comportamental da doença¹⁷. Além disso, a utilização do laser é contraindicada em casos de tumor maligno localizado ou irradiado; epilepsia; sobre a glândula tireoide; sobre abdômen gravídico; elevada hipersensibilidade e trombose em veia pélvica ou veias profundas das pernas^{28,29}.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a laserterapia de baixa potência quando aplicada sobre feridas cutâneas é capaz de promover como principais efeitos fisiológicos resolução anti-inflamatória, neoangiogênese, proliferação epitelial e de fibroblastos, síntese e deposição de colágeno, revascularização e contração da ferida. É possível afirmar

Tabela 1 - Breve descrição das propostas de tratamento com laserterapia de baixa potência e seus principais resultados.

Autores	Tratamento	Resultados Obtidos
Busnardo, Simões, 2010 ⁸	HeNe com energia de 4J/cm ² aplicado 12 segundos por ponto da ferida no modo contínuo, 5mW, comprimento de onda de 632,8nm e área de raio do laser de 0,015cm ² .	Aumento de colágeno tipo III, diminuição do infiltrado inflamatório e resolução precoce da fase inflamatória das feridas.
Silva <i>et al.</i> , 2010 ¹⁶	Laser aplicado em 15 ratos Wistar divididos em três grupos: G1 (controle), G2 (2J/cm ²) e G3 (4 J/cm ²), com comprimento de 670nm e irradiados durante 10 dias consecutivos sobre lesão cutânea.	A dose de 4J/cm ² diferiu significativamente das demais quanto ao processo de re-epitelização.
Frigo <i>et al.</i> , 2009 ¹⁷	Aplicação de laser uma vez ao dia, sobre células tumorais, durante três dias consecutivos, com os seguintes parâmetros: 632nm, 50mW, ponteira de 2mm ² , área de irradiação de 2,5 W/cm ² e tempos de 60 e 420 segundos, para doses de 150J/cm ² (grupo 1, <i>in vitro</i>) e 1050J/cm ² (grupo 2, <i>in vivo</i>), respectivamente. O terceiro grupo foi não foi irradiado (grupo controle).	Entre o grupo <i>in vitro</i> e o controle, não se observou diferença estatisticamente significativa para o crescimento de células tumorais. Em relação ao grupo 2 e controle, houve crescimento significativo da massa e volume tumoral para o, bem como elevado número de vasos sanguíneos para o grupo <i>in vivo</i> .
Felice <i>et al.</i> , 2009 ⁷	Aplicação de laser AlGaInP (658 nm, 4J/cm ² , de forma pontual e em varredura sobre úlceras de decúbito e venosas em humanos.	Redução da área das feridas.
Maiya <i>et al.</i> , 2009 ¹⁸	Laser He-Ne sobre feridas cutâneas de ratos diabéticos, com comprimento de onda de 632,8nm e doses de 3-9J/cm ² , durante cinco dias/semana até a completa cicatrização.	Maior produção de tecido de granulação entre os animais que receberam doses entre 4-5J/cm ² , especialmente no quinto dia de tratamento.
Inoe <i>et al.</i> , 2008 ¹¹	Laser de HeNe utilizados em doses de 3 e 6J/cm ² , 45 W de potência e comprimento de onda de 632nm e grupo controle, para feridas cirúrgicas de coelhos hígidos. Os animais foram avaliados nos 7º, 14º e 21º dias.	No 14º dia observou-se presença de tecido de granulação maduro e no 21º dia ausência de hemorragia e exsudato.
Channual <i>et al.</i> , 2008 ⁵	Laser de baixa potência com comprimento de onda de 585 nm e dose de 7J/cm ² sobre feridas cutâneas em ratos.	Proliferação vascular permanente após o quinto dia de aplicação.
Pinto <i>et al.</i> , 2007 ⁴	Primeira semana duas vezes com intervalo de 48h, nas semanas seguintes 1x/semana, de forma pontual e sem uso de medicação adicional.	A lesão respondeu com tecido de granulação, diminuição do processo inflamatório e analgesia desde a primeira aplicação.
Castano <i>et al.</i> , 2007 ¹⁹	Artrite em ratos tratados durante cinco dias com 810nm, potências de 79 e 790mW, doses de 3 e 30J/cm ² e intensidades de 5 e 50mW/cm ²	Incremento de adenosina trifosfato (ATP), melhora do processo inflamatório.
Rocha Júnior <i>et al.</i> , 2006 ²⁰	12 animais foram divididos em dois grupos: experimental e controle. A ferida foi tratada durante sete dias com laser de AsGa, pulsátil, dose 3,8 J/cm ² , potencia de 15mW e tempo de 15 segundos.	O reparo tecidual foi significativamente maior e mais organizado no grupo experimental.
Hopkins <i>et al.</i> , 2004 ²¹	Induziram a ocorrência de lesão por abrasão em membro superior não dominante em dois grupos de pessoas saudáveis. Um grupo foi tratado com dose de 8J/cm ² , comprimento de onda de 820nm e tempo de dois minutos. O outro grupo foi tratado sob os mesmos parâmetros e tempo de cinco segundos. E um terceiro grupo não foi tratado.	Os grupos tratados com laser de baixa potência apresentaram redução estatisticamente significativa da ferida quando comparados ao grupo controle para o 6º, 8º e 10º dias de tratamento.
Envemeka, 2001 ²²	Utilizou laser HeNe (632,8nm, modo contínuo) e laser AsGa (904nm, modo contínuo) em lesões cutâneas de ratos.	Houve melhora da cicatrização para ambos os comprimentos de onda adotados, embora o último tenha apresentado resultados mais evidentes.
Landau, Schattner, 2001 ²³	Laser HeNe (632nm/ 5mW e 904 nm/60W; 4 J/cm ²) associado à oferta de oxigênio tópico hiperbárico, durante 20 minutos por sessão, aplicados sobre úlceras de pé diabético, ao longo de 14 semanas.	Completa cicatrização das úlceras após 25 sessões e apenas 4% de reulceração.
Al-watban, Andres, 2001 ⁶	HeNe (632,8nm de comprimento de onda, dose de 5 J/cm ² e potência de 10,53 mW/cm ²), aplicados três vezes por semana em células <i>in vivo</i> até a completa cicatrização da ferida.	Maior proliferação celular (fibroblastos e mitocôndrias), bem como da microcirculação, com consequente aumento do metabolismo celular.

ainda, que doses compreendidas entre 3-6 J/cm² parecem ser mais eficazes e que doses acima de 10 J/cm² estão associadas a efeitos deletérios. Os comprimentos de onda

compreendidos entre 632,8 e 1000nm seguem como aqueles que apresentam resultados mais satisfatórios no processo de cicatrização tecidual.

ABSTRACT

Objective: To gather and clarify the actual effects of low level laser therapy on wound healing and its most effective ways of application in human and veterinary medicine. **Methods:** We searched original articles published in journals between the years 2000 and 2011, in Spanish, English, French and Portuguese languages, belonging to the following databases: Lilacs, Medline, PubMed and Bireme; They should contain the methodological description of the experimental design and parameters used. **Results:** doses ranging from 3 to 6 J/cm² appear to be more effective and doses 10 above J/cm² are associated with deleterious effects. The wavelengths ranging from 632.8 to 1000 nm remain as those that provide more satisfactory results in the wound healing process. **Conclusion:** Low power laser can be safely applied to accelerate the resolution of cutaneous wounds, although this fact is closely related to the election of parameters such as dose, time of exposure and wavelength.

Key word: Skin. Wound healing. Anti-inflammatory agents. Laser therapy, low-level.

REFERÊNCIAS

- Henriques ACG, Cazal C, Castro JFL. Ação da laserterapia no processo de proliferação celular: revisão de literatura. Rev Col Bras Cir. 2010;37(4):295-302.
- Bourguignon Filho AM, Feitosa ACF, Beltrão GC, Pagnoncelli GC. Utilização do laser de baixa intensidade no processo de cicatrização tecidual. Revisão de literatura. Rev Port Estomatol Cir Maxilofac. 2005;46(1):37-43.
- Bashardoust Tajali S, Macdermid JC, Houghton P, Grewal R. Effects of low power laser irradiation on bone healing in animals: a meta-analysis. J Orthop Surg Res. 2010;5:1-13.
- Pinto NC, Pereira, HC, Stolf NAG, Chavantes MC. Laser de baixa intensidade em deiscência aguda safenectomia: proposta terapêutica. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2009;24(1):88-91.
- Channual J, Choi B, Osann K, Pattanachinda D, Lotfi J, Kelly KM. Vascular effects of photodynamic and pulsed dye laser therapy protocols. Lasers Surg Med. 2008;40(9):644-50.
- Al-watban FAH, Andres BL. Laser photons and pharmacological treatments in wound healing. Laser Therapy. 2001;12:1-9.
- Felice TD, Pinheiro AR, Menchik EDS, Silva ACD, Souza LS, Caires CSA, et al. Utilização do laser de baixa potência na cicatrização de feridas. Intebio. 2009;3(2):42-52.
- Busnardo VL, Biondo-Simões MLP. Os efeitos do laser hélio-neônio de baixa intensidade na cicatrização de lesões cutâneas induzidas em ratos. Rev bras fisioter. 2010;14(1):45-51.
- Zanotti GB, Oliveira PI, Reis SFS, Silva FS, Araújo AR. Efeitos do laser de baixa potência sobre a regeneração da cartilagem na osteoartrose. Rev fisio bras. 2011;12(2):139-46.
- Salcido R, Adrian P, Chulhyun A. Animal models in pressure ulcer research. J Spinal Cord Med. 2007;30(2):107-16.
- Inoe AP, Zafanelli CCG, Rossato RM, Leme MC, Sanches AWD, Araújo CV, et al. Avaliação morfológica do efeito do laser de baixa potência He-Ne em feridas cutâneas de coelhos. Arq ciênc vet zool Unipar. 2008;11(1):27-30.
- Abergel RP, Lam TS, Dwyer RM, Lesavoy MA, Uitto J. Control of connective tissue metabolism by lasers: recent developments and future prospects. J Am Acad Dermatol. 1984;11(6):142-50.
- Barreto JG, Salgado CG. Clinic-epidemiological evaluation of ulcers in patients with leprosy sequelae and the effect of low-level laser therapy on wound healing: a randomized clinical trial. BMC Infect Dis. 2010;10:237-45.
- Lacerda MS, Nunes TC. Efeitos do cetoprofeno e flunixin meglumine namodulação neuroendócrina à dor pós-operatória em cadelas submetidas a ovário-histerectomia. Biosci J. 2008;24(4):131-7.
- Dogan SK, Saime AY, Evcki D. The effectiveness of low-level laser therapy in subacromial impingement syndrome: a randomized placebo controlled double-blind prospective study. Clinics. 2010;65(10):1019-22.
- Silva TS, Mendes F, Alves AMP, Alves EPB, Bertolini GRF. Estudo microscópico da lesão tecidual em pele de ratos Wistar tratados com laser de baixa potência. Rev Bras Bioci. 2010;8(3):264-7.
- Frigo L, Luppi JSS, Favero GM, Maria DA, Penna SC, Bjordal JM, et al. The effect of low-level laser irradiation (In-Ga-Al-AsP – 660 nm) on melanoma in vitro and in vivo. BMC Cancer. 2009;9:404-11.
- Maiya AG, Kumar P, Nayak S. Photo-stimulatory effect of low energy helium-neon laser irradiation on excisional diabetic wound healing dynamics in wistar rats. Indian J Dermatol. 2009;54(4):323-9.
- Castano AP, Dai T, Yaroslavsky I, Cohen R, Apruzzese WA, Smotrich MH, et al. Low-level laser therapy for zymosan-induced arthritis in rats: importance of illumination time. Lasers Surg Med. 2007;39(6):543-50.
- Rocha Júnior AM, Oliveira RG, Farias RE, Andrade LCF, Aarestrup FM. Modulação da proliferação fibroblástica e da resposta inflamatória pela terapia a laser de baixa intensidade no processo de reparo tecidual. An Bras Dermatol. 2006;81(2):150-6.
- Hopkins JT, McLoda TA, Seegmiller JG, Baxter GD. Low-level laser therapy facilitates superficial wound healing in humans: a triple-blind, sham-controlled study. J Athl Train. 2004;39(3):223-9.
- Envemeka CS. Attenuation and penetration of visible 632.8nm and invisible infra-red 904nm light in soft tissues. Laser Therapy. 2001;13:95-101.
- Landau Z, Schattner A. Topical hyperbaric oxygen and low energy laser therapy for chronic diabetic foot ulcers resistant to conventional treatment. Yale J Biol Med. 2001;74(2):95-100.
- Verhey JF, Mohammed Y, Ludwig A, Giese K. Implementation of a practical model for light and heat distribution using laser-induced thermotherapy near to a large vessel. Phys Med Biol. 2003;48(21):3595-610.
- Izikson L, Nelson JS, Anderson RR. Treatment of hypertrophic and resistant port wine stains with a 755nm laser: a case series of 20 patients. Lasers Sur Med. 2009;41(6):427-32.
- Giuliani A, Lorenzini L, Gallamini M, Massella A, Giardino L, Calzà L. Low infra red laser light irradiation on cultured neural cells: effects on mitochondria and cell viability. BMC Complement Altern Med. 2009;9:8.
- Huang YY, Chen AC, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. Dose Response. 2009;7(4):358-83.
- Moshkovska T, Mayberry J. It is time to test low level laser therapy in Great Britain. Postgrad Med J. 2005;81(957):436-41.

29. Bjordal JM, Lopes-Martins RA, Joensen J, Couppe C, Ljunggren AE, Stergioulas A, et al. A systematic review with procedural assessments and meta-analysis of low-level laser therapy in lateral elbow tendinopathy (tennis elbow). *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;29:9:75.

Recebido em 10/10/2012

Aceito para publicação em 15/12/2012

Conflito de interesse: nenhum.

Fonte de financiamento: nenhuma.

Como citar este artigo:

Andrade FSSD, Clark RMO, Ferreira ML. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. *Rev Col Bras Cir.* [periódico na Internet] 2014;41(2). Disponível em URL: <http://www.scielo.br/rcbc>

Endereço para correspondência:

Fabiana do Socorro da Silva Dias Andrade

E-mail: fab4000@gmail.com