

# Utilização do aparelho de estimulação de alta voltagem para cicatrização de feridas: uma revisão de literatura

## *Use of the high-voltage stimulation device for wound healing: a review of the literature*

*Fernanda Rocha Vinhal* (1)

*Ellen Cristina Machado Rodrigues Afonso* (2)

(1) Acadêmica do 10º período do curso de Fisioterapia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

E-mail: [nandafisio02@hotmail.com](mailto:nandafisio02@hotmail.com)

(2) Docente do curso de Fisioterapia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

E-mail: [ellen@unipam.edu.br](mailto:ellen@unipam.edu.br)

---

**Resumo:** O estudo visou a discutir a eficácia, as vantagens e os benefícios da estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV) nos processos cicatriciais, estudando a possibilidade de viabilidade do uso do aparelho Neurodyn Hight Volt e seus possíveis benefícios no tratamento de cicatrização. Existem evidências de que a EEAV pode diminuir a dor, facilitar o reparo tecidual e ainda minimizar a severidade de lesões por estresse repetitivo. Estudos reforçam a incorporação de corrente de alta voltagem como instrumento terapêutico para a cicatrização de feridas; ela obteve resultados satisfatórios na área da saúde em lesões com diferentes etiologias. Por meio da estimulação elétrica de alta voltagem EEAV, é permitida a realização de inúmeros tratamentos, uma vez que possui onda monofásica, dessa forma pode ser efetiva. O aparelho Neurodyn Hight Volt apresenta todas as propriedades e parâmetros necessários para eficácia de um tratamento utilizando EEAV de acordo com a pesquisa realizada.

**Palavras chave:** Cicatrização. Neurodyn Hight Volt. Lesão. Pele.

**Abstract:** The aim of the study was to discuss the efficacy, advantages and benefits of high voltage electrical stimulation (HVES) in healing processes, verifying the feasibility of using Neurodyn Hight Volt device, and its possible benefits in the healing treatment. There are some evidences that HVES can decrease pain, facilitate tissue repair and also minimize injury severity due to repetitive stress. Studies reinforce the incorporation of high voltage current as a therapeutic instrument for wound healing; it obtained satisfactory results in the area of health in injuries with different etiologies. Through the high voltage electrical stimulation (HVES), it is allowed to perform numerous treatments, since it has a single-phase wave, so it can be effective. The Neurodyn Hight Volt device presents all the necessary properties and parameters for the effectiveness of a treatment using HVES according to the research performed.

**Keywords:** Healing. Neurodyn Hight Volt. Injury. Skin.

---

### 1 Introdução

A pele tem uma complexa estrutura e exerce diversas funções, dentre elas a manutenção da integridade do organismo pela proteção contra agressões de agentes

externos, absorção e secreção de líquidos, controle da temperatura corporal, absorção da luz ultravioleta, metabolismo da vitamina D, além de funções estéticas e sensoriais. Por esses motivos, considera-se que a saúde psicossocial do indivíduo depende de sua aparência externa e da aceitação instintiva das características de sua pele e demais componentes de seu grupo social (HARRIS, 2009).

Ela é o maior órgão do corpo humano, e muito importante, pois atua dentre outras funções como uma barreira, sendo a primeira parte do corpo a ser lesionada quando acometida por fatores externos. Desta forma, quando isso acontece é necessário que, haja algum processo para que sua integridade seja reestabelecida (BARBUL, 2006; BALBINO; PEREIRA; CURI, 2005; SULLINS, 1990).

Quando um tecido é lesionado, por lesão traumática ou necrótica, acontece uma substituição deste por um novo tecido conjuntivo vascularizado, que é o processo identificado como cicatrização. Ela é realizada por meio de etapas que proporcionam a reconstrução do tecido. São processos que envolvem fenômenos bioquímicos e fisiológicos que resultarão na renovação tissular. Ao realizar uma intervenção para o tratamento, espera-se ter uma cicatriz funcional e esteticamente razoável (PANOBANDO et al., 2010; FAZIO; ZITELLI; GOSLEN, 2000; SINGER; CLARK, 1999).

Segundo Candido (2001), o processo cicatricial é sistêmico e dinâmico e está diretamente relacionado com as condições gerais do organismo. A reparação tecidual ocorre em fases complexas e sobrepostas. A liberação de mediadores ocorre em cascata, atraindo estruturas para periferia da região acometida.

Hoje se fala muito em recursos para a intervenção no tratamento do processo de cicatrização, como laser, ultrassom, alta frequência, entre outros. Atualmente, vem se destacando a estimulação elétrica de alta voltagem EEAV (BARKER et al., 1997; FITZGERALD; NEWSOME, 1993).

Existem evidências de que a estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV) pode diminuir a dor, facilitar o reparo tecidual e ainda minimizar a severidade de lesões por estresse repetitivo (STRALKA; JACKSON; LEWIS, 1998). Estudos reforçam que a incorporação de corrente de alta voltagem como instrumento terapêutico para cicatrização de feridas têm obtido resultados satisfatórios na área da saúde em lesões com diferentes etiologias (DAVINI et al., 2005a).

Segundo Haar (2003), os agentes eletrofototerapêuticos são usados pelos fisioterapeutas para tratar uma grande variedade de condições. Esses agentes incluem ondas eletromagnéticas e sonoras, além de correntes estimuladoras de músculos e nervos. Em parte, essas técnicas são usadas para induzir o aquecimento dos tecidos.

Segundo Weiss, Kirsner e Eaglstein (1990), se a regeneração de feridas é mediada pelo menos em parte por sinais elétricos, é de esperar que a exposição artificial das feridas a estimulação elétrica possa alterar o processo de regeneração.

Segundo Stralka, Jakson e Lewis (1998) existem evidências de que a estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV) possa diminuir a dor, facilitar o reparo tecidual e ainda minimizar a gravidade das lesões por esse estresse repetitivo, entretanto existe uma escassez de trabalhos sobre feridas agudas.

## 2 Métodos

Foi realizado um levantamento bibliográfico em bases de dados da SciELO e em outros artigos, que vão desde o ano de 1961 até o ano de 2013. Na busca, foram utilizadas como palavras-chave: cicatrização, alta voltagem, neurodyny hight volt, lesão e pele. Apesar de já terem sido constatados vários avanços tecnológicos em pesquisas na área de tratamento de feridas, ainda se percebe um grande índice de existência desse tipo de acometimento na população. O trabalho então buscou pesquisar um pouco mais sobre um tipo de recurso que pode ser utilizado nesse tipo de tratamento, com intuito de trazer mais conhecimentos para que os índices possam ser diminuídos. O estudo visou a discutir a eficácia, as vantagens e os benefícios da EEAV nos processos cicatriciais, estudando a possibilidade de viabilidade do uso do aparelho Neurodyn Hight Volt e seus possíveis benefícios no tratamento de cicatrização, bem como compreender a melhor maneira de manuseá-lo.

## 3 Revisão bibliográfica

### 3.1 Cicatrização

A cicatrização de feridas acontece por meio de uma sequência de eventos celulares e moleculares, que interagem para que ocorra a reparação e a reconstituição do tecido. As etapas envolvem fenômenos bioquímicos e fisiológicos que se comportam de forma equilibrada, a fim de garantir a recuperação tissular. Como desencadeante da cicatrização, ocorre a perda tecidual, a partir da qual o fisiologismo volta-se completamente para o reparo de um evento danoso ao organismo (ORTONE; CLEVY, 1994).

Quando o tecido é lesionado, pode acometer a derme completa ou incompletamente, ou mesmo atingir todo o órgão, chegando ao tecido celular subcutâneo. A partir disso, é possível estabelecer o tipo de ferida. A ferida de espessura parcial (derme incompleta) ocorre após muitos procedimentos dermatológicos como a dermoabrasão, o resurfacing, laser ou peelings químicos; pode também ser causada por traumatismos. A reparação faz-se pela epitelização dos anexos epiteliais ou epitélio derivado da pele adjacente não acometida. Como produto final, é obtida uma cicatriz muito discreta e praticamente imperceptível (MANDELBAUM; SANTIS; MANDELBAUM, 2003).

Nas feridas de espessuras total (derme completa ou estendida ao tecido celular subcutâneo), há a necessidade da formação de um novo tecido, o da granulação; a epitelização, base da cicatrização nas feridas de espessura parcial, acontece apenas nas margens da ferida. Nesse caso, a cicatriz é totalmente perceptível e, muitas vezes, pronunciada (FAZIO; ZITELLI; GOSLEN, 2000).

Segundo Ayello e Franz (2003), o sucesso no tratamento de feridas depende mais da competência e do conhecimento dos profissionais envolvidos, de sua capacidade de avaliar e selecionar adequadamente técnicas e recursos do que da disponibilidade de recursos e tecnologias sofisticadas. Para uma intervenção efetiva no processo cicatricial, com objetivo de favorecê-lo, tem-se a necessidade de estabelecer

metas realistas, que considerem os diversos fatores, como o diagnóstico preciso do tipo de lesão e seu estágio cicatricial, e critérios clínicos e técnicos.

### *3.2 Fatores que interferem na cicatrização*

Normalmente, uma cicatrização possui aproximadamente 80% da força de tensão da pele normal, não apresenta volume e é plana. Muitas condições tanto de ordem geral como de ordem local influenciam esse longo e complexo processo. É necessário realizar uma anamnese detalhada, para avaliação de todas as causas que podem interferir na cicatrização. (MANDELBAUM; SANTIS; MANDELBAUM, 2003).

Os fatores que interferem diretamente no processo de reparação tecidual podem ser de origem local ou sistêmicos. Os locais são aqueles que ocorrem diretamente na ferida, e os sistêmicos são os que influenciam diretamente no funcionamento do organismo humano (HESS, 2002).

Para Tazima, Moriya e Vicente (2008), o reparo de lesões é um esforço nos tecidos para restaurar a função e estruturas normais, porém vários fatores interferem na cicatrização como infecção, idade, desnutrição; a deficiência de proteína e vitamina C afeta a síntese de colágeno.

Mandelbaum; Santis; Mandelbaum (2003) reafirmam que, além da idade, há outros fatores, como o estado nutricional do paciente. A existência de doenças de base, como diabetes, alterações cardiocirculatórias e de coagulação, aterosclerose, disfunção renal, quadros infecciosos sistêmicos e uso de drogas sistêmicas, dificultam a cicatrização.

A desnutrição protéica pode prejudicar a cicatrização de feridas por prolongar a fase inflamatória, diminuir a síntese e a proliferação fibroblástica, angiogênese e síntese de colágeno e proteoglicanos. É capaz ainda de reduzir a força tênsil de feridas, limitarem a capacidade fagocítica de leucócitos e aumentar a taxa de infecção de feridas (HAYDOCK et al., 1988).

### *3.3 Estimulação elétrica de alta voltagem*

As tentativas de intervenção no processo de cicatrização, acidentais ou provocadas intencionalmente como parte da realização de procedimentos, retrocedem à antiguidade, demonstrando que já se reconhecia a importância de protegê-las de forma a evitar que se complicassem e repercutissem em danos locais ou gerais para o paciente. (MANDELBAUM; SANTIS; MANDELBAUM, 2003).

Os registros mais antigos, citados por Zimmerman e Veith (1961), falam sobre manuscritos egípcios que datam de 3000-2500 a. C., que citam curativos à base de mel, graxa, fios de linho e diversos tipos de excrementos, que integravam princípios da farmacopeia egípcia. Por meio da estimulação elétrica de alta voltagem (EEAV), é permitida a realização de inúmeros tratamentos, uma vez que possui onda monofásica, dessa forma pode ser efetiva (NELSON; HAYES; CURRIER, 2003; STRALKA; JACKSON; LEWIS, 1998; FEEDAR; KLOTH; GENTZKOW, 1991).

Existem dois tipos de correntes elétricas: as endógenas e as exógenas. As endógenas são aquelas geradas pelo próprio organismo e estão presentes no tecido

mole normal e saudável. Quando ocorre uma lesão, as cargas elétricas dos tecidos lesionados se alteram, gerando “sinais de erro” enviados pela ferida ao organismo, estimulando a autorreparação, o que não ocorre nas feridas crônicas. Já a utilização de correntes exógenas são por meio de pulsos monofásicos que provocam aumento de cargas elétricas no tecido, exercendo efeitos fisiológicos favoráveis que disparam o processo de reparação tecidual. A estimulação elétrica de alta voltagem então se mostra eficaz, porque se acredita que ela é capaz de tornar o processo mais rápido, por transcrever corrente elétrica, a qual é interrompida quando a pele é acometida (NELSON; HAYES; CURRIER; 2003; BARKER, 1998; FITZGERALD; NEWSOME, 1993; ALON, 1984).

Segundo Robinson e Snyder-Mackler (1995), a EEAV pode ser descrita qualitativamente como sendo uma corrente pulsada monofásica de pico duplo. Com uma duração de pulso que pode variar de 5 a 100 microssegundos, a estimulação elétrica de alta voltagem tem uma amplitude de pico elevada, alta voltagem (acima de 100 V), possibilita uma estimulação agradável, capaz de atingir as fibras nervosas sensoriais, motoras e também aquelas responsáveis pela condução de impulsos nociceptivos. (KANTOR; ALON; HO, 1994). Ela possui polaridade definida (onda monofásica) e pode ser efetiva para conter e absorver edemas agudos, assim como para acelerar a reparação de tecidos dérmicos e subdérmicos e controlar a dor (NELSON; HAYES; CURRIER, 2003; BARKER, 1981).

Para um tratamento adequado utilizando a EEAV são necessários alguns cuidados. É preciso que o aparelho utilizado para o tratamento seja aferido e demonstre a graduação real da voltagem no painel, além de apresentar mais de um canal para tratamentos de áreas maiores ou simultâneas (NELSON; HAYES; CURRIER, 1999).

Os eletrodos devem ter uma excelente capacidade de condução da corrente, podendo ser metálicos, de silicone carbono ou autoadesivos. Acompanha o equipamento de EEAV dois ou quatro eletrodos ativos e um dispersivo. De acordo com Nelson (2003), a soma das áreas dos eletrodos ativos não deve exceder a área do eletrodo dispersivo. O eletrodo dispersivo deve ser posicionado a uma distância de aproximadamente 20 cm do(s) eletrodo(s) (HOUGHTON et al., 2003; ROBINSON; SNYDER-MACKLER, 1995; GRIFFIN et al., 1990).

Para a aplicação da EEAV, pode-se utilizar a polaridade positiva ou negativa, as quais podem ser denominadas de anódica ou catódica, respectivamente. A EEAV anódica tem como efeito a promoção da desnaturação de proteínas, redução dos mastócitos em feridas e estimulação do crescimento de novos capilares. Já a aplicação de EEAV catódica estimula a granulação dos tecidos, reduz edema, promove proliferação de fibroblastos e aumenta o fluxo sanguíneo (DAESCHLEIN et al., 2007; NELSON; HAYES; CURRIER, 2003).

No tratamento de úlceras cutâneas, alguns pesquisadores sugerem a estimulação catódica (polo negativo) durante todo o tratamento, enquanto outros recomendam aplicações alternadas entre os polos, a cada três ou sete dias de tratamento (HOUGHTON et al., 2003; GRIFFIN et al., 1991; FEEDAR; KLOTH; GENTZKOW, 1991; GENTZKOW; MILLER, 1991; GENTZKOW et al., 1991).

Para Unger, Eddy e Raimastry (1991), a estimulação catódica pode exercer efeito bactericida, sugerindo que essa polaridade seja iniciada e mantida até que a lesão apresente uma aparência serosanguínea, devendo-se posteriormente inverter a polaridade. São unânimes as opiniões de que o tratamento de úlceras cutâneas crônicas deve ser iniciado com o eletrodo ativo posicionado sobre a úlcera com a polaridade negativa (HOUGHTON et al., 2003; BARKER et al., 1997; LUNDEBERG; ERIKSON; MATS, 1992; GRIFFIN et al., 1991; GENTZKOW; MILLER, 1991; UNGER; EDDY; RAIMASTRY, 1991).

Houghton et al., (2003) publicaram um interessante artigo que juntamente com a literatura prévia existente devem servir como guia para tratamento de úlceras cutâneas crônicas em humanos utilizando a EEAV. Os autores estudaram os efeitos da EEAV na cicatrização de úlceras crônicas de membro inferior, constatando melhora significativa. Para tal, utilizaram 27 indivíduos, perfazendo um total de 42 úlceras cutâneas crônicas de diferentes etiologias. 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 (UNGER; EDDY; RAIMASTRY, 1991).

Foram utilizados os parâmetros: estimulação catódica,  $T = 100 \mu\text{s}$ ,  $f = \text{Hz}$  e 150 V, por 45 minutos, três vezes por semana, por quatro semanas. O grupo placebo recebeu o mesmo protocolo, com exceção de alta voltagem. Os resultados foram quantificados por meio de medidas da área e registro fotográfico das úlceras nos seguintes períodos: avaliação inicial, após duas semanas (período 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 ( $16,0\% \pm 8,9\%$ ) (UNGER; EDDY; RAIMASTRY, 1991). Os mecanismos pelo qual a EEAV promove a cicatrização de úlceras cutâneas não são totalmente esclarecidos. Especula-se que as mudanças eletroquímicas são as principais responsáveis por esse efeito, pois ocasionam mudanças no pH, geração de calor localizado e recrutamento de fatores antimicrobianos já presentes no organismo. O aumento da microcirculação ao redor das lesões também tem sido mencionado para justificar os efeitos da CPAV (Corrente Pulsada de Alta Voltagem) no tratamento de úlceras cutâneas crônicas (DAVINI et al., 2005b).

Szuminsky et al., (1994) realizaram um estudo com o objetivo de investigar a ação bactericida *in vitro* da EEAV nas duas polaridades ( $T = 7 \mu\text{s}$ ,  $f = 120 \text{ Hz}$ , 500 V, por 30 minutos), em diferentes espécies de bactérias, com o eletrodo ativo posicionando a 3 cm das culturas de bactérias. Nos resultados, os autores demonstraram efeitos bactericidas nos dois polos.

Outra hipótese refere-se ao aumento circulatório. Visando a analisar a capacidade da EEAV de aumentar a microcirculação em úlceras cutâneas crônicas isquêmicas, Goldman, Brewley, Golden (2002) investigaram a pressão transcutânea de oxigênio (PTO<sub>2</sub>) de lesões cutâneas não tratadas cirurgicamente e na região maleolar e inframaleolar, sendo o membro contralateral utilizado como controle.

Foram estudados 3 homens e 3 mulheres com PTO<sub>2</sub> menor que 10 mmHg. Os resultados obtidos sugerem que a EEAV pode melhorar a microcirculação ao redor da

úlceras, já que a PTO2 apresentou um aumento estatisticamente significativo ( $2 \pm 2$  mmHg pré-tratamento para  $33 \pm 18$  mmHg pós-tratamento). Os autores ainda sugerem que, para o reparo desse tipo de lesão, a PTO2 mínima deve ser de 20 mmHg. Dessa maneira, pode-se notar que os mecanismos que levam à cicatrização de úlceras cutâneas crônicas tratadas com EEAV ainda não estão totalmente elucidados, mas duas hipóteses prováveis para a ocorrência dos resultados positivos seriam as alterações eletroquímicas no local da úlcera e o aumento da microcirculação da região (GOLDMAN; BREWLEY; GOLDEN, 2002).

### 3.4 *Neurodyn hight volt*

O Neurodyn Hight Volt é um estimulador neuromuscular transcutâneo de dois canais com controles independentes de intensidade para os tratamentos, utilizando CPAV (Corrente Pulsada de Alta Voltagem), também chamada de HVPS (Hight Voltag Pulsed Simulation). A CPAV é uma corrente com pulsos gêmeos de alta amplitude (alta voltagem) e curta duração, com forma de onda monofásica, ou seja, a corrente flui em uma única direção. A alta voltagem provoca uma diminuição da resistência da pele tomando a corrente confortável e tolerante (IBRAMED, 2013).

Possui dois canais para eletroestimulação, dois eletrodos ativos (menores), um dispersivo (maior). Sua capacidade de estimulação atinge as fibras sensoriais, fibras motoras e fibras nociceptivas. É indicado para controle inflamatório em pós-cirúrgico imediato, redução de edema, cicatrização tecidual, analgesia, eletroporação de ativos cosméticos e fármacos, drenagem linfática e reabilitação traumato-ortopédica (IBRAMED, 2013).

Para realizar o tratamento utilizando esse aparelho, o paciente deve ter idade acima de 12 anos de idade (abaixo dessa idade apenas sob prescrição médica ou fisioterapêutica) e nível de consciência e sensibilidade preservada. Deve-se examinar a pele e limpar a área de tratamento, desinfetando-a com álcool de uso medicinal. É importante retirar os eletrodos autoadesivos da folha protetora e aplicar na área de tratamento como prescrito (IBRAMED, 2013).

A colocação dos eletrodos pode ser realizada usando a técnica bipolar ou monopolar. O posicionamento e o contato devem ser levados em consideração, porque irão assegurar o conforto e a eficiência do tratamento. É fundamental garantir que a superfície do eletrodo inteira esteja em contato com a pele do paciente, pressionando-o no lugar, monitorando o contato do eletrodo regularmente durante o tratamento. Ao fim do tratamento, é importante examinar a pele novamente. Eletrodos de igual tamanho são colocados sobre a área de dor, edema ou da ferida, sendo também utilizado o eletrodo dispersivo (IBRAMED, 2013).

A densidade de corrente de saída depende do tamanho dos eletrodos. Deve-se estar atento à forma de aplicação, pois se ela for feita de forma inadequada pode resultar em lesão ao paciente. Outro ponto importante em relação à posição dos eletrodos é que se devem mantê-los separados durante o tratamento. Quando estão posicionados em contato um com o outro, podem resultar na estimulação imprópria ou queimaduras da pele (IBRAMED, 2013).

Sobre as contraindicações, são citadas altas intensidades em locais próximos ao coração, aplicação direta sobre o seio carotídeo, sobre os processos infecciosos, pacientes incapazes de fornecer um feedback sensitivo, aplicação sobre útero gravídico, portadores de marcapasso cardíaco de demanda, aplicações próximas a equipamentos de diatermia e pacientes portadores de distúrbios sensitivos ou obesos (NELSON; HAYES; CURRIER, 2003; ROBINSON; SNYDER-MACKLER, 1995).

Dentre as várias contraindicações citadas pelos autores, há de se considerar que a influência dos equipamentos de diatermia nos equipamentos de EEAV fica condicionada aos processos de fabricação e manutenção deles, não se tratando, portanto, de uma contraindicação, mas sim de um cuidado relativo ao uso simultâneo desses dois recursos (DAVINI et al., 2005a).

Em relação aos pacientes incapazes de fornecer um feedback sensitivo e aos portadores de distúrbios sensitivos, acreditamos tratar-se de uma recomendação, em que a EEAV pode ser aplicada com intensidade no limiar motor, sem a necessidade de conhecer o limiar sensitivo ou tomando-se certos cuidados, como a aplicação em um segmento normal do paciente para conhecer o limiar sensitivo e, a partir deste, ter um parâmetro de estimulação (DAVINI et al., 2005a).

#### **4 Conclusão**

Foi visto que a cicatrização é um processo muito importante para o reestabelecimento tissular, recuperação da pele e conseqüentemente sua proteção. Ela ocorre em fases que devem acontecer de forma harmônica e equilibrada. É preciso estar sempre atento a algumas intercorrências que podem ocasionar retardo da cicatrização, interferindo e dificultando todo o processo. Constatou-se que os meios de intervenção do processo visam à aceleração de forma indolor e eficaz, proporcionando a volta do indivíduo às suas atividades diárias em razão da reparação e integridade da pele após o tratamento.

A eletroterapia pode ser usada em diversos tipos de tratamento, dentre eles, o ressaltado no presente trabalho, a cicatrização de feridas. Alguns estudos mostram a eficácia desse tipo de intervenção, demonstrando benefícios no processo de cicatrização e conseqüentemente diminuição da ferida ou o seu fechamento por completo. Existem algumas hipóteses para tal sucesso do tratamento, citadas na pesquisa como sendo o efeito bactericida, a melhora da microcirculação e a corrente elétrica artificial que vem para dar continuidade à corrente endógena interrompida devido à lesão.

Outro ponto percebido foi à necessidade de se aprofundar mais na questão da polaridade, visto que houve divergência de condutas. Ainda é preciso identificar, de fato, qual seria a melhor maneira de se realizarem as aplicações (catódicas e anódicas); já que alguns pesquisadores se dividem entre alternar a polaridade ou deixá-las iguais até o fim do tratamento.

O aparelho Neurodyn Hight Volt apresenta todas as propriedades e parâmetros necessários para eficácia de um tratamento utilizando EEAV, de acordo com a pesquisa realizada. Ele torna, então, viável para uso em diversos tipos de quadros em que a EEAV é aceita. Conclui-se, então, que ele pode ser utilizado como uma opção no tratamento de cicatrização e feridas.



*Referências*

- ALON, G. **High Voltage Stimulation: High Voltage Pulsating Direct Current a Monograph**. Publisher: Chattanooga Corporation, 1984. 17p.
- AYELLO E, FRANZ R. Pressure ulcer prevent and treatment: competency-based nursing curricula. USA, **Journal Dermatology Nursing**, v. 15, n. 1, p. 44-65, 2003. Disponível em: <<https://search.proquest.com/openview/5b0ddadc466abbc0fb5d074708ef447e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=30763>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- BALBINO, C. A.; PEREIRA, L. M.; CURI, R. Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão. São Paulo, **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 41, n. 1, p. 27-51, jan./mar., 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcf/v41n1/v41n1a03.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2018.
- BARBUL, A. History of wounds healing. In: BRUNICARDI F. C. et al. **Schwartz's Surgery**. Companion handbook, Ontario. p. 25-78, 2006.
- BARKER, L. L. et al. Effects of electrical stimulation on wound healing in patients with diabetic ulcers. USA, **Journal Diabetes Care**, v. 20, n. 3, p. 405-412, Mar., 1997. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9051395>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- BARKER, A. T. Measurement of direct currents in biological fluids. **Journal Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 19, p. 507-8, 1981.
- CANDIDO, L. C. **Nova abordagem no tratamento de feridas**. São Paulo: Editora SENAC, 2001. 269p.
- DAESCHLEIN, G. et al. Antibacterial activity of positive and negative polarity low-voltage pulsed current (LVPC) on six typical Gram-positive and Gram-negative bacterial pathogens of chronic wounds. **Journal Wound Repair and Regeneration**, v. 15, n. 3, p. 399-403, May, 2007.
- DAVINI, R. et al. Estimulação elétrica de alta voltagem: uma opção de tratamento. São Paulo, **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 9, n. 3, p. 249-56, 2005a.
- DAVINI, R. et al. Tratamento de úlceras cutâneas crônicas por meio da estimulação elétrica de alta voltagem. Campinas, **Revista de Ciências Médicas**, v. 14, n. 3, p. 249-258, 2005b. Disponível em: <<https://seer.sis.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/cienciasmedicas/article/view/1172/1147>>. Acesso em: 25 set. 2018.

FAZIO, M. J.; ZITELLI, J. A.; GOSLEN, J. B. Cicatrização de feridas. In: COLEMAN III W. P. et al. **Cirurgia Cosmética - Princípios e Técnicas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Revinter, p. 23-28, 2000.

FEEDAR, J. A.; KLOTH, L. C.; GENTZKOW, G. D. Chronic dermal ulcer healing enhanced with monophasic pulsed electrical stimulation. **Journal Physical Therapy**, v. 7, n. 9, p. 639-649, Sep., 1991. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/f04f/738b6db5cfaa7556ef38f4e27aedb9c108ea.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

FITZGERALD, G. K.; NEWSOME, D. Treatment of a large infected thoracic spine wound using high voltage pulsed monophasic current. **Journal Physical Therapy**, v. 73, n. 61, p. 18-23, June, 1993. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.829.825&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 11 maio 2018.

GENTZKOW, G. D.; MILLER, K. H. Electrical stimulation for dermal wound healing. **Clinics in Podiatric Medicine and Surgery**, v. 8, n. 4, p. 827-41, Oct., 1991. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1933734>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

GENTZKOW, G. D. et al. Improved healing of pressure ulcers using dermapulse, a new electrical stimulation device. **Journal Physical Therapy**, v. 3, n. 5, p. 158-170, Sep/Oct., 1991. Disponível em: <[https://epublications.marquette.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1139&context=phys\\_therapy\\_fac](https://epublications.marquette.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1139&context=phys_therapy_fac)>. Acesso em: 09 jul. 2018.

GOLDMAN, R. J.; BREWLEY, B. I.; GOLDEN, M. A. Electrotherapy reoxygenates inframalleolar ischemic wounds on diabetic patients: a case series. **Journal Advances in Skin & Wound Care**, v. 15, n. 3, p. 112-20, May/Jun., 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12055444>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

GRIFFIN, J. W. et al. Efficacy of high voltage pulsed current for healing of pressure ulcers in patients with spinal cord injury. **Journal Physical Therapy**, v. 71, n. 6, p. 433-42, Jun., 1991. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2034707>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

GRIFFIN, J. W. et al. Reduction of chronic posttraumatic hand edema: A comparison of high voltage pulsed current, intermittent pneumatic compression, and placebo treatments. **Journal Physical Therapy**, v. 70, n. 5, p. 279-286, May, 1990. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2185495>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

HAAR, G. Princípios eletrofísicos e térmicos. In: KITCHEN, S. **Eletroterapia: prática baseada em evidências**. 11. Ed. São Paulo: Manole, 2003.

HARRIS, M. I. N. C. **Pele: estrutura, propriedade e envelhecimento**. 3. Ed. São Paulo: SENAC, 2009.

HAYDOCK, D. A. et al. The efficacy of subcutaneous gortex implants in monitoring wound healing response in experimental protein deficiency. **Journal Connective Tissue Research**, v. 17, n. 3, p. 159-69, 1988. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3396353>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

HESS, C. T. **Tratamento de feridas e úlceras**, tradução [da 4. ed. original] de Maria Angélica Borges dos Santos; revisão técnica de Sônia Regina de Souza. Rio de Janeiro, Editora: Reichmann & Affonso, 2002.

HOUGHTON, P. E. et al. Effect of electrical stimulation on chronic leg ulcer size and appearance. **Journal Physical Therapy**, v. 83, n. 1, p. 17-28, Jan., 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12495409>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

IBRAMED. **Neurodyn High Volt: Instruções de uso**. 7ª ed., 2013.

KANTOR, G.; ALON, G.; HO, H. S. The effects of selected stimulus waveform on pulse and phase characteristics at sensory and motor thresholds. **Journal Physical Therapy**, v. 74, n. 10, p. 951-62, Oct., 1994. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8090846>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

LUNDEBERG, T. C. M.; ERIKSON, S. V.; MATS, M. Electrical stimulation improves healing of diabetic ulcers. **Annals of Plastic Surgery**, v. 29, n. 4, p. 328-31, Oct., 1992. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1466529>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

MANDELBAUM, S. H.; SANTIS, E. P.; MANDELBAUM, M. H. Cicatrização: conceitos atuais e recursos auxiliares - Parte I. Rio de Janeiro: **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, n.4, p. 393-408, Jul/Ago. 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0365-05962003000400002>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

NELSON, R. M.; COURRIER, D. P.; HAYES, K. W. **Clinical Electrotherapy**. 3ª ed. New Jersey: **Prentice Hall**, p. 355-410, 1999.

NELSON, R. M.; HAYES, K. W.; CURRIER, D. P. **Eletroterapia Clínica**. 3ª ed. Barueri: Manole, p. 55-139, 2003.

ORTONNE, J. P.; CLÉVY, J. P. Physiologie de la cicatrisation cutanée. **Journal Theory and Practice**, v. 44, n. 13, p. 1733-1734, 1994.

PANOBIANCO, M. S. et al. Comparação da cicatrização pós-mastectomia entre mulheres portadoras e não-portadoras de diabetes mellitus. Fortaleza, **Revista da Rede**

**de Enfermagem do Nordeste**, v. 11, número especial, p. 15-22, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.ufc.br/rene/article/view/4651/3472>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

ROBINSON, A. J.; SNYDER-MACKLER, L. *Clinical Electrophysiology: Electrotherapy and Electrophysiological testing*. 2nd Edition, Philadelphia, **Lippincott Williams & Wilkins**, 1995. Disponível em: <[https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1335199](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1335199)>. Acesso em: 02 out. 2018.

SINGER, A. J.; CLARK, R. A. Cutaneous wound healing. England, **The New England Journal of Medicine**, v. 341, n. 10, p. 738-46, Sep., 1999.

STRALKA, S. W.; JACKSON, J. A.; LEWIS, A. R. Treatment of hand and wrist pain: A randomized clinical trial of high voltage pulsed, direct current built into a wrist splint. **AAOHN Journal**, v. 46, n. 5, p. 233-236, May, 1998. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9652236>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

SULLINS, K. E. Intestinal adhesions reduction. In: WHITE, N. A., editors. *The equine acute abdomen*. 1st ed. Philadelphia: **Publisher Lea & Febiger**, p. 245-250, 1990.

SZUMINSKY, N. J. et al. Effect of narrow, pulsed high voltages on bacterial viability. São Carlos, **Journal of Physical Therapy**, v. 74, n. 7, p. 660-667, Jul., 1994. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8016198>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

TAZIMA, M. F. G. S.; MORIYA, T.; VICENTE, Y. Biologia da ferida e cicatrização. Ribeirão Preto, **Revista de Medicina**, v. 41 n. 3, p. 259-264, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/271/272>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

UNGER, P.; EDDY, J.; RAIMASTRY, A. S. A controlled study of the effect of high voltage pulsed current (HVPC) on wound healing. São Carlos, **Journal of Physical Therapy**, v. 71, n. 6, p. 119-123, 1991.

WEISS, D. S.; KIRSNER, R.; EAGLSTEIN, W. H. Electrical stimulation and wound healing. *Archives of dermatology*.1990. **Journal Archives of dermatológica**, v. 126, n. 2, p. 222-225, Feb., 1990. Disponível em: <[https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1867143](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1867143)>. Acesso em: 18 abr. 2018.

ZIMMERMAN, L. M.; VEITH, I. *Great ideas in the History*. Philadelphia, **Lippincott Wilkins & Wilkins**, p. 74-75, 1961.