



A APLICAÇÃO DO LASER TERAPÊUTICO EM ÚLCERAS POR PRESSÃO

Isaque Alves Souza¹
Rafael Carneiro Silva²
Aparecido Divino da Cruz³
Alex Silva da Cruz⁴
Raphael Silva da Cruz⁵

RESUMO: O presente estudo realizou uma revisão narrativa da literatura sobre o tratamento de úlceras por pressão por meio de laser terapia de baixa intensidade. Uma busca foi realizada nas bases de dados eletrônicas Pubmed, Scielo e Medline de forma manual. Os parâmetros de seleção dos artigos foram àqueles relacionados ao tratamento de escaras por laser terapêutico, em artigos originais indexados nos idiomas português e inglês no período de 2009 a 2021. Ao analisar os resultados foi identificado que o laser terapêutico de baixa potência apresentou melhores resultados para o tratamento das úlceras de pressão, sendo que os principais parâmetros utilizados apontaram que os tipos de lasers que possuem maiores aplicabilidades são Hélio-

¹ Discente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário de Goiânia- UNICEUG.

² Discente do Programa de Iniciação Científica modalidade BIC, participante do Núcleo de Pesquisas Replicon e graduando do Curso de Zootecnia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás- PUC Goiás.

³ Docente no Programa de Pós-Graduação Mestrado em Genética e Núcleo de Pesquisas Replicon, Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Docente no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biodiversidade e Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal de Goiás.

⁴ Docente no Programa de Pós-Graduação Mestrado em Genética, Núcleo de Pesquisas Replicon e Grupo de Pesquisa Ciências Veterinárias (PQVET)/ Curso de Graduação em Medicina Veterinária; Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC - Goiás).

⁵ Fisioterapeuta, Doutor em Ciências da Saúde, Docente do Curso de Fisioterapia do Centro

Neônio (HeNe), Arseneto de Gálio (AsGa) e Alumínio Gálio Índio Fósforo (AlGaInP), sendo que a forma de emissão contínua, a percepção do feixe visível e os comprimentos das ondas no tamanho de 632,8 nm, 658 nm e 660 nm são os mais eficazes. Em relação aos métodos de aplicação e potência de emissão, as técnicas pontuais (centro da ferida) e varreduras (bordas da ferida) a $4\text{J}/\text{cm}^2$, obtiveram melhores efeitos para o controle da dor, cicatrização e retorno a sensibilidade tátil no local das úlceras de pressão.

Palavras-Chave: Úlcera de pressão; Terapia a laser; Fisioterapia.

THE APPLICATION OF THE THERAPEUTIC LASER IN PRESSURE ULCERS

ABSTRACT: The present study carried out a narrative review of the literature on the treatment of pressure ulcers through low-level laser therapy. A search was performed in the electronic databases Pubmed, Scielo and Medline manually. The article selection parameters were those related to the treatment of bedsores by therapeutic laser, in original articles indexed in Portuguese and English from 2009 to 2021. When analyzing the results, it was identified that the low-level therapeutic laser showed better results for the treatment of pressure ulcers, and the main parameters used indicated that the types of lasers that have greater applicability are Helium-Neon (HeNe), Gallium Arsenide (GaAs) and Aluminum Gallium Indium Phosphorus (AlGaInP), and the form continuous emission, visible beam perception and wavelengths in the size of 632.8 nm, 658 nm and 660 nm are the most effective. Regarding application methods and emission power, point techniques (wound center) and scans (wound edges) at $4\text{J}/\text{cm}^2$ had better effects for pain control, healing and return to tactile sensitivity at the ulcer site. depression.

Keywords: Pressure ulcer; laser therapy; Physiotherapy.

INTRODUÇÃO

As úlceras de pressão são lesões que acontecem, como consequência à pressão constante aplicada sobre a pele durante um período prolongado e imobilização. Tais lesões representam um dos principais problemas de saúde pública da atualidade, alcançando índices preocupantes de mortes evitáveis¹. A incidência no Brasil de úlceras por pressão, em pacientes hospitalizados e acamados chega a 16,9%. Estes números podem variar de 22,2% à 41,2% em indivíduos que estão realizando tratamento em unidade de terapia intensiva (UTI)².

As regiões de proeminência óssea, são os locais mais susceptíveis ao desenvolvimento da úlcera de pressão, estas regiões ficam mais expostas a ações de compressão externa, força de cisalhamento e atrito prolongado, promovendo uma necrose isquêmica tecidual nos tecidos expostos a grande período de imobilização^{3,4}. Os locais mais suscetíveis para o desenvolvimento de úlceras por pressão são a região sacral, a região do calcâneo, região occipital, trocânter maior do fêmur, cotovelos, ísquio, escápula, ombros, joelhos e maléolos⁵.

Os fatores de risco que aumentam a probabilidade de ocorrência de quadros de úlcera por pressão podem ser divididos em intrínsecos e extrínsecos⁵. Os fatores intrínsecos se associam a idade avançada, o estado nutricional, as doenças crônicas como diabetes mellitus, as doenças cardiovasculares e o uso de alguns medicamentos⁶. Já os fatores extrínsecos são observados pela ausência de boas condutas dos profissionais de saúde, pelo fato de não ocorrer as trocas de decúbito de duas em duas horas, gerando a síndrome do

imobilismo, trazendo consigo várias comorbidades, a perda de percepção sensorial, circulação insuficiente, dispositivos médicos (tubos nasofaringicos, cânulas nasais, cateter, sondas), excesso de umidade⁵.

As úlceras por pressão podem ser classificadas em quatro grandes estágios, de acordo com a evolução da lesão e a exposição dos tecidos. No estágio 1, a região afetada apresenta apenas um eritema, que não desaparece mesmo quando ocorre o alívio da pressão, podendo ser classificada como uma pré-úlcera. O estágio 2, é quando ocorre uma lesão na derme, de maneira superficial, podendo apresentar sob uma forma de fissura, abrasões e flictemas⁷. No estágio 3, ocorre toda a exposição do tecido subcutâneo, atingindo toda as camadas da pele. Enquanto no estágio 4, são lesões consideradas profundas, podendo afetar músculos e/ou ossos⁸.

As medidas preventivas são os procedimentos mais adequados e recomendados, para a prevenção e o tratamento das úlceras de pressão. Medidas simples como trocas de decúbitos (de duas em duas horas) e o uso de dispositivos que aliviam a pressão em locais com proeminência óssea, como almofadas, coberturas de colchão e superfície de suporte⁹.

Outros recursos são usados no tratamento das úlceras de pressão, especialmente indicados para a cicatrização das feridas. O laser terapêutico é um desses recursos terapêuticos que vem sendo amplamente utilizados e possuiu efeitos fisiológicos importantes nos tecidos vivos, tais como: melhoria da qualidade da cicatrização, estímulo a microcirculação, efeitos anti-inflamatórios, antiedematosos e analgésicos¹⁰. De maneira

geral, o laser penetra na pele e transfere os fótons para as células, mais precisamente para a cadeia de elétrons da membrana mitocondrial, elevando o ritmo de prótons e, conseqüentemente, os níveis de adenosina trifosfato (ATP)¹¹. Portanto, as mudanças químicas e eletroquímicas que ocorrem nas membranas mitocondriais que aumentam a síntese de ATP e, conseqüentemente, aumentam a atividade celular, favorecendo o processo de cicatrização de feridas¹.

A terapia com laser de baixa intensidade, vem sendo a mais utilizada no tratamento de úlceras por pressão, onde uma variabilidade de laser terapêutico é apresentada na literatura e são classificados de acordo com o tipo do laser, comprimento da onda, forma de emissão, percepção do feixe, potência, absorção tissular, os modos de ação e a aplicação terapêuticas¹⁰⁻¹³. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão narrativa de literatura apontando os principais parâmetros do laser terapêutico e seus efeitos observados no tratamento de úlceras por pressão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para propiciar a revisão narrativa da literatura, foi utilizado as bases de dados eletrônicas National Library of Medicine (Pubmed), Scientific Electronic Library Online (Scielo) e Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline), de forma manual. Para tal, foram utilizados os descritores em ciências da saúde como palavras-chave de forma individual ou associada, bem como seus correspondentes na língua inglesa: úlcera de pressão (Pressure Ulcers), terapia a laser (Laser Therapy) e Fisioterapia (Physical Therapy Specialty). Foram incluídos todos os artigos originais indexados nos idiomas português e inglês no período de

2011 a 2021, com delineamento experimental ou observacional realizados em humanos.

Se utilizou o software EndNote™ para seleciona e catalogar todos os artigos encontrados nas bases de dados eletrônicas, possibilitando assim a formação de uma biblioteca de artigos científicos onde todas as informações referentes aos artigos pudessem ser visualizadas e posteriormente verificadas a duplicidade nas bases de dados. Para tal, foram realizadas duas etapas de filtragem, sendo:

1) eliminados todos os artigos duplicados e que possuíam informações incompletas quanto a título, autores, periódicos e palavras-chave.

2) realizada, por meio da leitura do título, do tipo de estudo, do alinhamento metodológico e dos objetivos propostos.

Assim foram eliminados todos os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão do presente estudo, selecionados apenas os artigos que tinham interesse para o objetivo do estudo, ou seja, verificar os principais parâmetros do laser terapêutico e seus efeitos observados no tratamento de úlceras por pressão.

RESULTADOS

Na presente revisão narrativa foram utilizados 10 artigos, os quais atenderam aos critérios de inclusão definidos previamente. Os estudos selecionados desenvolveram metodologia por meio de 7 artigos de na forma de Ensaio Clínico Randomizado e 3 relatos de casos. O quadro 1 abaixo, são demonstradas as informações dos autores, o ano de publicação, o periódico, tipo do estudo, objetivos, o país de realização do estudo e os números de participantes dos artigos científicos incluídos para a composição da presente revisão literária.

Quadro 1. Caracterização dos artigos científicos usados para verificar os principais parâmetros do laser terapêutico e efeitos seus observados no tratamento de úlceras por pressão, Goiânia, 2021.

Autor	Ano	Periódico	Tipo do Estudo	País	Objetivo	n°
Feitosa M.C.P., et al., (14)	2015	Acta Cirúrgica Brasileira	Ensaio Clínico Randomizado	Brasil	Verificar os efeitos do laser terapêutico de baixa intensidade, no tratamento de úlceras por pressão, em pacientes diabéticos	16
Taradaj J., et al., (19)	2013	Evid Based Complement Alternat Med.	Ensaio Clínico Randomizado	Polônia	Analisar a eficácia da terapia a laser em três tipos de diferentes ondas (658, 808, 940 nm), para o tratamento de úlceras por pressão	72
Taradaj J., et al., (10)	2018	International Journal of Medical	Ensaio Clínico Randomizado	Polônia	Verificar o efeito da irradiação do laser em diferentes tipos de comprimento de ondas, na expressão de fatores de crescimento selecionados e mediadores inflamatórios em estágios específicos do processo de cicatrização de feridas.	67
Santos J.A.F., et al., (15)	2018	Photomed Laser Surg.	Ensaio Clínico Randomizado	Brasil	Analisar a eficiência do uso laser terapêutico de baixa intensidade, no processo de reparo tecidual, de feridas crônicas em pacientes com pés diabéticos por meio das escalas da Escala de Úlcera por pressão para Cicatrização (Push), da dor e da mensuração feito usando o software Image J	18
Bilska A., et al., (20)	2020	Journal Of Wound Care	Ensaio Clínico Randomizado	Polônia	Avaliar a funcionalidade da termografia de superfície da pele, como uma ferramenta de prognóstico no tratamento de úlceras por pressão nos estágios 3 e 4, comparando a utilização de com curativos de polímero hidratado (hidrogel) e a aplicação em conjunto com laser terapia de baixa intensidade em um grupo de pacientes com imobilismo.	43

Fialho, L.M.F., et al., (16)	2017	Revista Médica de Minas Gerais	Relato de Caso	Brasil	Comparar a ação dos lasers HélioNeônio e Arseneto de Gálio no processo cicatricial de úlceras por pressão e desenvolver um trabalho com medidas de prevenção como tratamento.	3
Leclère, F., et al (17)	2011	Wound Repair Regen	Ensaio Clínico Randomizado	França	Avaliar os efeitos do laser diodo AlGalnP (980 nm) em úlcera venosa.	34
Carvalho A.F.M., et al (18)	2016	Rev Esc Enferm USP	Ensaio Clínico Randomizado	Brasil	Avaliar os efeitos do laser de baixa potência no reparo de feridas em pé diabético.	32
Assis G.M., Moser A.D.L. (21)	2013	Texto & Contesto Enfermagem	Relato de Caso	Brasil	Verificar os benefícios do laser terapêutico, em pacientes portadores de lesão medular, no tratamento de úlceras por pressão.	6
Palagi S., et al., (3)	2015	Revista de Escola de Enfermagem da USP.	Relato de Caso	Brasil	Descrever o processo de reparo da úlcera por pressão, em paciente grave no tratado com terapia convencional de curativo acrescida de laser terapia de baixa intensidade avaliada pela Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH) e pelo resultado Cicatrização de Feridas: segunda intenção, da Nursing Outcomes Classification (NOC).	1

Legenda: n°= Número de participantes

Após a análise dos estudos acima descritos são apresentados os tipos de laser, as formas emissões, as percepções dos feixes, os comprimentos das ondas (λ), os métodos de aplicação, e as potências de emissão e os principais resultados observados que foram usados no tratamento de úlceras de pressão, estes dados podem ser observados no quadro 2.

Quadro 2. Caracterização e resultados dos estudos analisados sobre os principais parâmetros do laser terapêutico e efeitos seus observados no tratamento de úlceras por pressão, Goiânia, 2021.

Autores/ Ano	Tipo de Laser, Forma Emissão e Percepção do Feixe	Comprimento da onda (λ)	Métodos de aplicação	Potência de Emissão (J/cm^2)	Efeitos Observado
Feitosa M.C.P., et al., (2015) (14)	Laser (HeNe); Pulsado; Visível.	632,8nm.	Pontual; Sem contato (distância aproximada de 1 mm), com a caneta sendo mantida perpendicular à ferida, em pontos equidistantes ao seu redor.	4J cm^2 .	Ocorreu uma diminuição significativa do tamanho da ferida quando comparado ao grupo controle em torno de 30 dias de tratamento. A dor também foi deprimida.
Taradaj J., et al., (2013)	GaAIAs; Contínua; Visível.	940 nm (Grupo I), 808 nm (Grupo II) e 658 nm (Grupo III)	Varredura; (Distância de 50 cm da ferida).	4J/ cm^2	Foram realizadas 12 procedimentos nos quais estes, três vezes na semana, em dias alternados. Os 72 pacientes, foram divididos em 3 grupos de laser terapia: 658 nm, 808 nm e 940 nm e um grupo placebo. Uma vez ao dia, 5 vezes por semana durante 1 mês. A terapia a laser em um comprimento de onda de 658 nm pareceu ser eficaz para curar úlceras de pressão.
Taradaj J., et al., (2018)	GaAIAs; Contínua; Visível.	940 nm (Grupo I), 808 nm (Grupo II) e 658 nm (Grupo III).	Varredura; (Distância de 2 cm da ferida).	4J/ cm^2	Uma vez ao dia, 5 vezes por semana durante 1 mês. A terapia a laser em um comprimento de onda de 658 nm pareceu ser eficaz para curar úlceras de pressão. A laser terapia nos comprimentos de onda de 940 e 808 nm possui baixa eficácia no tratamento de úlceras de pressão.

Carvalho A.F.M., et al., (2016)	Não relatou tipo de laser, descreveu apenas o aparelho usado (Laser – fabricante HTM). Contínua; Visível.	658 nm	Pontual Sem contato (Distância de 1mm).	4J/ cm ²	Após 12 aplicações em 4 semanas, foi observada uma eficácia da laser terapia para o alívio da dor e na aceleração do processo de reparo tecidual de pé diabético, promovendo uma redução da área total das úlceras.
Assis G.M., Moser A.D.L. (2013) (21)	Laser de Diodo Contínuo Não informou a percepção de feixe.	830 nm.	Pontual; (45s por ponto, com distância de 1 cm entre os pontos) .	4J/cm ²	Não foi observado efeito terapêutico na utilização do Laser de Diodo no tratamento das úlceras por pressão. Os autores apontaram que a dificuldade de adesão dos pacientes ao tratamento do laser terapêutico impossibilita o tratamento da úlcera de pressão e o alcance dos resultados esperados.
Palagi S. et al., (2015) (3)	AlGalnP; Contínua e Pulsada; Visível	660 nm	Pontual e Varredura; Nas bordas da lesão aplicou -se de forma pontual uma distância de 1cm ² entre os pontos. No centro da UP a forma de aplicação foi varredura, para tanto a caneta do laser ficou a uma distância de 1cm do tecido, num período de três a quatro minutos.	4 J/cm ²	Observou -se redução nas dimensões da lesão de 7cm para 1,5cm de comprimento e de 6cm para 1,1cm de largura, além do aumento do tecido epitelial e de granulação, diminuição da secreção e dor após 15 aplicações (3x por semana).

Legenda: HeNe = Hélio-Neônio; AlGalnP = Alumínio-Gálio-Índio-Fósforo; GaAlAs= Arseneto de gálio e alumínio; nm = unidade de medida (nanômetro); AsGa = Arseneto de Gálio; mm= unidade de medida (milímetro);

Após a análise dos resultados foi observado que o laser terapêutico de baixa potência apresentou melhores resultados para o tratamento das úlceras de pressão. Para os parâmetros do laser terapêutico os estudos apontaram que os tipos de lasers que possuem maiores aplicabilidades são Hélio-Neônio (HeNe), Arseneto de Gálio (AsGa) e Alumínio Gálio Índio Fósforo (AlGaInP), sendo que a forma de emissão contínua, a percepção do feixe visível e os comprimentos das ondas no tamanho de 632,8 nm, 658 nm e 660 nm são os mais eficazes. Em relação aos métodos de aplicação e potência de emissão, verificou que as técnicas pontuais (centro da ferida) e varreduras (bordas da ferida) a $4\text{J}/\text{cm}^2$, obtiveram melhores efeitos para o controle da dor, cicatrização e retorno a sensibilidade tátil no local das úlceras de pressão.

DISCUSSÃO

O tratamento com o laser terapêutico, visa reparar os tecidos lesionados das úlceras por pressão. Sendo este recurso um método não invasivo que apresenta resultados rápidos e com uma grande taxa de cicatrização apontados por diversos estudos¹⁴. O processo de reparo tecidual é complexo, compreendendo diversas alterações vasculares e celulares que promovem a proliferação epitelial e de fibroblastos, síntese e deposição de colágeno, produção de elastina e proteoglicanos, revascularização e cicatrização da ferida^{14,15}.

O laser representa um dispositivo constituído por substâncias de origem sólida, líquida ou gasosa que produzem um feixe de luz, este dispositivo pode ser classificado em duas grandes categorias: lasers de alta

intensidade ou cirúrgicos, que possuem efeitos térmicos apresentando propriedades de corte, vaporização e hemostasia, e lasers de baixa intensidade ou terapêuticos, apresentando propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e de bioestimulação¹⁵. Ao verificar a eficácia para o tratamento das úlceras de pressão entre o laser de alta e baixa intensidade, os resultados demonstram resultados superiores da aplicação laser de baixa intensidade em relação ao laser de alta intensidade¹⁵. Segundo o trabalho de Feitosa et al., 2015¹⁴, a terapia com laser de baixa potência demonstra uma maior eficácia, pois aumenta a taxa de neovascularização pelo aumento da atividade mitocondrial, pela proliferação de fibroblastos e uma diminuição no infiltrado inflamatório no local da úlcera de pressão, promovendo assim migração e proliferação de queratinócito e ocorrência do fenômeno de neoangiogênese.

Para Santos et al., 2018³, a terapia com laser de baixa intensidade, traz uma melhora na redução de edema e hiperemia no processo inflamatório, fornecendo também efeitos analgésicos e bioestimulantes, induzindo ainda uma maior proliferação de células epiteliais, osteoblastos e fibroblastos, favorecendo assim uma síntese de colágeno. Dessa forma, os efeitos do laser terapêutico com intensidade baixa, consegue suprir melhor as demandas exigidas no processo de reparo tecidual das úlceras, do que comparado ao laser de alta intensidade.

Na literatura é encontrada uma grande variedade de lasers que podem promover e auxiliar o processo de cicatrização tecidual, entre eles podemos citar Hélio-Neônio (HeNe), Alumínio Gálio Índio Fósforo (AlGaInP), Arseneto de gálio e alumínio (GaAlAs), Arseneto

de Gálio (AsGa), entre outros (Fialho et al., 2017). Sabe-se, no entanto, que o sucesso da terapia de baixa intensidade e seus respectivos efeitos mostra-se dependente do comprimento de onda, potência, dose e tempo aplicados¹⁶ Fialho et al., 2017¹⁶ ,comparou a ação dos lasers HeNe e AsGa no processo cicatricial de úlceras por pressão, tanto a aplicação pelo o laser HeNe ou AsGa apresentaram-se como eficazes no processo de cicatrização, pelo fato de ambos produzirem o aumento da circulação local, a proliferação celular e o aumento na produção do colágeno no local da ulceração.

Outro tipo de laser que apresenta bons resultados e é bastante comum na prática clínica no Brasil é o laser AlGaInP^{3,15,17}. Nos estudos de Santos et al., 2018¹⁵ Leclercq et al., 2018¹⁷ e Palagi et al., 2015³ , que usaram o laser AlGaInP, foram observados um processo cicatrização em um pequeno intervalo de tempo nas úlceras de pressão no estágio III e IV, sendo que a mesmas apresentaram um fechamento do local da ferida de 75% à 90% entre 15 à 20 sessões. Os autores acima mencionaram que os resultados encontrados estavam diretamente ligados ao processo neovascularização, redução do processo inflamatório e a estimulação dos fatores de crescimento promovido pela terapia a laser de baixa intensidade promovida pelo laser AlGaInP.

No que se diz respeito à forma de emissão do laser, existem duas modulações a contínua e pulsada. A emissão contínua a potência de saída é constante ao longo de todo o período de tratamento. Já nos lasers de emissão pulsada a potência de saída oscila entre um valor máximo de potência de pico e zero no decorrer de um determinado período de

tempo^{3,18}. A forma contínua foi utilizada em 90% dos estudos apresentados, a sua escolha para o tratamento das úlceras de pressão é apresentada por Palagi et al., 2015³ e Carvalho et al., 2016¹⁸ devido ao fato de apresentar critérios melhores para sensibilização de uma maior quantidade de células (epiteliais, fibroblastos, osteoblastos) no local das lesões aumentando assim a eficácia da fotoestimulação devido a maior radiação emitida. Outros pontos são abordados por estes autores apontam a promoção de um maior aporte sanguíneo e de uma maior estimulação da síntese de colágeno o que favorece o reparo tecidual nos locais com úlceras de pressão.

A percepção do laser com maior aplicabilidade nos artigos presente estudo foi o visível (vermelho). A luz visível quando aplicada é absorvida por um sistema biológico produz uma reação fotoquímica. Tanto a radiação visível quanto a infravermelha (invisível) apresentam efeitos benéficos. No entanto, elas se diferenciam pelas propriedades fotoquímicas e fotofísicas¹⁸ . No trabalho de Carvalho et al., 2017¹⁸, relata que a percepção do feixe visível (vermelho), conseguiu gerar efeitos bioestimulantes por meio da proliferação de tecidos epiteliais, endoteliais e vasos sanguíneos no tratamento das úlceras de pressão quando comparado com a percepção não visível (infravermelho).

A penetração do laser visível na pele humana é altamente dependente do comprimento de onda e cor da pele. Hamad et al., 2010²² demonstraram que a absorção de energia por unidade de volume para a pele escura era de 2,39 vezes maior do que a da pele clara, devido a maior concentração do cromóforo melanina

o que aumentam a absorção de comprimentos de onda visível em relação invisível.

A indicação dos tipos de laser é caracterizada pelos diferentes comprimentos de onda (determinantes da profundidade de penetração) e pela potência. Os lasers de baixa intensidade operam na faixa de 50 a 300 mW e por isso não produzem aquecimento nos tecidos vivos superior a 1°C ¹⁹. Para o tratamento de úlceras por pressão os melhores resultados apontaram os comprimentos de ondas de 632,8 nm, 658 nm e 660 nm. Nos estudos de Taradaj J et al., 2013¹⁹ e Taradaj J et al., 2018¹⁰, que analisou a eficácia da terapia a laser em três tipos de diferentes comprimento de ondas (658, 808, 940 nm), para o tratamento de úlceras por pressão foi observado uma diminuição de mediadores pró-inflamatórios IL-2(interleucina) e IL-6 (interleucina) já no primeiro dia de sessão para todos comprimento de ondas avaliados, porém foi verificado uma maior estimulação do Fator Necrose Tumoral (TNF-alfa), um aumento da atividade do Fator de Crescimento Endotelial Vascular (VEGF) (processo de angiogenese) nas primeiras duas semanas e um aumento do Fator de Crescimento Transformador Beta 1 (TGFB-1) (reparação tecidual) para o comprimento de onda de 632,8 nm em cerca de 75% em comparação aos demais.

Quanto ao método de aplicação do laser, possui duas maneiras de ser aplicadas a por varredura e maneira pontual²⁰. De acordo com Palagi et al., 2015³ e Fialho et al., 2017¹⁶, a aplicação do laser terapêutico pela técnica de varredura deve abordar toda a extensão da lesão sendo coberta pela a irradiação por meio de movimentos alternados, porém tal método é bem mais eficaz aplicada nas bordas das

feridas, onde a quantidade de energia e radiação são menores, pelo fato dá cronicidade ser menor, em relação ao centro da ferida da úlcera. Na técnica pontual, a lesão é demarcada com pontos estratégicos para a aplicação do laser sendo utilizada principalmente no centro das feridas abertas, pelo fato de concentrar uma maior radiação e energia em pontos específicos das úlceras, onde a cronicidade é bem severa e a profundidade da ferida é maior. Vale ressaltar que quando há presença de lesão tecidual a ponteira da caneta emissora não deve encostar a pele, tendo que se utilizar papel filme sobre a pele do paciente, a fim de evitar contaminação.

Existe uma ampla variedade sobre a energia ideal para condições diferentes, que vai desde tecido cartilaginoso até neural. As potências de emissões mais utilizadas ficam entre 1 a 10 J/cm², mas doses baixas como 0.5 J/cm² e altas como 32 J/cm² têm sido sugeridas para o tratamento de diversas lesões²¹. Para o tratamento da úlcera de pressão diversos estudos recomendam e utilizam doses de 4J/cm². Para Assis GM e Moser ADL 2013²¹, a potência que tem apresentado melhores resultados é de 4J/cm² pois consegue atingir os tecidos superficiais e em partes tecidos profundos, promovendo aumento da microcirculação sanguínea, acelerando a cicatrização tecidual no local da cicatrização, diminuição a intensidade da dor e a consequente a analgesia no local da ferida, além de diminuir os sinais flogísticos do processo inflamatório.

Em um estudo desenvolvido por Maiya et al., 2009²³, que aplicou a laser terapêutico HeNe com a dosagem entre 3 a 9J/cm² em feridas do dorso de animais (rato Wistar), durante 5 dias,

verificou que a dosagem aplicada a 4J/cm², apresentou melhores efeitos na produção de colágeno do tipo III. No mesmo estudo as dosagens entre 7 e 9J/cm² provocaram efeito inverso, reduzindo a produção de fibras de colágeno.

Giulian, et al., 2009²⁴ descreveram que o aumento da produção de colágeno ocorre por meio de mecanismos de fotoestimulação, sobre os quais certas frequências/doses podem atuar, modulando assim a proliferação celular e elevando a quantidade de fatores de crescimento de fibroblastos. Outra possível explicação para este fato, ainda segundo os autores acima, seria a melhor absorção desse tipo de energia por parte das mitocôndrias e conseqüentemente, maior produção de adenosina trifosfato (ATP) e ácido nucleico, cujo resultado é o incremento na produção de colágeno, aceleração do reparo epitelial e facilitação do crescimento de tecidos de granulação.

Segundo Zanotti et al., 2011²⁵ as doses até 8J/cm² podem ser indicadas quando o objetivo da intervenção inclui a potencialização da bomba sódio/ potássio; estímulo à produção de ATP; restabelecimento do potencial de membrana; aumento do metabolismo e proliferação celular.

As limitações encontradas na presente revisão narrativa de literatura estão associadas a falta de definições consensuais em relação à dose e ao comprimento de onda mais indicados para o tratamento das úlceras de por pressão, dessas formas novas abordagens comparativas poderão ser realizadas dando margem para novas pesquisas sobre esse tema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento das úlceras por pressão com a laser terapêutico de baixa intensidade é altamente recomendado. Os principais efeitos observados estão associados ao aumento da velocidade de cicatrização, que diminui o diâmetro das úlceras, a melhora da microcirculação do local da lesão, o aumento da analgesia e a estimulação sensorial o que promove o retorno da sensibilidade superficial.

Os estudos apontaram que os principais parâmetros do laser terapêutico no tratamento de úlceras por pressão são os tipos lasers Helio-Neônio (HeNe), Arseneto de Gálio (AsGa) e Alumínio Gálio Índio Fósforo (AlGaInP), com a percepção do feixe de luz visível, com os comprimentos de onda que variam de 632,8 nm, 658nm e 660 nm em uma potência do laser de 4J/cm² de emissão contínua utilizando as técnicas pontuais (centro da ferida) e varreduras (bordas da ferida).

REFERÊNCIAS

ASSIS GM e Moser ADL. **Laserterapia em úlceras por pressão: Limitações para avaliação de resposta em pessoas com lesão medular.** Rev. Texto e Contexto Enfermagem. 2013; 22(03).

BERNARDES LO, Sonia RJ. **Efeitos da laserterapia no tratamento de lesões por pressão: uma revisão sistemática.** Rev Cuid [Internet]. 2018; 9(3):2423-2434.

BILSKA A, Stangret A, Pyzlak M, Wojdasiewicz P, Szukiewicz D. **Skin surface infrared thermography in pressure ulcer outcome prognosis.** J Wound Care. 2020 ;29(12):707-718.

BRAUNCAJS M, Książczyk K, Lewandowska-Polak A, Gorzela K, Grzegorzczak J. **Impact of low-level laser therapy on the dynamics of pressure ulcer-induced changes considering an infectious agent and cathelicidin LL-37 concentration: a preliminary study.** Postepy Dermatol Alergol. 2018;35(6):582-586.

CARVALHO AFM, Feitosa MCP, Coelho NPMF, Rebêlo VCN, Castro JG, Sousa PRG, Feitosa VC, Arisawa EALS. **Terapia a laser de baixa intensidade e Calendula officinalis no reparo de úlcera em pé diabético.** Rev. Da escola de Enfermagem da USP. 2016;50(04).

CAVALCANTI TM, Barros RQA, Catão MHCV, Feitosa APA, Lins RDAU. **Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia.** Rev. An. Bras. Dermatol. [Internet]. 2011. [cited 2021 Mar 20]: 86(5).

EDSBERG LE, Black JM, Goldberg M, McNichol L, Moore L, Sieggreen M. **Revised National Pressure Ulcer Advisory Panel Pressure Injury Staging System: Revised Pressure Injury Staging System.** J Wound Ostomy Continence Nurs. 2016;43(6): 585-597.

FEITOSA MC, Carvalho AF, Feitosa VC, Coelho IM, Oliveira RA, Arisawa EÂ. **Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot ulcers.** Acta Cir Bras. 2015 Dec;30(12):852-7.

FIALHO LMF, Baron VM, Brandenburg C, Texeira ABM. **Efeitos dos lasers HélioNeônio (HeNe) e Arseneto de Gálio (AsGa) associados à educação em saúde com foco na promoção da saúde de portadores de úlcera por pressão.** Rev. Médica de Minas Gerais. 2017;27:e-1856.

GIULIANI A, Lorenzini L, Gallamini M, Massella A, Giardino L, Calzà L. **Low infra-red laser light irradiation on cultured neural cells: effects on mitochondria and cell viability.** BMC Complement Altern Med. 2009;9:8.

HAMAD, F.; Jaafar, M.; Hamid, A.; Omar, A.; Timmi, Z.; Houssein, H. **Influences of different low level laser power at wavelength 635 nm for two types of skin dark and light.** Proceedings of the 7th IMT-GT UNINET and the 3rd International PSU-UNS Conferences on Bioscience, 2010; 7: 130-135.

HANONU S, Karadag A. **A Prospective, Descriptive Study to Determine the Rate and Characteristics of and Risk Factors for the Development of Medical Device-related Pressure Ulcers in Intensive Care Units.** Ostomy Wound Manage. 2016;62(2):12-22.

LECLÈRE FM, Puechguiral IR, Rotteleur G, Thomas P, Mordon SR. **A prospective randomized study of 980 nm diode laser-assisted venous ulcer healing on 34 patients.** Wound Repair Regen. 2010;18(6):580-5.

MAIYA AG, Kumar P, Nayak S. **Photo-stimulatory effect of low energy helium-neon laser irradiation on excisional diabetic wound healing dynamics in wistar rats.** Indian J Dermatol. 2009;54(4):323-9.

MCINNES E, Jammali-Blasi A, Bell-Syer SE, Dumville JC, Middleton V, Cullum N. **Support surfaces for pressure ulcer prevention.** Cochrane Database Syst Rev. 2015;(9):CD001735.

MOSCA RC, Ong AA, Albasha O, Bass K, Arany P. **Photobiomodulation Therapy for Wound Care: A Potent, Noninvasive, Photoceutical Approach.** Adv Skin Wound Care. 2019;32(4):157-167.

PALAGI S, Severo IM, Menegon DB, Lucena Ade F. **Laserterapia em úlceras por pressão: avaliação pelas Pressure Ulcer Scale For Healing e Nursing Outcomes Classification.** Rev Esc Enferm USP. 2015; 49(5):826-833.

PETZ FFC, Crozeta K, Meier MJ, Lenhani BE, Kalinke LP, Pott FS. **Úlceras por pressão em unidade de terapia intensiva: estudo epidemiológico.** Rev enferm UFPE online. 2016;11(1):287-95.

REDDY M. **Pressure ulcers.** BMJ Clin Evid. 2011;28:1901.

RONDINELLI J, Zuniga S, Kipnis P, Kawar LN, Liu V, Escobar GJ. **Hospital-Acquired Pressure Injury: Risk-Adjusted Comparisons in an Integrated Healthcare Delivery System.** Nurs Res. 2018;67(1): 16-25.

SANTOS JAF, Campelo MBD, de Oliveira RA, Nicolau RA, Rezende VEA, Arisawa EÂL. **Effects of Low-Power Light Therapy on the Tissue Repair Process of Chronic Wounds in Diabetic Feet.** Photomed Laser Surg. 2018 Jun;36(6):298-304.

SILVA DRA, Bezerra SMG, Costa JP, Luz MHBA, Lopes VCA, Nogueira LT. **Curativos de lesões por pressão em pacientes críticos: análise de custos.** Rev. esc. enferm. USP [Internet]. 2017;51:e03231.

TARADAJ J, Halski T, Kucharzewski M, Urbanek T, Halska U, Kucio C. **Effect of Laser Irradiation at Different Wavelengths (940, 808, and 658 nm) on Pressure Ulcer Healing: Results from a Clinical Study.** Evid Based Complement Alternat Med. 2013;2013:960240.

TARADAJ J, Shay B, Dymarek R, Sopol M, Walewicz K, Beeckman D, Schoonhoven L, Gefen A, Rosińczuk J. **Effect of laser therapy on expression of angio- and fibrogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers.** Int J Med Sci. 2018;(11):1105-1112.

ZANOTTI GB, Oliveira PI, Reis SFS, Silva FS, Araújo AR. **Efeitos do laser de baixa potência sobre a regeneração da cartilagem na osteoartrose.** Rev fisio bras. 2011;12(2):139-46.