



TERAPIA A LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS LOW-POWER LASER THERAPY IN WOUND HEALING

TERAPIA A LASER DE BAJA POTENCIA EN LA CICATRIZACIÓN DE HERIDAS

Taline Bavaresco¹, Viviane Maria Osmarin², Ananda Ughini Bertoldo Pires³, Vítor Monteiro Moraes⁴, Amália de Fátima Lucena⁵

RESUMO

Objetivo identificar a ação da terapia a laser de baixa potência na cicatrização de feridas. **Método:** trata-se de um estudo bibliográfico, tipo revisão integrativa, com busca de artigos publicados entre 2004 a 2017, nas bases de dados MEDLINE, LILACS e biblioteca virtual SciELO. Efetuaram-se, após a leitura dos artigos, a extração e a análise dos dados, e apresentam-se em forma de figura. **Resultados:** selecionaram-se 24 artigos, com diferentes delineamentos de pesquisa. Verificou-se que a terapia a laser de baixa potência propicia ações positivas na oxigenação, crescimento e modulação celular devido à luz irradiada, que afeta os processos metabólicos e produz bioestimulantes celulares e vasculares essenciais ao processo de reparo tecidual. **Conclusão:** conclui-se que a terapia a laser de baixa potência é um tratamento adjuvante que acelera o processo de reparação tecidual e promove benefícios ao conforto dos pacientes. **Descritores:** Terapia a laser; Terapia a Luz de Baixa Intensidade; Cicatrização; Revisão; Resultado do Tratamento; Feridas.

ABSTRACT

Objective: to identify the action of low power laser therapy in wound healing. Method: this is a bibliographical study, of integrative review type, with search of articles published between 2004 and 2017, in the MEDLINE, LILACS and virtual library SciELO databases. After the articles were read, the data was extracted and analyzed, and presented in figure form. **Results:** 24 articles were selected, with different research designs. It has been found that low-power laser therapy promotes positive actions in oxygenation, cell growth and modulation due to irradiated light, which affects the metabolic processes and produces cellular and vascular biostimulants essential to the tissue repair process. **Conclusion:** it is concluded that low-power laser therapy is an adjuvant treatment that accelerates the tissue repair process and promotes patient comfort benefits. **Descriptors:** Laser therapy; Low Intensity Light Therapy; Healing; Review; Treatment Outcome; Wounds.

RESUMEN

Objetivo: identificar la acción de la terapia láser de baja potencia en la cicatrización de las heridas. **Método:** se trata de un estudio bibliográfico, tipo revisión integrativa, con búsqueda de artículos publicados entre 2004 a 2017, en las bases de datos MEDLINE, LILACS y biblioteca virtual SciELO. Se realizaron, después de la lectura de los artículos, la extracción y el análisis de los datos, y se presentan en forma de figura. **Resultados:** se seleccionaron 24 artículos, con diferentes delineamientos de investigación. Se ha comprobado que la terapia láser de baja potencia propicia acciones positivas en la oxigenación, crecimiento y modulación celular debido a la luz irradiada, que afecta los procesos metabólicos y produce bioestimulantes celulares y vasculares esenciales al proceso de reparación del tejido. **Conclusión:** se concluye que la terapia láser de baja potencia es un tratamiento adjuvante que acelera el proceso de reparación tisular y promueve beneficios al bien estar de los pacientes. **Descriptores:** Terapia por Láser; Terapia por Luz de Baja Intensidad; Cicatrización de Herida; Revisión; Resultado del tratamiento; Heridas y Lesiones.

¹Mestra (doutoranda), Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS. Caxias do Sul (RS), Brasil. E-mail: tali_nurse@yahoo.com.br ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5944-1941>; ²Mestranda, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS. Caxias do Sul (RS), Brasil. E-mail: vivianemariaosmarin@yahoo.com.br ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9110-0933>; ³Graduanda em Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS. Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: ananda.pires@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4873-2617>; ⁴Graduando em Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS. Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: vitorm@live.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3540-7818>; ⁵Doutora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS. Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: afatimalucena@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9068-7189>

INTRODUÇÃO

Considera-se que o processo de cicatrização de feridas requer um ciclo contínuo de tratamento e, em alguns casos, por longo período, o que pode impactar negativamente a qualidade de vida do indivíduo. Sabe-se que a cicatrização é complexa, com alterações vasculares e celulares, mecanismos de proliferação celular, síntese e deposição de colágeno, produção de elastina e revascularização, até a contração da ferida.¹ Nota-se que, para mobilizar estes mecanismos, são necessários curativos frequentes, além de orientação do indivíduo para o autocuidado, que inclui o repouso intercalado com exercício e uma dieta que favoreça a cicatrização.²

Nota-se, todavia, que outras tecnologias têm sido utilizadas para o tratamento dessas lesões, e uma delas é a terapia a *laser* de baixa potência (TLBP), que tem se mostrado aplicável no cuidado de feridas, com resultados positivos em diferentes tipos de lesões.

Acredita-se que a TLBP apresenta efeitos fotoquímicos, fotofísicos e fotobiológicos, com luz monocromática não ionizante, polarizada, coerente e passível de ser colimada, capazes de alterar o comportamento celular, favorecendo a reparação tecidual.^{1,3-5} Necessita-se, para o seu uso, considerar os parâmetros corretos associados à distância entre pele e aparelho, área irradiada, tipo de lentes ou espelhos utilizados, tipo de fonte, potência de saída, divergência do feixe emitido, tempo de aplicação, profundidade do tecido, dispersão, absorção e técnica de aplicação.⁶ Devem-se considerar, além disso, o comprimento de onda, o tipo de pulso, a densidade de energia e a frequência de tratamento para propiciar a efetividade terapêutica.¹

Infere-se que, apesar da TLBP ser uma possibilidade tecnológica que pode contribuir no processo de regeneração tecidual, ainda há dúvidas relacionadas aos parâmetros empregados e às suas ações nas diferentes áreas de cuidado à saúde.⁶⁻¹¹

OBJETIVO

- Identificar a ação da terapia a *laser* de baixa potência na reparação tecidual de feridas.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura organizada com base em cinco etapas: identificação do problema; busca na literatura; avaliação e análise dos dados e apresentação da síntese do conhecimento.¹²

Formulou-se, para guiar a revisão integrativa, a seguinte questão condutora: “*Quais as ações do laser de baixa potência na reparação tecidual de feridas?*”.

Coletaram-se os dados entre outubro de 2017 e janeiro de 2018, nas bases de dados MEDLINE, LILACS e biblioteca virtual SciELO. Elencaram-se os descritores de acordo com os Descritores em Ciências da Saúde (DeCs) e MeSH: terapia a *laser*, terapia a laser de baixa potência e cicatrização de feridas, bem como seus correspondentes em inglês. Utilizaram-se as combinações entre os descritores *laser therapy AND low-level OR low power AND wound healing*.

Adotaram-se os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados a partir de 2004 até 2017, nos idiomas inglês, espanhol e português. Excluíram-se artigos de revisão sistemática ou integrativa, teses, dissertações e trabalhos completos que não possibilitavam acesso *on-line*. Os artigos disponíveis em mais de uma base de dados foram incluídos apenas uma vez. Encontraram-se, inicialmente, 907 artigos, dos quais 142 foram avaliados e, após a leitura aprofundada da elegibilidade, obteve-se uma amostra final de 24 artigos.

Construiu-se um fluxograma para o processo de seleção de artigos de acordo com as estratégias de buscas: inclusão de descritores; identificação de bases de dados e artigos com temas relacionados; triagem (títulos repetidos, temas não relacionados, excluídos após a leitura); elegibilidade e critérios de inclusão e exclusão, conforme a figura 1. Destaca-se que a busca foi realizada por dois revisores, de modo independente, até se obter o consenso quando houve resultados divergentes.

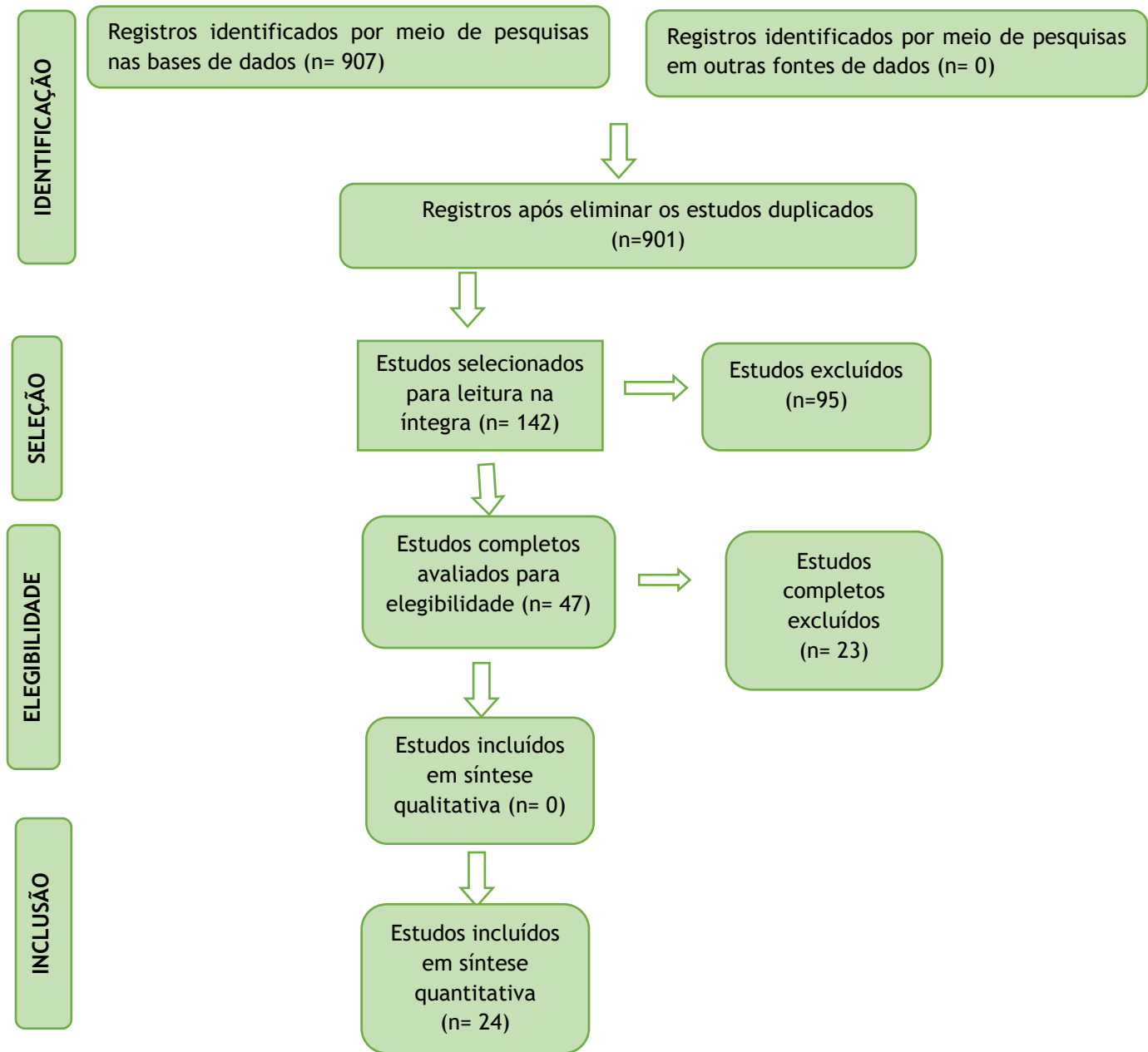


Figura 1 - Fluxograma da seleção dos artigos. Porto Alegre (RS), Brasil, 2017.

Utilizou-se, para a avaliação da amostra, um instrumento que continha informações sobre autores, título, ano, país, objetivo, delineamento, fator de impacto e desfecho do estudo. Sumarizaram-se os estudos em quadro sinóptico organizado em três categorias temáticas: ação do *laser* de baixa potência na oxigenação tecidual, no crescimento celular e modulação tecidual.

Respeitaram-se os aspectos éticos, mantendo-se a autenticidade das ideias, conceitos e definições, de forma a assegurar a autoria dos artigos analisados.

RESULTADOS

Selecionaram-se, ao final dos refinamentos, 24 artigos, dos quais 50% foram publicados nos anos de 2013 a 2015 e, quanto ao país de origem, o Brasil teve nove (40,90%) artigos, seguido pela Índia, com quatro (18,18%); Polônia, com três (13,63%); China e Irã, com dois (9,09%) cada, e, além disso, Israel,

Romênia, Colômbia e EUA tiveram um artigo cada um.

Constatou-se, em relação ao delineamento de pesquisa, que o mais frequente foi o estudo de caso, com oito (33,33%) artigos, seguido por seis (25%) ensaios clínicos randomizados, quatro (18,18%) estudos de caso-controle prospectivos e três (13,63%) experimentais, além de outros delineamentos menos utilizados. Constatou-se o fator de impacto maior do que um em sete (31,8%) publicações, sendo três (42,8%) da Polônia, dois (28,6%) do Brasil e um (14,3%) da China e dos EUA, respectivamente. Informa-se que houve diferentes enfoques nos estudos, porém, sete (29,16%) abordaram feridas crônicas e quatro (16,67%), feridas agudas; seis (27,27%) tratavam sobre Periodontia e sete (31,81%) sobre cultura de células.

Apresentam-se, de forma detalhada, os resultados da revisão integrativa, conforme a figura 2.

Ano	País	Periódico	Título do artigo
2004	Brasil	J Appl Oral Sci	Clinical evaluation of the effects of low intensity Laser (gaalas) on wound healing after gingivoplasty in humans ⁵
	Brasil	Revista Brasileira de Circulação cardiovascular	Low level laser therapy in acute dehiscence saphenectomy: therapeutic proposal ¹³
2009	Brasil	Rev Inst Ciênc Saúde	Tratamento de úlceras crônicas secundárias à esclerodermia com laser de baixa potência - relato de caso ¹⁴
	Brasil	Revista Einstein	Pilot study in neonates using low-level laser therapy in the immediate postoperative period of myelomeningocele ¹⁵
2010	Brasil	An Bras Dermatol	Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo ¹⁶
	Brasil	BioMed Central	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 ¹⁷
2011	Israel	Ostomy Wound Management	Conservative Management of Achilles Tendon Wounds: Results of a Retrospective Study ¹⁸
2012	Índia	BMJ Case Reports	Closure of non-healing chronic ulcer in Klippel-Trenaunay syndrom (KTS) e using low-level laser therapy ¹⁹
	Brasil	Journal Biophotonic	Low-level laser therapy can produce increased aggressiveness of dysplastic and oral cancer cell lines by modulation of Akt/ mTOR signaling pathway ²⁰
2013	Romênia	Journal of Medicine and Life	Fat Graft, Laser CO2 and Platelet-Rich-Plasma Synergy in Scars Treatment ²¹
	Índia	Indian Journal of Dental Research	Low level laser therapy in the treatment of aphthous ulcer ²²
	Polônia	Journal of Physiology and Pharmacology	Phototherapy with low-level laser influences the proliferation Of endothelial cells and vascular endothelial growth factor And transforming growth factor-beta secretion ²³
2014	Colômbia	Rev Univ.Ind.Santander.Salud	Effects of low level laser therapyand high voltage stimulation on diabetic wound healing ²⁴
	China	Photomedicine and Laser Surgery	Helium-Neon Laser Irradiation Promotes the Proliferation and Migration of Human Epidermal Stem Cells In Vitro: Proposed Mechanism for Enhanced Wound Re-pithelialization ²⁵
	Brasil	Acta Cirúrgica Brasileira	Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot Ulcers ²⁶
	Brasil	Escola de Enfermagem da USP	Laserterapia em úlcera por pressão: avaliação pelas Pressure Ulcer Scale for Healing e Nursing Outcomes Classification ⁸
	China	Hindawi Publishing Corporation Mediators of Inflammation	Modulation of Extracellular ATP Content of Mast Cells and DRG Neurons by Irradiation: Studies on Underlying Mechanism of Low-Level-Laser Therapy ²⁷
2015	Polônia	Lasers in Med Science	Tissue laser biostimulation promotes post-extraction neoangiogenesis in HIV-infected patients ²⁸
	EUA	Journal of Biomedical Optics	Combination of low level light therapy and nitrosyl-cobinamide accelerates wound healing ²⁹
	Polônia	Lasers in Medical Science	Low-level laser irradiation effect on endothelial cells under conditions of hyperglycemia ³⁰
	Índia	Journal of Clinical and Diagnostic Research	Low Level Laser Therapy in the Treatment of Intra-Osseous Defect- A Case Report ³¹
2016	Índia	Journal of Indian Society of Periodontology	Effect of low-level laser therapy on wound healing after depigmentation procedure: A clinical study ³²
2017	Irã	J Lasers Med Sci	The Effect of Low Level Laser Therapy on Pemphigus Vulgaris Lesions: A Pilot Study ¹¹
	Irã	J Dent (Shiraz)	Clinical Evaluation of High and Low-Level Laser Treatment (CO2vsInGaAlP Diode Laser) for Recurrent Aphthous Stomatitis ³³

Figura 2. Caracterização dos artigos analisados, Porto Alegre (RS), Brasil, 2017

Observou-se, nos estudos, que o uso da TLBP é heterogêneo, com diferentes potências e com parâmetros que variaram entre fluências de um e dez J/cm², com a

periodicidade da aplicação também variável, desde a aplicação diária, até a semanal.

Organizaram-se, para a apresentação dos resultados referentes à ação e aos desfechos

do uso da TLBP, três quadros-síntese dos 24 artigos, em que se consideraram: oxigenação tecidual, crescimento celular e modulação tecidual.

Observou-se que cinco (20,83%) artigos demonstraram que a ação da TLBP melhorou a oxigenação tecidual, alterando a estrutura e a formação de vasos sanguíneos, conforme a figura 3.

Tipo de estudo	Objetivo	Ação	Desfecho
Estudo de caso ¹⁴	Relatar o efeito do tratamento de úlcera cutânea com TLBP em paciente do sexo feminino com diagnóstico de esclerodermia.	Neovascularização, síntese de ATP, aumento de fibroblastos, colágeno e elastina, liberação de mediadores químicos. Inibição da degeneração nervosa.	Diminuição da área da lesão com a presença de tecido cicatricial em 28 dias, melhora do aspecto vascular e relato na melhora da sensibilidade após 70 dias.
Estudo de caso ¹⁶	Estudar o fenômeno da bioestimulação e destacar os principais efeitos da TLBP na reparação tecidual.	Modificações bioquímicas, bioelétricas e bioenergéticas, promovendo a proliferação e manutenção celular.	Aceleração do processo de reparo de tecidos injuriados pelos efeitos bioestimulantes após 24 dias do procedimento cirúrgico de exodontia.
Estudo caso-controle ²⁹	Mostrar a combinação de TLBI e óxido nítrico e nitrosil-cobinamida (NO-CBI) na melhora das lesões.	Reparação por meio do transporte de elétrons da cadeia-Citocromo oxidase (C-ox) dependente e aumento da produção de ATP.	C-ox foi validado como o fotoreceptor primário por: aumento do consumo de oxigênio, redução da cicatrização na presença de azida de sódio e desassociação de cianeto após a aplicação.
Estudo caso-controle ²⁸	Avaliar a taxa de neoangiogênese de feridas após a TLBP e os parâmetros clínicos (sexo, posição do dente e contagem de linfócitos CD4).	Melhora a formação de novos vasos sanguíneos promovendo a cicatrização após a extração dentária em pacientes com HIV.	Neoangiogênese estatisticamente significativa, com aplicação diária por cinco dias. Redução de complicações.
Experimental ³⁰	Avaliar a ação da TLBP com dois comprimentos de onda (635 e 830 nm) na secreção de fatores inflamatórios sob condições de hiperglicemia.	Provoca a redução da concentração de citocinas inflamatórias - TNF-α. Atua na estimulação do metabolismo celular após a absorção de energia.	Correção dos efeitos adversos da hiperglicemia nas células endoteliais vasculares com comprimento de onda de 830 nm. Foram aplicadas duas sessões em uma semana.

Figura 3. Artigos que demonstram ação do *laser* de baixa potência na melhora da oxigenação tecidual, Porto Alegre (RS), Brasil, 2017.

Identificaram-se onze (45,83%) artigos que demonstraram a ação da TLBP no crescimento celular, conforme a figura 4.

Tipo de estudo	Objetivo	Ação	Desfecho
Estudo de caso ¹⁹	Avaliar a cicatrização de úlcera crônica em um paciente com KTS pela combinação de helium-neon (He-Ne) e LED <i>lasers</i> .	Desenvolve tecido de granulação saudável e cicatrização da úlcera. Elimina o odor fétido da lesão.	Cicatrização da lesão, sem recorrência da úlcera após oito meses da cicatrização.
Estudo de Caso ³¹	Demonstrar o resultado positivo da TLBP em conjunto com a matriz óssea desmineralizada de origem bovina no tratamento cirúrgico de periodontite crônica moderada com abscesso periodontal.	Promove a cicatrização de feridas e reduz a dor após a gengivectomia. A TLBP aumenta a regeneração óssea, promovendo a proliferação e a maturação dos osteoblastos humanos.	Ganho de CAL de 4 mm na matriz óssea após cinco dias. Preenchimento ósseo de 37% em 12 meses. Cicatrização do tecido mole, com mínimo de edema e dor no 2º dia, com suspensão de analgésicos.
Estudo retrospectivo ¹⁸	Avaliar os resultados dos pacientes que receberam TLBP em lesões do tendão de Aquiles, durante os anos de 2004 a 2008.	Favorece a proliferação de queratinócitos. Melhora a organização dos fibroblastos. Auxilia no efeito anti-inflamatório.	Reepitelização completa em 77% casos após um tempo médio de 19 ±10 semanas (intervalo 5-42 semanas) com <i>laser</i> .

Ensaio randomizado ²⁶	clínico	Avaliar os efeitos da TLBP na reparação de tecidos em úlceras diabéticas.	Aumento de fibroblastos e neovascularização. Redução da dor. Reparação de tecidos.	Diminuição significativa no tamanho da ferida em dez dias. Melhora da dor.
Ensaio randomizado ²⁰	clínico	Investigar a influência da TLBP como via de estimulação celular do câncer de cabeça e pescoço.	Modifica significativamente a expressão de proteínas associadas à progressão e invasão em todas as linhas de células.	As células displásicas orais podem sofrer transformações e isso interfere em um fenótipo maligno quando irradiadas.
Experimental ²³		Avaliar a influência da radiação de <i>laser</i> gama luz visível e infravermelha sobre a proliferação de células endoteliais vasculares <i>in vitro</i> e a secreção de fatores angiogênicos.	Estimula a proliferação e a concentração de VEGF-A (fator de crescimento de células endoteliais) e TGF- β (fator de crescimento).	Alterações na concentração de VEGF-A e TGF- β com <i>laser</i> de 635 nm e 830 nm. Maior aumento com o uso do comprimento de onda de 635 nm e a densidade de energia de 4 J / cm ² .
Experimental ²⁵		Investigar os efeitos da TLBF hélio-neon (He-Ne) na proliferação, migração e diferenciação de células-tronco epidérmicas humanas cultivadas.	Promove a proliferação e migração celular com o aumento da fosforilação de ERK (proteína regulada por sinais extracelulares).	O <i>laser</i> HeNe de baixa potência contribuiu na aceleração da epitelização de lesões.
Experimental ²⁷		Conhecer os efeitos da irradiação por <i>laser</i> vermelho no teor de ATP extracelular de mastócito de muco e gânglios da raiz dorsal e os neurônios (DRG).	Elevação de ATP extracelular na cadeia de mastócito humano (MH), com elevação conjunta no teor de ATP intracelular. Nos neurônios DRG, a redução foi no teor de ATP extracelular.	A irradiação com <i>laser</i> vermelho em MC e neurônios DRG tem efeitos opostos sobre o conteúdo extracelular de ATP. Mecanismo complexo subjacente do <i>laser</i> que precisa ser mais aprofundado.
Ensaio randomizado ³²	clínico	Avaliar e comparar os efeitos da TLBP na cicatrização de feridas após o procedimento de despigmentação.	Proliferação dos fibroblastos, queratinócitos e células imunitárias. Migração de células nas margens.	Cicatrização até o 3º dia. No 3º e 15º dias, não foi estatisticamente significativa a diferença na cicatrização.
Ensaio randomizado ²⁴	clínico	Comparar os efeitos adicionais da TLBP, corrente de alta tensão pulsada (HVPC) e tratamento convencional em úlceras de pé diabético.	Estimula a proliferação dos fibroblastos por meio do fator de crescimento.	Melhora na mobilidade dos pacientes tratados com TLBP, avaliados pelo instrumento Euroqual-5D (EQ-5D), diferente dos demais grupos.
Estudo caso-controle ⁵		Avaliar clinicamente os efeitos do <i>laser</i> de arseniato de gálio alumínio - 670 nm na cicatrização de feridas após a gengivoplastia.	Ativação dos fibroblastos na matriz extracelular e nos fatores de crescimento.	Melhora da cor, textura e contorno gengival. Não houve diferença estatística entre o lado irradiado e o não irradiado com <i>laser</i> .

Figura 4. Artigos que demonstram a ação do *laser* de baixa potência no crescimento celular, Porto Alegre (RS), Brasil, 2017.

Classificaram-se oito (33,33%) artigos que demonstraram a ação da TLBP na modulação tecidual, conforme a figura 5.

Tipo de estudo	Objetivo	Ação	Desfecho
Estudo de caso ¹³	Avaliar a resposta da laserterapia terapêutica deiscência safenectomia.	Involução do eritema e como edema, proliferação em granulação e delimitação de dos bordos.	Cicatrização total da lesão na 9ª sessão.
Estudo de caso ⁸	Avaliar o processo de cicatrização pela (PUSH) e o resultado de cicatrização de feridas: produção de ATP em paciente crítico com úlcera por pressão	Liberação de histamina, serotonina e bradicinina, o que resulta na produção de ATP e aumento da regeneração da epiderme, ação analgésica,	Diminuição significativa do tamanho em cinco semanas. Redução da maceração e eritema em bordos após o terceiro dia. Escores do resultado NOC mais elevados e os da PUSH

		tratamento com curativo convencional e TLBP.	inflamatória, antiedematosa e cicatrizante.	diminuíram.
Estudo de caso ²²		Avaliar a ação do <i>laser</i> em dois pacientes diagnosticados com RAE (Estomatite Aftosa Recorrente).	Biomodulação e efeito analgésico imediatos. Atua na vasodilatação com relevância no tratamento da inflamação.	Redução no tamanho, tempo de cicatrização e intensidade da dor em quatro dias. Ausência de recidiva em um ano.
Estudo prospectivo ¹⁵		Analisar o comportamento da reparação tecidual de incisão cirúrgica corretiva em neonatos com mielomeningocele submetidos ao <i>laser</i> de baixa intensidade.	Modulação de macrófagos, fibroblastos, queratinócitos, linfócitos e células endoteliais. Redução do edema e promoção da vascularização.	Pacientes tratados com TLBI apresentaram duas vezes menos deiscências quando comparados ao grupo-controle.
Estudo prospectivo ²¹		Avaliar a eficácia da combinação de <i>laser</i> com plasma rico em plaquetas no tratamento de cicatrizes atróficas e contráteis.	Fotobioativação das células de gordura transplantadas, melhor pega do enxerto. Aumento da função celular por agir nas organelas.	Diferença significativa na estrutura colágena, no número e na qualidade de adipócitos. Aparência da cicatriz, condição da pele, edema, equimose avaliadas como excelentes por mais de 50% dos pacientes.
Ensaio randomizado ¹⁷	clínico	Analisar as características clínicas e epidemiológicas de pacientes com úlceras leprosas e avaliar o efeito da TLBI na cicatrização de feridas específicas.	Estimulação de fibroblastos em resposta ao hormônio de crescimento. Biomodulação celular.	A área, a profundidade e a escala PUSH não mostraram diferença estatística entre os grupos durante 12 semanas (aplicação 3x/semana) em lesões leprosas.
Ensaio randomizado ¹¹	clinico	Avaliar o efeito da terapia a <i>laser</i> de baixo e alto nível no controle da dor e na cicatrização de feridas de estomatite aftosa recorrente.	Ação analgésica	Tempo de ausência de dor após o tratamento foi maior nos grupos que usaram <i>lasers</i> . Duração no tempo de reparo sem diferença estatística.
Estudo de casos ³⁴		Avaliar a eficácia do <i>laser</i> de baixa potência no tratamento se lesões de pênfigo.	Ação analgésica	Redução adicional de 1,30 pontos na média do escore de avaliação qualitativa da ferida e da dor em oito semanas.

Figura 5. Artigos que demonstram a ação do *laser* de baixa potência na modulação tecidual, Porto Alegre (RS), Brasil, 2017.

DISCUSSÃO

Incluíram-se, nesta revisão integrativa, 24 artigos oriundos de diversas partes do mundo e publicados em distintos periódicos. Apresentaram-se estudos com diferentes delineamentos de pesquisa e importantes resultados quanto à oxigenação tecidual, ao crescimento celular e à modulação tecidual decorrentes da ação da TLBP.

Verifica-se que cinco artigos descreveram a ação do *laser* na melhora da oxigenação celular, propiciando ação anti-inflamatória.^{14,16,28-30} Observou-se a neoangiogênese pelo aumento do diâmetro e da quantidade de capilares, melhorando a oxigenação tecidual da região lesada, além de benefícios, como a redução do edema e a aceleração do reparo dos tecidos lesados,

desencadeados pela ação do *laser* nos mediadores inflamatórios.^{16,28-30}

Identificou-se, no estudo de caso-controle com células de osteosarcoma humano, a aceleração da cicatrização das lesões pelo aumento no transporte de elétrons e aumento da produção de ATP.²⁹ Propiciou-se, além disso, a redução do edema em pacientes com úlceras cutâneas decorrentes de esclerodermia por meio de novas mitoses com formação de fibroblastos, colágeno, elastina e liberação de mediadores químicos como histamina, serotonina e bradicinina.¹⁴ Observaram-se, quando usado o *laser* com comprimento de onda 830nm, a redução dos níveis de citocinas inflamatórias em células endoteliais vasculares hiperglicêmicas e o aumento da proliferação celular quando comparado com o comprimento de onda 635nm.³⁰

Bavaresco T, Osmarin VM, Pires AUB et al.

Terapia a *laser* de baixa potência na cicatrização...

Identificou-se que 11 artigos mencionaram sobre a ação do *laser* no crescimento celular.^{5,18-20,23-27,31-32} Relaciona-se esta ação aos mecanismos da fase proliferativa da cicatrização, que corresponde à formação do tecido de granulação e a novos vasos da matriz celular.³³ Infere-se que também houve evidências positivas relacionadas à reepitelização de feridas crônicas e à aceleração da cicatrização, além de diminuição da dor durante o tratamento.³³

Constata-se que a ação do *laser* se mostrou eficaz quando associada a outras terapias para lesões de pele e tecidos. Sugere-se, em estudo retrospectivo com pacientes com lesão em tendão de Aquiles, que o *laser* associado à terapia hiperbárica tópica é uma alternativa de tratamento com efeitos positivos na proliferação de queratinócitos, organização dos fibroblastos e ação anti-inflamatória.¹⁸ Apontou-se, em outro estudo, a aceleração na regeneração de matriz óssea utilizada em tratamento cirúrgico de periodontite, comprovada por radiografia³¹ e, em outro caso de paciente portador de úlcera crônica, consequência da Síndrome de Klippel-Trenaunay (KTS), foi utilizado o *laser* de 632,8 nm por 15 minutos, associado com LED com comprimento de onda de 660 nm e 950 nm, duas vezes por semana, até a cicatrização da lesão, totalizando sete meses de tratamento.¹⁹ Verificaram-se, em estudo, a erradicação do odor desagradável da lesão, a evolução do tecido de granulação, a cicatrização da lesão e a ausência de recidiva após oito meses de cicatrização.¹⁹

Atribuiu-se aos efeitos do *laser* o crescimento celular em estudo experimental que demonstrou aumento significativo da migração e diferenciação de células-tronco epidérmicas humanas cultivadas e irradiadas com *laser* He-Ne a 632,8 nm com 2 J, o que corrobora sua ação positiva na cicatrização tecidual.²⁵ Averiguou-se, nessa linha experimental, que, quando células endoteliais da placenta foram expostas à irradiação com *lasers* de 635nm e 830nm, houve um aumento nos fatores de crescimento celular, em especial pelo VEGF, que é responsável pela regulação e sobrevivência endotelial, proliferação, migração e formação de tubo vascular.²³

Infere-se que, em lesões diabéticas, o uso do *laser* também foi promissor.^{24,26} Acrescenta-se que um estudo avaliou o efeito do *laser* com comprimento de onda de 632,8nm (4J/cm²), por 80 segundos, em pacientes com úlceras diabéticas acompanhados em dias intercalados durante 30 dias, demonstrando melhora significativa

do tamanho das lesões no grupo intervenção, além da redução do estado álgico e nenhuma ocorrência de amputação periférica.²⁶ Obteve-se a cicatrização de úlceras de pé diabético em 77% dos que usaram a TLBP e 66% dos submetidos ao tratamento convencional, com acompanhamento de 16 semanas, contudo, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Observou-se, todavia, que, na dimensão mobilidade do instrumento Euroqol-5D, que avalia qualidade de vida, os pacientes que receberam a TLBP obtiveram melhor escore, configurando seu efeito adicional para o pé diabético.²⁴

Tem-se ainda um efeito favorável da TLBP no controle da dor por ser um tratamento adjuvante. Inferiu-se, em um dos estudos, que sua ação na modulação das Ecto-ATPases celulares de neurônios da derme ou os mastócitos do muco (MCs) e gânglios da raiz dorsal (DRG) propiciou controle álgico. Ligam-se essas Ecto-ATPases à membrana que hidrolisa as células ATP extracelulares e à adenosina, as quais existem no sistema nervoso periférico, o que poderia explicar o efeito sobre o ATP e o alívio da dor.²⁷

Observa-se que, em ferida pós-operatória, o *laser* promoveu a cicatrização até o 3º dia, mas no 7º e 15º dias, a diferença na cicatrização não foi estatisticamente significativa.³² Encontrou-se diferença semelhante em outro estudo que observou que o *laser* está ligado ao aumento das atividades fibroblásticas, porém, sem diferença estatística no tempo de cicatrização da mucosa oral após procedimento de gengivoplastia. Remete-se, por meio desses achados, à necessidade de novos estudos imuno-histológicos correlacionando as alterações clínicas aos achados em nível celular.⁵ Demonstra-se também, em estudos atuais, que o *laser*, pela sua ação de bioestimulação, modifica o comportamento celular, o que não o recomenda em região com proliferação ou displasia celular. Corroborou-se isso em estudo que observou que o *laser* modificou significativamente proteínas associadas à progressão e à invasão em todas as linhas de células, aumentando a expressão de proteínas de pAkt, PS6 e Ciclina D1 e a produção de uma isoforma de Hsp90 agressiva.²⁰

Verificou-se que, em oito artigos desta revisão, a ação da TLBP está atrelada à modulação celular, ou seja, à fase final da epitelização.^{8,11,13,15,17,21-2,34} Encontrou-se, nesses estudos, diferença importante na remodelação do colágeno, com aparência melhorada da cicatriz pela maturação e alinhamento das fibras, melhor condição da

Bavaresco T, Osmarin VM, Pires AUB et al.

Terapia a *laser* de baixa potência na cicatrização...

pele subjacente e menor tempo de recuperação, além de menos deiscências. Destaca-se que o *laser* foi um agente facilitador da cicatrização de lesões agudas, como a de um paciente com deiscência de ferida cirúrgica decorrente de *Bypass*, com cicatrização completa da lesão e melhora da dor após nove aplicações.¹³ Observou-se, em outras lesões agudas, como aftas na cavidade oral, cicatrização após quatro dias e redução álgica imediata com apenas uma sessão de *laser*.²²

Salienta-se, ainda, que a TLBP tem impacto positivo na delimitação dos bordos das lesões, com melhor qualidade do processo de reparação nas lesões tratadas com *laser*. Apontou-se, em estudo com pacientes em pós-operatório de mielomeningoceles, menor incidência de deiscência quando comparada às respostas terapêuticas convencionais.¹⁵ Sabe-se que esse efeito produz menor risco de infecção no sistema nervoso central da criança e, por conseguinte, melhores chances de recuperação.¹⁵

Evidenciou-se que há ações favoráveis também em feridas crônicas, nas quais um estudo mostrou redução nas dimensões de lesão por pressão em paciente com paraplegia, com aumento do tecido epitelial, diminuição da secreção e odor após terapêutica convencional acrescida da TLBP.⁸ Observou-se, em estudo prospectivo, melhora na aparência da cicatriz e condição da pele, diminuição dos sintomas como edema, equimose e tempo de recuperação após enxerto em cicatrizes crônicas atróficas cérvico-faciais e contráteis em região abdominal e pernas.²¹ Tem-se a TLBP também se mostrado eficaz na lesão provocada pelo pênfigo vulgar, que é representado por lesões dolorosas,¹¹ e, de forma semelhante, o tratamento de pacientes com lesões de estomatite aftosa recorrentes com TLBP tem demonstrado ausência de dor após a sua aplicação em um período de tempo menor do que quando são tratadas com outras terapêuticas.³⁴

Apresentam-se, entretanto, resultados de um ensaio clínico randomizado, com pacientes portadores de hanseníase que utilizaram a TLBP, que não mostrou mudança expressiva.¹⁷ Hipotetiza-se que o *Mycobacterium leprae* é capaz de infectar nervos periféricos resultando em danos neurais e sensitivos, motores e distúrbios autonômicos que podem interferir negativamente na cicatrização, e talvez, por isso, a TLBP não tenha demonstrado benefício adicional ao tratamento convencional.

Observou-se, quanto aos parâmetros de aplicação da TLBP, que eles variaram de 610 a 940m, mas a maior parte dos estudos (13=59,09%) utilizou entre 610 a 685m, o que indica a padronização dessa terapêutica na cicatrização de feridas. Considera-se como outro ponto importante o número de aplicações, que variou de uma única aplicação até 48 vezes. Trata-se esse aspecto de um importante fator a ser avaliado, tendo em consideração a característica e a etiologia da lesão, bem como a disponibilidade do paciente e do serviço para a implementação dessa terapêutica.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a TLBP é um tratamento adjuvante com ação capaz de acelerar o processo de cicatrização de lesão tecidual, com evidente ação anti-inflamatória, analgésica e de reparação dos tecidos e, mesmo quando não há a cicatrização total da lesão, a TLBP promove melhora, o que repercute no maior bem-estar do paciente e possível impacto positivo na sua qualidade de vida.

Verifica-se, todavia, que o efeito bioquímico está atrelado à liberação de substâncias pré-formadas (histamina, serotonina, bradicinina), que estimulam a produção de ATP e inibem a produção de prostaglandinas, levando à diminuição dos efeitos inflamatórios e promovendo a reparação estrutural tecidual. Alerta-se que, diante disso, é preciso cautela na irradiação de tecidos com displasia celular ativa, pois se pode estimular o crescimento de todas as células envolvidas.

Compreende-se que a técnica e os parâmetros utilizados para a aplicação da TLBP ainda não são homogêneos e necessitam de conhecimento mais aprofundado quanto à potência (W ou mW), modo (contínuo ou pulsado), pulso (frequência Hz, duração do pulso nanossegundos), comprimento de onda (λ), tipo de ponta e calibração do aparelho. Devem-se explorar a dose em relação à densidade de energia (J/cm^2) e de potência (W/cm^2), área tratada ou área da ponta ativa (cm^2 ou mm^2), tempo de aplicação (s), número de pontos tratados, número de joules por ponto e número total de joules por tratamento em protocolos para diferentes situações clínicas, para propiciar uniformidade e segurança ao procedimento.

Recomenda-se, assim, que estudos clínicos sejam desenvolvidos em diferentes cenários a fim de aprimorar as evidências que envolvem o processo cicatricial de lesões tratadas com TLBP.

REFERÊNCIAS

- Andrade FSSD, Clark RMO, Ferreira ML. Effects of low-level laser therapy on wound healing. *Rev Col Bras Cir.* 2014 Mar/Apr;41(2):129-33. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912014000200010>
- White-Chu EF, Conner-Kerr TA. Overview of guidelines for the prevention and treatment of venous leg ulcers: a US perspective. *J Multidiscip Healthc.* 2014 Feb; 7:111-7. Doi: [10.2147/JMDH.S38616](http://dx.doi.org/10.2147/JMDH.S38616)
- Mathur RK, Sahu K, Saraf S, Patheja P, Khan F, Gupta PK. Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *J Lasers Med Sci.* 2017 Feb;32(2):275-82. Doi: [10.1007/s10103-016-2109-2](http://dx.doi.org/10.1007/s10103-016-2109-2)
- Vaghardoost R, Momeni M, Kazemikhoo N, Mokmeli S, Dahmardehei M, Ansari F, et al. Effect of low-level laser therapy on the healing process of donor site in patients with grade 3 burn ulcer after skin graft surgery (a randomized clinical trial). *Lasers Med Sci.* 2018 Apr;33(3):603-7. Doi: [10.1007/s10103-017-2430-4](http://dx.doi.org/10.1007/s10103-017-2430-4)
- Damante CA, Greggi SL, Sant'ana AC, Passanezi E. Clinical evaluation of the effects of lowintensity Laser (GAALAS) on wound healing after gingivoplasty in humans. *J Appl Oral Sci.* 2004 June;12(2):133-6. PMID: [21365136](http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21365136/)
- Geovanini T. Tratado de feridas e curativos: enfoque multiprofissional. São Paulo: Riedel; 2014.
- Watson JM, Kang'ombe AR, Soares MO, Chuang LH, Whorthy G, Bland JM, et al. VenUS III: a randomised controlled trial of therapeutic ultrasound in the management of venous leg ulcers. *Health Technol Assess.* 2013 Mar; 15(13):1-176. Doi: [10.3310/hta15130](http://dx.doi.org/10.3310/hta15130)
- Palagi S, Severo IM, Menegon DB, Lucena AF. Laserterapia em úlcera por pressão: avaliação pelas Pressure Ulcer Scale for Healing e Nursing Outcomes Classification. *Rev Esc Enferm USP.* 2015 Oct; 49(5): 826-33. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-62342015000500017>
- Romanelli M, Piaggese A, Scapagnini G, Dini V, Janowska A, Iacopi E, et al. EUREKA study - the evaluation of real-life use of a biophotonic system in chronic wound management: an interim analysis. *Drug Des Devel Ther.* 2017 Dec; 11:3551-8. Doi: [10.2147/DDDT.S142580](http://dx.doi.org/10.2147/DDDT.S142580)
- Moura RO, Nunes LCC, Carvalho MEIM, Miranda BR. Effects of Light emitting diode (LED) and Chitosan compounds in Wound healing - systematic review. *Rev Ciênc Farm Básica Apl [Internet].* 2014 [cited 2018 Aug 12];35(4):513-8. Available from: http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/Cien_Farm/article/viewFile/3040/1620
- Yousefi M, Mansouri P, Partovikia M, Esmaili M, Younespour S, Hassani L. The effect of low level laser therapy on pemphigus vulgaris lesions: a pilot study. *J Lasers Med Sci.* 2017; 8(4):177-80. Doi: [10.15171/jlms.2017.32](http://dx.doi.org/10.15171/jlms.2017.32)
- Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Integrative literature review: a research method to incorporate evidence in health care and nursing. *Texto contexto-enferm.* 2008 Oct/Dec;17(4):758-64. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>
- Pinto NC, Pereira MHC, Stolf NAG, Chavantes MC. Low level laser therapy in acute dehiscence saphenectomy: therapeutic proposal. *Rev bras cir cardiovasc.* 2009 Jan/Mar; 24(1):88-91. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-76382009000100017>
- Ferreira JJ, Liebano RE. Treatment of chronic ulcers secondary to scleroderma with low-level laser - case report. *Rev Inst Invest Cienc Salud [Internet].* 2009 [cited 2017 May 19];27(3):226-8. Available from: <http://files.bvs.br/upload/S/0104-1894/2009/v27n3/a006.pdf>
- Pinto NC, Pinto FCG, Alho EJJ, Yoshimura EM, Krebs VLJ, Teixeira MJ, et al. Pilot study in neonates using low-level laser therapy in the immediate postoperative period of myelomeningocele. *Einstein (São Paulo).* 2010 Mar; 8(1):5-9. Doi: [10.1590/s1679-45082010ao1441](http://dx.doi.org/10.1590/s1679-45082010ao1441)
- Lins RDAU, Dantas EM, Lucena KCR, Catão MHCV, Garcia AFG, Neto LGC. Biostimulation effects of low-power laser in the repair process. *An Bras Dermatol.* 2010 Nov/Dec;85(6):849-55. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0365-05962010000600011>
- 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 Aug; 10(237):1-9. Doi: [10.1186/1471-2334-10-237](http://dx.doi.org/10.1186/1471-2334-10-237)
- Kleinman Y, Cahn A. Conservative Management of Achilles Tendon Wounds: Results of a Retrospective Study. *Ostomy Wound Manage.* 2011 Apr;57(4):32-40. Doi: PMID: [21512191](http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21512191/)

Bavaresco T, Osmarin VM, Pires AUB et al.

Terapia a laser de baixa potência na cicatrização...

19. Dixit S, Maiya AG, Umakanth S, Shastry BA. Closure of non-healing chronic ulcer in Klippel-Trenaunay syndrome using low-level laser therapy. *BMJ Case Rep.* 2012 June; 2012:pii: bcr2012006226. Doi: [10.1136/bcr-2012-006226](https://doi.org/10.1136/bcr-2012-006226)
20. Sperandio FF, Giudice FS, Corrêa L, Pinto Junior DS, Hamblin MR, Sousa SC. Low-level laser therapy can produce increased aggressiveness of dysplastic and oral cancer cell lines by modulation of Akt/ mTOR signaling pathway. *J Biophotonics.* 2013 Oct; 6(10):839-47. Doi: [10.1002/jbio.201300015](https://doi.org/10.1002/jbio.201300015)
21. Nita AC, Orzan OA, Fillipescu M, Jianu D. Fat Graft, Laser CO2 and Platelet-Rich-Plasma Synergy in Scars Treatment. *J Med Life.* 2013 Dec;6(4):430-33. PMID: [24868255](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24868255/)
22. Anand V, Gulati M, Govila V, Anand B. Low level laser therapy in the treatment of aphthous ulcer. *Indian J Dent Res .* 2013 Mar/Apr; 24(2):267-70. Doi: [10.4103/0970-9290.116691](https://doi.org/10.4103/0970-9290.116691)
23. Szymanska J, Goralczyk K, Klawe JJ, Lukowicz M, Michalska M, Goralczyk B, et al. Phototherapy with low-level laser influences the proliferation of endothelial cells and vascular endothelial growth factor and transforming growth factor-beta secretion. *J Physiol Pharmacol.* 2013 June; 64(3):387-91. PMID: [23959736](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23959736/)
24. Ortiz MC, Villabona EH, Lemos DMC, Castellanos R. Effects of low level laser therapy and high voltage stimulation on diabetic wound healing. *Rev Univ Ind Santander Salud [Internet].* 2014 May/Aug [cited 2017 May 21]; 46(2):107-17. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/suis/v46n2/v46n2a02.pdf>
25. Liao X, Xie GH, Liu HW, Cheng B, Li SH, Xie S, et al. Helium-neon laser irradiation promotes the proliferation and migration of human epidermal stem cells in vitro: proposed mechanism for enhanced wound re-epithelialization. *Photomed Laser Surg.* 2014 Apr;32(4):219-25. Doi: [10.1089/pho.2013.3667](https://doi.org/10.1089/pho.2013.3667)
26. Feitosa MCP, Carvalho AFM, Feitosa VC, Coelho IM, Oliveira RA, Arisawa EAL. Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot ulcers. *Acta cir bras.* 2015 Dec; 30(12):852-57. Doi: [http://dx.doi.org/10.1590/S0102-865020150120000010](https://doi.org/10.1590/S0102-865020150120000010)
27. Wang L, Hu L, Grygorczyk R, Shen X, Schwarz W. Modulation of extracellular ATP content of Mast Cells and DRG neurons by irradiation: studies on Underlying Mechanism of Low-Level-Laser Therapy. *Mediators*

- inflamm.* 2015; 2015: 630361. Doi: [10.1155/2015/630361](https://doi.org/10.1155/2015/630361)
28. Halon A, Donizy P, Dziegala M, Dobrakowski R, Simon K. Tissue laser biostimulation promotes post-extraction neoangiogenesis in HIV-infected patients. *Lasers Med Sci.* 2015;30(2):701-6. Doi: [10.1007/s10103-013-1411-5](https://doi.org/10.1007/s10103-013-1411-5)
29. Spitler R, Ho H, Norpetlian F, Kong X, Jiang J, Yokomori K, et al. Combination of low level light therapy and nitrosyl-cobinamide accelerates wound healing. *J Biomed Opt.* 2015 May; 20(5):0510221-8. Doi: [10.1117/1.JBO.20.5.051022](https://doi.org/10.1117/1.JBO.20.5.051022)
30. Góralczyk K, Szymańska J, Szot K, Fisz J, Roś D. Low-level laser irradiation effect on endothelial cells under conditions of hyperglycemia. *Lasers Med Sci.* 2016; 31(5):825-31. Doi: [10.1007/s10103-016-1880-4](https://doi.org/10.1007/s10103-016-1880-4)
31. Bhardwaj S, George JP, Remigus D, Khanna D. Low level laser therapy in the treatment of intra-osseous defect: a case report. *J Clin Diagn Res.* 2016 Mar; 10(3):ZD06-08.
32. Chawla K, Lamba AK, Tandon S, Faraz F, Gaba V. Effect of low-level laser therapy on wound healing after depigmentation procedure: a clinical study. *J Indian Soc Periodontol.* 2016 Mar/Apr; 20(2):184-88. Doi: [10.4103/0972-124X.176393](https://doi.org/10.4103/0972-124X.176393)
33. Tapiwa Chamanga E. Clinical management of non-healing wounds. *Nurs Stand.* 2018 Mar;32(29):48-63. Doi: [10.7748/ns.2018.e10829](https://doi.org/10.7748/ns.2018.e10829)
34. Zeini JN, Ghapanchi J, Pourshahidi S, Zahed M, Ebrahimi H. Clinical Evaluation of High and Low-Level Laser Treatment (CO2 vsInGaAlP Diode Laser) for Recurrent Aphthous Stomatitis. *J Dent (Shiraz).* 2017 Mar; 18(1):17-23. PMID: [28280755](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28280755/)

Submissão: 06/04/2018

Aceito: 24/11/2018

Publicado: 01/01/2019

Correspondência

Taline Bavaresco
Avenida Júlio de Castilhos 740, Apto 307
Bairro N Sra de Lourdes
CEP: 95010-000 - Caxias do Sul (RS), Brasil