

Ação da terapia a laser de baixa intensidade na cicatrização de ulcerações diabéticas
Action of low-level laser therapy on the healing of diabetic ulcerations
Acción de la terapia con láser de baja intensidad sobre la cicatrización de ulceraciones
diabéticas

Recebido: 06/10/2020 | Revisado: 07/10/2020 | Aceito: 09/10/2020 | Publicado: 11/10/2020

Matheus Fernandes de Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5970-0704>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: matheus.feca@gmail.com

Lara Rayssa Pires Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4582-7098>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: lararayssabarbosa@outlook.com

Luciane Lima da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2391-4812>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: lucianenppm@yahoo.com.br

Resumo

Objetivou-se verificar evidências na literatura acerca da eficácia da terapia a laser de baixa intensidade na reparação tecidual de úlceras diabéticas dos pés. Realizou-se uma revisão integrativa de literatura, por meio das plataformas online de pesquisa Us national Library of Medicine (PUBMED) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) nas bases de dados LILACS, MEDLINE E BDENF. Para a elaboração da questão de pesquisa da revisão integrativa, utilizou-se a estratégia PICO, fundamental para a melhora da especificidade e clareza conceitual da situação clínica a ser estudada retornando resultados de maior qualidade e precisão. Foram selecionados artigos indexados em periódicos nacionais e internacionais, disponibilizados na íntegra, pesquisas envolvendo seres humanos sem distinção de gênero, e estudos compreendidos nos últimos 5 anos em todos os idiomas encontrados. Os resultados obtidos demonstram eficácia comprovada no tratamento de ulcerações diabéticas através da estimulação celular proporcionada pelo laser, que resulta em uma maior proliferação celular,

neovascularização, e síntese de colágeno. Portanto, o Laser faz-se importante por ser uma terapia de baixo-custo alternativa ao tratamento convencional das úlceras diabéticas, que oferece evidência científica no processo de reparação tecidual e redução da área lesionada.

Palavras-chave: Pé diabético; Terapia a laser de baixa intensidade; Cicatrização de feridas.

Abstract

The objective was to verify evidence in the literature about the effectiveness of low-level laser therapy in the tissue repair of diabetic foot ulcers. An integrative literature review was carried out through the online research platforms Us national Library of Medicine (PUBMED) and Virtual Health Library (VHL) in the LILACS, MEDLINE AND BDNF databases. For the elaboration of the research question of the integrative review, the PICO strategy was used, fundamental for the improvement of the specificity and conceptual clarity of the clinical situation to be studied, returning results of greater quality and precision. Articles indexed in national and international journals were selected, made available in full, research involving human beings without distinction of gender, and studies comprised in the last 5 years in all languages found. The results obtained demonstrate proven efficacy in the treatment of diabetic ulcerations through the cellular stimulation provided by the laser, which results in greater cell proliferation, neovascularization, and collagen synthesis. Therefore, the Laser is important because it is a low-cost therapy alternative to the conventional treatment of diabetic ulcers, which offers scientific evidence in the process of tissue repair and reduction of the injured área.

Keywords: Diabetic foot; Low intensity laser therapy; Wound healing.

Resumen

El objetivo fue verificar la evidencia en la literatura sobre la efectividad de la terapia con láser de bajo nivel en la reparación tisular de las úlceras del pie diabético. Se realizó una revisión integradora de la literatura a través de las plataformas de investigación en línea Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos (PUBMED) y Biblioteca Virtual en Salud (BVS) en las bases de datos LILACS, MEDLINE Y BDNF. Para la elaboración de la pregunta de investigación de la revisión integradora se utilizó la estrategia PICO, fundamental para el mejoramiento de la especificidad y claridad conceptual de la situación clínica a estudiar, retornando resultados de mayor calidad y precisión. Se seleccionaron artículos indexados en revistas nacionales e internacionales, se pusieron a disposición íntegramente, investigaciones que involucraron a seres humanos sin distinción de género, y estudios comprendidos en los

últimos 5 años en todos los idiomas encontrados. Los resultados obtenidos demuestran una probada eficacia en el tratamiento de las úlceras diabéticas a través de la estimulación celular proporcionada por el láser, que se traduce en una mayor proliferación celular, neovascularización y síntesis de colágeno. Por ello, el Láser es importante porque es una alternativa terapéutica de bajo costo al tratamiento convencional de las úlceras diabéticas, que ofrece evidencia científica en el proceso de reparación tisular y reducción de la zona lesionada.

Palabras clave: Pie diabético; Terapia con láser de baja intensidad; Cicatrización de la herida.

1. Introdução

Em concordância com Vitoriano et al. (2019), a perspectiva de indivíduos com diabetes mellitus (DM) tende a aumentar a cada ano o que significa aproximadamente 440 milhões de diabéticos em 2030, o que configura um grande impacto socioeconômico visto que demanda um tratamento e atenção permanentemente em virtude do controle e da melhoria da qualidade de vida, evitando complicações comuns ao DM como ulcerações, principalmente em membros inferiores, que podem resultar em amputações de membros.

É fundamental compreender que o DM configura-se como um conjunto de alterações envolvendo a secreção da insulina pelo pâncreas na corrente sanguínea resultando em um estado hiperglicêmico prolongado danoso a hemostasia do organismo, afetando principalmente a função renal, cardiovascular e nervosa. Vale destacar que indivíduos diabéticos ocorre uma disfunção nas fases cicatriciais (inflamatória, proliferativa e remodelamento), especialmente na fase proliferativa, em função do estado de hiperglicemia crônico a qual promove uma disfunção endotelial que afeta o desempenho fisiológico das células responsáveis pelo processo de reparação tecidual ocasionando um prolongamento da proliferação, migração e angiogênese, retardando o processo de cicatrização, ressaltando que esse retardo cicatricial associado com neuropatia e redução da sensibilidade favorece o surgimento de úlceras diabéticas, comuns em membros inferiores e que representam um grave problema de saúde pública (Sousa & Batista, 2016).

Conforme citado, entre as complicações comuns ao DM está o pé diabético caracterizado pelas ulcerações com presença de infecção e perda tecidual profunda associado com neuropatias responsáveis pela perda da sensibilidade. Essas alterações neurológicas e vasculares nas extremidades decorrem de um distúrbio provocado pelo DM resultando em

distorções anatômicas e fisiológicas do pés, as quais corroboram para criação de pontos de pressão ao passo que a perda progressiva da sensibilidade nos pés potencializam acidentes e feridas nessa região, e quando associado com o quadro de DM e os prejuízos na circulação local, predispõem o aparecimento de úlceras e infecções crônicas que podem culminar em amputações de membros, interferindo negativamente na qualidade de vida do indivíduo (Ministério da Saúde, 2016).

De acordo com Bavaresco, Osmarin, Pires, Moraes e Lucena (2019) a terapia a Laser de baixa intensidade (TLBI) tem se mostrado aplicável no cuidado e tratamento de feridas com significativos resultados positivos, com efeitos fotoquímicos, fotofísicos e fotobiológicos capazes de alterar o comportamento celular consequentemente, favorecendo a reparação tecidual. Diante disso, a ação do laser favorece a oxigenação celular da região lesada através da neoangiogênese pelo aumento da quantidade de capilares, acelerando o reparo dos tecidos lesados.

A utilização da terapia consiste na utilização da radiação de baixa potência capaz de promover efeitos bioquímicos, elétricos e energético na pele podendo ser utilizado como tratamento adjuvante nas lesões por pressão, cujo investigações sugerem ser um tratamento seguro, eficaz e complementar, apresentando benefícios um potencial de acelerar o processo cicatricial, além de aumentar o tecido de granulação, contrair a ferida, e diminuir os efeitos sistêmicos e locais do processo inflamatório, tendo como consequência a redução da dor. Soma-se ainda, a estimulação da liberação de histamina, serotonina e bradicinina, o que corrobora na produção de Adenosina Trifosfato (ATP) e desenvolvimento de uma microcirculação, favorecendo o aumento das taxas de regeneração da epiderme, analgesia, ação anti-inflamatória, anti-edematosa e cicatrização resultando na formação do tecido de granulação mais organizado (Palagi, Severo, Menegon, & Lucena, 2015).

Busca-se por meio deste estudo, investigar a eficácia da laserterapia na cicatrização de ulcerações diabéticas do pé como forma de contribuir com o meio científico informações pertinentes que possam embasar futuras pesquisas, com intuito de oferecer novas alternativas de tratamento de ulcerações diabéticas combinadas com os recursos tecnológicos disponíveis na atualidade visando beneficiar a sociedade, e buscar tratamentos de baixo custo que minimizem as privações das atividades de vida diária.

Desse modo, este estudo versa verificar evidências na literatura acerca da utilização da terapia a laser de baixa intensidade na reparação tecidual de úlceras diabéticas dos pés, como questão norteadora utiliza-se “Qual a eficácia da terapia a laser de baixa intensidade na cicatrização de úlceras diabéticas dos pés?”.

2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura de natureza quantitativa, busca-se conhecer sobre as principais evidências científicas publicadas acerca da TLBI na cicatrização de ulcerações diabéticas (Mendes, Silveira, & Galvão, 2008). Ademais, como descrito por Pereira, Shitsuka, Parreira e Shitsuka (2018) os métodos quantitativos permitem a realização da coleta de dados e agrupamento por meio de técnicas matemáticas que envolvem porcentagens, métodos numéricos e analíticos aplicados conforme finalidade desejada, sendo fundamental para tomada de decisões e prognósticos na área da saúde.

As etapas percorridas para realização do estudo foram: elaboração da questão de pesquisa, amostragem, categorização dos estudos, avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa, interpretação dos resultados e síntese dos resultados (Souza, Silva & Carvalho, 2010).

Para a busca de dados foram usadas como fontes de coleta as plataformas online de pesquisa Us national Library of Medicine (PUBMED) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) nas bases de dados LILACS, MEDLINE E BDENF. Para a elaboração da questão de pesquisa da revisão integrativa, utilizou-se a estratégia PICO, fundamental para a melhora da especificidade e clareza conceitual da situação clínica a ser estudada retornando resultados de maior qualidade e precisão, maximizando assim as informações relevantes a serem utilizadas no estudo para atender aos objetivos propostos e evitando informações desnecessárias (Landa-Ramirez & Arredondo-Pantaleón, 2014).

Portanto o grupamento “P” refere-se à problema do estudo (ulcerações diabéticas de pés); “I” à intervenção estudada ou à variável de interesse (terapia a laser de baixa intensidade); “C” à comparação com outra intervenção, porém o objetivo deste estudo analisa o grupo controle (placebo); “O” refere-se ao desfecho de interesse (cicatrização), a busca dos artigos foi realizada utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH) através dos operadores booleanos “AND” e “OR” como descrito na Quadro 1.

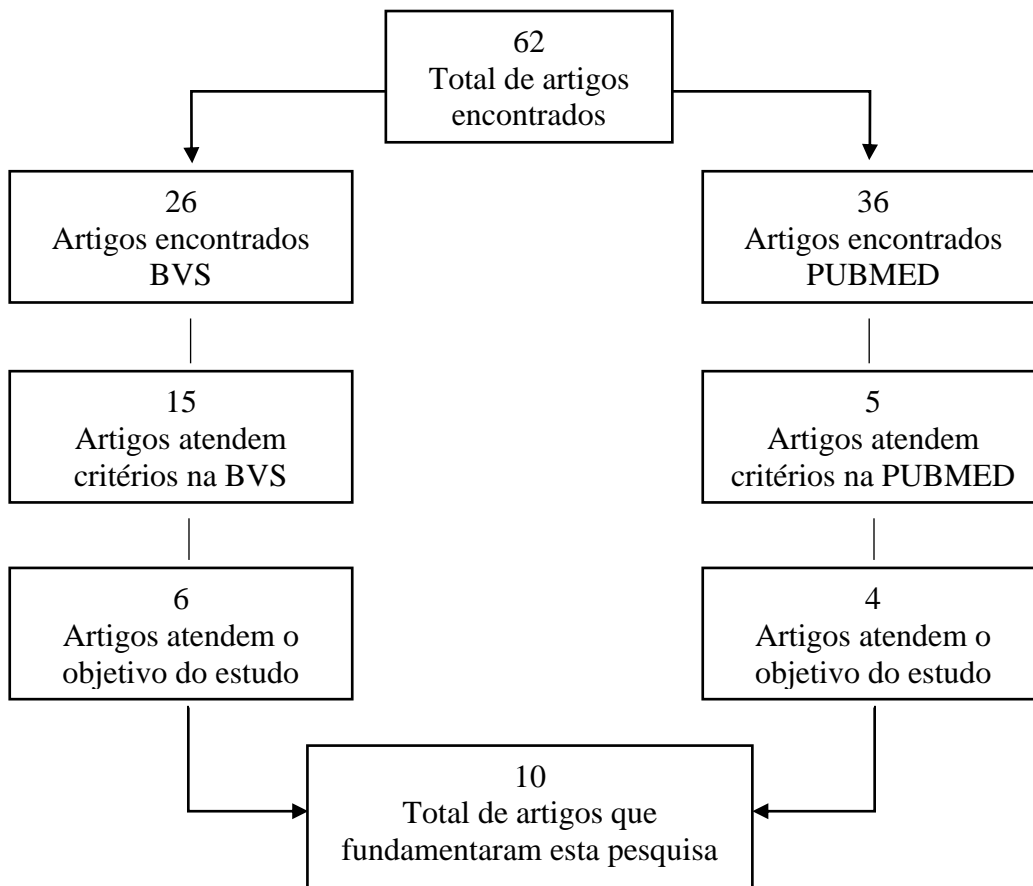
Quadro 1. Estratégia para busca e seleção dos estudos.

		DESCRITORES	
		DECS	MESH
AND	P	“Pé Diabético” OR “Úlcera Diabética do Pé”	“Diabetic Foot” OR “Foot Ulcer, Diabetic”
	I	“Terapia com Luz de Baixa Intensidade” OR “Bioestimulação a Laser” OR “Irradiação a Laser de Baixa Intensidade” OR “Irradiação a Laser de Baixa Potência” OR LLLT OR “Terapia a Laser de Baixa Intensidade” OR “Terapia a Laser de Baixa Potência”	“Low-Level Light Therapy” OR “Low-Power Laser Irradiation” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR LLLT OR “Low Level Laser Therapy” OR “Low Power Laser Therapy”
	C	GRUPO CONTROLE	
AND	O	Cicatrização OR “Cicatrização de Feridas” OR “Cicatrização de Ferimentos”	“Wound Healing”

Fonte: Pesquisa direta em base de dados.

Diante do quadro anterior é importante salientar que o uso e combinação dos descritores é fundamental para obtenção de uma maior gama de resultados atendendo aos objetivos deste estudo. Assim, a questão de pesquisa delimitada foi: “qual a eficácia da terapia a laser de baixa intensidade na cicatrização de ulcerações diabéticas de pés?” Como critérios de inclusão foram selecionados artigos indexados em periódicos nacionais e internacionais, disponibilizados na íntegra (texto completo, pesquisas oriundas de ensaio clínico controlado e revisões de literatura com metodologia bem definida, pesquisas envolvendo seres humanos sem distinção de gênero, e estudos compreendidos entre os anos de 2015 a setembro de 2020 em todos os idiomas encontrados. Foram excluídos os artigos que não pertenciam ao período compreendido no estudo, estudos em animais, além de artigos duplicados e publicações que não se adequaram aos critérios propostos ou que desviem da temática. Somando-se todas as bases de dados, foram encontrados 62 artigos como demonstra a Figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas de seleção dos artigos.



Fonte: Pesquisa direta em base de dados.

De acordo com a Figura 1, é possível verificar o passo a passo das etapas de seleção dos artigos resumidamente contando com a quantidade de artigos obtidos em cada etapa. Após a leitura dos títulos dos artigos, notou-se que alguns deles se repetiram nas diferentes bases e outros não preenchiam os critérios deste estudo. Ao todo, foram selecionados 20 artigos para leitura do resumo e excluídos os que não diziam respeito ao propósito deste estudo. Após a leitura dos resumos, foram selecionados 10 artigos para análise e categorização.

3. Resultados e Discussão

A partir da leitura e análise do material encontrado conforme os critérios de elegibilidade definidos no tópico Metodologia, foram agrupadas informações pertinentes

acerca dos artigos encontrados, entre os quais: ano de publicação, abordagem metodológica, e periódico de publicação, como demonstra a Tabela 1.

Tabela 1. Categorização de artigos conforme Ano, Abordagem Metodológica e Periódico de Publicação.

VARIÁVEIS		
ANO DE PUBLICAÇÃO	Nº	%
2015	1	10
2016	4	40
2018	2	20
2019	2	20
2020	1	10
ABORDAGEM METODOLÓGICA		
Revisão de Literatura	5	50
Ensaio Clínico Controlado	5	50
PERIÓDICO DE PUBLICAÇÃO		
Advances in Skin & Wound Care	1	10
Diabetic Feet. Photomedicine And Laser Surgery	1	10
Anais Brasileiros de Dermatologia	1	10
Lasers in Medical Science	2	20
ESTIMA, Brazilian Journal of Enterostomal Therapy	1	10
Rev Esc Enferm USP	1	10
Acta Cirúrgica Brasileira	1	10
Diabetes Research and Clinical Practice	1	10
Wound Repair and Regeneration	1	10

Fonte: *Microsoft office excel (2013).*

Como demonstra a tabela anterior, observa-se grande distribuição entre os anos de publicação, no entanto, o ano de 2016 apresenta maior frequência de publicação de artigos acerca da temática totalizando 4 publicações, que representam 40% do total de artigos analisados, com relação a abordagem metodológica houve equilíbrio, 50% das pesquisas são de Revisão de literatura, e 50% das pesquisas são de Ensaio clínico controlado. Nas publicações, vale destacar a diversidade de periódicos, sendo 20% dos artigos publicados na revista *Lasers in Medical Science*, e cada um dos outros periódicos mencionados na Tabela 2 com 10% de publicação.

Baseado no resultados obtidos a partir do cruzamento entre os descritores mencionados no Quadro 1, um total de 10 artigos foram selecionados para fundamentar este estudo, sendo distribuições conforme demonstra o Quadro 2, sendo categorizados por Título, Autores, Ano de Publicação e Principais resultados.

Quadro 2. Categorização de artigos por Título, Autoria, Ano de publicação e Principais resultados.

Título	Autores	Ano de Publicação	Principais Resultados
Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot ulcers	Feitosa et al.	2015	Constatou-se que o tratamento com laser de baixa potência houve a diminuição significativa do tamanho da ferida quando comparado ao grupo controle ($p < 0,5$)
Laser therapy in wound healing associated with diabetes mellitus – Review	Sousa & Batista	2016	Os estudos apresentaram resultados satisfatórios na cicatrização de feridas diabéticas foram aqueles que receberam densidades de energia aplicadas entre 3-5 J/cm ² e densidades de potência iguais ou menor que 0,2 W/cm ² com emissão contínua
A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic	Tchanque-Fossuo et al.	2016	Esses estudos apontaram que a LLLT possui potencial significativo para tornar-se uma modalidade portátil, minimamente invasiva, fácil de

foot ulcer			usar e de baixos custos para tratamento de DFU
Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers	Mathur et al.	2016	Conclui-se através desse estudo que nos pacientes do grupo de tratamento a área da ferida foi reduzida com uma maior quantidade de granulação do que comparado ao grupo controle
Terapia a laser de baixa intensidade e <i>Calendula officinalis</i> no reparo de úlcera em pé diabético	Carvalho et al.	2016	Constatou-se que a Terapia a Laser de Baixa Intensidade, realizada tanto isoladamente quanto associada ao óleo de <i>Calendula officinalis</i> , foi eficaz no alívio da dor e na aceleração do processo de reparo tecidual de pé diabético
Effects of Low-Power Light Therapy on the Tissue Repair Process of Chronic Wounds in Diabetic Feet	Santos et al.	2018	Estudos comprovaram que o Grupo Laser apresentou um aumento significativo de o índice de reparo tecidual quando comparado ao Grupo Controle, com diferença estatística significativa (p <0,013). Portanto, conclui-se que com o uso de LLLT em feridas crônicas em pé diabético demonstrou eficácia na progressão do processo de reparo tecidual em um curto período
Efficacy of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer: A systematic review and metaanalysis	Li et al.	2018	Através da análise qualitativa dos RCTs, conclui-se que o LLLT também desempenhou um papel na o tratamento de DFUs através da promoção de rápida formação de granulação e encurtamento tempo de

of randomized controlled trials			fechamento da úlcera, bem como alívio da dor da úlcera no pé
Comparative study on laser and LED influence on tissue repair and improvement of neuropathic symptoms during the treatment of diabetic ulcers	Vitoriano et al.	2019	Conclui-se através desse estudo que a fototerapia, seja com laser ou LED, é uma modalidade terapêutica útil para promover a cura de úlceras e para melhorar os sinais e sintomas neuropáticos em pacientes com DM.
Photobiomodulation Therapy for Wound Care: A Potent, Noninvasive, Photoceutical Approach	Mosca et al.	2019	Através desse estudo conclui-se que a cicatrização de feridas foi comprovada por benefícios de tratamentos com luz de baixa dose (fotobiomodulação Terapía) e que diferentes comprimentos de onda discretos e dose de luz podem ser usados para promover Fases específicas da cicatrização de feridas
Efeitos da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização de úlceras nos pés em pessoas com diabetes mellitus	Brandão et al.	2020	Os artigos desse estudo apontaram como efeitos da laserterapia a efetividade na progressão do processo de reparo tecidual do pé diabético, alívio da dor, ação anti-inflamatória, aumento da perfusão tecidual da lesão e melhora da resposta vascular e do sistema nervoso.

Fonte: *Microsoft office excel (2013).*

3.1 Ulcerações e o Diabetes mellitus: aspectos conceituais

Conforme mencionado anteriormente, vale destacar que o DM apresenta uma das complicações mais comuns é o pé diabético, caracterizado principalmente pelas ulcerações que acometem os membros inferiores, sendo estas decorrentes de ferimentos e/ou infecções, as quais quando não ocorre a cicatrização do tecido lesionado se cronificam e destroem tecidos profundos, correspondendo a 40-70% das amputações não traumáticas nos membros inferiores, sendo um grave problema de saúde pública por interferir diretamente na qualidade de vida de quem possui um membro amputado, além de gerar gastos ao sistema de saúde, necessita de uma abordagem multidisciplinar durante o procedimento cirúrgico e na fase de reabilitação como intuito de minimizar os danos gerados ao paciente (Feitosa et al. 2015).

Ulcerações diabéticas são responsáveis por instabilidade nos aspectos emocionais como a angustia, perdas físicas, além de aspectos sociais, como perda de produtividade e financeiras decorrentes do tratamento, reduzindo a qualidade de vida. É importante ainda destacar os fatores que predispõem o aparecimento de ulcerações diabéticas, entre os quais: homens, indivíduos com DM por mais de 10 anos, comprometimento neuronal periférico, anomalia estrutura do pé, hipertensão arterial periférica, controle glicêmico descompensado, história anterior de úlceras e/ou amputações, sendo a tríade neuropatia, isquemia e infecções principais responsáveis pelo aparecimento de ulcerações (Mathur et al. 2016).

Em concordância com Li et al. (2018), a reparação do tecido lesionado em pacientes diabéticos ocorre mais lentamente em comparação com indivíduos que não apresentação a patologia, sendo esta diferença de tempo na cicatrização explicada pelo comprometimento da quimiotaxia leucocitária, redução da função dos macrófagos que facilita o desenvolvimento de infecções graves, além de que ocorre também redução da síntese de colágeno e fatores de crescimento, o que significa dizer uma demora na contração e fechamento da ferida aberta, logo, faz-se necessário uma abordagem com foco no controle glicêmico, cuidados e antisepsia no local da ferida, evitando propagação de uma possível infecção.

Posteriormente o estudo de Vitoriano et al. (2019) corrobora o autor anterior ao citar que o DM promove modificações no desempenho e comportamento celular através de uma disfunção endotelial, entretanto, infere-se que a aplicação de fototerapia no local lesionado tem sido uma importante alternativa na ativação enzimática e progressão do ciclo celular durante a reparação tecidual.

3.2 Terapia a laser de baixa intensidade e a resposta cicatricial

A terapia a laser de baixa intensidade apresenta resultados significativos demonstrando eficácia terapêutica no processo de cicatrização de feridas, utilizando fatores e técnicas controladas, como dosagem, comprimento de onda e tempo, que quando bem utilizados favorecem a angiogênese e a produção de compostos na matriz extra-celular que promovem a reparação tecidual, entretanto, na literatura os parâmetros de utilização do laser são bastantes diversos como demonstra a Tabela 2 (Sousa & Batista, 2016).

Tabela 2. Parâmetros utilizados na configuração do laser na utilização em tecidos.

Autor	Equipamento	Comprimento de Onda	Potência	Fluência (Por ponto)	Tempo Em segundos
Vitoriano et al.	Laser de arsenieto de gálio-alumínio (IBRAMED)	830 nm	30 mW	7J/cm ²	28
Carvalho et al.	Laser – HTM	658 nm	30 mW	4J/cm ²	80
Santos et al.	Laser pulse IBRAMED	660 nm	30 mW	6J/cm ²	13
Feitosa et al.	Laser – HTM	632,8 nm	30 mW	4J/cm ²	80
Mathur et al.	Laser de diodo portátil fabricação RRCAT	660 nm	50 mW	3J/cm ²	60

Fonte: *Microsoft office excel (2013).*

A partir da análise da tabela acima, percebe-se a presença de múltiplas variáveis como já mencionado anteriormente o que implica dizer diferentes respostas e tempo de cicatrização na utilização do laser para cicatrização de ferimentos, todavia, é possível mencionar que o comprimento de onda mais utilizado entre os autores foi de ± 660 nm, a potência de 30 mW, fluência de 4J/cm² por ponto, e o tempo mais comum de aplicação gira em torno de 80 segundos.

A eficácia da TLBI possui diversas variáveis e sua eficácia está associada com a penetração do raio no tecido na pele humana, sendo associado com o espectro de absorção. Existem os comprimentos de onda azul (435-500 nm), vermelho (620-750 nm) e infravermelho (750-950 nm), entretanto, os comprimentos mais utilizados são vermelho e infravermelho por penetrar profundamente o tecido humano estando sujeito a menor absorção pelo sangue e pela melanina, ou seja, baixa penetração e alta absorção, os comprimentos azul-vermelho são utilizados para o tratamento de tecidos superficiais enquanto o infravermelho é utilizado para tratar mais profundamente tecidos profundos, justificando a escolha dos autores da Tabela 2 em seus ensaios clínicos, cujos comprimentos estão entre espectros vermelho ou infravermelho (Mosca, Ong, Albasha, Bass & Arany, 2019).

Conforme Carvalho et al. (2016), a TLBI é apresentada como um recurso terapêutico de baixo custo para tratamento de úlceras com eficácia científica comprovada, os resultados da sua pesquisa demonstram eficácia na redução da dor, com resultados significantes que comprovam que a terapia a laser possui ação analgésica quando utilizado de forma isolada, quanto utilizado como tratamento adjuvante, além disso, com relação a área da ulceração diabética percebe-se que no grupo controle (sem intervenção) o autor obteve resultados contrário ao objetivo, ou seja, houve um aumento na área da lesão, ao passo que quando utilizado o laser de forma isolada, os resultados se apresentam como satisfatório por demonstrar redução significativa na área da lesão. Posteriormente, Brandão et al. (2020) confirma estes resultados a partir do consenso em relação a utilização do laser em úlceras por pé diabético, que favorece redução da dor, aumento da perfusão tecidual da lesão, estímulo a neovascularização, e proliferação celular quando comparado com grupos controle.

Para Santos et al. (2018), a amostra do seu estudo era composta por pacientes hiperglicêmicos pós-prandial no sangue >140mg/dL que apresentavam feridas crônicas no início do tratamento, diante disso, evidencia-se que o grupo de intervenção que utilizava a terapia a laser apresentou um índice de reparação tecidual significativamente maior que o grupo de controle, os resultados demonstram que o grupo controle apresentou boa resposta no reparo, porém não suficiente para alcançar o resultado esperado, enquanto o grupo que utilizou o laser houve excelente resposta ao reparo das ulcerações diabéticas apesar de serem pacientes hiperglicêmicos. Além disso, o autor evidencia que na terapia convencional o grupo controle precisava de um maior tempo no processo de reparo, com presença de hiperqueratose difícil de desbridar, ressecamento excessivo da borda e maceração devido a umidade causada pelo hidrogel, ao passo que o grupo laser houve formação de tecido epitelial em mais de 50% dos casos além de redução no processo inflamatório.

Segundo Tchanque-Fossuo et al. (2016), a TLBI pode promover o tratamento dos pés diabético por estabilizar o suporte nutricional extracelular fundamental para facilitar o processo de cicatrização de feridas em pacientes com DM, através do recrutamento de citocinas e fatores de crescimento importantes para estimular a cicatrização de ferimentos além da síntese de colágeno e de fibroblastos, estas respostas a esses estímulos podem ser evidenciados em Mathur et al. (2016) visto que as úlceras em grupos tratados com TLBI apresentam mais tecido de granulação, além da porcentagem de redução da área da ferida $37,3 \pm 9\%$ em comparação com $15 \pm 5\%$ do grupo controle que também apresentou alguma quantidade de pus.

4. Conclusão

Baseado nas pesquisas analisadas neste presente estudo observa-se que TLBI oferece suporte e evidências científicas que fundamentam a sua utilização, além de oferecer uma terapia de baixo-custo alternativa e/ou adjuvante ao tratamento convencional das úlceras diabéticas dos pés, oferecendo resultados significativos no processo de reparação tecidual e apresentando importante evidência na redução da área lesionada nos grupos em que houve utilização do Laser em comparação com os grupos que não houve tratamento, ou foi utilizado tratamento convencional (controle).

Ademais, vale ressaltar que os resultados observados nesta pesquisas inferem que a utilização da TLBI promove a neovascularização, migração celular, síntese de colágeno e produção de fatores de crescimento fundamentais no processo de contração e fechamento da ferida, além disso, provou-se ser uma importante tecnologia do ponto de vista econômico devido ao fato da terapia otimizar o tempo de cicatrização de uma lesão por possui efeito bioestimulador sem apresentar efeitos adversos relatados, visto que o tratamento crônico de um pé diabético ou amputação de membro demanda recursos financeiros individuais e ao sistema de saúde, além de impactar na percepção do cliente em seu aspecto físico e psicossocial, logo, a TLBI faz-se necessária na promoção e melhoria da qualidade de vida.

Portanto, é de suma importância a familiarização dos profissionais de saúde com recursos tecnológicos disponíveis, com foco na equipe multidisciplinar, acerca do recursos tecnológicos como alternativa e/ou adjuvante ao tratamento convencional, visto que as ulcerações diabéticas constituem um grave problema de saúde pública e a TLBI oferecer aparato técnico-científico capaz de reverter uma possível amputação de membro a partir proliferação celular e estímulo a cicatrização proporcionados pela utilização do Laser.

Referências

Bavaresco, T., Osmarin, V., Pires, A., Moraes, V., & Lucena, A. (2019). Terapia a laser de baixa potência na cicatrização de feridas. *Revista De Enfermagem UFPE On Line*, 13(1), 216.

Brandão, M., Ximenes, M., Ramalho, A., Veras, V., Barros, L., & Araújo, T. (2020). Efeitos da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização de úlceras nos pés em pessoas com diabetes mellitus. *ESTIMA, Brazilian Journal Of Enterostomal Therapy*. https://doi.org/10.30886/estima.v18.844_pt

Carvalho, A., Feitosa, M., Coelho, N., Rebêlo, V., Castro, J., & Sousa, P. et al. (2020). Low-level laser therapy and *Calendula officinalis* in repairing diabetic foot ulcers. *Rev Esc Enferm USP*. 2016;50(4):626-632. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-623420160000500013>

Feitosa, M., Carvalho, A., Feitosa, V., Coelho, I., Oliveira, R., & Arisawa, E. (2020). Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot ulcers. *Acta Cirúrgica Brasileira*, 30(12), 852-857.

Landa-Ramírez, E. & Arredondo-Pantaleón, A., (2014). Herramienta pico para la formulación y búsqueda de preguntas clínicamente relevantes en la psicooncología basada en la evidencia. *Psicooncología*, 11(2-3).

Li, S., Wang, C., Wang, B., Liu, L., Tang, L., & Liu, D. et al. (2018). Efficacy of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Research And Clinical Practice*, 143, 215-224. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.07.014>

Mathur, R., Sahu, K., Saraf, S., Patheja, P., Khan, F., & Gupta, P. (2016). Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *Lasers In Medical Science*, 32(2), 275-282. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2109-2>

Mendes, K., Silveira, R., & Galvão, C. (2008). Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & Contexto - Enfermagem*, 17(4), 758-764.

Ministério da saúde (2016). Manual do pé diabético: estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica. Brasília-DF: Editora MS.

Mosca, R., Ong, A., Albasha, O., Bass, K., & Arany, P. (2019). Photobiomodulation Therapy for Wound Care. *Advances In Skin & Wound Care*, 32(4), 157-167. <https://doi.org/10.1097/01.asw.0000553600.97572.d2>

Palagi, S., Severo, I., Menegon, D., & Lucena, A. (2015). Laser therapy in pressure ulcers: evaluation by the Pressure Ulcer Scale for Healing and Nursing Outcomes Classification. *Revista Da Escola De Enfermagem Da USP*, 49(5), 826-833.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. Metodologia da pesquisa científica (e-book). Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM.

Santos, J. A. F. de., Campelo, M. B. D., Oliveira, R. A. de., Nicolau, R. A., Rezende, V. E. A, & Arisawa, E. A. L. (2018). Effects of Low-Power Light Therapy on the Tissue Repair Process of Chronic Wounds in Diabetic Feet. *Photomedicine And Laser Surgery*, 36(6), 298-304. <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4455>

Sousa, R., & Batista, K. (2016). Laser therapy in wound healing associated with diabetes mellitus - Review. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 91(4), 489-493.

Souza, M., Silva, M., & Carvalho, R. (2010). Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102-106.

Tchanque-Fossuo, C., Ho, D., Dahle, S., Koo, E., Li, C., Isseroff, R., & Jagdeo, J. (2016). A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer. *Wound Repair And Regeneration*, 24(2), 418-426. <https://doi.org/10.1111/wrr.12399>

Vitoriano, N., Mont'Alverne, D., Martins, M., Silva, P., Martins, C., Teixeira, H., Miranda, C., Bezerra, L., Montenegro, R. & Tatmatsu-Rocha, J., (2019). Comparative study on laser and LED influence on tissue repair and improvement of neuropathic symptoms during the treatment of diabetic ulcers. *Lasers in Medical Science*, 34(7), pp.1365-1371.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Matheus Fernandes de Castro – 45%

Lara Rayssa Pires Barbosa – 35%

Luciane Lima da Silva – 20%