

Recursos Terapêuticos Físicos no Tratamento de Lesões por Pressão em Pacientes com Lesão Medular: Uma Revisão Sistemática

Emmanuele Celina Souza dos Santos, José Francisco Dias dos Anjos, Keila de Nazaré Madureira Batista, Suellen Alessandra Soares de Moraes.

Resumo

Introdução: Os recursos terapêuticos físicos incluem fototerapia, eletroterapia e termoterapia, sendo comumente descritos na literatura por promoverem resultados positivos no reparo tecidual em lesões por pressão, as quais resultam da necrose tecidual provocada pela isquemia quando uma pressão externa é aplicada por um período prolongado sobre a pele. A lesão medular é um fator de risco para o seu desenvolvimento. **Objetivo:** Sintetizar as evidências de intervenções dos recursos terapêuticos que podem ser utilizados como adjuvante no manejo da cicatrização em lesões por pressão em indivíduos com lesão medular. **Métodos:** Trata-se de uma revisão sistemática realizada nas bases de dados Pubmed, Lilacs, Cochrane, Pedro e Google Scholar com artigos publicados entre os anos 1991 a abril de 2020, nos idiomas português e inglês, utilizando os descritores: “Low level light therapy”; “Therapy ultrasonic”; “High voltage electrical stimulation”; “Radiofrequency Therapies”, “Ultraviolet Therapies” e “Microcurrent Therapy”, seguindo a diretriz PRISMA. **Resultados:** Foram incluídos dezenove estudos, dentre os quais foram identificados oito recursos, como: Laserterapia, LED, Ultrassom, Estimulação elétrica de alta e baixa voltagem, Radiofrequência, Ultravioleta C e Microcorrente. **Discussão:** Os recursos encontrados mostraram-se efetivos na cicatrização de lesões por pressão de indivíduos com lesão medular. A técnica de aplicação e o tempo de intervenção variam conforme as características das feridas, levando em conta o aspecto da borda e leito e, principalmente dimensão e estágio da lesão. **Conclusão:** A laserterapia e estimulação elétrica de alta voltagem apresentaram melhores resultados na taxa de cicatrização em relação ao tempo de reparo tecidual, quando comparado aos outros recursos selecionados.

Palavras chaves: Lesão por pressão, lesões da medula espinhal, cicatrização, fototerapia eletroterapia, termoterapia.

Introdução

As lesões por pressão (LP) são descritas como áreas de lesão na pele resultante de pressão prolongada, pressão em combinação com forças de cisalhamento ou fricção da pele sobre uma proeminência óssea levando a isquemia e até a necrose tecidual¹. As LP podem tornar-se uma condição séria de saúde em indivíduos com mobilidade reduzida, como em pacientes com lesão medular (LM). As LP ameaçam todos os indivíduos com LM devido seus múltiplos e complexos comprometimentos nos sistemas: sensorial, motor, tegumentar e circulatório, tornando-se imprescindível a atenção e o manejo desse tipo de lesão².

Quando uma pressão é aplicada externamente de forma perpendicular por um período prolongado sobre uma proeminência óssea, ocorre isquemia dos tecidos moles subjacentes e devido ao músculo ser mais sensível do que a pele à isquemia causada por pressão, pode haver necrose tecidual¹.

As LP são classificadas em 4 estágios, de acordo com o dano tecidual observado. Segundo o National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP), no estágio 1 a pele está íntegra com área localizada de eritema que não embranquece. No estágio 2 ocorre perda da pele em sua espessura parcial com exposição da derme, o leito da ferida é viável, de coloração rosa ou vermelha, úmido e pode também apresentar-se como uma bolha intacta ou rompida. O estágio 3 é caracterizado pela perda da pele em sua espessura total na qual a gordura é visível e, não há exposição de fáscia, músculo, tendão, ligamento, cartilagem e/ou osso. Por fim, no estágio 4, há perda da pele em sua espessura total e perda tissular com exposição ou palpação direta da fáscia, músculo, tendão, ligamento, cartilagem ou osso³. Quando estão presentes por um tempo inferior a 6 semanas, são consideradas agudas, já aquelas LP que persistem há mais de 6 semanas, são consideradas crônicas²⁸.

A magnitude global de LP é relativamente alta em pacientes com LM, apresentando prevalência mundial de 32,36%, portanto um em cada três pacientes são acometidos⁴. Existem diversos fatores de risco para as LP nessa população, de modo que na fase aguda da LM estão mais relacionados ao gerenciamento do cuidado e ao tempo de internação, enquanto na fase crônica estão intimamente ligados às características sociodemográficas, neurológicas, cutâneas e comportamentais. A maioria das LP ocorre abaixo da linha da cintura pélvica e torna-se recorrente na tuberosidade isquiática^{2,5}.

A cicatrização de feridas é um processo fisiológico complexo, que pode ser interrompido ou bloqueado por múltiplos fatores. Após uma lesão tecidual na pele, diversos eventos ocorrem de forma encadeada a fim de promover o reparo tecidual, podendo caracterizar-se em três fases: fase inflamatória, proliferativa e remodelação. A fase inflamatória, que ocorre de 1 a 6 dias após a lesão, tem como característica uma intensa sinalização de citocinas e agentes inflamatórios, com recrutamento de macrófagos, neutrófilos e linfócitos para o local; a fase proliferativa, que dura de 7 dias a 3 semanas, após a lesão, inicia a cascata de angiogênese e a reepitelização. A fase de remodelação, com duração de 3 semanas a 2 meses ou mais, envolve a remodelação do colágeno sintetizado, resultando em uma cicatriz resistente a tração^{6,7}.

A cicatrização de uma lesão é influenciada por muitos fatores, como idade, estado nutricional, mobilidade, comorbidades e cuidados com a ferida. Os fatores que influenciam a cicatrização em um indivíduo que já possui LP são: a duração (há quanto tempo existe a LP), a área de superfície inicial da ferida e ocorrências de comorbidades, sendo a própria lesão medular responsável pelas alterações as respostas cardiovasculares interferindo no fluxo sanguíneo para a pele e sua perfusão para as partes moles^{8,9}.

O manejo conservador de LP requer controle dos fatores causais como: remoção de pressão, prevenção da maceração da pele, correção de deficiências nutricionais, remoção de tecido necrótico e controle de infecção. Tais procedimentos são de suma importância e antecedem o uso dos diversos recursos terapêuticos que auxiliam a cicatrização¹⁰.

Dentre os recursos que podem ser utilizados para acelerar o processo de reparo tecidual, a laserterapia é um dos mais descritos. Seus efeitos biológicos incluem aumento na produção de adenosina trifosfato (ATP), aumento da atividade mitótica e da síntese proteica, estímulo à microcirculação, elevando a entrega de nutrientes, favorecendo a multiplicação celular e formação de novos vasos. A junção desses processos, torna a resolução da inflamação aguda mais rápida e antecipa a fase proliferativa^{11,12}. A terapia com diodo emissor de luz (LED), assim como o laser, faz parte da fototerapia e pode ser tão eficaz quanto este devido seus efeitos biológicos semelhantes¹².

A irradiação ultravioleta (UV) é também uma abordagem terapêutica para o tratamento de feridas. Seus efeitos incluem uma série consecutiva de eventos a partir da

absorção dos fótons pelos cromóforos na pele, seguida por reações fotoquímicas que induzem alterações moleculares na biologia celular e tecidual e afetam as redes de sinalização. A UV é altamente antimicrobiana e pode ser aplicada diretamente a infecções agudas de feridas¹³.

A estimulação elétrica também é descrita para o tratamento de feridas crônicas, sendo compostas por correntes pulsadas, de alta e baixa voltagem e correntes diretas, contínua e microcorrente. De modo geral, seus efeitos biológicos incluem intensificação da síntese de colágeno, aumento da resistência à tração, aumento da taxa de epitelização, perfusão, oxigenação tecidual e ação bactericida, com isso cada corrente pode trazer efeitos benéficos no processo de cicatrização¹⁴.

Outro recurso promissor no tratamento de feridas é o ultrassom terapêutico. A capacidade de penetração para atingir tecidos profundos de forma altamente orientada e focalizada é uma vantagem desse recurso, cuja ação no estágio inflamatório da cascata de cicatrização proporciona a liberação de mediadores químicos que produzem mudanças na quantidade, resistência e integridade do tecido cicatricial, além de sua capacidade analgésica¹⁵. Além da radiofrequência, recurso termoterapêutico bastante utilizado em LP crônicas, promovendo resultados positivos no processo de reparo tecidual, por reduzir o tempo de cicatrização e gravidade da lesão e ter boa relação custo-benefício³⁸.

Apesar de existirem inúmeros tratamentos que visam acelerar a cicatrização, as LP ainda constituem um grave problema que aumenta a permanência no hospital e dificulta a participação na reabilitação, devido seu impacto no encurtamento dos músculos, tendões ou ligamentos, diminuindo a mobilidade e funcionalidade. Em lesões mais graves, estágio 3 ou 4, as LP podem provocar sepse e aumentar o risco de mortalidade. Tudo isso afeta a qualidade de vida desses indivíduos e seus familiares, além de ter elevado ônus financeiro, já que o tratamento gera gastos expressivos ao serviço de saúde¹⁶.

Portanto, devido aos inúmeros impactos das LP em pacientes que com LM e aos poucos estudos que abordem os recursos terapêuticos físicos nessa população, tendo em vista possibilidades de acelerar a cicatrização dessas lesões para uma melhor funcionalidade, esta revisão tem objetivo de sintetizar as evidências dos recursos terapêuticos físicos no tratamento de lesões por pressão em pessoas que possuem LM, a partir de três questões específicas: Quais recursos usados no tratamento de LP na população de LM estão documentados na literatura? Quais são os parâmetros dos recursos utilizados e estratégia de aplicação? e Qual recurso apresenta melhor resultado no tratamento, levando em consideração o tempo e taxa de cicatrização?

Metodologia

Critérios de inclusão

Para atingir todas as evidências relevantes, foram pesquisados ensaios clínicos randomizados e não randomizados, séries de casos e estudos de caso único, publicados nos idiomas português e inglês, que incluíam na amostra apenas pessoas com LM independente da idade, sexo, nível de gravidade de LM traumáticas ou não traumáticas, e estágio das LP.

Critérios de exclusão

Foram excluídos estudos de fontes não primárias, como revisões de literatura e metanálises, dissertações, editoriais, artigos em outros idiomas que não o inglês ou português, e também manuscritos que não puderam ser lidos na íntegra por não estarem disponíveis. Trabalhos que não atendiam a questão norteadora da pesquisa, aqueles que não

disponibilizaram os parâmetros utilizados dos recursos (dose, frequência e intensidade), duplicatas em mais de uma base de dados, pesquisas em animais e estudos *in vitro*, trabalhos que abordassem outros tipos de lesões (venosas, diabéticas, hansênicas) e estudos que a população não fosse composta totalmente por pessoas com LM também foram excluídos.

Métodos de busca para identificação de estudos

Artigos publicados entre 1991 a abril de 2020, de acordo com a metodologia Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)¹⁷, foi pesquisada nas bases de dados PubMed, Cochrane, Pedro, Lilacs e Google Scholar nos idiomas inglês e português, utilizando o acrônimo PICO¹⁸, no qual: “P”- *Population*, sendo pacientes com lesão medular e lesão por pressão, “I”- *Intervention*, os recursos terapêuticos, “C”- *Comparison*, o tratamento convencional de lesões por pressão comparado aos recursos terapêuticos ou comparação entre os recursos, e, por fim “O”- *Outcome*, sendo o tempo e taxa de cicatrização.

Foram utilizadas as palavras-chaves indexadas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), Medical Subject Headings (MESH) e seus termos correspondentes em inglês e português conectados através de operadores booleanos AND e OR. As pesquisas foram realizadas separadamente e divididas em seis etapas, uma para cada recurso. A informação se os pacientes tinham ou não lesão medular foram coletadas no resumo e não fez parte da combinação de palavras por restringir demais as buscas. Os descritores de pesquisa incluíram: lesão por pressão (Pressure Ulcers, Pressure Sore, Decubitus Ulcer); laserterapia (Low Level Light Therapy, Photobiomodulation Therapy, Low-Level, Laser Therapies); ultravioleta (Photoradiation Therapies, Therapy Ultraviolet, Ultraviolet Therapies); ultrassom (Therapy Ultrasonic, Ultrasonic Therapies, Therapeutic Ultrasound); alta voltagem (High voltage electrical stimulation, High-voltage pulsed current, Voltage pulsed stimulation); radiofrequência (Radiofrequency Therapies, Therapies Radio-Frequency, Pulsed Radiofrequency); e microcorrente (Microcurrent).

Medição de resultados

Os resultados dos tratamentos encontrados nos artigos levantados na presente revisão foram analisados quanto ao tempo de cicatrização, tamanho e estágio da lesão por pressão.

Extração e gerenciamento de dados

Os seguintes dados foram extraídos dos artigos elegíveis por um revisor e checados pelo segundo revisor: título do trabalho, ano de publicação, autor, tipo estudo, tamanho da amostra, idade dos participantes, sexo, tipo e nível da LM, estágio da LP, recurso terapêutico, período de tratamento, duração do estudo e resultados, com o objetivo de categorizar e organizar os dados encontrados.

Os ensaios clínicos selecionados foram avaliados metodologicamente de acordo com a escala de Jadad¹⁹, e com fator de impacto da revista³⁹, que também foi usado para avaliar os demais tipos de estudos, conforme mostra a Tabela 1. Nenhum estudo foi excluído com base nesse critério mesmo que apresentassem escore Jadad menor que 3 (baixa qualidade metodológica) ou baixo fator de impacto.

Resultados

Foram identificadas 1.911 referências a partir das buscas com os descritores. Desses artigos, 571 estavam duplicados e foram eliminados, resultando 1.340 resumos e títulos disponíveis para seleção de elegibilidade. Dentre os 1.340 artigos restaram 258 resumos potencialmente relevantes que foram analisados e restaram 47 considerados dentro dos critérios de inclusão. Em seguida, após nova análise mais detalhada, um total de 19 estudos preencheram os critérios de inclusão e exclusão e foram submetidos à extração de dados completos para a revisão sistemática final, conforme fluxograma observado na figura 1.

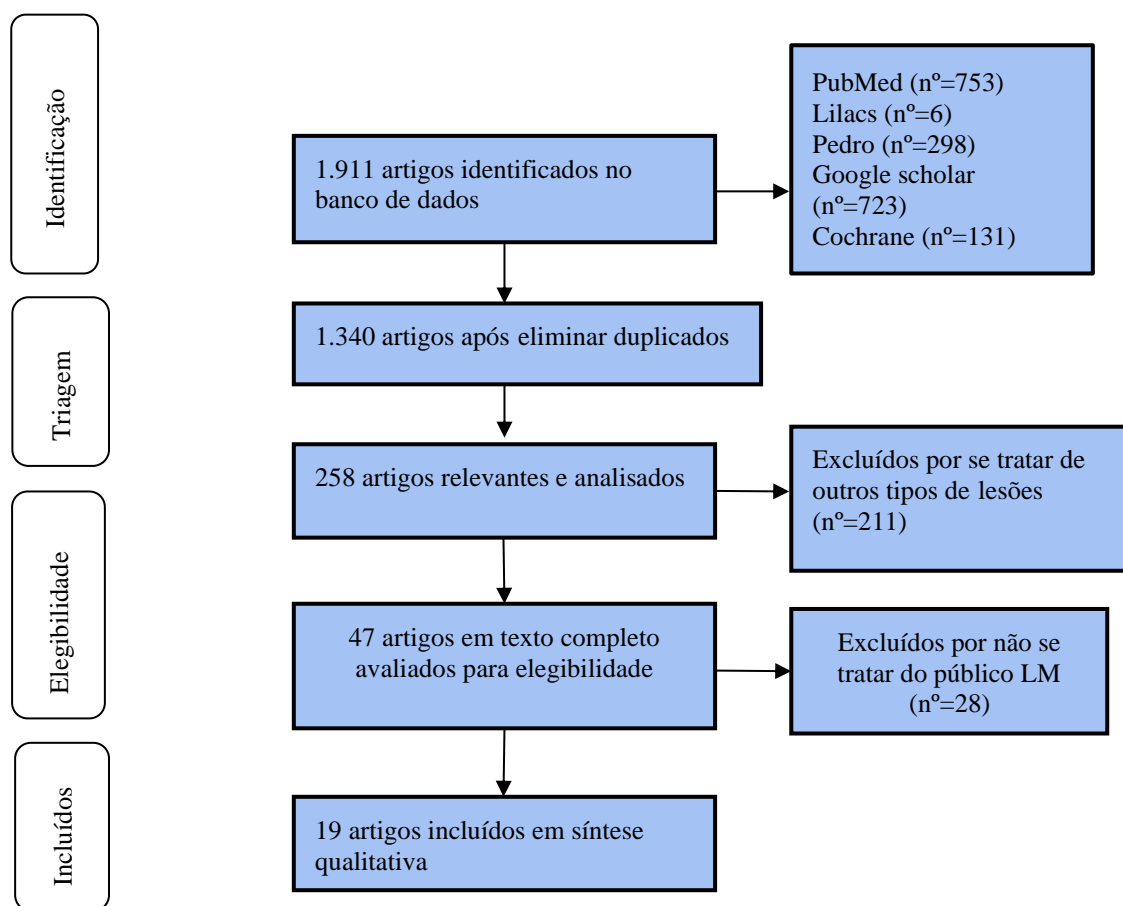


Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos e resultados da triagem.

Características da amostra

Entre os estudos selecionados, nove eram ensaios clínicos, sete relatos de casos e três séries de casos. Em relação ao país onde o estudo foi desenvolvido, cinco foram feitos nos

EUA, quatro no Brasil, três no Irã, dois na Índia, dois no Canadá, e o restante um em cada país (Nigéria, Turquia e Eslovênia).

Foram identificados oito recursos em dezenove estudos selecionados, sendo eles: estimulação elétrica de alta voltagem (n=5), laserterapia (n=7), estimulação elétrica de baixa voltagem (n=1); corrente contínua (n=1), radiofrequência (n=1), microcorrentes (n=1), ultravioleta-C (n=1) e ultrassom (n= 2).

Todos os artigos descreveram a população alvo do estudo com LM, sendo sete com LM traumática, um com LM não traumática, três com ambas e oito não relataram a origem da lesão, desses, dezesseis estudos relataram o nível de lesão e apenas três não relataram. Os parâmetros dos recursos utilizados, o protocolo de tratamento e o tempo de intervenção variaram de acordo com as características das lesões, conforme mostra a Tabela 2.

Os dezenove estudos envolveram um total de 522 pacientes e 539 LP distribuídas em diferentes localizações corporais, com predomínio nas regiões sacral, seguidas pelas trocântéricas e isquiáticas. Em relação à classificação das LP quanto ao estágio, treze estudos relataram o grau e cinco não relataram. A Tabela 3 mostra as características de cada estudo e dos participantes, estágio das lesões, variáveis avaliadas e resultados.

Tabela 1: Avaliação da qualidade metodológica de acordo com a escala Jadad e fator de impacto.

Ensaio clínicos	Escore Jadad	Fator de Impacto	Séries e Relatos de casos	Fator de impacto
Griffin et al., 1991 ²⁸	3	3,043	Porreca et al., 2003 ³⁸	0,49
Nussbaum et al., 1994 ²⁵	4	3,043	Joppert et al., 2011 ²²	0,55
Baker et al., 1996 ³⁵	3	1,02	Lopes et al., 2011 ²¹	0,15
JerCinovic et al., 1996 ³³	2	3,2	Recio et al., 2012 ²⁹	0,90
Adegoke et al., 2001 ³⁴	2	0,07	Kazemikhoo et al., 2015 ²³	0,112
Taly et al., 2004 ²⁴	4	3,69	Ganvir et al., 2016 ²⁷	4,06

Shojaei et al., 2008 ²⁰	4	0,51	Valavi et al., 2017 ³¹	5,410
Houghton et al., 2010 ³⁰	5	3,69	Souza et al., 2017 ³²	0,15
Nussbaum et al., 2013 ²⁶	5	2.697	Unal et al., 2017 ³⁷	0,634
			Shuh et al., 2017 ³⁶	0,001

Tabela 2: Recursos, protocolo de tratamento e tempo de intervenção.

Referência	Recurso/Tipo do aparelho	Área de tratamento	Protocolo de tratamento	Parâmetros do aparelho	Tempo de intervenção
Shojaei et al., 2008 ²⁰	Laser (1 GA-AL-AS e 2 GA-AL-IN-PH) - AZOR-2K	Borda e leito da ferida.	Cada LP foi exposta de forma pontual pelos dois tipos diferentes de lasers.	1: 650nm, 30mW, 4-6 J/cm ² 2: 980 nm, 200mW, 4-6 J/cm ² .	10 sessões durante 3 semanas, não relata tempo de duração das sessões.
Lopes et al., 2011 ²¹	Laser (AlGaInP) - Ibramed	Borda e leito da ferida.	Irradiação através de barreira protetora (PVC transparente), sobre LP em pontos determinados (distância de 1 cm ² /ponto).	660 nm, 30mW, 17 J/cm ² .	12 sessões, 2x/semana, 60 min cada sessão. 1 minuto sobre cada ponto.
Joppert et al., 2011 ²²	Laser (HeNe) - Ibramed	Borda e leito da ferida.	Irradiação pontual, delineando a borda a cada 1 cm, seguindo também para a região interna.	660 nm. potência não relatada, 6 J/cm ² .	12 a 14 sessões, 2x/semana.
Kazemikhoo et al., 2015 ²³	Laser (GASES) - AZOR-2K Varredura - Aparelho Quanta-C; Laser intravenoso - Aparelho Mulat	Borda e leito da ferida.	Irradiação aplicado nas margens e leito da LP, modo contínuo, varredura na região glútea e intravenoso na veia cubital do braço.	980 nm, contínuo, dose de 6 J/cm ² para margens da LP; 655 nm, modo contínuo e dose de 1,8 J/cm ² para leito da LP, 4 J/cm ² e Intravenoso: 650 nm, 1,5mW.	12 a 24 sessões em dias alternados, 2x/ semana.
Taly et al., 2004 ²⁴	LED + Laser (GA-AL-AS) - Omega Biotherapy 2001	Borda e leito da ferida.	Irradiação LED e Laser em áreas de 10 cm ² na extensão da lesão, exposta por 60 s cada.	Fonte central: 820 nm; 10 diodos 660 nm e 10 de 950 nm, 15mW; 10 diodos de 870 nm e 10 de 880 nm, 25mW; 5 diodos de 940 nm, 25 mW e 1 de 820 nm e 15mW. Todos com frequência de 20 Hz, 4,5 J/cm ² .	14 sessões alternados, 1 a cada dia, 3x/ semana.
Nussbaum et al., 1994 ²⁵	Laser - sonda Intellect 800 cluster	Bordas e leito da ferida.	Laser, aplicado em contato direto com sonda central sobre a	Laser: 820 nm e 30 diodos (10 cada um a 660, 880 e 950 nm), 120 mw cm ² e 4 J/cm ² .	12 semanas de tratamento.

	US - Omnisound 3000 UVC - lâmpada de quartzo frio Birtcher		LP; US (ao redor da pele intacta) mas em casos de feridas purulentas, o UVC (toda a dimensão da LP) era utilizado.	US: pulsada, 3 MHz e 0,2 W/cm ² (razão de pulso 1: 4). UVC: lâmpada quartzo frio (emissão 95% a 250 nm), 15 s a 2,5 cm de distância.	Laser: 3 sessões/semanais US/UVC: 5 sessões/semanais US: 5 minutos.
Nussbaum et al., 2013 ²⁶	Ultravioleta-C Tipo de aparelho não relatado	Bordas e leito da ferida.	UVC aplicado nas bordas e 3 a 4 cm de pele da ferida, irradiadas e dosadas de acordo com o grau de eritema presente.	E1 (0,225 J/cm ² , 15 s), E2 (0,675 J/cm ² ; 45 s), E3 (1,35 J/cm ² , 90 s), E4 (2,7 J/cm ² , 180 s), Versão 2 do E4 (superfície muito seca ou sólida) 5,4 J/cm ² , 360 s.	3 x/semana, durante 4 a 8 semanas.
Ganvir et al., 2016 ²⁷	Laser AlGaInP (Technomed) Ultrassom (Médico da Índia)	Bordas e leito da ferida.	Ultrassom: método saco de água utilizado. LASER: aplicado nas bordas com tempo fixo com distância de 1 cm ² e no leito.	Ultrassom: 3 MHz, dosagem de acordo com área de superfície e LP, 0,8 W/cm ² , pulsado. LASER: 660 nm, 4J/cm ² , 30 mW.	1 vez ao dia, 6 x/semana, durante 12 semanas em um tempo de 3 a 4 min..
Griffin et al., 1991 ²⁸	Corrente de alta voltagem - estimulador Intellect 500 HVPC	Bordas e leito da ferida.	HPVC: eletrodo posicionado sobre a LP em cima da gaze com solução salina.	75 ps de espaçamento entre os pulsos, saída de ajustável de 0 a 500 V, 1 a 120 pps.	20 dias de sessões consecutivas. 60 minutos cada sessão.
Recio et al., 2012 ²⁹	Estimulação elétrica de alta voltagem (ES) - Empi 300 PV	Bordas e leito da ferida.	ES no leito da ferida (eletrodo posicionado no leito e outro em área dispersiva em região proximal).	Duplo pico monofásico, 10 ms; tempo de aceleração de 2 s e 100 Hz.	5 a 3 x/semana, com acompanhamento de 12 meses.
Houghton et al., 2010 ³⁰	Corrente de alta voltagem (ESTS) - Intellect 500 HVPC	Bordas e leito da ferida.	Grupo controle: tratamento padrão de feridas; Grupo intervenção: tratamento padrão de feridas + estimulação elétrica, com um eletrodo colocado diretamente na LP e outro distalmente.	Corrente pulsada monofásica, 50s; intensidade 50 e 150 V, 100 Hz.	20 min de estimulação. 3 meses de tratamento.
Valavi et al.,	Corrente de alta	Bordas e leito da	O eletrodo negativo foi	Pulsos gêmeos 75 microssegundos. A	20 minutos cada sessão.

2017 ³¹	voltagem - Estimulador elétrico WinStim	ferida.	posicionado em uma gaze úmida, e o eletrodo positivo fixado em uma camada de gaze úmida distalmente ao polo negativo (20 cm) acima da área do quadril.	voltagem ajustável usada no tratamento foi mantida entre 0-500 volts, 1 a 120 pulsos por segundo.	12 dias de tratamento consecutivos.
Souza et al., 2017 ³²	Estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV) - Neurodyn High Volt® - (Ibramed)	Bordas e leito da ferida.	EEAV (eletrodo de borracha posicionado sobre a lesão) por 45 minutos (3 sessões), 15 minutos (6 sessões) e 45 minutos (últimas sessões).	Frequência e duração de pulso: 100 Hz e 100 microssegundos (parâmetro fixo).	12 sessões, 3 vezes por semana.
JerCinovic et al., 1996 ³³	Corrente elétrica de baixa voltagem - ES (tipo de aparelho não relatado)	Bordas e leito da ferida.	ES feita por meio de dois eletrodos flexíveis autoadesivos medindo 75 ou 50 mm colocado em pele saudável a 3 cm da borda da LP.	Pulsos bifásicos, frequência de 40 pps, duração de pulso de 250 ps e amplitude ajustada até 35 mA.	2 horas diárias, durante 4 semanas.
Adegoke et al., 2001 ³⁴	Corrente contínua (IDC) - Duffield Mk7 por Duffield Medical Equipment Ltd	Bordas e leito da ferida.	IDC fixado no perímetro da LP com eletrodos maiores que o seu tamanho total, intensidade aumentada até contração visível mínima da região.	Frequência de 30Hz e forma de onda retangular.	Sessões de 45 min, durante 4 semanas.
Baker et al., 1996 ³⁵	Estimulação elétrica de baixa voltagem - (UltraStim; Henley Int., Houston, Tex) e Microcorrente (Aparelho não relatado)	Bordas e leito da ferida.	ES: por meio de eletrodos superficiais. Protocolo A e B - eletrodo negativo proximal e positivo distalmente; (MC) e C mesmos procedimentos, mas usou-se leads para interromper passagem da corrente.	G1: Protocolo A: corrente bifásica assimétrica, largura de pulso 100 e frequência de 50, G2: Protocolo B: corrente bifásica simétrica, largura de pulso 300, frequência de 50, G3: MC: amplitude fixada a 4 mA, G4: C (controle).	5 x/semana, durante 4 semanas.
Shuh et al., 2017 ³⁶	Alta voltagem ⁴ e microcorrente (Tone Derm, modelo	Bordas e leito da ferida.	Alta frequência: eletrodo pequeno com aplicação direta abordando toda a extensão da	Alta frequência: modo varredura por 10 minutos; Microcorrente: frequência de 600Hz, 100Hz	15 sessões, 3x/semana durante 45 min.

	Versatile AF9) e laser (Ibramed, modelo Laserpulse)		lesão pelo modo varredura por 10 min; Microcorrente: canais distribuídos em forma de cruz e Laser: modo pontual com para cada ponto da LP. Sessões alternadas de laser + alta frequência e microcorrente + alta frequência.	de intensidade; Laser: contínuo, 660nm, 12 J/cm ² .	
Ünal et al., 2017 ³⁷	Microcorrente	Bordas e leito da ferida.	Os eletrodos posicionados próximos à área ulcerada.	Vtagem 21 mV, corrente de 42 µA.	45 minutos, 5 x/semana, durante 6 semanas.
Porreca et al., 2008 ³⁸	Radiofrequência - Provant Wound Therapy System, Regenesi Biomedical, Inc, Scottsdale, Ariz	Bordas e leito da ferida.	Aplicador posicionado na área da LP, transmitindo dose fixa.	Radiofrequência pulsada, potência fixa de estado sólido, 27,12 MHz com dose fixa de energia não ionizante.	30 minutos, duas vezes ao dia, a cada 8 a 12 horas.

Notas: LP: Lesões por pressão, GA-AL-AS: Arseneto de gálio e alumínio, GA-AL-IN-PH: Gálio, alumínio, índio e fósforo, mW: Megawatt, J/cm²: Joules por centímetros quadrados, nm: Nanômetros; HeNe: Hélio-néon, LED: Diodo emissor de luz, US: Ultrassom; UVC: Irradiação ultravioleta; G1: Grupo 1, G2: Grupo:2, G3: Grupo 3, G4: Grupo 4, µA: Microampere, mV: Millivolt, MHz: Megahertz; E1: Estágio 1, E2: Estágio 2, E3: Estágio 3, E4: Estágio 4, IDC: Corrente contínua e MC: Microcorrente.

Tabela 3: Características e resultados dos estudos selecionados

Referência	Recurso	Objetivo	Características da amostra (Nº de participantes)	Co-intervenção	Variáveis avaliadas	Forma de avaliação das variáveis	Resultados
Shojaei et al., 2008 ²⁰	Laser	Comparar o tratamento entre 2 tipos de laser com tratamentos convencionais.	16 homens e 16 LP (E1: 9; E2: 4; E3: 3), G1 (GA-AL-AS + GAL-AL-IN-PH) G2 controle (tratamentos convencionais). Tempo das LP: 36,4 - 36,8 meses.	Tratamentos conservadores: irrigação e curativo.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia da lesão Escala NPUAP.	Redução da área de lesão Regressão do estágio da LP.
Lopes et al., 2011 ²¹	Laser	Analisar o efeito do laser na cicatrização de LP.	Mulher, 23 anos, LP isquiática (Direita E2 e Esquerda E3); trocantérica (Direita E3 e Esquerda E4); e sacral E4. Tempo das LP: 5 meses.	Assepsia do local da LP.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia da lesão.	Taxa de cicatrização de 100% das LP.
Joppert et al., 2011 ²²	Laser	Analisar proposta terapêutica multidisciplinar para fechamento de LP.	1: Homem, 61 anos, LP sacral E2. 2: Homem, 21 anos, LP sacral E2. 3: Homem, 19 anos, LP metatarsofalangeana E2. 4: Mulher, 27 anos, LP isquiática E2. 5: Homem, 17 anos, LP isquiática E2. Não relata tempo das úlceras.	Curativo.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia da lesão.	1: Cicatrização de 100% 2: Cicatrização de 1,24% 3: Cicatrização de 67,74% 4: Cicatrização de 50% 5: Cicatrização de 100%.
Kazemikhoo et al., 2015 ²³	Laser	Descrever o tratamento com laser de uma LP crônica em LM.	Homem, 45 anos, LP sacral (não relata estágio) Tempo da LP: 8 meses.	Assepsia, curativo e cirurgia de enxerto.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia da lesão.	Melhora da perfusão da ferida, diâmetro e profundidade. Epitelização completa.

Taly et al., 2004 ²⁴	Laser + LED	Estudar a eficácia da terapia de luz no tratamento de LP em pacientes com LM.	Homens e mulheres, 8 a 64 anos, 64 LPs sacrais e trocântéricas E2 a E4. G1 tratamento: LED + Laser G2 controle: Curativo Tempo das LP: 1 a 2 meses.	Curativo, desbridamento (quando necessário) + alívio de pressão.	Extensão da LP Cicatrização	Escore PSST Fotografia da lesão.	Não houve diferença entre os grupos quanto ao número de LP cicatrizadas. As LP no E3 e E4 regrediram para o E2.
Nussbaum et al., 1994 ²⁵	Laser ou US+UVC	Comparar os efeitos do laser, do ultrassom (US) + ultravioleta-C (UVC) e do tratamento padrão no reparo de LP em pacientes com LM.	16 indivíduos (homens e mulheres), 15 a 61 anos, 18 LP com estágio não informado G1 controle: tratamento padrão, G2 Tratamento 1: US+UVC G3 Tratamento 2: Laser Todos receberam tratamento padrão. Não relata o tempo das LP.	Tratamento padrão: limpeza da ferida + curativos.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia da lesão.	US+UVC obteve taxas de cicatrização de 55% a 88% e laser obteve taxas de 36% a 51% em relação ao tratamento padrão.
Nussbaum et al., 2013 ²⁶	UVC	Comparar os efeitos da UVC e UVC placebo na cicatrização de LP.	43 pacientes (homens e mulheres), maiores de 18 anos, 58 LPs, distribuídas em nádegas e extremidade inferior, nos estágios E2 a E4. G1 placebo: UVC placebo G2 tratamento: UVC Tempo das LP: 1 a 8 semanas: 29, 9 a 52 semanas: 18 e maior que 52 semanas: 11.	Tratamento padrão de feridas.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia da lesão.	UVC melhora a cicatrização de LP no estágio 2 a 4 no grupo de tratamento (16,2%) comparado ao placebo.
Ganvir et al., 2016 ²⁷	Laser e Ultrassom (US)	Relatar o efeito combinado da terapia com laser e ultrassom no tratamento de uma LP E2 em paciente com LM.	Homem, 34 anos (LM-T4), LP E2 sacral com área de superfície de 24 cm ² e 1,9 cm de profundidade. Tempo da LP: Desenvolvida no hospital (aguda).	Tratamento de rotina de enfermagem lavagem e curativo).	Extensão da LP Cicatrização	Escala PUSH e aplicador de ponta de algodão.	Com 3 semanas, o tamanho da LP reduziu para 23,2 cm ² (área). E com 12 sessões houve diminuição significativa no tamanho da LP (24 cm ² - 0,1 cm ² e profundidade (1,9 cm - 0,1 cm).

Griffin et al., 1991 ²⁸	Corrente de alta voltagem (HVPC)	Avaliar a eficácia da corrente pulsada de alta tensão (HPVC) na cicatrização de LP em pacientes com LM.	17 pacientes, todos homens, 17 LP pélvicas (E2:4, E3:11 e E4:2) alocados de acordo com estágio de LP: LP E2: HPVC (2), placebo (2); LP E3: HPVC (5), placebo (6); LP E4: HPVC (1) e placebo (1). Tempo médio das LP: 4,5 semanas no placebo e 3 no HVPC.	Limpeza e curativo (2 vezes ao dia) e desbridamento, quando necessário.	Extensão da LP Cicatrização	Foto e cálculo de área usando o software CADD 3.0.	A redução percentual de superfície da ferida no grupo HPVC foi maior que no grupo placebo no 5°(P=0,03), 15° (P=0,05) e 20° (P=0,05) dia de tratamento.
Recio et al., 2012 ²⁹	Estimulação elétrica de alta voltagem	Demonstrar a eficácia da estimulação elétrica no tratamento de LP E3 e E4.	A: Homem, 49 anos (T4), LP E4, 14 meses - calcanhar; B: Homem, 29 anos (T12), LP E4, 11 meses - isquiática; C: Homem, 59 anos (C7), LP E3, 11 meses - isquiática.	Limpeza e curativo.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia da lesão	A: após 10 semanas houve redução de 62,82% da LP; B: após 9 semanas houve redução do 57,81% no tamanho da LP; C: após 6 semanas e meia a LP foi totalmente cicatrizada (100%).
Houghton et al., 2010 ³⁰	Corrente de alta voltagem (EST)	Investigar a estimulação elétrica de alta voltagem na cicatrização de LP em LM.	34 adultos (idade média de 50 anos) com 34 LP de E2, E3, E4 e EX (instáveis) G1 SWC: 18 LP: E2: 4, E3: 4, E4: 10; EX: 0. G2 SWC+EST: 16 LP: E2: 1, E3: 6; E4: 7; EX: 2.	SWT: tratamento padrão de feridas.	Extensão da LP Cicatrização	Área de superfície da ferida foi determinada usando o sistema Visitrak e ferramentas PWAT (aplicado a imagens digitais) e PSST.	A redução do percentual na área da superfície da ferida foi maior o grupo EST+SWC do que no grupo SWC. 16 feridas melhoraram as pontuações PWAT ao longo do EST de 3 meses do período de tratamento, enquanto apenas 8 (44%) dos 18 indivíduos no grupo SWC.
Valavi et al., 2017 ³¹	Corrente de alta voltagem (HVPC)	Investigar os efeitos da corrente pulsada de alta voltagem no tratamento de LP (E3 e E4) em pacientes com	Homens com LP na área pélvica. 1: 43 anos, (T11) e LP 17,18 cm². 2: 47 anos, LP 16,992 cm². 3: 22 anos, LP 4,001 cm². 4: 36 anos, LP 0,233 cm².	Tratamento de enfermagem de rotina.	Extensão da LP Cicatrização	Foto e cálculo de área usando o software autoCAD 2015.	1: redução de 45% (9,385 cm²), 2: redução de 70% (5,094 cm²), 3: redução de 87% (0,500 cm²), 4: redução de 50%

		LM, resistentes ao tratamento de rotina.	5: 30 anos, LP 0,709 cm ² . 6: 57 anos, LP 7,307 cm ² . 7: 31 anos, LP 6,461 cm ² . 8: 39 anos, LP 1,429 cm ² . Tempo: 6 meses.				(0,115cm ²), 5: redução de 56% (0,314 cm ²), 6: redução de 70% (2,173 cm ²), 7: redução de 31% (4,432 cm ²), 8: redução de 46% (0,770 cm ²). Após 2 semanas de tratamento, o tamanho médio das úlceras foi reduzido em 56,86%.
Souza et al., 2017 ³²	Estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV)	Avaliar a eficácia da estimulação elétrica de alta voltagem em uma LP sacral.	Homem, 38 anos, LP sacral de 8,5 cm ² Tempo da LP: 12 meses.	Limpeza e curativo.	Extensão da LP Cicatrização	Foto e cálculo de área no programa MATLAB versão 6.5.1 e cálculo de % no excel.	Ao final da intervenção a LP apresentou um percentual de redução de 17%.
JerCinovic et al., 1996 ³³	Corrente elétrica de baixa voltagem (ES)	Avaliar os efeitos da corrente elétrica de baixa voltagem no tratamento de LP.	73 indivíduos, 18 a 68 anos, 109 LP (sacral, calcanhar, pé, joelho, trocanter, glúteo) G1 Controle, G2 ES e G3 Crossover.	Tratamento padrão de cuidados com feridas.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia e métodos de quantificação da LP (linear e exponencial).	A comparação dos grupos controle e tratado com ES, mostrou maior taxa de cicatrização de LP tratadas com ES. A taxa média de cura para os tratados com ES durante as primeiras 4 semanas foi de 2,2% e 5,7%, maior do que a taxa média de cura para o grupo controle (1,5% e 2,7%).
Adegoke et al., 2001 ³⁴	Corrente Contínua (IDC)	Investigar a eficácia da corrente contínua na cicatrização de LP em pacientes com LM.	7 pacientes, 21 a 61 anos, LP E4 sacral. G1: IDC + cuidados de enfermagem (4 pacientes); G2: IDC placebo + cuidados de enfermagem (3 pacientes).	Cuidados de enfermagem (relata apenas limpeza)	Extensão da LP Cicatrização	Perímetro da LP foi traçado com um marcador na superfície onde a área foi medida.	Área superficial da LP do grupo A diminuiu 22,2% e B 2,6%.

Baker et al., 1996 ³⁵	Estimulação elétrica de baixa voltagem e Microcorrente	Explorar a eficácia da estimulação elétrica para melhorar a cicatrização de LP em LM.	80 pacientes (17 a 76 anos) e 192 LP. G1 (corrente assimétrica bifásica): 67 LP, G2 (corrente simétrica bifásica): 58 LP, G3 MC (Microcorrente): 42 LP, G4 (controle): 25 LP	Não relatado.	Extensão da LP Cicatrização	Fotografia da lesão.	O grupo 1 apresentou melhores resultados que os grupos MC ou 3. O grupo 3, teve melhor cicatrização pelo protocolo 1 ou 2 quando trocado o método de intervenção, apresentando taxa de cicatrização maior do que durante o período de controle.
Shuh et al., 2017 ³⁶	Alta voltagem, laser e microcorrente	Demonstrar os efeitos da associação de alta voltagem, laser e microcorrente no tratamento de LP.	Homem, 25 anos, LP E4 sacral, 221 cm ² de área.	Curativo.	Extensão da LP Cicatrização	Instrumento de avaliação do estado da LP e Classificação das LP por estágios.	Na 15ª sessão houve redução significativa do tamanho da LP (42cm ²), demonstrando diminuição 81%.
Ünal et al., 2017 ³⁷	Microcorrente	Verificar a eficácia da microcorrente em LP sacral.	Homem, 41 anos, LP sacral E2. Tempo da LP: desenvolveu na segunda semana de UTI.	Não houve.	Extensão da LP Cicatrização	Escala PUSH	LP cicatrizou 100% após 6 semanas e o escore PUSH passou de 15 para 0.
Porreca et al., 2008 ³⁸	Radiofrequência	Relatar o efeito da radiofrequência no tratamento de LP E3 e E4 em LM.	Homem, 59 anos, LP de longa duração (6 anos), E3, calcanhar esquerdo (60 cm ²), pé direito (5 cm ²) e E4 pré-sacral (295 cm ²).	Curativo.	Extensão da LP Cicatrização	Não relatado.	LP 60 cm ² diminuiu 2 cm ² em 7 meses, LP 5 cm ² cicatrizou 100% em 4 semanas e a LP 295 cm ² reduziu para 20 cm ² em 7 meses, atingindo o fechamento total em 11 meses.

Notas: LP: Lesões por pressão, LM: Lesão medular, GA-AL-AS: Arseneto de gálio e alumínio, GA-AL-IN-PH: Gálio, alumínio, índio e fósforo, ES: Estimulação elétrica, LED: Diodo emissor de luz, US: Ultrassom, UVC: Irradiação ultravioleta, EST, HVPC ou EEAV: Corrente de alta voltagem, SWT: Limpeza e curativo, PUSH: Pressure Ulcer Scale for Healing, E1: Estágio 1, E2: Estágio 2. E3: Estágio 3 e E4: Estágio 4, G1: grupo 1, G2: grupo 2, G3: grupo 3, PWAT: The Photographic Wound Assessment Tool, NPUAP: National Pressure Ulcer Advisory Panel, MC: Microcorrente, IDC: corrente contínua e ES: estimulação elétrica.

Discussão

O gerenciamento das LP é um problema desafiador que requer a atenção de uma equipe multidisciplinar em razão do potencial dessa condição de amplificar danos, principalmente em pacientes com LM, devido suas inúmeras restrições sensoriomotoras². A prática atual para a condução desse problema inclui o tratamento das causas subjacentes, desbridamento, curativos, técnicas de alívio de pressão, aplicações tópicas de agentes biológicos e correção de deficiências nutricionais¹⁰.

Somado a isso uma variedade de terapias coadjuvantes foram identificadas na presente revisão por serem utilizadas no manejo desse problema, sendo elas: estimulação elétrica de alta e baixa voltagem, laserterapia, corrente contínua, radiofrequência, microcorrentes, ultravioleta-C e ultrassom, que utilizam parâmetros moduláveis como frequência, intensidade, dose e potência, variáveis ajustadas de acordo com o estágio da LP e também forma de aplicação, por irradiação com contato direto ou sem contato a acoplamento de eletrodos ao redor da ferida.

A laserterapia é um dos recursos mais descritos na literatura para acelerar o processo de reparo tecidual. Sua eficácia foi demonstrada em outros tipos de úlceras e dependente do comprimento de onda, potência, dose e tempo de aplicação^{40,41}. A variação de características clínicas das LP, principalmente estágio e profundidade, dificulta a aplicação padronizada desse recurso. Mesmo assim, entre os estudos selecionados sobre laser, foi observado que o recurso, usado tanto de forma isolada como combinado a outros, obteve resultados positivos na redução de área da lesão e até, fechamento de 100% de LP no estágio 1 a 4 em protocolos de 3 a 12 semanas, com isso este foi um dos recursos que apresentaram resultados mais expressivos com taxas de cicatrização maiores em menor tempo para reparo de LP.

A combinação dos lasers GaAlAs 650nm e GaAlInPh 980nm²⁰ mostrou-se efetiva na cicatrização de LP estágio 1 a 3 em 3 semanas de intervenção. O laser HeNe 660 nm²² apresentou bons resultados no tratamento de lesões estágio 2 em cerca de 5 semanas de intervenção, enquanto o laser AlGaInP 660 nm²¹ se mostrou efetivo no tratamento de LP estágio 2 a 4 em 6 semanas de protocolo, sendo este o único estudo apenas de laserterapia que incluiu LP estágio 4 e alcançou resultados expressivos na taxa de cicatrização, de modo que uma LP estágio 2 e outra estágio 3 obteve 100% de cicatrização com 12 sessões, outra de estágio 3 cicatrizou 50% com 10 sessões, e as de estágio 4 obtiveram taxas de 50% a 85% com 10 sessões. Resultado satisfatório também foi observado em um estudo³⁶ que combinou alta frequência, laser e microcorrente no tratamento de uma lesão de 221cm², estágio 4, alcançando 81% de taxa de cicatrização em 5 semanas de protocolo.

A combinação de terapia com laser 980 nm e 620 nm nas margens e leito da ferida, respectivamente, somado a irradiação por varredura na área proximal a LP e posteriormente irradiação por via intravenosa, em quatro semanas reduziu 90% a profundidade de uma úlcera crônica²³. O laser intravenoso, apesar de não ter eficácia terapêutica totalmente estabelecida tem muita aplicabilidade em diversos processos patológicos e seus efeitos incluem melhora da bioestimulação, das propriedades do sangue e da microcirculação, melhora a função do sistema imunológico, além de possuir efeito vasodilatador que melhora a perfusão tecidual⁴². A combinação de terapia a laser e cirurgia de enxerto promoveu epitelização completa de uma lesão crônica de 21 cm² de área e 5 cm de profundidade em 12 semanas de intervenção, sendo o resultado atribuído a reconstrução dos vasos sanguíneos, aumento da revascularização da lesão e a produção e formação de tecido de granulação na ferida²³.

Quando aplicado em dose adequada, o laser pode estimular funções celulares vitais para o processo de cicatrização, com isso foi observado que em LP agudas foram utilizadas

densidade de energia menores (4 e 6 J/cm²), enquanto que em úlceras crônicas foram utilizadas doses mais elevadas como 12 e 17 J/cm². A dose que é a quantidade de radiação oferecida ao tecido varia muito, pois lesões mais profundas demandam dosagens aumentadas para o processo de cicatrização ser eficaz, devido a destruição de toda a espessura da pele, enquanto LP mais superficiais ou agudas, demandam doses mais baixas, pela espessura e comprometimento parcial das camadas da pele, sendo melhor o processo de cicatrização⁴³.

O laser e o LED induzem um efeito fotobiomodulador usado para acelerar a cicatrização devido aumento na viabilidade celular ao estimular a síntese de ATP dos fotorreceptores mitocondriais e da membrana celular¹². A associação desses recursos²⁴ mais tratamento padrão foi usada na irradiação de lesões estágio 2 a 4 e, quando o protocolo combinado foi comparado com o tratamento padrão sem recurso físico, a cicatrização se mostrou eficaz apenas nas lesões de estágio 3 e 4, demonstrando que a terapia com luz de comprimento de onda múltiplo pode ser útil na promoção da cicatrização em lesões de estágio mais avançado. O comprimento de onda pode ter sido determinante para tal resultado, pois comprimentos de 390 nm a 600 nm são usados para tratar o tecido superficial enquanto comprimentos na faixa de 600 nm a 1.100 nm, mais penetrantes, são usados para tratar tecidos mais profundos⁴³.

Desse modo, nos parâmetros do protocolo escolhido os comprimentos aplicados foram mais longos e beneficiaram apenas úlceras no estágio 3 e 4, que são mais profundas. Segundo os autores outro fator que pode ter influenciado tal resultado estaria relacionado ao melhor acoplamento dos vários diodos de emissão da luz LED em LP maiores em relação às LP estágio 2, que por serem menores receberam menor exposição.

Dentre os recursos fototerapêuticos a irradiação ultravioleta C (UVC) também é utilizada para potencializar a cicatrização de feridas, sua efetividade já foi demonstrada através de estudos *in vitro* e *in vivo*, porém existem poucos estudos que examinam seus efeitos na cicatrização de feridas em humanos, principalmente em pacientes com lesão medular. Seus efeitos incluem vasodilatação, eliminação de patógenos, através de seus efeitos bactericidas modificação dos receptores do fator de crescimento, síntese acelerada de DNA, liberação de fibronectina de fibroblastos e proliferação de células⁴⁴. Um estudo clínico recente²⁶, investigou o efeito desta terapia no tratamento de LP estágio 2 a 4 e demonstrou que em 8 semanas de intervenção houve melhoria na cicatrização das LP com alteração percentual da área de 16,2% usando UVC em comparação com o placebo.

A terapia de estimulação elétrica (ES) tem sido documentada na literatura há mais de cinco décadas, especialmente para feridas resistentes ao tratamento padrão. Várias formas de onda e diferentes métodos de entrega de estimulação têm sido usados e com isso ocorrem variações nos protocolos, tornando incerto qual forma de ES apresenta melhores resultados. Nessa revisão, dentre as abordagens principais desta terapia, foram identificados estudos que utilizaram corrente direta (contínua e microcorrente) e corrente pulsada (alta voltagem e baixa voltagem). De forma geral a estimulação elétrica afeta todas as fases da cicatrização. Na fase inflamatória aumenta o fluxo sanguíneo, inibe o crescimento bacteriano, aumenta a oxigenação dos tecidos e diminui o edema da ferida. Na fase proliferativa, aumenta a contração da ferida, proliferação de queratinócitos e fibroblastos, angiogênese e deposição de colágeno. Por fim, na fase de remodelação aumenta a maturação e remodelação do colágeno^{14,45}.

Nos estudos de ES de alta voltagem notou-se que a duração de pulso adotada foi semelhante na maioria dos participantes (100 Hz), o tempo de sessão variou entre 20 e 60 minutos e o tratamento foi realizado de forma consecutiva para não haver a interrupção no protocolo e com isso regressão ou não melhoria do processo de cicatrização. Um estudo²⁸

utilizou ES de alta voltagem no tratamento de LP estágio 2, 3 e 4 agudas e crônicas. Após 20 dias de protocolo, os indivíduos tratados com essa terapia experimentaram redução percentual significativa na área de superfície da ferida no 5º, 15º e 20º dia, em comparação com o grupo placebo. As LP estágio 2 cicatrizaram completamente em ambos os grupos; todas as LP estágio 3 no grupo estimulação apontaram consistentes diminuições da área durante o período de tratamento e duas LP estágio 3 no grupo de placebo demonstraram períodos de aumento de área da lesão, enquanto as outras três LP estágio 3 do mesmo grupo demonstraram reduções consistentes de área de lesão ao final do 20º dia de estudo.

Em outro estudo²⁹ a ES de alta voltagem também se mostrou eficaz no tratamento de 3 LP crônicas, onde a de estágio 3 cicatrizou 100% em 6 semanas enquanto as de 4, uma cicatrizou 57,81% e a outra 62,82% em 9 e 10 semanas de protocolo, respectivamente.

Taxas de cicatrização parecidas foram observadas em um estudo³¹ com lesões de mesmo estágio, porém foi necessário apenas duas semanas de tratamento para se obter uma taxa média de redução de 56,86%. A ES também se mostrou eficaz no tratamento de 34 LP de estágio 2 a 4, associado ao tratamento padrão de feridas, apresentando resultados significativos de redução da área em 3 meses de tratamento, quando igualado ao grupo controle³⁰. Quando comparado a estes estudos, resultados não tão expressivos foram observados em um protocolo³² de tratamento de uma lesão crônica de 8,5cm² sem estágio relatado, na qual houve 17% de taxa de cicatrização em 4 semanas de intervenção, porém por ser tratar de uma lesão resistente há 12 meses, tal resultado é considerável.

Outro estudo²⁹ também utilizou ES de alta voltagem envolvendo o fornecimento de baixos níveis de corrente elétrica diretamente ou ao redor do leito da ferida em 14 LP, que variaram do estágio 2 ao 4. Ao comparar a ES e tratamento padrão, com o tratamento padrão de feridas sozinho, a área de cicatrização em 3 meses pós-tratamento foi significativamente maior no grupo que combinou as terapias. Quatro feridas que receberam apenas tratamento convencional aumentaram de tamanho, enquanto no grupo experimental nenhuma das feridas pioraram ao longo dos 3 meses de tratamento. Dessa forma, a alta voltagem apresenta benefícios, principalmente no tratamento de LP crônicas. Apenas um estudo utilizou ES de baixa voltagem³³ para tratar lesões agudas e crônicas. Após 4 semanas de intervenção, o uso desse recurso obteve maior taxa de cicatrização quando comparado ao controle que utilizou apenas cuidados de enfermagem.

Uma variação da ES é a corrente direta, que pode ser corrente contínua ou microcorrente. A diferença entre as duas é que a última produz fluxo bidirecional ou unidirecional de corrente em um nível que normalmente não produziria estimulação sensorial (subsensorial)¹⁴. Quando a ES foi administrada na modalidade corrente contínua³⁴ para tratar 3 LP crônicas estágio 4, foi obtido taxa média de cicatrização de 22,2%, resultado significativo quando comparado ao controle com uso de recurso físico placebo e cuidados de enfermagem, evidenciando, segundo os autores, que além da corrente contínua ser um recurso não invasivo ainda é relativamente mais barato e pode acelerar a taxa de cicatrização.

Na presente pesquisa foi identificado apenas um estudo utilizando essa modalidade terapêutica, acreditamos que isso tenha ocorrido devido a corrente contínua não ser mais tão utilizada na prática clínica para a cicatrização de feridas devido ao alto potencial de provocar irritação da pele. Essa irritação pode ocorrer sob os eletrodos, em função da necessidade de inserir eletrodos em formatos maiores em todo o perímetro da lesão para permitir a cobertura total da área⁴⁶. Quando a ES administrada através de microcorrentes³⁷ nos parâmetros descritos na tabela 2, também foi eficaz no tratamento de uma lesão de estágio 2 com escore 15 na escala PUSH, havendo 100% de cicatrização em seis semanas de intervenção.

Entre os recursos que utilizam corrente elétrica, a terapia de energia de radiofrequência

pulsada também pode ser utilizada como adjuvante na cicatrização de feridas. Esta terapia tem capacidade de produzir alterações fisiológicas com efeitos imediatos na prática clínica, provavelmente por sua ação bactericida, antisséptica e anti-inflamatória, as quais podem favorecer o reparo tecidual⁴⁷. Em um estudo³⁸ esta terapia, nos parâmetros descritos na tabela 2, promoveu cicatrização completa ou reduziu a área de LP estágio 3 e 4 crônicas. Uma LP estágio 3 cicatrizou completamente em 4 semanas, enquanto a outra reduziu 95%, já a de estágio 4 reduziu 88% em 7 meses de protocolo. Levando-se em consideração que eram lesões resistentes ao tratamento padrão e que já perduravam 6 anos, tal resultado foi expressivo. Tais resultados podem ter sido alcançados, devido essa terapia estimular ativação das vias proteína quinase e proliferação celular, que geralmente estão deficientes em feridas crônicas⁴⁷. Dessa forma, segundo os autores, o tratamento com radiofrequência pode ser valioso no processo de reparo de feridas crônicas e, com isso, evitar hospitalizações prolongadas e procedimentos cirúrgicos repetidos para o tratamento de LP não controladas, reduzir a necessidade de antibióticos e analgésicos, além de diminuir o custo geral do tratamento para pacientes crônicos.

O ultrassom terapêutico tem sido relatado na cicatrização de feridas a mais de 4 décadas e, apesar disso, nesta revisão, não encontramos estudos clínicos que investigaram a contribuição desse recurso isoladamente para cicatrização de LP em pacientes com LM, embora sua efetividade já tenha sido comprovada em outros tipos de lesões⁴⁸. A combinação desse recurso com um protocolo de laserterapia²⁷ se mostrou eficaz após 3 semanas de aplicação e reduziu 99,9% a área de uma lesão aguda de 24 cm². Quando essa terapia foi combinada com protocolo de UVC²⁵ também demonstrou efeitos positivos e produziu 23,7% de cicatrização frente aos cuidados de enfermagem isoladamente ou combinados com laser, apresentando uma diferença de 7 semanas no tempo médio de cicatrização se comparado as esses outros grupos.

Os fatores limitantes deste estudo foram a pequena quantidade de trabalhos encontrados voltados para a cicatrização de LP na população com LM, a baixa qualidade metodológica de alguns de acordo com a escala Jadad¹⁹, a variedade de parâmetros utilizados e a inclusão de artigos apenas em inglês e português. Sendo assim, justifica-se a realização de novos estudos com mais rigor metodológico para que os protocolos sejam estabelecidos.

Conclusão

Na presente revisão foram identificados oito recursos que podem ser usados como coadjuvantes no tratamento de LP em pacientes com LM, sendo eles: estimulação elétrica de alta e baixa voltagem, laserterapia, corrente contínua, radiofrequência, microcorrente, ultravioleta-C e ultrassom. Os parâmetros utilizados variaram de acordo com o estágio e tempo da lesão e as principais estratégias de aplicação variaram entre irradiação com contato direto ou sem contato a acoplamento de eletrodos ao redor da ferida. Dentre todos os recursos, levando em consideração o tempo e taxa de cicatrização, o laser e a estimulação elétrica na modalidade alta voltagem obtiveram resultados mais satisfatórios, apresentando melhor taxa de cicatrização em menor tempo, seguida por radiofrequência e microcorrente. Dessa forma, cada um dos recursos obteve resultados significativos no reparo tecidual, levando em consideração as variáveis analisadas.

Referências

- 1- Kottner J, Balzer K, Dassen T, Heinze S. Pressure ulcers: a critical review of definitions and classifications. *Ostomy Wound Manage.* 2009 Sep 15;55(9):22-9. PMID: 19797800.
- 2- Gélis, A. et al. Pressure ulcer risk factors in persons with SCI: part 1: acute and rehabilitation stages. *Spinal Cord*, v. 47, n. 9, p. 651-61, Sep 2009.
- 3- Edsberg LE, Black JM, Goldeberg M, McNichol L, Mooe 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.
- 4- Shiferaw, W.S., Akalu, T.Y., Mulugeta, H. et al. The global burden of pressure ulcers among patients with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 21, 334 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03369-0>
- 5- Gélis, A. et al. Pressure ulcer risk factors in persons with spinal cord injury part 2: the chronic stage. *Spinal Cord*, v. 47, n. 9, p. 651-61, Sep 2009.
- 6- Gonzalez, A.C.O. et al. Wound healing- A literature Review. *Brazilian Annals of Dermatology.* 2016.
- 7- Gurtner GC, Werner S, Barrandon Y, Longaker MT. Wound repair and regeneration. *Nature.* 2008 May 15;453(7193):314-21. doi: 10.1038/nature07039. PMID: 18480812
- 8- Karahan A, AAbbasoğlu A, Işık SA, Çevik B, Saltan Ç, Elbaş NÖ, Yalılı A. Factors Affecting Wound Healing in Individuals With Pressure Ulcers: A Retrospective Study. *Ostomy Wound Manage.* 2018 Feb;64(2):32-39. PMID: 29481325
- 9- Sung YH, Park KH. Factors affecting the healing of pressure ulcers in a Korean acute care hospital. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2011 Jan-Feb;38(1):38-45. doi: 10.1097/WON.0b013e318202a67e. Erratum in: *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2011 Jul-Aug;38(4):337. PMID: 21178788.
- 10- Boyko, T. V. et al. Review of the Current Management of Pressure Ulcers. *Adv Wound Care (New Rochelle)*, v. 7, n. 2, p. 57-67, Feb 2018. ISSN 2162-1918. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29392094> >
- 11- Andrade, Fabiana do Socorro da Silva Dias, Clark, Rosana Maria de Oliveira, & Ferreira, Manoel Luiz. (2014). Effects of low-level laser therapy on wound healing. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 41(2), 129-133. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912014000200010>
- 12- Chaves ME, Araújo AR, Piancastelli AC, Pinotti M. Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED. *An Bras Dermatol.* 2014;89(4):616-623. doi:10.1590/abd1806-4841.20142519
- 13- Gupta, Asheesh et al. "Ultraviolet Radiation in Wound Care: Sterilization and Stimulation." *Advances in wound care* vol. 2,8 (2013): 422-437. doi:10.1089/wound.2012.0366
- 14- Hunckler, Jerome, and Achala de Mel. "A current affair: electrotherapy in wound healing." *Journal of multidisciplinary healthcare* vol. 10 179-194. 20 Apr. 2017, doi:10.2147/JMDH.S127207
- 15- Alkahtani SA, Kunwar PS, Jalilifar M, Rashidi S, Yadollahpour A. Ultrasound-based Techniques as Alternative Treatments for Chronic Wounds: A Comprehensive Review of Clinical Applications. *Cureus.* 2017 Dec 15;9(12):e1952. doi: 10.7759/cureus.1952. PMID: 29487767
- 16- Zakrasek EC, Creasey G, Crew JD. Pressure ulcers in people with spinal cord injury in developing nations. *Spinal Cord.* 2015 Jan;53(1):7-13. doi: 10.1038/sc.2014.179. Epub 2014 Nov 4. PMID: 25366536.

- 17- Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 335 Brasília, 24(2): abr-jun 2015
- 18- Santos CMC, Pimenta CAM, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2007; 15(3): 508-11.
- 19- Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJ, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials* 1996;17(1):1–12.4
- 20- Shojaei, H., Sokhangoei, Y., Soroush, M. (2008). Low Level Laser Therapy in the Treatment of Pressure Ulcers in Spinal Cord Handicapped Veterans Living in Tehran. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 33(1), 44-48.
- 21- Lopes. L., D., F. (2011). Utilização do laser 660nm, 17 J cm² em úlceras por pressão - Um relato de caso. *Revista Neurociências*.
- 22- Joppert, D., Bastos, V. H., et al. (2011). Fechamento de úlceras por pressão em pacientes com lesão medular: proposta terapêutica. *Fisioterapia Brasil*.
- 23- Kazemikhoo N, Rahbar M R, Akrami S M. Low-Level Laser Therapy Along With Intravascular Laser in Deep Pressure Ulcer Resistant to Conventional Therapies, *J Skin Stem Cell*. 2015 ; 2(4):e30686. doi: 10.17795/jssc30686.
- 24- Taly, A. B., K. P. Sivaraman Nair, T. Murali and A. John (2004). "Efficacy of multiwavelength light therapy in the treatment of pressure ulcers in subjects with disorders of the spinal cord: A randomized double-blind controlled trial." *Arch Phys Med Rehabil* 85(10): 1657-1661.
- 25- Nussbaum, E. L., I. Biemann and B. Mustard (1994). "Comparison of ultrasound/ultraviolet-C and laser for treatment of pressure ulcers in patients with spinal cord injury." *Phys Ther* 74(9): 812-823; discussion 824-815
- 26- Nussbaum, E. L., H. Flett, S. L. Hitzig, C. McGillivray, D. Leber, H. Morris and F. Jing (2012). "Ultraviolet-C irradiation in the management of pressure ulcers in people with spinal cord injury: a randomized, placebo-controlled trial." *Arch Phys Med Rehabil* 94(4): 650-659.
- 27- Ganvir, S., Agrawal. M., Harishchandre. M. (2016). Combined Effect of Ultrasound and Laser Therapy (LLLT) for the Treatment of Pressure Ulcer in a Patient with Spinal Cord Injury. *Journal of Physiotherapy & Physical Rehabilitation*
- 28- Griffin, J. W., R. E. Tooms, R. A. Mendius, J. K. Clift, R. Vander Zwaag and F. el-Zeky (1991). "Efficacy of high voltage pulsed current for healing of pressure ulcers in patients with spinal cord injury." *Phys Ther* 71(6): 433-442; discussion 442-434.
- 29- Recio, A. C., C. E. Felner, A. C. Schneider and J. W. McDonald (2012). "High-voltage electrical stimulation for the management of stage III and IV pressure ulcers among adults with spinal cord injury: demonstration of its utility for recalcitrant wounds below the level of injury." *J Spinal Cord Med* 35(1): 58-63.
- 30- Houghton, P. E., K. E. Campbell, C. H. Fraser, C. Harris, D. H. Keast, P. J. Potter, K. C. Hayes and M. G. Woodbury (2010). "Electrical stimulation therapy increases rate of healing of pressure ulcers in community-dwelling people with spinal cord injury." *Arch Phys Med Rehabil* 91(5): 669-678.
- 31- Valavi, S., Rahimi, A., Azmand, A. (2017). Effects of Electrical Stimulation on Treatment of Pressure Sores in Subjects with Spinal Cord Injuries: A Case Series Study. *Journal of Clinical Physiotherapy Research*, Vol. 2 No. 4, 21 October 2017 , Page 190-194
- 32- Souza. A. C. S., et al. (2017). Estimulação elétrica de alta voltagem para o tratamento de úlceras por pressão: um estudo experimental de caso único. *Fisioterapia Brasil*, v. 18. n. 6.

- 33- A. Jercinovic *et al.* , "Corrente pulsada de baixa frequência e cicatrização de úlceras por pressão", em *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* , vol. 2, n. 4, pp. 225-233, dezembro de 1994, doi: 10.1109 / 86.340876.
- 34- Adegoke, B. O. and K. A. Badmos (2001). "Acceleration of pressure ulcer healing in spinal cord injured patients using interrupted direct current." *Afr J Med Med Sci* 30(3): 195-197.
- 35- Baker, L. L., S. Rubayi, F. Villar and S. K. Demuth (1996). "Effect of electrical stimulation waveform on healing of ulcers in human beings with spinal cord injury." *Wound Repair Regen* 4(1): 21-28.
- 36- Shuh. C. M., et al. (2017). Associação da alta frequência, laser de baixa potência e microcorrentes no tratamento da lesão por pressão. *Revista do Departamento de Educação Física e Saúde e do Mestrado em Promoção da Saúde da Universidade de Santa Cruz do Sul / Unisc (Cinergis)*.
- 37- Ünal A, Gülsen &, Altuğ F. Effectiveness of microcurrent therapy on sacral pressure ulcer: Our first experience. *Niger J Clin Pract* 2017;20:397-8
- 38- Porreca, E. G. and G. M. Giordano-Jablon (2008). "Treatment of severe (Stage III and IV) chronic pressure ulcers using pulsed radio frequency energy in a quadriplegic patient." *Eplasty*.
- 39- Sharma M, Sarin A, Gupta P, Sachdeva S, Desai AV. Journal impact factor: its use, significance and limitations. *World J Nucl Med*. 2014;13(2):146. doi:10.4103/1450-1147.139151
- 40- Andrade, Fabiana do Socorro da Silva Dias, Clark, Rosana Maria de Oliveira, & Ferreira, Manoel Luiz. (2014). Effects of low-level laser therapy on wound healing. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 41(2), 129-133. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912014000200010>
- 41- Rocha Júnior, Adeir Moreira, Vieira, Beatriz Julião, Andrade, Luís Carlos Ferreira de, & Aarestrup, Fernando Monteiro. (2007). Effects of low-level laser therapy on the progress of wound healing in humans: the contribution of in vitro and in vivo experimental studies. *Jornal Vascular Brasileiro*, 6(3), 257-265. <https://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492007000300009>
- 42- Huang SF, Tsai YA, Wu SB, Wei YH, Tsai PY, Chuang TY. Effects of intravascular laser irradiation of blood in mitochondria dysfunction and oxidative stress in adults with chronic spinal cord injury. *Photomed Laser Surg*. 2012 Oct;30(10):579-86. doi: 10.1089/pho.2012.3228. Epub 2012 Aug 14. PMID: 22891782.
- 43- Avci, Pinar et al. "Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring." *Seminars in cutaneous medicine and surgery* vol. 32,1 (2013): 41-52.
- 44- Gupta, Asheesh et al. "Ultraviolet Radiation in Wound Care: Sterilization and Stimulation." *Advances in wound care* vol. 2,8 (2013): 422-437. doi:10.1089/wound.2012.0366
- 45- Ashrafi M, Alonso-Rasgado T, Baguneid M, Bayat A. The efficacy of electrical stimulation in lower extremity cutaneous wound healing: A systematic review. *Exp Dermatol*. 2017 Feb;26(2):171-178. doi: 10.1111/exd.13179. PMID: 27576070.
- 46- Houghton PE. Clinical Trials Involving Biphasic Pulsed Current, MicroCurrent, and/or Low-Intensity Direct Current. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2014 Feb 1;3(2):166-183. doi: 10.1089/wound.2013.0446. PMID: 24761357; PMCID: PMC3929082.
- 47- Kao HK, Li Q, Flynn B, Qiao X, Ruberti JW, Murphy GF, Guo L. Collagen synthesis modulated in wounds treated by pulsed radiofrequency energy. *Plast Reconstr Surg*. 2013 Apr;131(4):490e-8e. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182827636. PMID: 23542266.

48- Raju P., Shanmuga; V., Suryanaryana Reddy; Ramana, Venkat; G. Sachin; Seela S., Bhagya (2017). A Study to Evaluate the Effectiveness of Continuous Ultrasound Therapy in Healing of Pressure Sores - A Prospective Randomized Clinical Trial. Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy. Jul-Sep 2017, vol. 11 Edição 3, p 136-140. 5p.

Anexo

Estratégia de pesquisa (Descritores):

Laserterapia

1 "Low Level Light Therapy" OR "Low-Level Laser Therapies" OR "Photobiomodulation Therapy" AND "Pressure Ulcers" OR "Pressure Sore" OR "Decubitus Ulcer"

O trabalho será submetido nos Anais Brasileiros de Dermatologia (Sociedade Brasileira de Dermatologia), normas para a submissão seguem no link:
<http://www.anaisdedermatologia.org.br/normas>