

Fisioter Bras 2018;19(1):72-9

ARTIGO ORIGINAL

Estimulação pulsada de alta voltagem reduz a área de úlceras de diferentes etiologias: um estudo piloto

High voltage pulsed stimulation reduces the area of ulcers of different etiologies: a pilot study

Fabiana Forti Sakabe*, Daniel Iwai Sakabe*, Fátima Regina Marracini Fernandes**, Gisele Reges**

**Prof. Dr. Departamento de Fisioterapia das Faculdades Integradas Einstein de Limeira, Limeira/SP, **Graduanda em Fisioterapia, Faculdades Integradas Einstein de Limeira (FIEL), Limeira/SP*

Recebido 6 de março de 2017; aceito 15 de dezembro de 2017.

Endereço para correspondência: Fabiana Forti Sakabe, Avenida Doutor Lauro Correa da Silva, 3805/180 Jardim do Lago 13481-631 Limeira SP, E-mail: fabifortisakabe@gmail.com; Daniel Iwai Sakabe: dsakabe@hotmail.com; Fátima Regina Marracini Fernandes: fatimamarracini@hotmail.com; Gisele Reges: giihreges@hotmail.com

Resumo

As úlceras, independente de sua etiologia, são caracterizadas pela perda circunscrita ou irregular da epiderme e/ou derme, podendo atingir o tecido subcutâneo e seus tecidos adjacentes. A estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV) pode auxiliar na cicatrização de tecidos. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de 30 sessões de EEAV na cicatrização de úlceras de diferentes etiologias. Participaram 6 voluntários e foram tratadas 10 úlceras cutâneas. Para quantificar a área das lesões (cm²) foi realizada a fotogrametria a cada 10 sessões. A intervenção consistiu na aplicação da EEAV (T = 100 ms; f = 100 Hz; tensão de 100 a 150 V), 2 a 3x/semana, por 30 minutos. Os eletrodos ativos (negativo) foram fixados sobre a lesão e o dispersivo (positivo) fixado no trajeto vascular. Com relação à área das lesões por pressão, a úlcera sacral reduziu 84,10% da sua área, a trocanteriana e do maléolo medial cicatrizaram completamente em 10 sessões. As úlceras neuropáticas fecharam completamente em 20 sessões. As cinco úlceras venosas (região do tornozelo), apresentaram redução em sua área de 26,29%, 80%, 44,69%, 28,23% e 6,27%. A EEAV foi eficaz pois promoveu a cicatrização completa de quatro úlceras e auxiliou a redução na área de outras seis lesões.

Palavras-chave: estimulação elétrica, cicatrização de feridas, fotogrametria.

Abstract

Ulcers, regardless of their etiology, are characterized by the circumscribed or irregular loss of the epidermis or dermis, which can reach the subcutaneous tissue and its adjacent tissue. The high voltage pulsed stimulation (HVPS) has been used to stimulate tissue cicatrization. The aim of this study was to evaluate the effect of 30 sessions of HVPS in the cicatrization of cutaneous ulcers from different causes. Six volunteers participated in the study and ten ulcers were treated. Photogrammetry was held every ten sessions to quantify the injuries areas (cm²). The intervention consisted in the application of HVPS (T = 100 us; f = 100 Hz; intensity = 100 to 150 V), twice or three times a week, 30 minutes long. The active electrodes (negative) were put on the ulcer and the dispersive electrode (positive) was positioned on the vascular path. Concerning the area of pressure ulcers, the sacral ulcer reduced 84.10% of its area, the trochanteric and the medial malleolus were completely closed after 10 sessions. The neuropathic ulcers closed after 20 sessions. The five venous ulcers (ankle region) showed, after 30 stimulation sessions, reduction of wounded areas of 26,29%, 80%, 44,69%, 28,23% and 6,27%. HVPS was effective to promoted complete cicatrization of four ulcers and helped in the reduction of other six ulcers areas.

Key-words: electric stimulation, wound healing, photogrammetry.

Introdução

As feridas ou úlceras são conceituadas como lesões graves com perda circunscrita ou irregular da epiderme e/ou derme, podendo atingir o tecido subcutâneo e seus tecidos adjacentes [1]. As úlceras crônicas podem apresentar diferentes etiologias, sendo as mais frequentes: venosa, arterial, traumática, infecciosa e diabética. O tratamento dessas lesões é dinâmico e depende da evolução da reparação tecidual [2]. Atualmente, a alta prevalência das úlceras está significativamente relacionada à idade e a maior ocorrência de comorbidades como diabetes mellitus e acidente vascular encefálico [3]. As úlceras venosas têm um impacto significativo na qualidade de vida dos portadores dessas lesões e constituem um problema de saúde pública no Brasil e no mundo [2,4,5], sendo associadas à ausência no trabalho, visitas médicas frequentes e altos gastos com o tratamento que é complexo e com altas taxas de falha. Constituem aproximadamente 75% de todas as úlceras da perna e são caracterizadas por vários fatores que prejudicam e atrasam a cicatrização.

A causa das úlceras venosas é a hipertensão venosa, causada pela incompetência venosa da válvula, que é comum em varizes primárias e síndrome pós-trombótica, pode afetar os sistemas venosos superficial, perfurante ou sistemas venosos profundos isolados ou concomitantemente e apresenta disfunção da bomba muscular do tríceps sural [4].

Furieri *et al.* [6] relatam que as úlceras por pressão são lesões localizadas na pele e nos tecidos subjacentes, resultantes do trauma mecânico, podendo originar-se em todas as posições que um paciente seja mantido por longo período. O aumento da pressão em determinada área do corpo, causa um aumento secundário da pressão nos capilares sanguíneos, resultando em uma isquemia local.

Segundo Kim, Cho e Lee [7] as feridas diabéticas são comumente associadas com respostas de células imunes defeituosas ou anormalidade da matriz extracelular. A neuropatia periférica é o fator de maior risco de úlceras para os pacientes diabéticos, podendo também ser combinadas por situações isquêmicas, como nas úlceras arteriais onde o suprimento sanguíneo cutâneo não é adequado para manter a demanda do metabolismo tissular local, resultando em interrupção da superfície cutânea.

O processo cicatricial de feridas é complexo e envolve a organização de células, sinais químicos e matriz extracelular com o objetivo de reparar o tecido. Esse processo de cicatrização possui várias fases: inflamatória, proliferativa e de remodelagem [8], sendo que esta cascata de eventos pode sofrer interrupção nos casos de feridas crônicas. De acordo Koel e Houghton [3] o atraso na cicatrização das lesões cutâneas constituem um sério problema para os pacientes, clínicos e para a sociedade.

Na busca por formas terapêuticas alternativas para esta patologia de grande incidência, a Estimulação Elétrica de Alta Voltagem (EEAV) apresenta-se como um recurso fisioterapêutico eficaz que vem sendo utilizado no tratamento de vários tipos de úlceras. Caracteriza-se por uma forma de onda monofásica de pico duplo, com uma duração fixa na faixa de microssegundos (até 100 μ s) e uma tensão superior a 100 volts [9].

Estudos anteriores [3,10,11] já mostraram alguns efeitos benéficos da EEAV, sendo este recurso, um importante objeto de estudo e aplicação no reparo tecidual utilizados na Fisioterapia atualmente. De acordo com Thakral *et al.* [12] a EEAV é uma terapia segura, de fácil aplicação, simples e de baixo custo. Além disso, esse recurso diminui a infecção bacteriana, aumenta a perfusão local e acelera a cicatrização de feridas.

Frente ao exposto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de 30 sessões de estimulação elétrica de alta voltagem sobre a área de lesões cutâneas de diferentes etiologias.

Metodologia

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (CEP-FIEL) sob o protocolo 15/08-259. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

A avaliação e a intervenção foram realizadas na clínica escola de fisioterapia das Faculdades Integradas Einstein de Limeira – FIEL no período matutino.

Foram avaliados 11 voluntários de ambos os gêneros, portadores de úlceras de diferentes etiologias, entretanto, 5 foram excluídos pois desistiram do tratamento antes da finalização das 30 sessões propostas. Desta forma, participaram efetivamente do estudo 6 indivíduos (59,3 \pm 24 anos), 4 do gênero feminino e 2 do gênero masculino. No total foram

avaliadas e tratadas 10 úlceras, sendo 3 úlceras por pressão, 2 úlceras diabéticas e 5 úlceras venosas (Tabela I).

Tabela I - Idade dos voluntários, etiologia, tempo e local das úlceras, n = 10 úlceras.

Voluntário	Idade	Etiologia da lesão	Local e tempo da úlcera
1	65	Pressão	Sacro (7 meses) TMF E (7 meses)
2	12	Pressão	MM E (1 mês)
3	60	Diabetes	Hálux D (2 anos) Hálux E (6 meses)
4	73	Venosa	ML E (2 anos)
5	71	Venosa	MM E (1 ano e 2 meses) ML E (1 ano e 2 meses)
6	68	Venosa	Supra MM E (30 anos) Supra ML E (30 anos)

Os critérios de inclusão para participação no estudo foram a presença de ferida em qualquer parte do corpo, de qualquer natureza (úlceras arteriais ou venosas, úlceras de pressão) e que não estivessem fazendo tratamento medicamentoso, com curativos especiais e/ou fisioterapêutico concomitantemente. Os critérios de exclusão foram a presença de infecção na ferida a ser tratada, e estar em tratamento medicamentoso e/ou com curativos especiais.

Para quantificar a evolução do tratamento, foi realizado o registro fotográfico padronizado da ferida para a análise da área, em cm^2 . Para tanto, utilizou-se uma câmera fotográfica digital (Sony Cyber-shot DSC-H300 (7,2 megapixels), posicionada a 40 cm da ferida, além de uma régua milimetrada posicionada próximo à lesão para servir de referência para o software, como utilizado nos estudos de Gui *et al.* [11] e Davini *et al.* [13]. Nesta régua foram anotadas a data e o número da sessão. Vale salientar que esse registro foi realizado antes do tratamento e a cada 10 sessões até a finalização do tratamento proposto.

O tratamento consistiu na aplicação da EEAV ($T = 100 \mu\text{s}$; $f = 100 \text{ Hz}$; tensão de 100 a 150 V) com protocolo semelhante ao proposto por Gui *et al.* [11]. O equipamento utilizado foi o modelo Neurodyn High Volt® (Ibramed).

Para a intervenção, o voluntário permaneceu em decúbito sobre uma maca com a área a ser tratada para cima. Para a manipulação do local, os pesquisadores utilizaram luvas de procedimentos. Após a retirada do curativo e a limpeza inicial da lesão com soro fisiológico, foram posicionadas gazes embebidas em soro fisiológico sobre a lesão e sobre elas os eletrodos ativos de silicone carbono (com polaridade negativa) fixados com fita adesiva e um eletrodo dispersivo (polaridade positiva) auto-adesivo de 8x13 cm (Valutrode® Axelgaard manufacturing), foi fixado a uma distância de 20 cm em relação aos eletrodos ativos.

O protocolo proposto foi de no máximo 30 sessões de estimulação ou até o fechamento da lesão, sendo realizadas de duas a três vezes por semana e cada sessão teve duração de 30 minutos. Vale destacar que a cada cinco minutos de estimulação, a gaze abaixo dos eletrodos foi umedecida com soro fisiológico com auxílio de uma seringa.

Ao final de cada sessão, foi realizada a assepsia dos eletrodos ativos através da lavagem com água corrente e sabão neutro. Cabe destacar que cada voluntário tinha seu kit de eletrodos e que, em hipótese alguma, foi utilizado por outro voluntário. Nenhum outro tipo de tratamento medicamentoso foi utilizado na úlcera tratada, apenas óleo para hidratação cutânea e gaze para proteção.

Resultados

Úlceras por pressão

Três voluntárias apresentaram úlceras por pressão. Na voluntária 1, a úlcera sacral apresentou área inicial de $16,26 \text{ cm}^2$ e ao final de 30 sessões foi reduzida para $2,59 \text{ cm}^2$ (redução de 84,10%), a úlcera trocanteriana teve área inicial de $0,17 \text{ cm}^2$ e cicatrizou completamente ao final de 10 sessões. A voluntária 2 apresentou uma úlcera no maléolo medial foi de $0,06 \text{ cm}^2$ e fechou completamente após 10 sessões (tabela II).

Tabela II – Área das lesões (cm²) e porcentagem da redução das lesões dos voluntários nos diferentes períodos de avaliação, n = 6 voluntários e n = 10 úlceras.

Vo I.	Etiologia e local da lesão	Antes da intervenção	10a. Sessão	20a. Sessão	30a. Sessão	% redução
1	Pressão - sacral	16,26	7,79	7,13	2,59	84,10%
	Pressão - trocanteriana	0,17	0			100%
2	Pressão - MM	0,06	0			100%
3	Diabética - Halux D	0,31	0			100%
	Diabética - Halux E	0,38	0,06	0		100%
4	Venosa – ML	20,98	16,52	16,29	15,38	26,70%
5	Venosa – MM	1,74	0,8	0,69	0,34	80%
	Venosa – ML	11,39	11,21	7,48	6,3	44,69
6	Venosa – ML	41,93	43,35	38,54	30,09	28,23%
	Venosa - MM	61,11	57,66	56,63	57,28	6,27%

MM = maléolo medial; ML= maléolo lateral, D = direito; E = esquerdo.

Úlceras neuropáticas

Com relação às úlceras neuropáticas (tabela II), presentes no hálux esquerdo e direito do mesmo voluntário (voluntário 3), a lesão direita apresentou área inicial de 0,31 cm² e fechou completamente após 10 sessões e a esquerda apresentou área inicial de 0,38 cm² e cicatrizou completamente após 20 sessões.

Úlceras venosas

Foram tratadas 5 úlceras venosas de 3 voluntários (voluntários 4, 5 e 6). No voluntário 4, a úlcera na região do maléolo lateral apresentou área inicial de 20,98 cm² e foi reduzida para 15,38 cm² após as 30 sessões (redução de 26,29% na área da lesão). A voluntária 5 apresentava duas úlceras venosas, uma na região medial (área inicial de 1,74 cm² e reduziu para 0,34 cm², redução de 80%) e outra na lateral do tornozelo (11,39 cm² inicial e reduziu para 6,3 cm² ao final de 30 sessões). Na voluntária 6, a úlcera medial teve área inicial de 41,93 cm² e reduziu para 30,09 cm² e a lateral de 61,11 cm² foi reduzida para 57,28 cm², redução de 28,23% e 6,27%, respectivamente.

Discussão

A pele humana é negativa na superfície e positiva nas células mais profundas criando-se assim a chamada “bateria de pele” [14,15]. Segundo alguns autores [3,8] campos elétricos e correntes naturais e endógenas surgem espontaneamente após a lesão de muitos tecidos, especialmente o epitélio, e são necessários para a cicatrização normal. Desta forma, uma lesão na pele faz com que íons carregados positivamente se movam da derme para a epiderme, formando uma corrente de lesão [3] devido à atividade da bomba de Na⁺ nas células da epiderme e mudanças de voltagem entre a lesão e a pele adjacente íntegra [14].

Esta atividade elétrica da ferida é uma resposta regulada e persistente. Aumentar ou inibir esta atividade elétrica, aumentando ou diminuindo a cicatrização de feridas, respectivamente [8]. Células que são responsáveis pelo fechamento de feridas tais como queratinócitos da pele, migram direcionalmente no campo elétrico de magnitude fisiológica. Desta forma, se a cicatrização de uma ferida é mediada por sinais elétricos, então pode se esperar que a estimulação elétrica altere o processo de reparo.

Diversos estudos têm avaliado o efeito da estimulação elétrica de alta voltagem na cicatrização de lesões com diferentes etiologias [10,11,16,17]. Korelo *et al.* [16] demonstraram efeito positivo da EEA no processo de cicatrização de úlceras por pressão graus II e III. Oito indivíduos (49,6 ± 15,9 anos de idade) foram divididos em dois grupos: controle (n = 2) e tratado (n = 6). O recurso foi aplicado diariamente, por dez dias.

Polak *et al.* [10] avaliaram 77 idosos portadores de úlceras por pressão divididos em 3 grupos: controle, tratados convencionalmente + US (1MHz, 20%, 0,5 W/cm², 1 a 3 min/ERA, 1x/dia, 5x/semana), tratamento convencional + EEA (100 Hz, 100 volts, 154 µs, 50 minutos/dia, 5x/semana). Os autores demonstraram que o percentual na redução da área das

úlceras por pressão foi significativamente maior nos grupos US e EEAV quando comparados ao grupo controle. O grupo EEAV teve uma proporção significativamente maior de úlceras por pressão que tiveram redução da área pelo menos 50% ou o fechamento completo em comparação ao controle. Não houve diferença significativa entre US e EEAV, demonstrando que ambos os recursos foram eficazes na cicatrização das úlceras por pressão.

Gui *et al.* [11] utilizando um programa de EEAV similar ao do presente estudo trataram 6 úlceras de 4 voluntários. Houve fechamento completo de 3 lesões e a redução na área de outras 3 (93%, 80,40%, 74,38%). A diferença no percentual da redução pode ser em decorrência do número de sessões deste estudo, que chegou à 100 sessões de EEAV.

No estudo de Polak *et al.* [17] foram avaliadas 22 mulheres (42-95 anos) que apresentavam úlceras por pressão graus II e III, divididas em 2 grupos experimentais: Experimental (n = 10, com 16 úlceras) e grupo controle (n = 12 com 14 úlceras). Todos os voluntários receberam tratamento padrão para as feridas. O grupo experimental recebeu o tratamento com EEAV (100 μ s, 100 Hz, 100–150 V) aplicada por 50 minutos/dia, 5x/semana. A área das lesões foi mensurada semanalmente. Após 4 semanas de intervenção, a área e a medida linear das lesões diminuíram significativamente em ambos os grupos, entretanto no grupo EEAV a redução foi mais acentuada que no controle.

Na presente investigação, das 10 úlceras tratadas, observou-se o fechamento completo de 4 lesões (duas úlceras por pressão e duas neuropáticas) e a redução da área das demais úlceras tratadas (6 úlceras, sendo uma por pressão na região sacral e outras 5 venosas localizadas na região do tornozelo). Desta forma, a EEAV foi eficaz para auxiliar a cicatrização dos tecidos.

A efetividade da EEAV na cicatrização das lesões pode ser atribuída à melhora na microcirculação local, uma vez que de acordo com Goldman *et al.* [18] ocorre a produção e liberação de óxido nítrico, que é vasodilatador e também um aumento na pressão transcutânea de oxigênio na borda da lesão. Segundo Asadi *et al.* [19] a corrente modula a produção de fatores angiogênicos, o que diminui a duração da fase de inflamação. Outros autores como Borba *et al.* [14] relatam que a estimulação elétrica pode afetar a proliferação de fibroblastos e a síntese de fibras colágenas. Outros efeitos da corrente são o restabelecimento da bioeletricidade tecidual com o incremento do transporte pela membrana plasmática, aumento na síntese de adenosina trifosfato e do transporte de aminoácidos, a aceleração da síntese de proteínas e o estímulo ao crescimento do tecido conjuntivo [20], inibição do crescimento bacteriano, facilitação da migração do tecido epitelial e melhora o fluxo sanguíneo [21].

Recio [21], Davini *et al.* [22] e Gomes *et al.* [23] atribuem um efeito bactericida à EEAV, em virtude das mudanças eletroquímicas que alteram o pH, gerando calor localizado e o recrutamento de fatores antimicrobianos já presentes no organismo, além do aumento circulatório.

Outros estudos também apresentaram resultados similares à presente investigação. Koel e Houghton [3] em sua revisão de literatura verificaram que no grupo submetido ao tratamento padrão de feridas, associado ao tratamento com estimulação elétrica, a porcentagem de redução da área das úlceras foi bem superior àquela encontrada no grupo submetido apenas ao tratamento padrão de feridas (59,5% de redução no grupo com eletroestimulação versus 21,6% no tratamento padrão).

Embora tenha sido observada redução na área das lesões tratadas e até o fechamento completo em 4 delas, uma limitação do estudo atual foi a não mensuração da profundidade da ferida. Uma vez que a cicatrização ocorre “de dentro para fora”, poderiam ter sido demonstrados melhores resultados, uma vez que a redução da área da lesão ocorre posteriormente à redução da profundidade da mesma. Desta forma, mesmo que não houve redução importante da área de algumas lesões, observou-se melhora visível na profundidade e no aspecto da ferida, entretanto esta variável não foi mensurada. Outra limitação foi a não inclusão de um grupo controle.

Entre as feridas cutâneas crônicas, nas de membro inferior de ordem neuropática, o reparo só é alcançado a partir do controle da enfermidade de base e do fator lentificador do reparo tissular. Devido a esses fatores observamos que as lesões diabéticas obtiveram resultado positivo, fechando completamente nas sessões 10 e 20 do tratamento e com a total colaboração do paciente quanto ao controle do nível glicêmico.

Nas úlceras venosas, ocorre uma situação hipertensiva que se manifesta mais comumente na região da articulação do tornozelo, mais frequente sobre o maléolo medial [4]. Todas as úlceras venosas tratadas no estudo localizavam-se nesta região do tornozelo.

Segundo Falanga [24], as úlceras venosas tendem a ser lesões de longa duração e frequentemente resistem a muitas modalidades de tratamento. Um dos fatores que pode contribuir para esse atraso na cicatrização são as infecções e colonizações que frequentemente ocorrem em úlceras crônicas dos membros inferiores [4]; além da área inicial da ferida, o tempo das lesões [3,25] e as comorbidades associadas [3].

Com relação à duração, o tempo de existência das feridas é um dos fatores que geraram discrepância no resultado desse estudo, enquanto alguns pacientes contabilizavam poucos meses de lesão, outros tinham a lesão há 30 anos. Isto pode justificar o fato de que as lesões venosas foram as que responderam com menor porcentagem de redução da área em comparação às demais etiologias, uma vez que eram as lesões mais antigas. Além disso, outro fator importante é o controle da doença de base, para que o processo de cicatrização seja favorecido. Neste contexto é imprescindível, nas úlceras venosas, o tratamento com compressão que minimiza os efeitos da hipertensão venosa no membro afetado [3,4]. A compressão agiria sobre a macrocirculação por aumentar o retorno venoso, reduzindo o refluxo patológico durante a marcha e aumentando o volume durante a ativação do tríceps sural [4]. Vale destacar que não foi encontrada na literatura, uma exposição clara do tempo das lesões que compunham suas amostras, deste modo fica difícil buscar comparação que permita avaliar a eficácia maior ou menor em outros estudos.

Segundo Koel e Houghton [3] fatores como o tipo e a duração da lesão cutânea, o tipo de estimulação elétrica utilizada, as características do estímulo elétrico (unidirecional ou bidirecional), as comorbidades associadas e o método de mensuração da área das lesões podem ter influência sobre os resultados, o que dificulta a comparação dos estudos.

Numerosas pesquisas estudaram os efeitos da aplicação positiva ou negativa durante as diferentes fases da cicatrização em animais e humanos [14]. Com relação à polaridade utilizada no presente estudo, foi realizada com a estimulação catódica (polo negativo) sobre as lesões. Davini *et al.* [13] sugerem o uso da polaridade negativa sobre as lesões por todo tratamento, pois a regeneração do tecido tegumentar ocorre com maior velocidade. Entretanto, de acordo com Reid e Zhao [8] a cicatrização ocorre em 3 fases que se sobrepõem: inflamatória, proliferativa e de remodelamento. Nessas fases participam eventos diversos e interligados, que fazem parte de um processo complexo que aborda a regeneração e a formação de cicatriz fibrosa após a ocorrência da lesão. Desta forma, talvez a inversão da polaridade seja necessária nessas lesões mais crônicas e profundas para que não tenham o processo de cicatrização lentificado.

Silva *et al.* [26] avaliaram 15 voluntários portadores de úlceras venosas de membros inferiores, divididos aleatoriamente em dois grupos (EEAV x terapia convencional). A EEAV (100 volts e $f = 100$ Hz, eletrodo ativo negativo) foi aplicada em 10 sessões de 30 minutos. Os autores observaram redução média da área das úlceras de 41,1% no grupo estimulado enquanto que o tratamento convencional obteve redução média de apenas 4,67%. O mesmo foi verificado no presente estudo, ocorreu redução de 37,17% em média, nas lesões dos voluntários 4, 5 e 6 portadores de úlceras venosas.

No estudo realizado por Porchera, Listo e Bandeira [27] a EEAV foi aplicada em 5 voluntários com úlceras venosas crônicas em membros inferiores. O protocolo consistiu na aplicação da corrente 3x/semana, por 30 minutos, durante 8 semanas consecutivas. Observou-se redução na área das lesões e redução na intensidade da dor antes e após a intervenção.

Franek *et al.* [28] avaliaram 50 voluntários (26 tratados e 24 controle) portadores de úlceras de pressão graus II e III. Demonstraram que a área da ferida, a medida linear, o volume e as alterações do tecido de granulação foram significativas no tratamento com EEAV (100 V, 100 μ s, 100 Hz, 50 minutos/dia, cinco vezes por semana, por 6 semanas).

Recio *et al.* [21] utilizando a EEAV durante 60 minutos, 3 a 5x/semana, alterando a polaridade negativa e positiva, demonstraram eficácia na cicatrização de úlceras de pressão graus III e IV. Relatam que as lesões foram curadas após 7-22 semanas de tratamento. Como a literatura do passado mostrou que diferentes tipos de células são atraídos para um polo positivo ou negativo, as polaridades alternadas produzem resultados tanto na quimiotaxia como no fechamento da ferida.

Salienta-se que todo cuidado preventivo, como mudanças de decúbito e cuidados terapêuticos multidisciplinares, como o controle das doenças de base e o estado nutricional do paciente se faz necessário para diminuir a incidência e prevalências dessas lesões, aumentando a expectativa de sucesso na cicatrização, melhorando a qualidade de vida e saúde dos portadores de úlceras cutâneas crônicas.

Conclusão

Diante dos resultados obtidos, pode concluir que 30 sessões de estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV) foi eficaz em reduzir a área das lesões tratadas, independentemente da etiologia e promoveu o fechamento completo em quatro delas; entretanto a resposta foi mais efetiva e evidente nas úlceras por pressão e diabéticas do que nas úlceras venosas.

Agradecimentos

Ao Programa de Apoio à Iniciação Científica das Faculdades Integradas Einstein de Limeira (PAPIC/EINSTEIN).

Referências

1. Brito KKG, Sousa MJ, Sousa ATO, Meneses LBA, Oliveira SHS, Soares JGO. Chronic injuries: nursing approach in the post graduate scientific production. *Rev Enferm UFPE* 2013;7(2):414-21.
2. Aguiar Jr AC, Isaac C, Nicolosi JT, Medeiros MMM, Paggiaro AO, Gemperli R. Análise do atendimento clínico de portadores de úlceras crônicas em membros inferiores. *Rev Bras Cir Plást* 2015;30(2):258-63.
3. Koel G, Houghton PE. Electrostimulation: Current Status, Strength of Evidence Guidelines, and Meta-Analysis. *Advances in wound care* 2014;3:118-26.
4. Scotton MF, Miot HA, Abbade LPF. Factors that influence healing of chronic venous leg ulcers: a retrospective cohort. *An Bras Dermatol* 2014;89(3):414-22.
5. Silveira IA, Oliveira BGRB, Carvalho MR, Andrade NC, Peixoto BU. Eletroterapia em úlceras venosas: uma revisão integrativa. *Enfermagem Atual* 2016;77:44-50.
6. Furieri FPM, Uessugui HM, Oliveira RR, Fagundes DS. Atuação fisioterapêutica na úlcera por pressão: uma revisão. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente* 2015;6(1):69-80.
7. Kim TH, Cho H, Lee SM. High-voltage pulsed current stimulation enhances wound healing in diabetic rats by restoring the expression of collagen, α -smooth muscle actin, and TGF- β 1. *Tohoku J Exp Med* 2014;234: 1–6.
8. Reid B, Zhao M. The electrical response to injury: Molecular mechanisms and wound healing. *Adv Wound Care* 2014;3:184–201.
9. Leoni ASL, Mazer N, Guirro RRJ, Jatke FG, Chereguini, PAC, Monte-raso VVM. Estimulação elétrica de alta voltagem em nervo ciático de ratos: estudo pelo ifc. *Acta Ortop Bras* 2012;20(2):93-7.
10. Polak A, Taradaj J, Nawrat-Szoltysik A, Stania M, Dolibog P, Blaszczyk E, Zarzeczny R, Juras G, Franek A, Kucio C. Reduction of pressure ulcer size with high-voltage pulsed current and high-frequency ultrasound: a randomised trial. *Journal of wound care* 2016;25(12):742-54.
11. Gui MS, Guirro RRJ, Sakabe DI, Sakabe FF. Estimulação elétrica de alta voltagem incrementa a cicatrização de lesões cutâneas crônicas: análise de seis casos. *Fisioter Pesqui* 2013;20(3):299-305.
12. Thakral G, LaFontaine J, Najafi B, Talal TK, Kim P, Lavery LZ. Electrical stimulation to accelerate wound healing; *Gaurav Diabetic Foot & Ankle* 2013;44:1-9.
13. Davini R, Nunes CV, Guirro ECO, Guirro RRJ, Fascina E, Oliveira M et al. Tratamento de úlceras cutâneas crônicas por meio de estimulação elétrica de alta voltagem. *Rev Ciênc Med* 2005;14(3):249-58.
14. Borba GC, Hochman B, Liebano RE, Milvia D, Enokihara MSS, Ferreira LM. Does preoperative electrical stimulation of the skin alter the healing process? *Journal of Surgical Research* 2011;166:324-9.
15. Isseroff RR, Dahle SE. Electrical stimulation therapy and wound healing: where are we now? *Advances In Wound Care* 2011;1(6):238-43.

16. Korelo RIG, Oliveira JJJ, Souza RSA, Hullek RF, Fernandes LC. Gerador de alta frequência como recurso para tratamento de úlceras por pressão: estudo piloto. *Fisioter Mov* 2013;26(4):715-24.
17. Polak A, Walczak A, Taradaj J et al. High voltage pulsed current in pressure ulcer healing: results of a randomized, controlled trial – preliminary study. *Leczenie Ran* 2013;10(1):13-22.
18. Goldman R, Rosen M, Brewley B, Golden M. Electrotherapy promotes healing and microcirculation of infrapopliteal ischemic wounds: a prospective pilot study. *Adv Skin Wound Care* 2004;17(6):284-94.
19. Asadi MR, Torkaman G, Hedayati M, Mofid M. Role of sensory and motor intensity of electrical stimulation on fibroblastic growth factor-2 expression, inflammation, vascularization, and mechanical strength of full-thickness wounds. *J Rehabil Res Dev* 2013;50:489-98.
20. Ennis WJ, Lee C, Plumer M, Meneses P. Current status of the use of modalities in wound care: electrical stimulation and ultrasound therapy. *Plastic Reconstruct Surg* 2011;127(1S):93-102.
21. Recio AC, Felter CE, Schneider AC, McDonald JW. 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. *The Journal of Spinal Cord Medicine* 2012;35:58-63.
22. Davini R, Nunes CV, Guirro ECO, Guirro RRJ. Estimulação elétrica de alta voltagem uma opção de tratamento. *Rev Bras Fisioter* 2005;9(3):49-56.
23. Gomes RC, Brandino HE, Sousa NTA, Santos MF, Martinez R, Guirro RRJ. Polarized currents inhibit in vitro growth of bacteria colonizing cutaneous ulcers. *Wound Repair And Regeneration* 2015;23(3):403-11.
24. Falanga V. The chronic wound: impaired healing and solutions in the context of wound bed preparation. *Blood Cells Mol Dis* 2004;32:88-94.
25. Jemec GB, Kerihuel JC, Ousey K, Lauemøller SL, Leaper DJ. Cost-effective use of silver dressings for the treatment of hard-to-heal chronic venous leg ulcers. *PLoS One* 2014; 9(6):e100582.
26. Silva E, Martins C, Guirro ECO; Guirro RRJ. Estimulação Elétrica de alta voltagem como alternativa para o tratamento de úlceras crônicas de membros inferiores. *An Bras Dermatol* 2010;85(4):567-9.
27. Porchera BR, Listo GLA, Bandeira CCA. Efeito da corrente de alta voltagem em úlceras venosas. *Fisioter Bras* 2013;14(5):357-62.
28. Franek A, Kostur R, Polak A, Taradaj J, Szlachta Z, Blaszczyk E, Dolibog P, Dolibog P, Koczy B, Kucio C. Using high voltage electrical stimulation in the treatment of recalcitrant pressure ulcers: results of a randomized, controlled trial. *Stomy Wound Manag* 2012;58(3):30-44.