

# TRATAMENTO DE ÚLCERAS CUTÂNEAS CRÔNICAS POR MEIO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA DE ALTA VOLTAGEM

## *TREATMENT OF CHRONIC DERMAL ULCERS WITH HIGH VOLTAGE PULSATING CURRENT*

Rafael DAVINI<sup>1</sup>

Carolina Vianna NUNES<sup>1</sup>

Elaine Caldeira Oliveira GUIRRO<sup>2</sup>

Rinaldo Roberto Jesus GUIRRO<sup>2</sup>

Elisangela FASCINA<sup>3</sup>

Márcio OLIVEIRA<sup>3</sup>

Matheus POLLI<sup>3</sup>

Milena GARCIA<sup>3</sup>

Paula DOMINGUES<sup>3</sup>

### RESUMO

#### **Objetivo**

O objetivo deste estudo foi examinar os efeitos do tratamento por meio da estimulação elétrica de alta voltagem em quatro pacientes (n=4) portadores de úlceras cutâneas crônicas de diferentes etiologias.

#### **Métodos**

Para tratamento foi utilizada uma corrente monofásica, quadrática, de pulsos duplos e gêmeos, com  $T=10\mu s$  e  $f=100Hz$ , estimulação catódica realizada sobre a lesão e intensidade média de 150V por 30 minutos. O tratamento foi aplicado

---

<sup>1</sup> Curso de Fisioterapia, Universidade São Francisco. Av. São Francisco de Assis, 218, 12916-900, Bragança Paulista, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R. DAVINI. E-mail: <rafael.davini@saofrancisco.edu.br>.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Graduandos, Curso de Fisioterapia, Universidade São Francisco. Bragança Paulista, SP, Brasil.

três vezes por semana, por dez semanas e as avaliações foram realizadas antes do início dos tratamentos e ao final da quinta e décima semana. Para a avaliação das úlceras, foram utilizadas ficha clínica e análise fotográfica. O cálculo das dimensões das lesões foi realizado por meio de um *software* desenvolvido especialmente para isso. Para análise dos resultados foram calculadas as áreas das lesões em cm<sup>2</sup> e posteriormente calculada a porcentagem de alteração da área entre as três medidas.

### Resultados

Nos resultados obtidos observou-se a redução na área das lesões dos quatro voluntários tratados: voluntário 1, redução de 100,00%; voluntário 2, redução de 18,40%; voluntário 3, redução de 21,10% e voluntário 4, redução de 36,99%.

### Conclusão

Os resultados deste estudo, dentro das condições experimentais realizadas, apontam para a possibilidade de adoção da estimulação elétrica de alta voltagem no tratamento de úlceras cutâneas crônicas de diferentes etiologias.

**Termos de indexação:** estimulação elétrica de alta voltagem, hanseníase, regeneração cutânea crônica.

## ABSTRACT

### Objective

*The objective of this study was to examine the effects of treating four patients (n=4) presenting chronic skin ulcers of various origins, with a high voltage pulsating current.*

### Methods

*The treatment consisted of cathodal stimulation applied to the wound with a monophasic quadratic twin-peak double-pulsating current at an average intensity of 150V for 30 minutes. The treatment was applied three times a week for 10 weeks, and the follow up evaluations were performed before starting the treatment and at the end of the 5th and 10th weeks. Medical files and photographic analyses were used in the evaluation of the wounds. The calculation of the dimension of the wounds was carried out using specific software developed for this purpose. To analyze the results, the wound areas were estimated in cm<sup>2</sup> and the percent alteration in size at the three different moments subsequently calculated.*

### Results

*A reduction in size of the wounds was observed in the four treated volunteers: Volunteer 1 presented 100.00% of reduction, volunteer 2 a reduction of 18.90%; volunteer 3 a reduction of 21.10% and volunteer 4 a reduction of 39.99%.*

### Conclusion

*The results obtained in this study indicate the possibility of adopting high voltage pulsating current in the treatment of chronic wounds of different etiologies, under the experimental conditions used.*

**Indexing terms:** *high voltage electrical stimulation, leprosy, chronic skin wounds.*

## INTRODUÇÃO

As úlceras cutâneas podem ser classificadas de várias maneiras, dependendo da etiologia da ferida inicial. Dentre as classificações mais comuns,

estão as causadas por pressão - também conhecidas como úlceras de decúbito<sup>1</sup> -, as vasculares arteriais e venosas e as causadas por déficits neurológicos periféricos<sup>2</sup>.

As úlceras de pressão são áreas cutâneas com lesões localizadas causadas por forças de compressão, fricção ou cisalhamento aplicadas de forma isolada ou em conjunto, sobre estruturas ósseas proeminentes, sendo que os locais mais comuns para a formação desse tipo de lesão são região sacral, tuberosidade isquiática, trocanter maior, calcâneo e maléolo lateral<sup>1,3</sup>. Esse tipo de lesão tem a capacidade de atingir tanto tecidos cutâneos superficiais quanto tecidos localizados subjacentes às camadas da pele, como tecido adiposo, fáscia muscular, músculo esquelético e, em algumas situações, tendão e osso<sup>1</sup>. Em relação à população mais acometida pelas úlceras de pressão podemos citar a população de idosos, pacientes internados em unidade de tratamento intensivo e a população de pacientes portadores de lesões importantes do sistema nervoso central, como lesões completas de medula espinhal ou traumatismo cranioencefálico<sup>1</sup>.

Dados epidemiológicos destacam que a formação desse tipo de lesão é extremamente comum. Segundo Clark & Watts<sup>4</sup>, 4% a 10% dos pacientes admitidos em hospitais de países desenvolvidos apresentam quadro de lesões cutâneas que evoluem para a formação de úlceras de pressão, o que pode acarretar aumento direto de infecções importantes e conseqüentemente redução da qualidade de vida dos pacientes, além de elevar demasiadamente o custo de internação dos doentes.

As úlceras venosas, ou úlceras de membros inferiores como também são conhecidas, têm uma grande prevalência em países como Reino Unido e Austrália, sendo a sua ocorrência estimada de 1,5/1000 pacientes. Essa prevalência é acentuada pela idade e é maior para o sexo feminino. Em geral, as úlceras venosas são lesões crônicas podendo acometer o paciente por longos períodos de tempo, ocasionando alto custo financeiro, físico e psicológico para o doente<sup>5,6</sup>.

A etiologia das úlceras venosas não está bem definida, mas há grandes indícios que levam à conclusão de que há a presença de múltiplos fatores em sua gênese, tais como anormalidades no sistema venoso, incluindo insuficiência venosa crônica,

hipertensão venosa, alterações funcionais no sistema de válvulas dos vasos e ainda alterações no funcionamento de veias profundas<sup>1</sup>.

Em todas as formas clínicas da hanseníase, exceto na indeterminada, poderão ocorrer lesões graves dos nervos periféricos, sendo que essas lesões poderão acometer as terminações nervosas, os ramos sensitivos ou troncos nervosos. As lesões nervosas e as infiltrações cutâneas poderão desencadear distúrbios sensitivos (hiperestésias e anestésias), distúrbios motores (paralisias e hipotrofia muscular) e ainda as chamadas deformidades secundárias, sendo uma das mais importantes as ulcerações cutâneas<sup>7</sup>. Outras manifestações corroboram para a formação das lesões cutâneas na hanseníase, deixando o tecido cutâneo mais sensível e facilmente exposto ao desenvolvimento das lesões, como calosidades, fissuras e queda dos pelos.

Alguns estudos ratificam o uso da estimulação elétrica (EE) no tratamento de úlceras crônicas. Em ensaios clínicos controlados e randomizados, a EE tem sido capaz de melhorar a velocidade de cicatrização de úlceras crônicas formadas por limitação da mobilidade ou limitação das habilidades cognitivas em função de traumas, como lesão da medula espinhal, acidente vascular cerebral ou traumatismo cranioencefálico<sup>8-11</sup>. Além disso, o departamento de saúde e serviços humanos norte-americano desenvolveu e publicou um *guidelines*<sup>12</sup>, que posteriormente fora revisado<sup>13</sup> para a prática clínica, no qual se afirma que a EE é a única terapia coadjuvante com evidências o suficiente para ser usada com o objetivo de melhorar a taxa de cicatrização de úlceras de pressão grau II e III que não respondem à terapia convencional<sup>12</sup>.

Alguns estudos controlados apresentam fortes evidências que comprovam a efetividade da aplicação da estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV) na cicatrização de feridas cutâneas crônicas. Kloth & Freedard<sup>14</sup> observaram um tempo médio de 7,3 semanas para a cicatrização total de feridas cutâneas crônicas tratadas com EEAV. Já Unger et al.<sup>15</sup>, em estudo controlado, utilizando dezessete voluntários alocados em dois grupos, sendo um

controle (n=8) e um tratado com EEAV (n=9), relataram um tempo médio de 7,3 semanas para a cicatrização de 88,9% das feridas. Griffin et al.<sup>16</sup> apresentaram em seus resultados 80,0% de redução no tamanho de feridas tratadas por meio da EAV por um período de quatro semanas, porém nesse estudo as úlceras não foram tratadas até a cicatrização total.

Poucos são os trabalhos publicados na literatura que utilizam a EEAV no tratamento de úlceras de diferentes etiologias<sup>17</sup>. Esta pesquisa teve o objetivo de investigar os efeitos da aplicação da EEAV no tratamento de úlceras cutâneas crônicas de diferentes etiologias.

## MÉTODOS

Foram avaliados e tratados quatro voluntários com média de idade igual a  $43,2 \pm 19,5$  anos, portadores de úlceras das seguintes etiologias: úlcera de pressão, úlcera causada por insuficiência venosa e úlcera causada por alteração neurológica sensitiva periférica em decorrência da hanseníase.

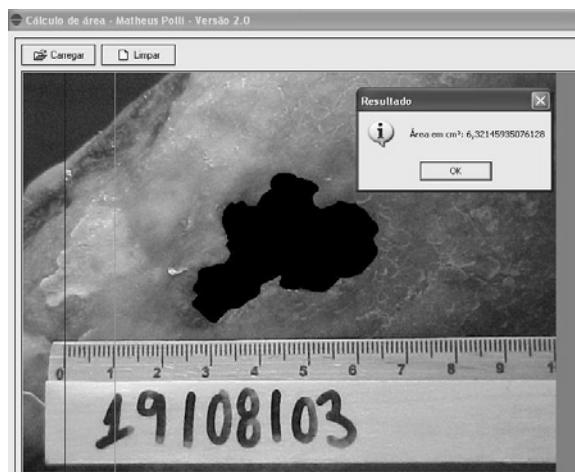
Todos o voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, sendo a pesquisa conduzida de acordo com o Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96), analisada e aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade São Francisco (parecer 199/2003).

Antes das intervenções todos os voluntários foram submetidos à avaliação nutricional e fisioterapêutica detalhada, e liberados para o tratamento após diagnóstico favorável. Foram utilizados os seguintes parâmetros a fim de concretizar a possibilidade de infecção da ferida: cor, odor, drenagem da ferida, presença de corpos estranhos, edema na região ou de extremidade, rubor na pele ao redor da lesão e avaliação clínica.

A evolução dos tratamentos foi realizada por meio de registros fotográficos padronizados da área das feridas, utilizando-se câmera digital (FDMAVICA Sony). Esses registros fotográficos foram poste-

riormente avaliados através da planimetria digital por meio de um *software* desenvolvido especialmente para o estudo. As avaliações foram realizadas nos períodos pré-intervenção, após a 15ª e após 30ª sessão de tratamento.

Após o registro fotográfico, o leito da ferida ainda não cicatrizado foi marcado de cor preta para cálculo automático do número pixels pretos na imagem (NPixels). O programa calcula automaticamente a distância em pixels (DPixels) de um centímetro na régua fotografada junto à ferida (Figura 1). Em seguida foi calculada a distância em pixels (DPixels) de um centímetro na régua fotografada, sendo a indicação da distância na régua dada pelo pesquisador clicando sobre a fotografia. Para o cálculo, a área de 1 pixel (APixel) é dada pela fórmula  $(1/(DPixels)) * (1/(DPixels))$ , onde 1 corresponde ao 1cm da régua na fotografia. Para o cálculo da área da úlcera, o programa aplica a seguinte fórmula:  $NPixels * APixel$  (Figura 1). Quando necessário, a avaliação da profundidade da lesão foi realizada por meio de um instrumento estéril, com graduação universal em milímetros, introduzido na parte mais profunda da lesão; a distância entre o ponto mais profundo da lesão e a superfície era graduado.



**Figura 1.** Tela principal do programa utilizado para mensuração da área das feridas tratadas.

Todos os voluntários tratados receberam como cuidado básico por parte do serviço de atendimento local de enfermagem a limpeza da ferida com soro fisiológico e posterior proteção da região com gaze estéril e enfaixamento por meio de atadura de crepe, a fim de evitar interferência externa no processo de reparação.

O protocolo de estimulação elétrica foi executado utilizando-se equipamento de estimulação pulsada de alta voltagem, modelo Neurodyn High Volt® (IBRAMED), com frequência de 100Hz e intensidade média igual a 150V, conforme protocolo de Houghton et al.<sup>17</sup>, por 30 minutos, três vezes por semana, durante dez semanas. A polaridade negativa foi utilizada por todo o período de tratamento, com aplicação diretamente dos eletrodos ativos sobre a lesão.

Para o tratamento foram utilizados eletrodos de silicone carbono (ativos) e auto-adesivo (dispersivo) de 10x18cm (VALUTRODE® Axelgaard manufacturing CO., LTD), sendo que o tamanho dos eletrodos ativos foi determinado de acordo com a área da ferida a ser tratada. Os eletrodos ativos foram envolvidos por uma gaze estéril umedecida por solução salina concentrada em 7% e depois posicionados e fixados no leito da ferida por meio de fita *micropoore* 3M. Já o eletrodo dispersivo foi fixado a uma distância de 20cm em relação aos eletrodos ativos. A cada cinco minutos de tratamento a gaze posicionada abaixo dos eletrodos ativos era umedecida com solução salina 7% com a ajuda de seringa e agulha estéreis.

A assepsia dos eletrodos ativos foi efetuada através da lavagem com água corrente e sabão neutro, sendo em seguida os eletrodos mergulhados no produto Riodeine tópico (P.V.P.-I 10% - 1% Iodo Ativo), e lavados posteriormente em água corrente antes da utilização.

Alguns outros itens como gaze, tesoura e pinça estéreis, luvas, máscaras, álcool 70%, soro fisiológico, fitas auto-adesivas, óleo para hidratação cutânea AGVEA manipulado também foram utilizados para os tratamentos.

## RESULTADOS

### Situação 1

A.H.S., 21 anos, sexo masculino, desenvolveu úlcera de pressão (Figuras 2 A, B e C) após 30 dias de hospitalização em decorrência de um trauma cranioencefálico pós-acidente automobilístico. Ao ser admitido para o tratamento, o voluntário estava em tratamento clínico por meio das seguintes medicações: Complexo B polivitamínico, Hidantal e Plotovit Plus. Durante o período de tratamento por meio da EEA, a lesão não apresentou nenhum tipo de infecção, não tendo sido alterada a medicação do paciente em nenhum momento. A lesão avaliada acometia derme, epiderme, tecido subcutâneo e fáscia muscular dos músculos paravertebrais superficiais da coluna vertebral e estava localizada anatomicamente na região sacral e sua área total

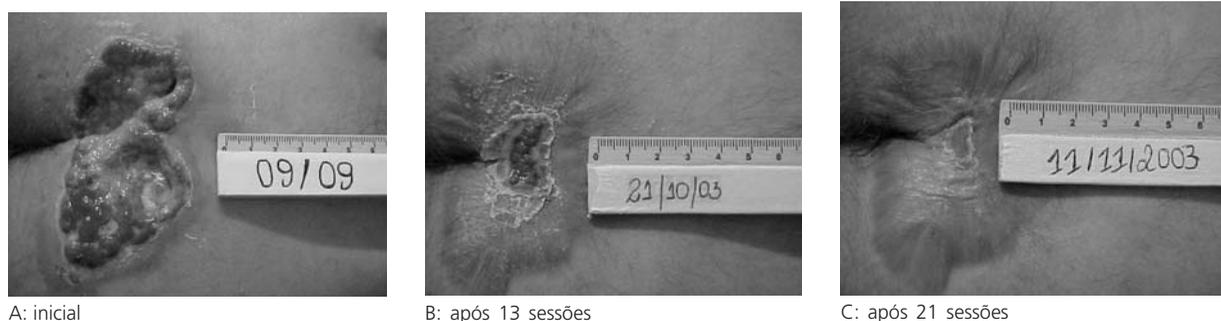


Figura 2. Evolução do tratamento - caso 1.

antes do início dos tratamentos era de 37,1cm<sup>2</sup>. Após treze sessões de tratamento por meio da EEAV, a área da lesão registrada foi de 1,96cm<sup>2</sup> e após a vigésima primeira sessão o voluntário recebeu alta do tratamento por meio da EEAV em função da total cicatrização de sua lesão (Tabela 1). Da avaliação inicial para a segunda avaliação a lesão apresentou uma redução de 96,1% e da primeira avaliação para a terceira a porcentagem de redução encontrada foi de 100,0%.

**Tabela 1.** Descrição dos resultados individuais encontrados após a aplicação do recurso.

Voluntários	Área inicial (cm <sup>2</sup> )	Área 3 (cm <sup>2</sup> )	Área 3 (cm <sup>2</sup> )
1*	37,10	1,96	0
2	62,50	57,60	49,30
3	2,19	1,32	1,31
4	1,67	1,93	1,38

\* Para o voluntário 1 as avaliações da área ocorreram na décima terceira sessão e vigésima primeira.

## Situação 2

J.A.M., 36 anos, sexo feminino, apresentou a lesão inicial após um procedimento para a retirada de um berne. Porém, a voluntária já apresentava diagnóstico clínico de insuficiência venosa em membros inferiores, o que potencializou as dimensões da lesão tratada. No início do tratamento por meio da EEAV, a voluntária não estava sendo submetida à terapia medicamentosa, porém na

quinta sessão de tratamento passou a referir dores no membro inferior lesionado e a partir de uma consulta com clínico vascular iniciou terapia medicamentosa por meio da cefalexina e diclofenaco. A lesão avaliada acometia derme, epiderme, tecido subcutâneo e fáscia muscular e estava localizada anatomicamente no terço médio da perna na região medial (Figuras 3 A, B e C). A área inicial da lesão apresentada pela paciente era de 62,5cm<sup>2</sup>; após quinze sessões de tratamento por meio da EEAV a área registrada foi para 57,6cm<sup>2</sup> e após a trigésima sessão a área final foi de 49,3cm<sup>2</sup> (Tabela 1). Da avaliação inicial para a segunda avaliação a lesão apresentou uma redução de 7,8% e da primeira avaliação para a terceira a porcentagem de redução encontrada foi de 21,1%.

## Situação 3

G.F.M., 67 anos, sexo masculino, portador de seqüelas de hanseníase tuberculóide já tratada. O voluntário não fazia uso de medicação no início do tratamento e assim foi até o final das intervenções por meio da EEAV. A lesão avaliada acometia derme, epiderme, tecido subcutâneo e fáscia muscular e estava localizada anatomicamente na planta do pé, mais especificamente região de antepé na linha entre o hálux e segundo dedo (Figuras 4 A, B e C). A área inicial da lesão apresentada pelo paciente era de 2,19cm<sup>2</sup>; após quinze sessões de tratamento por meio da EEAV a área registrada foi para 1,32cm<sup>2</sup> e



A: inicial



B: após 13 sessões



C: após 21 sessões

**Figura 3.** Evolução do tratamento - Caso 2.

após a trigésima sessão a área final foi de 1,31cm<sup>2</sup> (Tabela 1). Da avaliação inicial para a segunda avaliação a lesão apresentou uma redução de 39,7% e da primeira avaliação para a terceira a porcentagem de redução encontrada foi de 40,1%. Para essa ferida a maior profundidade inicial registrada foi de 0,7cm; na quinta semana a profundidade registrada foi de 0,6cm e ao final da décima sessão a maior profundidade registrada foi de 0,5cm. É muito importante ressaltar que apesar da necessidade, o voluntário em questão não fazia uso de palmilhas para adequada distribuição da descarga peso.

#### Situação 4

L.A.P., 49 anos, sexo masculino, portador de seqüelas de hanseníase tipo não especificado já tratada em prontuário médico. Na inspeção, detectaram-se amputação de hálux direito e segundo dedo do lado ipsilateral à lesão bem como desabamento do arco plantar e presença de edema

muito leve na região do tornozelo e terço distal de membro inferior. O voluntário fazia uso de cefalexina no início do tratamento por meio da EEAV, porém, estava em final de tratamento com a infecção já controlada e a partir da segunda sessão a droga foi suprimida pelo clínico. A lesão avaliada acometia derme, epiderme, tecido subcutâneo e fásia muscular e estava localizada anatomicamente na planta do pé, região de antepé próxima ao quinto dedo (Figuras 5 A, B e C). A área inicial da lesão apresentada pelo paciente era de 1,67cm<sup>2</sup>; após quinze sessões de tratamento por meio da EEAV a área registrada foi para 1,93cm<sup>2</sup> e após a trigésima sessão a área final era de 1,38cm<sup>2</sup> (Tabela 1). Da avaliação inicial para a segunda avaliação a lesão apresentou um aumento de 15,0% e da segunda avaliação para a terceira a porcentagem de redução encontrada foi de 28,5%. É muito importante ressaltar que apesar da necessidade, o voluntário não fazia uso de palmilhas para adequada distribuição da descarga peso.



A: inicial



B: após 20 sessões



C: após 40 sessões

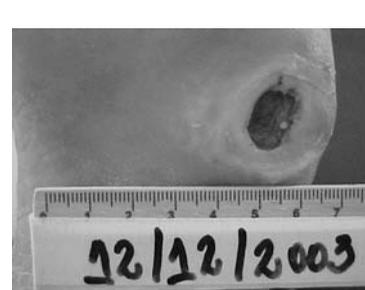
**Figura 4.** Evolução do tratamento - caso 3.



A: inicial



B: após 20 sessões



C: após 40 sessões

**Figura 5.** Evolução do tratamento - caso 4.

## DISCUSSÃO

A cicatrização total da lesão do voluntário apresentado na situação 1 parece ter sido potencializada pela etiologia da ferida tratada, úlcera de pressão, sendo que nesse caso não são verificados comprometimentos vasculares arteriais ou venosos importantes, e sim uma lesão causada pela combinação de forças de compressão, cisalhamento e fricção, que após suprimidas tendem a não mais influenciarem diretamente a lesão originada<sup>1</sup>.

Os resultados encontrados no tratamento da paciente apresentado na situação 2 parecem ratificar os achados de Houghton et al.<sup>17</sup>, que sugerem efetividade da EEAV no tratamento de úlceras cutâneas crônicas cuja etiologia seja insuficiência venosa. No caso desse voluntário se pode observar que a maior taxa de cicatrização ocorreu da quinta à décima semana de tratamento, fato que talvez possa ser explicado pela infecção local desenvolvida pelo voluntário após o início do tratamento, e que fora controlada pelo uso de medicação adequada prescrita pelo clínico. É importante ressaltar que antes do tratamento, durante a terapia medicamentosa, a lesão do voluntário em questão não apresentou grandes mudanças em sua aparência, como alteração da coloração ou odor forte.

O fato de não se ter conseguido a completa cicatrização das lesões para os voluntários relatados nas situações 3 e 4, mesmo com úlceras de tamanhos menores, pode estar associado à localização dessas lesões, ou seja, na planta dos pés, e também em função desses voluntários não estarem utilizando palmilhas para adequada distribuição da descarga peso, fazendo com que a região ulcerada fizesse contato constante com a sola do calçado de maneira desprotegida. Visto serem lesões causadas por deficiência sensitiva em função de seqüelas da doença (hanseníase), a cicatrização parece ser parcialmente favorecida, já que não há qualquer tipo de deficiência vascular na área. A despeito do mencionado acima, pode-se observar de acordo com os resultados expostos uma evolução considerável para os pacientes frente ao tratamento oferecido.

Alguns fatores importantes devem ser levados em consideração antes de se chegar a conclusões

finais. Um deles estaria relacionado ao tempo de tratamento por sessão utilizado na presente investigação (30 minutos) e o outro seria a não inversão periódica da polaridade no decorrer das sessões de tratamento, uma vez que alguns autores sugerem apresentar grande efetividade no tratamento desses tipos de lesão<sup>18-20</sup>.

Ainda assim, existem vários fatores correlacionados a possíveis mecanismos que levariam à cicatrização de úlceras cutâneas crônicas tratadas por meio da EEAV.

Houghton et al.<sup>17</sup> estudaram os efeitos da EEAV na cicatrização de úlceras crônicas de diferentes etiologias em 27 indivíduos, perfazendo um total de 42 úlceras cutâneas crônicas. Os voluntários foram divididos em subgrupos de acordo com a etiologia primária da ferida (diabetes, insuficiência arterial e insuficiência venosa) e depois distribuídos em dois grupos. Foram utilizados os seguintes parâmetros de tratamento  $T=100\mu s$ ,  $f=100pps$ , intensidade de 150V por 45 minutos, polaridade negativa sobre a ferida, três vezes por semana, por quatro semanas. O grupo-placebo recebeu o mesmo protocolo com a diferença de que o equipamento de estimulação desse grupo havia sofrido alterações por parte do fabricante de forma que os investigadores não estavam cientes de qual grupo realmente estava recebendo o tratamento por meio da EEAV. Os cuidados básicos de enfermagem foram mantidos iguais para ambos os grupos e, quando necessário, doses de antibiótico via oral eram ministradas aos pacientes. A fim de se quantificar os resultados, foram realizadas medidas da área e registro fotográfico das úlceras nos seguintes períodos: avaliação inicial, após duas semanas da avaliação inicial (período utilizado para controle), antes do início dos tratamentos, uma vez por semana durante quatro semanas e após o final do tratamento. Os resultados revelaram que a EEAV reduziu em quase metade de seu valor inicial a área das feridas tratadas  $44,3\% \pm 8,8\%$  em relação ao grupo-controle  $16,0\% \pm 8,9\%$ . Os autores sugerem então que esse protocolo de tratamento possa atuar de maneira positiva na cicatrização de úlceras cutâneas crônicas.

Na presente investigação o protocolo utilizado foi semelhante ao descrito acima, porém o tempo

de tratamento utilizado foi de 30 minutos e não de 45 minutos como proposto anteriormente, o que do ponto de vista clínico favoreceria o atendimento do paciente, podendo ele receber outras intervenções importantes dentro de uma mesma sessão de tratamento.

Os mecanismos pelo qual a EEAV promove a cicatrização de úlceras cutâneas crônicas não estão totalmente elucidados, porém a hipótese mais utilizada para se explicar o sucesso dos tratamentos envolvendo a EEAV e úlceras crônicas parece ser a ação antimicrobiana promovida por esse tipo de recurso terapêutico<sup>21</sup>. Especula-se que as mudanças eletroquímicas são as principais responsáveis pelo efeito observado, pois parecem ocasionar mudanças no pH, geração de calor localizado e, por fim, o recrutamento de fatores antimicrobianos já presentes no organismo. Porém, é muito importante ressaltarmos que a quantidade de estudos existentes na literatura a respeito deste tema é bastante limitada e, dessa forma, a necessidade de novos estudos é evidente, visto a grande incidência desse tipo de lesão em nosso país<sup>22</sup>.

Assim, Szuminsky et al.<sup>21</sup> realizaram um estudo com o objetivo de investigar a ação antimicrobiana *in vitro* da EEAV. Foram utilizadas quatro diferentes espécies de bactérias: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. Os parâmetros de estimulação utilizados foram:  $T=7\mu s$ ,  $f=120pps$ , intervalo interpulso= $70\mu s$  e pico de voltagem igual a 500V por um período de 30 minutos. O eletrodo ativo foi posicionado a três centímetros das culturas de bactérias utilizadas, sendo nessa investigação utilizadas as duas polaridades para a investigação dos efeitos da EEAV sobre as culturas de bactérias. Como resultados os autores encontraram efeitos antimicrobianos tanto no pólo negativo quanto no pólo positivo, durante a aplicação da corrente tardiamente, ou seja, após a retirada do estímulo elétrico. Não foram observadas mudanças significativas na temperatura que pudessem causar danos a estruturas dos microrganismos estudados, justificando os efeitos indiretos. O mesmo ocorreu quando se tentou obter uma correlação entre o pH e os efeitos antimicrobianos indiretos, já que

as zonas de inibição observadas foram maiores do que as zonas onde o pH medido era extremamente ácido ou básico.

Recentemente, Goldman et al.<sup>23</sup> investigaram a capacidade da EEAV em aumentar a microcirculação em úlceras cutâneas crônicas isquêmicas (com pressão transcutânea de oxigênio (PTO<sub>2</sub>) menor do que 10mmHg). Foram estudados três homens e três mulheres com lesões cutâneas não tratadas cirurgicamente na região maleolar e inframaleolar, sendo o membro contralateral utilizado como controle. Foram mensurados periodicamente a PTO<sub>2</sub> bem como a área das feridas a fim de avaliar os efeitos da EEAV na cicatrização das lesões. Com o objetivo de detectar o nível de comprometimento circulatório, mensurando-se a presença de arteriosclerose distal, cinco dos pacientes foram submetidos a uma angiografia por meio da ressonância magnética bidimensional. O ponto final do tratamento seria a cicatrização completa da lesão ou a necessidade de uma amputação da perna.

Os resultados obtidos pelos autores sugerem que a EEAV pode melhorar a microcirculação ao redor da úlcera, já que a PTO<sub>2</sub> apresentou um aumento significativamente estatístico (2+/-2mmHg antes do tratamento e 33+/-18mmHg após o tratamento) após a intervenção por meio da EEAV. Os autores ainda sugerem que para que possa ser iniciado o reparo desse tipo de lesão, a PTO<sub>2</sub> mínima deve ser de 20mmHg. Dos seis pacientes tratados, quatro conseguiram a cicatrização de suas lesões e dois evoluíram para a necessidade de amputação da perna acometida, sendo que esses episódios mantiveram uma correlação direta com os níveis de arteriosclerose obtidos na angiografia.

As duas hipóteses prováveis para a ocorrência dos resultados positivos neste estudo seriam as alterações eletroquímicas no local da úlcera bem como o aumento da microcirculação da região.

Em relação ao método de avaliação utilizado na presente investigação, Lagan et al.<sup>24</sup> sugerem que a digitalização da imagem para mensuração da área da ferida seja o método mais preciso para a quantificação da evolução de um tratamento proposto. Em seu estudo, os autores compararam o

traço direto ao redor da margem da ferida e o traço da margem avaliado em fotografia, e para as duas técnicas foi aplicada a planimetria contra a técnica de digitalização da imagem para a avaliação dos traçados.

## CONCLUSÃO

Frente ao exposto e dentro das condições experimentais realizadas, sugere-se que o tratamento de úlceras crônicas por meio da EEAV seja efetivo, porém mais estudos são necessários para se chegar a um regime terapêutico ideal por meio do recurso.

## REFERÊNCIAS

- Cullum N, Nelson EA, Flemming K, Sheldon T. Systematic reviews of wound care management: (5) beds; (6) compression; (7) laser therapy, therapeutic ultrasound, electrotherapy and electromagnetic therapy. *Health Technol Assess.* 2001; 5(9):1-221.
- Thomaz JB, Herdy CDC, Oliveira JCP, et al. Fundamentos da cicatrização de feridas. *Arq Bras Med.* 1996; 70(2):65-72.
- Gonçalves G, Parizotto NA. Fisiopatologia da reparação cutânea: Atuação da Fisioterapia. *Rev Bras Fisiot.* 1998; 3:5-13.
- Clark M, Watts S. The incidence of pressure sores during a National Health Service Trust Hospital during. 1991. *J Adv Nurs.* 1994; 20(1):33-6.
- Baker SR, Stacey MC, Jopp-McKay AG, Hoskin SE, Thompson PJ. Epidemiology of chronic venous ulcers. *Br J Surg.* 1991; 78(7):864-7.
- Charles H. The impact of leg ulcers on patients' quality of life. *Prof Nurse.* 1995; 10(9):571-4.
- Talhari S, Neves RG. *Dermatologia tropical: hanseníase.* 3.ed. Gráfica Tropical; 1997. p.41-61.
- Wood JM, Evans PE, Schallreuter KU, Jacobson WE, Sufit R, Newman J, et al. A multicenter study on the use of pulsed low-intensity direct current for healing chronic stage II and stage III decubitus ulcers. *Arch Dermatol.* 1993; 129(8):999-1009.
- Mulder GD. Treatment of open-skin wounds with electric stimulation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991; 72(6):375-7.
- Fitzgerald GK, Newsome D. Treatment of a large infected thoracic spine wound using high voltage pulsed monophasic current. *Phys Ther.* 1993; 73(6):355-60.
- Jacques PF, Brogan MS, Kalinowski D. High-voltage electrical treatment of refractory dermal ulcers. *Physician Assistant.* 1997; p.84-91.
- Bergstrom N, Bennett MA, Carlson CE. Clinical practice guidelines n. 15: treatment of pressure ulcers. Rockville (MD): US Dept. of Health and Human Services; 1992. p.55-6. AHCPR Publication 95-0652.
- Ovington LG. Dressings and adjunctive therapies: AHCPR guidelines revisited. *Ostomy Wound Manage.* 1999; 45(1A Suppl):94S-106S; 1075-1085.
- Kloth LC, Feedar JA. Acceleration of wound healing with high voltage, monophasic, pulsed current. *Phys Ther.* 1988; 68(4):503-8.
- Unger P, Eddy J, Raimastry S. A controlled study of the effect of high voltage pulsed current (HVPC) on wound healing. *Phys Ther.* 1991; 71:S119.
- Griffin JW, Tooms RE, Mendius RA. Efficacy of high voltage pulsed current for healing of pressure ulcers in patients with spinal cord injury. *Phys Ther.* 1991; 71(6):433-44.
- Houghton PE, Kincaid CB, Lovell M, Campbell KE, Keast DH, Gail-Woodbury M, et al. Effect of electrical stimulation on chronic leg ulcer size and appearance. *Phys Ther.* 2003; 83(1):17-28.
- Feedar JA, Kloth LC, Gentzkow GD. Chronic dermal ulcer healing enhanced with monophasic pulsed electrical stimulation. *Phys Ther.* 1991; 71(9):639-49.
- Gentzkow GD, Pollack SV, et al. Improved healing of pressure ulcers using dermapulse, a new electrical stimulation device. *Wounds.* 1991; 3:158-60.
- Gentzkow GD, Miller KH. Electrical stimulation for dermal wound healing. *Clin Podiat Med Surg.* 1991; 8(4):827-41.
- Szuminsky NJ, Albers AC, Unger P, John GE. Effect of narrow, pulsed high voltages on bacterial viability. *Phys Ther.* 1994; 74(7):660-7.
- Gonçalves G, Parizotto NA. Fisiopatologia da reparação cutânea: atuação da fisioterapia. *Rev Bras Fisiot.* 1998; 3:5-13.
- Goldman RJ, Brewley BI, Golden MA. Electrotherapy reoxygenates inframalleolar ischemic wounds on diabetic patients: a case series. *Adv Skin Wound Care.* 2002; 15(3):112-20.
- Lagan KM, Dusoir PAE, McDonough SM, Baxter D. Wound measurement: the comparative reliability of direct versus photographic tracings analyzed by planimetry versus digitizing techniques. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000; 81(8):1110-6.

Recebido para publicação em 22 de outubro de 2004 e aceito em 4 de maio de 2005.