

Aplicabilidade da fotobiomodulação na úlcera por pressão em pé diabético: relato de experiência

Applicability of photobiomodulation in pressure ulcers in diabetic foot: experience report

Aplicabilidad de la fotobiomodulación en úlceras por presión en pie diabético: reporte de experiencia

Resumo

Objetivo: Descrever e avaliar a evolução do processo de cicatrização de uma úlcera por pressão de pé diabético utilizando a terapia de baixa intensidade mediante ao processo da fotobiomodulação. **Método:** Trata-se de um relato de experiência a ser vivenciado no estágio curricular no período de março a maio de 2023, em um domicílio no município de Bom Despacho, Minas Gerais. Os dados foram coletados utilizando registros escritos, e a evolução do quadro por meio de medição com uma régua de papel milimetrada, além de registro fotográfico. O instrumento utilizado na pesquisa será o aparelho Laser Arsenieto de Gálio (AlGaAs), da marca DMC, modelo Therapy EC sem fio (wireless) com comprimento de onda de $660\text{nm} \pm 10\text{ nm}$, e potência de 100 mW, óculos de proteção, sendo um para o paciente e o outro para o aplicador e luvas de látex. **Resultado:** Os resultados evidenciam-se o fechamento completo das bordas da lesão, apresentando tecido epitelizado, rosado e hidratado, após dez sessões de terapia de baixa intensidade. Nota-se estudos que comprovam a eficácia da utilização do laser de baixa intensidade na cicatrização de úlcera por pressão em pé diabético, entretanto, existem divergências e falta de padronização em sua aplicabilidade. **Conclusão:** O presente estudo demonstra a eficácia da utilização do laser com parâmetros de baixa intensidade resultando na cicatrização total da úlcera por pressão, todavia, mostra-se a necessidade de mais estudos controlados com maiores exigências. Apesar de o protocolo utilizado ser diferente nesse estudo, a escolha da dose da terapia de baixa intensidade apresentou excelentes resultados.

Descritores: Fotobiomodulação; Diabetes Mellitus; Terapia de baixa intensidade; Úlcera por pressão; Pé diabético.

Abstract

Objective: To describe and evaluate the evolution of the healing process of a diabetic foot pressure ulcer using low-intensity therapy through the photobiomodulation process. **Method:** This is an experience report to be carried out during the curricular internship from March to May 2023, in a home in the municipality of Bom Despacho, Minas Gerais. The data was collected using written records, and the evolution of the condition through measurement with a millimeter paper ruler, as well as photographic records. The instrument used in the research will be a DMC brand Gallium Arsenide Laser (AlGaAs), model Therapy EC wireless, with a wavelength of $660\text{nm} \pm 10\text{ nm}$, and a power of 100 mW, protective goggles, one for the patient and the other for the applicator, and latex gloves. **Results:** The results

ID Mariângela Ferraz Rodrigues Araújo

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2018). Pós Graduada em Dermato Funcional pela Universidade Gama Filho (2008) e em Cinesiologia, Biomecânica e Treinamento Funcional pela Estácio de Sá (2016). Graduada em Fisioterapia pela Universidade Presidente Antônio Carlos (2006). Atualmente Docente e Orientadora de estágio na UNA Campus Bom Despacho- MG.

ORCID: 0000-0001-9791-0294

ID Vanessa Cristina de Oliveira

Discentes de Fisioterapia, Centro Universitário UNA, Bom Despacho- MG, Brasil.

ORCID: 0009-0000-3870-6031

ID Ana Laura Alves Costa

Discentes de Fisioterapia, Centro Universitário UNA, Bom Despacho- MG, Brasil.

ORCID: 0009-0003-3612-1904

ID Betânia Aparecida Alves Fernandes

Discentes de Fisioterapia, Centro Universitário UNA, Bom Despacho- MG, Brasil.

ORCID: 0009-0007-3845-1009

ID Antônio Henrique Souza Costa
Discentes de Fisioterapia, Centro
Universitário UNA, Bom Despacho-
MG, Brasil.
ORCID: 0009-0007-8390-0176

**ID Débora Blenda
de Oliveira Silva**
Discentes de Fisioterapia, Centro
Universitário UNA, Bom Despacho-
MG, Brasil.
ORCID: 0009-0005-0709-9917

Como citar este artigo: Araújo MFR, Oliveira VC, Costa ALA, Fernandes BAA, Costa AHS, Silva DBO. Aplicabilidade da fotobiomodulação na úlcera por pressão em pé diabético: relato de experiência. *Feridas (Edição Brasileira)* [Internet]. 2023 [acesso ano mês dia]; 11(61):xxxxxxxxx. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.36489/feridas.2023v11i61xxxxxxxxx>

show complete closure of the edges of the lesion, with epithelialized, pink and hydrated tissue after ten sessions of low-intensity therapy. Studies have shown the efficacy of using low-intensity laser in the healing of pressure ulcers in diabetic feet; however, there are divergences and a lack of standardization in its applicability. Conclusion: This study demonstrates the efficacy of using laser therapy with low-intensity parameters, resulting in complete healing of pressure ulcers, but there is a need for more controlled studies with higher requirements. Although the protocol used in this study was different, the choice of the dose of low-intensity therapy showed excellent results.

Descriptors: Photobiomodulation; Diabetes Mellitus; Low intensity therapy; Pressure ulcer; Diabetic foot.

Resumen

Objetivo: Describir y evaluar la evolución del proceso de cicatrización de una úlcera por presión en pie diabético utilizando terapia de baja intensidad a través del proceso de fotobiomodulación. Método: Se trata de un relato de experiencia a realizar durante la pasantía curricular de marzo a mayo de 2023, en un domicilio del municipio de Bom Despacho, Minas Gerais. Los datos se recogieron mediante registros escritos, y la evolución de la condición a través de la medición con una regla de papel milimétrica, así como registros fotográficos. El instrumento utilizado en la investigación será un Láser de Arseniuro de Galio (ALGaAs) marca DMC, modelo Therapy EC wireless, con longitud de onda de $660\text{nm} \pm 10\text{ nm}$ y potencia de 100 mW, gafas de protección, una para el paciente y otra para el aplicador, y guantes de látex. Resultados: Los resultados muestran un cierre completo de los bordes de la lesión, con tejido epitelizado, rosado e hidratado tras diez sesiones de terapia de baja intensidad. Los estudios han demostrado la eficacia del uso del láser de baja intensidad para curar las úlceras por presión en el pie diabético; sin embargo, existen diferencias y falta de estandarización en su aplicabilidad. Conclusión: Este estudio demuestra la eficacia del uso de la terapia láser con parámetros de baja intensidad, que da lugar a la curación completa de las úlceras por presión, pero es necesario realizar más estudios controlados con requisitos más estrictos. Aunque el protocolo utilizado en este estudio fue diferente, la elección de la dosis de terapia de baja intensidad mostró excelentes resultados.

Palabras clave: Fotobiomodulación; Diabetes Mellitus; Terapia de baja intensidad; Úlcera de presión; Pie diabético.

RECEBIDO: 30/11/2023 | APROVADO: 08/12/2023

INTRODUÇÃO

A fotobiomodulação (PBM) é um termo adotado em 2014 pela Associação Norte-Americana de Terapia de Luz e a Associação Mundial de Terapia a Laser como uma técnica

terapêutica no campo da saúde, que corresponde a modulação dos processos bioquímicos que utiliza a luz laser para tratar e promover o alívio de dor ou inflamação, uma resposta imunológica, a regeneração tecidual e a cicatrização de feridas. O uso da fotobiomodulação

propicia alguns mecanismos moleculares que são ativados através de uma interação entre luz e tecido, capaz de estimular a produção de ATP ao interagir com a enzima citocromo C oxidase e espécies reativas de oxigênio, induz a liberação de mediadores inflamatórios

alterando a permeabilidade da membrana e favorecendo a migração de macrófagos, linfócitos e fibroblastos, esse último apontado produz colágeno, proteína fundamental na resistência e organização das fibras do tecido⁽¹⁾.

A terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) amplifica a luz através da estimulação da radiação, correspondendo a um único comprimento de onda. Dentre os equipamentos disponíveis os dois tipos mais comumente utilizados na fisioterapia são o Arseneto de Gálio (AsGa) e o Hélio Neônio (HeNe), merecendo destaque pelas suas ações positivas⁽²⁾. O que determina a especificidade e as suas propriedades no tratamento é o comprimento de onda. A faixa no espectro eletromagnético varia do ultravioleta ao infravermelho. Os lasers mais usuais para o tratamento de feridas trabalham em um comprimento de onda em torno de 500 a 1100 nanômetros e vão se diferenciar de acordo com sua capacidade de penetração no tecido⁽³⁻¹⁾. O laser potencializa o organismo a fazer o que ele tem de fazer, ou seja, acelera o processo natural do organismo.

O cenário de saúde nos mostra segundo a 10ª edição do IDF Diabetes Atlas, do ano de 2021, que o Brasil foi classificado em 6º lugar com maiores índices de diabetes mellitus em adultos com idade entre 20 à 79 anos, um aumento significativo de 15,7 milhões no ano de 2021 para 23,2 milhões até 2045⁽⁴⁾. Esse fato pode estar relacionado a mudança nos hábitos de vida, aumento da obesidade e sedentarismo, alimentação inadequada, principalmente na diabetes mellitus do tipo 2⁽⁵⁾. Indivíduos com DM apresentam maiores riscos de desenvolver o pé diabético, ou seja, úlcera do pé diabético impactando diretamente na sua vida pessoal e social e no sistema de saúde pública⁽⁶⁻⁷⁾.

O pé diabético é uma doença crônica sistêmica decorrente de complicações

vasculares periféricas, neuropatia e deformidades dos pés que na maioria dos casos advém do autocuidado, da higiene precária, do uso de calçados inadequados, da sensibilidade protetora dos pés diminuída ou ausente e descontrola glicêmico, acometendo mais indivíduos do sexo masculino⁽⁸⁾. A neuropatia periférica tem como consequência a perda da sensibilidade nos pés e da sua capacidade motora intrínseca favorecendo um desequilíbrio e desencadeando deformidades estruturais anatômicas, como a saliência óssea da cabeça do metatarso associado a uma rigidez articular⁽⁹⁾.

No que tange a terminologia, o pé diabético também considerado como úlceras do pé diabético assume no ranque das lesões um disparo acentuado no número de agravos que podem levar a uma amputação. Cerca de 85% das amputações são realizadas em membros inferiores e a DM é um fator que contribui em cerca de 40 a 60% das amputações não traumáticas realizadas no Brasil⁽¹⁰⁾. As estratégias não são muito satisfatórias, o que repercute na literatura que 7% a 20% das úlceras de pé diabético podem vir a sofrer uma amputação mesmo com os cuidados diários, o que tem sido alvo dos estudos de alguns pesquisadores em investigar terapias não invasivas e não farmacológicas que possa acelerar o reparo tecidual e a cicatrização total do tecido⁽³⁾.

As úlceras de pressão podem ser classificadas de acordo com sua gravidade, profundidade, tamanho, cor, apresentando ou não infecção⁽⁹⁾. A úlcera em pé diabético se dá pelo fato de a cascata de coagulação ser prolongada, assim, o processo de cicatrização se torna tardio, deste modo, as infecções e aumento da ferida são consecutivas. Importante ressaltar alguns sinais e sintomas como calor, edema, eritema, sendo o ponto inicial para o desenvolvimento das úlceras de pressão, juntamente com a descarga sobre

o pé, e a sensibilidade diminuída que dificulta a percepção da dor e consequentemente o avanço da lesão⁽¹¹⁾.

Estudos recentes mostram que a terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) acelera o processo de cicatrização de feridas crônicas, reduz a dor e a inflamação. No entanto, os resultados diferenciam ao apontar os parâmetros ideais. Diante desse cenário e vendo a necessidade de explorar mais sobre o assunto, buscamos no âmbito da intervenção relatar uma experiência a ser vivenciada no estágio curricular de fisioterapia durante e após o uso da fotobiomodulação. Embora existam diferentes estudos, novas investigações devem ser realizadas a fim de obter melhores resultados. Salienta-se verificar se a dissimetria aplicada, o comprimento de onda e o intervalo entre as aplicações interferem na cicatrização da ferida. Ao obter essas respostas, fomenta-se realizar um paralelo com as evoluções apresentadas diante das características da lesão. Acreditamos ser de alta importância evidenciar informações capazes de permitir ao fisioterapeuta um melhor respaldo no tratamento ao escolher a terapêutica adequada.

O objetivo do estudo é relatar a evolução do processo de cicatrização de uma úlcera por pressão de pé diabético utilizando a terapia de baixa intensidade mediante ao processo da fotobiomodulação.

MÉTODO

Trata-se de um relato de experiência referente ao estágio curricular desenvolvido por uma docente orientadora e cinco alunos do nono período do curso de fisioterapia UNA campus Bom Despacho, Minas Gerais. A intervenção foi fomentada no período de agosto a outubro de 2023.

O relato de experiência é um modelo descritivo de pesquisa, que retrata uma

vivência acadêmica em um dos pilares da formação universitária, a pesquisa (Côrrea *et al.*, 2020).

O paciente foi encaminhado via UBS (Unidade Básica de Saúde) Jardim América, local de atuação do campo de estágio. O estudo envolve a realização de uma anamnese e inspeção da lesão seguindo os critérios: o tamanho, a coloração, a presença de odor e o tipo de tecido caracterizado.

O paciente acompanhado apresenta diagnóstico de Diabetes Mellitus do tipo 2, insulino dependente com histórico de hipertensão arterial e alcoolismo, que desenvolveu úlcera de pé diabético após deambulação com uso de tênis e auxílio de bengala canadense.

No primeiro momento, foi realizado uma anamnese e inspeção da lesão seguindo os critérios: o tamanho, a coloração, a presença de odor e o tipo de tecido caracterizado.

No segundo momento, foram realizados esclarecimentos acerca do procedimento a ser realizado e os ajustes referentes aos horários e dias do atendimento. Em seguida, foi solicitado ao paciente que se manifestasse com perguntas em caso de dúvidas.

No terceiro momento o paciente foi orientado e consentiu participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A pesquisa obedeceu às normas da Resolução 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário UNA (CAAE 69699323.4.0000.5098). O presente estudo foi aprovado na Plataforma Brasil sob o parecer substanciado de número 6.279.449.

Foram realizadas nove sessões, sendo que a primeira no dia da avaliação, a segunda após 48 horas da avaliação e a terceira com intervalo de quatro dias (96 horas) seguindo o protocolo: 1J/cm²

na margem da ferida (pontual) com 1 cm de distância por ponto e 0,5 J/cm² no leito da ferida (pontual). Como complemento foi mensurada a evolução do quadro por meio de medição bidimensional, com uma régua de papel milimetrada, além de registro fotográfico. Utilizou-se o aparelho Laser Arsenieto de Gálio (Al-GaAs), da marca DMC, modelo Therapy EC sem fio (wireless) com comprimento de onda de 660nm ± 10 nm, e potência de 100 mW, óculos de proteção, sendo um para o paciente e o outro para o aplicador e luvas de látex. Foi utilizado para recobrir o espaçador e a ponteira do aplicador um plástico filme como proteção e assepsia, também gazes, esparadrapo e atadura de crepom. Antes da aplicação do laser, o curativo foi retirado e em seguida realizada a assepsia da ferida com soro fisiológico 0,9% em jato, logo após deu-se o início ao procedimento. As demais aplicações serão descritas no decorrer do estudo.

RESULTADO

Relato de Experiência

Paciente R. M., 62 anos, do sexo masculino, de pele branca, com histórico de diabetes mellitus tipo 2, hipertensão arterial e alcoolismo. O paciente recebeu assistência domiciliar por ter sofrido Acidente Vascular Encefálico Isquêmico (AVEI) em fevereiro de 2022 e no momento apresenta marcha com auxílio de bengala e dificuldades na deambulação. Foi encaminhado via UBS (Unidade Básica de Saúde) de referência de atuação do campo de estágio. O primeiro atendimento foi acompanhado pela orientadora, e em uma entrevista com o paciente foram coletadas informações referentes ao processo da lesão.

Segundo o paciente o pé estava edemaciado e levemente vermelho em região do antepé e que posteriormente surgiu uma bolha no hálux direito evoluindo para

uma lesão. Não queixa de dor, porém impossibilita o uso de calçado. Durante a avaliação foi observado um desvio lateral do primeiro dedo, associado a um desvio medial do primeiro metatarso, o que corresponde a um hálux valgo. A LPP em hálux direito atinge a derme, com presença de 80% tecido necrótico de coloração preta no leito e 20% tecido de granulação pálido, exsudato moderado, sem odor e com bordas maceradas, medindo 4,5 cm de comprimento e 3,5 cm de largura. A pele ao redor bastante ressecada e o pé levemente edemaciado. Na sequência estão apresentadas as características e a evolução da lesão.

Durante o tratamento foram realizadas nove aplicações da FBM, apresentando uma boa evolução da lesão.

Na figura 2, evidencia-se na 6^a sessão o tecido em granulação compondo 10% o leito da ferida com aproximação das bordas, a lesão medindo 1 cm de comprimento e 1 cm de largura. Nota-se a presença de tecido rosado e epitelizeado na extensão da lesão em 90%, ausência de exsudato e tecido necrótico.

Em figura 3, evidencia-se o fechamento completo das bordas da lesão em 100%, apresentando tecido epitelizeado, rosado e hidratado.

Tabela 1: Medidas realizadas durante o tratamento

Sessão	Comprimento	Largura
1 ^a (Aplicação)	4,5 cm	3,5 cm
6 ^a Após a 5 ^a aplicação)	1 cm	1 cm
10 ^a	0 cm	0 cm

A epitelição completa da lesão ocorreu após nove sessões de aplicação da terapia de baixa intensidade.

DISCUSSÃO

TA literatura evidencia um aumento significativo de Diabetes Mellitus tipo 2 na população brasileira. Entretanto, as suas complicações são mais preocupantes e requer uma maior atenção e cuidados diários. As lesões nos pés são mais frequentes e responsáveis por cerca de 70% de amputações das extremidades inferiores⁽¹³⁾.

O conjunto de fatores resulta que um número de homens com diabetes mellitus tipo 2, apresentam maior risco de desenvolver úlcera por pressão, em razão do autocuidado impróprio pelo gênero masculino, somando-se, ao fato de não procurarem ao atendimento de saúde para prevenção e cuidados necessários, além da higienização dos pés, de maneira negligente, tal como, a não hidratação dos pés, unhas cortadas arredondadas, não secar os pés após o banho. Os homens mesmo buscando por acolhimento de saúde, tendem a não dar continuidade às orientações sugeridas pela equipe multidisciplinar⁽¹⁴⁾. Segundo Neto et al., (2017) em seu estudo o autoconhecimento do gênero masculino em relação a prevenção e cuidados com o pé diabético é de 45,6%, de maneira inadequada, enquanto que, em mulheres apresenta 76,7% das instruções apropriadas, evidenciando uma grande diferença em ambos os gêneros.

As lesões na pele ocorrem devido incidência de experiências traumáticas no tecido e a cura efetiva da ferida é realizada por um processo complexo que restaura a integridade anatômica da pele danificada. A utilização de calçado inadequado associado à deformidade do pé gera atritos e em alguns casos eclosão de bolhas, tal fato, resulta na origem de úlcera por pressão⁽¹⁶⁾, o que foi evidenciado na anamnese clínica.

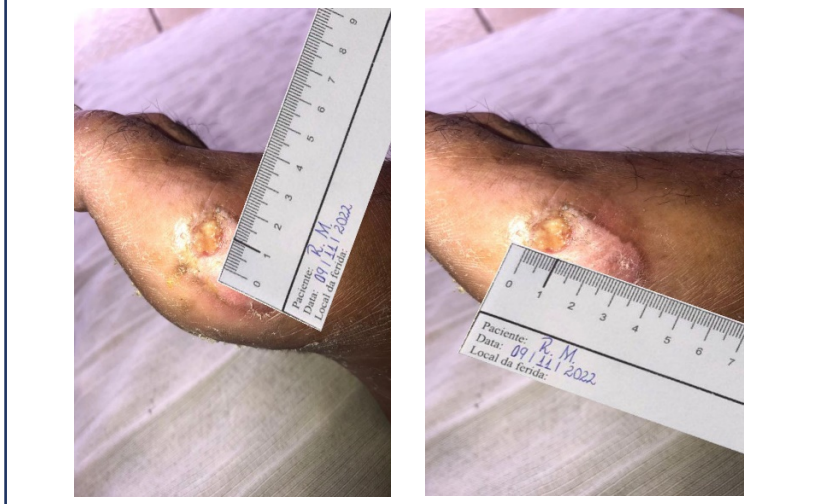
As feridas são categorizadas em feridas agudas e crônicas. As feridas em

Figura 1: Aspecto da lesão no dia da avaliação- 1ª sessão



Fonte: Autores, 2023

Figura 2: Evolução macroscópica da lesão



Fonte: Autores, 2023

Figura 3: Evolução macroscópica da lesão



Fonte: Autores, 2023

processo agudo cicatrizam facilmente, enquanto as feridas crônicas demoram mais a cicatrizar, principalmente devido a doenças crônicas subjacentes, como diabetes mellitus. A cicatrização ocorre em quatro fases sobrepostas: hemostasia, inflamação, proliferação e remodelação. Em cada uma dessas fases, os eventos são característicos e marcantes⁽¹⁷⁾.

A fase hemostática é a primeira etapa da cicatrização, fundamental para a restauração da integridade da pele. Nessa fase, o organismo interrompe a hemorragia por meio da contração dos vasos sanguíneos e da formação de um tampão de plaquetas, as quais contêm fator de crescimento de transformação beta TGF- β e também fator de crescimento derivado das plaquetas [PDGF], fator de crescimento derivado dos fibroblastos [FGF], fator de crescimento epidérmico [EGF], prostaglandinas e tromboxanas. A segunda etapa vem seguida do processo inflamatório com a migração de leucócitos no local da lesão. Um coágulo composto por plaquetas e uma rede de fibrina é formado como forma de proteção e manutenção. Os fibroblastos multiplicam-se e produzem colágeno para a regeneração do tecido conjuntivo e da pele, caracterizando a fase proliferativa. Além disso, ocorre a formação de novos vasos sanguíneos (angiogênese), levando nutrientes e oxigênio para as células em crescimento. Os queratinócitos começam a se dividir e migrar para preencher a ferida. Os fibroblastos continuam a depositar colágeno na área da cicatriz e os vasos sanguíneos que foram formados durante a fase de proliferação diminuem gradualmente. Ao longo do tempo, a cicatriz torna-se mais organizada e mais forte remodelando o colágeno para garantir o fechamento final⁽¹⁸⁾.

O processo de cicatrização está relacionado a vários fatores locais e sis-

têmicos. Os fatores locais envolvem o processo infeccioso incluindo o tecido necrosado, já o sistêmico inclui a idade do indivíduo, sua nutrição de maneira geral e patologias crônicas não transmissíveis, como diabetes mellitus, neoplasias, obesidade, hipertensão arterial, dentre outros, tais fatos em ambos os fatores resultam em retardo no tempo de cicatrização da ferida⁽¹⁹⁾.

Apesar de ter todo um tipo de certo de cuidados, como o controle glicêmico, cuidados para um alívio do pé, antibióticos e revascularização cirúrgica, as úlceras por pressão avançadas levam muito tempo para ter a cicatrização completa, aumentando assim os níveis de atenção e gastos na saúde pública. Circunstâncias essas, tem sido alvo de muitos estudos para encontrar uma melhor forma de tratamento terapêutico, que vem a ter como resposta uma aceleração no processo de cicatrização das úlceras⁽³⁾.

Por ser um método não invasivo e não farmacológico a terapia de baixa intensidade foi abordada com base em um relato de experiência. A LLLT fornece estimulação biológica com energia luminosa às células do corpo, fazendo assim a substituição celular e estimulando o reparo tecidual⁽³⁾.

Considerando a natureza da lesão em seu estágio inicial, nota-se que como consequência do diabetes, o paciente apresentava uma sensibilidade reduzida nos pés, edema, deformidade do hálux em valgo e fazia uso de calçado inadequado. Segundo VICENTIN *et al.*, (2020) a úlcera por pressão desenvolve quando o tecido mole é comprimido entre a proeminência óssea e uma estrutura dura por período de tempo prolongado, fatores que propiciaram a sua formação e evolução. Se a irrigação sanguínea for interrompida por mais de duas horas, o tecido passa a sofrer um mecanismo de hipóxia levando a morte tecidual, o que foi evidenciado na figura 1, com a des-

truição da integridade da pele.

Observou-se que houve redução considerável das características iniciais das lesões como a quantidade de exsudato; edema; necrose e das dimensões do tamanho, nas três primeiras aplicações, principalmente no contorno das bordas em relação ao leito das feridas. Após quatro sessões de aplicação houve crescimento de tecido de granulação saudável de aspecto framboesa no leito da ferida, com deposição de colágeno e a neoangiogênese favorecendo a microcirculação local. Segundo Freitas e Hamblin, (2017) comprimentos de onda geralmente na faixa de 600 a 700 nm é bastante eficaz no mecanismo de reparação tecidual, apresentando uma diminuição no tamanho da úlcera e redução no tempo de cicatrização. Os fatores de crescimento desempenham um importante papel na cicatrização. O fator de crescimento de queratinócitos (KGF) é produzido por fibroblastos, ao ser estimulado pela luz laser exerce uma ação sobre os queratinócitos ativando a proliferação e migração das células epiteliais, fazendo a manutenção estrutural do epitélio.

Com a utilização do laser após nove sessões é possível observar que a escolha dos parâmetros como comprimento de onda, potência do laser, dose de irradiação, tempo da irradiação são importantes para o tratamento da terapia a laser e fundamental para a eficácia do tratamento, entretanto na literatura ocorrem divergências, ainda obscuras para vários pesquisadores⁽²¹⁾. Nota-se que o comprimento de onda mais utilizado varia de 632 a 685 nm, corroborando com o presente estudo. No entanto, a dose de radiação entre 2 a 4 J/cm² e a potência de saída de 30 mW, apresentou uma divergência com os parâmetros usados nesse estudo. Apesar da atual discussão, os resultados do presente estudo demonstraram

que uma dose de oferta de 1 J/cm² inicial e 0,5 J/cm² procedente foi suficiente por estimular os eventos norteadores do processo de cicatrização. Considerando a “Lei de Arndt-Schultz”, os estímulos mais fracos aumentam as respostas dos processos biológicos, enquanto que estímulos muito fortes podem inibir ou impedir a atividade. A janela terapêutica compreendida entre 0,01 a 10 J/cm² mostra que ocorre estimulação e reparo das feridas. Como esse estudo foi de um estímulo fraco, decerto segue padrão dessa lei^[22].

Embora alguns parâmetros escolhidos para o estudo divergem de outros encontrados na literatura, o resultado obtido comprovou ser eficaz. É notó-

rio a evolução do processo de cicatrização da ferida, evidenciando que os objetivos propostos pela terapia a laser é um importante instrumento para o tratamento de feridas.

CONCLUSÃO

Foi observado que apesar da existência de vários estudos sobre a fotobiomodulação, é notável as diferenças a nível de dosimetria aplicada, sendo necessário mais estudos controlados, com maiores exigências em sua aplicabilidade e metodologia para que tenha um padrão adequado. Entretanto, apesar de o protocolo utilizado ser diferente no

presente estudo, a escolha da dose da terapia de baixa intensidade apresentou excelentes resultados.

O tratamento de úlceras é um desafio para os profissionais da saúde. A busca por novas tecnologias que possibilite uma terapêutica mais rápida e com eficiência deve ser cada vez mais valorizada nas instituições e, principalmente, pelos fisioterapeutas capacitados para esse cuidado. É necessário também que as instituições de ensino fomentem a pesquisa com o intuito de testar e validar novos métodos que possam trazer resultados relevantes e cada vez mais qualificado.

Referências

- Mosca RC, Ong AA, Albasha O, Bass K, Arany P. Photobiomodulation Therapy for Wound Care. *Advances in Skin & Wound Care*. 2019 Apr;32(4):157–67. <http://dx.doi.org/10.1097/01.asw.0000553600.97572.d2>.
- Luísa M, Nascimento. Principais recursos utilizados na fisioterapia dermatofuncional no reparo tecidual: revisão integrativa. *Udfeudub [Monography on the Internet]*. João Pessoa: PB; 2021 [cited 2023 Nov 26]. 46 p. Available from: <https://repositorio.udf.edu.br/jspui/handle/123456789/3272>.
- Huang J, Chen J, Xiong S, Huang J, Liu Z. The effect of low-level laser therapy on diabetic foot ulcers: A meta-analysis of randomised controlled trials. *International Wound Journal [Internet]*. 2021 Mar 9 [cited 2023 Feb 5]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33751853>.
- Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2021 Dec;183(109119):109119. [Pub Med PMID: 34879977](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34879977).
- De Freitas LF, Hamblin MR. Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics [Internet]*. 2016 May 1 [cited 2023 mai 9]; IEEE J Sel Top Quantum Electron 22(3):348–64. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5215870>.
- Lopes GSG, Rolim ITR. Diabetic foot social representations about the experiences of people with diabetes mellitus. *Texto & Contexto - Enfermagem*. 2022 Abr; [S.L.], v. 31, p. 1-16. doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2021-0115.
- Silva AJOL e, Oliveira B da S, Silva IRM da, Filho P de SS, Silva TC, Carvalho JC, et al. O uso de laserterapia em feridas diabéticas: uma revisão integrativa: The use of laser therapy in diabetic wounds: an integrative review. *Brazilian Journal of Health Research [Internet]*. 2023 Jan 10 [cited 2023 Nov 27];6(1):674–91. Available from: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/56169>.
- Mineoka Y, Ishii M, Hashimoto Y, Yamashita A, Nakamura N, Fukui M. Platelet to lymphocyte ratio correlates with diabetic foot risk and foot ulcer in patients with type 2 diabetes. *Endocr J*. 2019 Oct 28;66(10):905-913. [doi: 10.1507/endocrj.EJ18-0477](https://doi.org/10.1507/endocrj.EJ18-0477). [Epub 2019 Jun 18. Pub Med PMID: 31217392](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31217392).
- Ferreira RC. Pé diabético. Parte 1: Úlceras e Infecções*. *Revista Brasileira de Ortopedia [Internet]*. 2020 Apr 27;55(04):389–96. Available from: https://www.scielo.br/pdf/rbort/v55n4/pt_1982-4378-rbort-55-04-0389.pdf.
- Santos WP dos, Freitas FBD de, Nascimento LC, Leite TMU da S, Sousa MM de, Gouveia B de LA. Repercussões das Amputações por Complicações do Pé Diabético. *Revista Enfermagem Atual In Derme [Internet]*. 2019 Aug 7 [cited 2022 Jun 3];88(26). Available from: <https://revistaenfermagematual.com/index.php/revista/article/view/36/446>.
- De Carvalho, Luna Alcântara Neres; Carneiro, Marcela Lemos Bretas; Monteiro, Melissa Silva. Úlcera do pé diabético (UDP) no diabetes mellitus 2: uma abordagem molecular. *Hegemonia: Revista de Ciências Sociais*. 1970 Jan; [S.L.], n. 27, p. 291-320. doi.org/10.47695/hegemonia.vi27.290.
- Corrêa V de AF, Acioli S, Viana VP, Mello AS de, Neto M, Sabóia VM. Metodologia participativa: relato de pesquisa voltada à prática do enfermeiro. *Revista Recien - Revista Científica de Enfermagem [Internet]*. 2020 Jun 30 [cited 2023 Nov 29];10(30):68–76. Available from: <https://www.recien.com.br/index.php/Recien/article/view/266/270>.
- Parentes J de B, Nascimento TM do, Costa GOP da, Riedel GP, Jansen RCS, Soares RDB, et al. Assistência de enfermagem a um paciente portador de pé diabético: um relato de experiência do estágio supervisionado. *Research, Society and Development*. 2021 Mar 31;10(4):e8510413812. doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13812.
- Teston EF, Senteio JDS, Ribeiro BM dos SS, Maran E, Marcon SS. Fatores de risco para ulceração no pé de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2. *Cogitare Enfermagem*. 2017 Nov 22;22(4). Available from: <https://revistas.ufr.br/cogitare/article/view/51508>.
- Neto, Moacyr Oliveira et al. Evaluation of self-care for diabetic foot prevention and clinical examination of the feet in a diabetes mellitus reference center. *J Health Biol Sci*. 2017 Jan-Mar; 5(3): 265-271. Available from: <https://periodicos.unichristus.edu.br/jhbs/article/view/1092/450>.
- Ribeiro, Valéria Silva; Nunes, Maria Janaína Cavalcante. Pé diabético: conhecimento e adesão às medidas preventivas. *Revista Científica da Escola Estadual de Saúde Pública de Goiás*, 2018 Mar 29 [S.L.], p. 156-169. *Tikinet Edicao Ltda. - EPP*. Available from: <https://www.revista.esap.go.gov.br/index.php/resap/article/view/>.
- Oyebode O, Houreld NN, Abrahamse H. Photobiomodulation in diabetic wound healing: A review of red and near-infrared wavelength applications. *Cell Biochemistry and Function*. 2021 Apr 18. [Pub Med PMID: 33870502](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33870502).
- Silva F de M da, Moreira L de S, Silva M dos S, Rodrigues W, Rosa S de SRF. Uso de fototerapia para cicatrização de feridas de pés diabéticos. *Hegemonia [Internet]*. 2019;(27):20–0. Available from: <https://revistahegemonia.emnuvens.com.br/hegemonia/article/view/277>.
- Oliveira MF de, Viana BJB, Matozinhos FP, Silva MMS da, Pinto DM, Moreira AD, et al. Feridas em membros inferiores em diabéticos e não diabéticos: estudo de sobrevivência. *Revista Gaúcha de Enfermagem*. 2019;40. Available from: <https://www.scielo.br/j/rgen/a/CF4r7FbDkNQtXWQcrgPdK/>.
- Vicentin, Daiani Vieira et al. (2020). Prevenção e tratamento do pé diabético: Uma revisão. *Referências em Saúde Do Centro Universitário Estácio De Goiás*, 3(02), 85–90. Available from: <https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/rfsesgo/article/view/172>.
- Brandão MGSA, Ximenes MAM, Ramalho A de O, Veras VS, Barros LM, Araújo TM de. Efeitos da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização de úlceras nos pés em pessoas com diabetes mellitus. *Estima - Brazilian Journal of Enterostomal Therapy [Internet]*. 2020 May 15;18. <http://dx.doi.org/10.30886/estima.v18.844.pt>.
- Meixedo VG. Laser de baixa intensidade em Aflias e Herpes. *Protocolos clínicos. repositório-abertotupi [Dissertação on the Internet]*. 2019 Jul 1 [cited 2023 Nov 27]; Available from: <https://hdl.handle.net/10216/121756>.