

Electrotherapy Applied to Skin Wound Healing: Integrative Review

Etroestimulação Aplicada à Cicatrização de Feridas Cutâneas: Revisão Integrativa
Electroterapia Aplicada a la Cicatrización de Heridas Cutâneas: Revisión Integradora

RESUMO

Objetivo: Identificar os tipos de eletroestimulação (EE) descritos na literatura para o tratamento de feridas cutâneas. **Método:** Revisão integrativa da literatura nas bases de dados eletrônicas: Scielo, LILACS, MEDLINE via PubMed Central de Janeiro 2017 a dezembro 2025. Foi utilizado como estratégia de busca a ferramenta PICO para artigos redigidos em português, inglês e espanhol. Foram incluídos artigos originais com texto completo alinhados ao objeto da pesquisa. **Resultados:** Foram selecionados 05 artigos. A maioria dos estudos demonstrou cicatrização acelerada de feridas com o uso de eletroestimulação em comparação com a terapia padrão e placebo. Existem diversas modalidades de EE disponíveis e utilizadas com sucesso para a cicatrização de feridas; no entanto, o número de estudos tem variação em quantidade e qualidade entre diferentes modos de aplicação. **Conclusão:** a eletroestimulação demonstra grande potencial terapêutico ao estimular os processos de cicatrização em vários tipos de feridas. Entretanto, o efeito da EE ainda não está claro. São necessários mais estudos, nos quais as evidências científicas possam definir os fatores que potencializam a eficácia da EE.

DESCRIPTORES: Ferimentos e lesões; Cicatrização de Feridas; Terapia de Estimulação elétrica.

ABSTRACT

Objective: To identify the types of electrical stimulation (ES) described in the literature for the treatment of cutaneous wounds. **Method:** An integrative literature review was conducted using the electronic databases Scielo, LILACS, and MEDLINE (via PubMed Central) for the period from January 2017 to December 2025. The PICO framework was used as the search strategy for articles written in Portuguese, English, and Spanish. Original full-text articles relevant to the research topic were included. **Results:** Five articles were selected. Most studies demonstrated accelerated wound healing with the use of electrical stimulation compared to standard therapy and placebo. Various ES modalities are available and successfully used for wound healing; however, the number of studies varies in quantity and quality across different application modes. **Conclusion:** Electrical stimulation demonstrates significant therapeutic potential by stimulating healing processes in various types of wounds. However, the specific effects of ES remain unclear. Further studies are needed to provide scientific evidence defining the factors that enhance the efficacy of ES.

DESCRIPTORS: Wounds and injuries; Wound healing; Electrical stimulation therapy.

RESUMEN

Objetivo: Identificar los tipos de electroestimulación (EE) descritos en la literatura para el tratamiento de heridas cutáneas. **Método:** Revisión bibliográfica integradora en las bases de datos electrónicas: Scielo, LILACS, MEDLINE vía PubMed Central desde enero de 2017 hasta diciembre de 2025. Se utilizó la herramienta PICO como estrategia de búsqueda para artículos escritos en portugués, inglés y español. Se incluyeron artículos originales con texto completo alineado con el objetivo de la investigación. **Resultados:** Se seleccionaron cinco artículos. La mayoría de los estudios demostraron una cicatrización acelerada de las heridas con el uso de electroestimulación en comparación con la terapia estándar y el placebo. Existen varias modalidades de EE disponibles y utilizadas con éxito para la cicatrización de heridas; sin embargo, el número de estudios varía en cantidad y calidad entre los diferentes métodos de aplicación. **Conclusión:** La electroestimulación demuestra un gran potencial terapéutico para estimular los procesos de cicatrización en diversos tipos de heridas. Sin embargo, el efecto de la EE aún no está claro. Se necesitan más estudios, en los que la evidencia científica pueda definir los factores que mejoran la efectividad de la estimulación eléctrica.

DESCRIPTORES: Heridas y lesiones; Cicatrización de heridas; Terapia de estimulación eléctrica.

Francisco de Assis Nascimento de Lima

Nurse. Professional Master's Degree in Science, Technology, and Management Applied to Tissue Regeneration from UNIFESP. São Paulo, Brazil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2169-2689>.

Heitor Francisco de Carvalho Gomes

Bachelor's degree in Medicine from the Federal University of São Paulo. Ph.D. in Medicine from the Federal University of São Paulo. Advisor for the Professional Master's Program in Science, Technology, and Management Applied to Tissue Regeneration at UNIFESP.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1464-673X>.

Leila Blanes

Bachelor's degree in Nursing from the Federal University of São Paulo. Ph.D. in Sciences from the Graduate Program in Plastic Surgery at the Federal University of São Paulo.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6922-7719>

Lydia Masako Ferreira

Bachelor's degree in Medicine. Ph.D. in Reconstructive Plastic Surgery—UNIFESP. Post-doctoral fellow at the University of California, San Francisco. Associate Professor at UNIFESP. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4587-509X>.

Received: 08/05/2026

Approved: 09/08/2026

INTRODUCTION

Wounds that do not progress through the normal healing process and remain open for more than a month are classified as chronic wounds⁽¹⁾. When they fail to heal over the long term, they can compromise quality of life and result in significant costs. An estimate of wound-related expenses across various countries in 2019 indicated that the United States had expenditures of \$126,8646, while Brazil, ranked 8th, had estimated expenditures of \$6,4386⁽²⁾. These figures illustrate the economic burden faced by many nations around the world.

One of the main causes of chronic wounds is diabetes mellitus. Diabetes mellitus is a metabolic disease characterized by hyperglycemia⁽³⁾ and, when combined with obesity, puts individuals with the condition at greater risk for developing this type of wound. Among the complications of diabetes mellitus, diabetes-related neuropathy, peripheral arterial disease, and infections stand out, as they promote the development of foot and leg ulcers, significantly compromising the patient's quality of life⁽⁴⁾.

However, in addition to diabetes-related lesions, other causes—such as pressure injuries, venous insufficiency, and arterial insufficiency—also account for a significant proportion of chronic wounds and contribute to the high demand for care. Furthermore, most people living with chronic open wounds generally have other associated health conditions, which adds to the complexity of treatment.

Given this scenario, the proper

management of chronic wounds poses a challenge and requires interventions capable of promoting healing and preventing complications. Most current approaches to wound treatment are based on traditional dressings that can absorb excessive exudate, maintain sufficient moisture, and provide a protective barrier against the external environment⁽⁶⁾.

Some of these dressings are used on wounds covered by necrotic tissue, in cases of osteomyelitis, or in neoplastic wounds⁽⁷⁾. For these applications, therapeutic agents—such as anti-inflammatory drugs, antibiotics, antibacterial compounds, or angiogenic factors—are incorporated and released directly into the wound bed⁽⁸⁾ to promote the healing process. Although these approaches represent important advances in wound management, challenges related to healing—especially in chronic wounds—have driven research into adjuvant therapies capable of enhancing this process. Among these strategies, electrostimulation stands out.

Electrostimulation is the exogenous application of an electric field to accelerate the wound healing process by mimicking the natural current of a wound⁽⁹⁾. Directed cell migration under the influence of a natural electric field is known as galvanotaxis. Given that chronic wounds have a weaker wound current that slows cell migration, proliferation, and differentiation⁽¹⁰⁾, electrostimulation is expected to restore the wound current and accelerate wound healing.

When skin integrity is compromised, an endogenous electric field is generated at the wound site, triggering

a series of physiological reactions to close the wound⁽¹¹⁾. The endogenous wound field has a promoting effect on all phases of wound healing. In wounds that do not heal on their own, the action of this field can help stimulate and maintain these phases.

Treatment with electrostimulation is considered advantageous because it is cost-effective and has few complications; furthermore, it is regarded as an adjunctive therapy to accelerate the healing of acute and chronic wounds, pressure injuries, and diabetes-related foot ulcers⁽¹²⁾.

Various methods of applying ES to the healing of skin wounds have been extensively explored, and the wide variation in the protocols used creates uncertainty regarding efficacy and the best protocol to apply in treatment^(13,14,15).

Despite the promising results, different modalities of electrostimulation have been used in clinical practice and experimental studies, employing various types of currents and application parameters. This heterogeneity makes it difficult to determine which strategies offer the greatest therapeutic potential for wound healing. In this context, the objective of this review was to analyze the types of electrostimulation described in the literature for the treatment of skin wounds, providing an overview of the types of currents applied to better understand their efficacy in promoting healing.

METHODS

This is an integrative literature review, conducted according to the methodological strategy of Mendes, Silveira, and Galvão⁽²⁵⁾, which comprises the following stages: formulation of the research question, literature search, data collection, critical evaluation of the studies, analysis and synthesis of the results, and presentation of the review.

To conduct the study, the topic was identified using the acronym “ ” (PICO), from which the research question was formulated. Thus, the following classifications were established: P—Wound; I—Types of electrostimulation; C—Not applicable; O—Healing. Through this strategy, the following guiding question emerged: What types of electrostimulation are used in the treatment of skin wounds?

Data were collected from the following electronic databases: Scientific Electronic Library Online (SCIELO) and the Virtual Health Library (BVS), where the Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS) and the Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) via PubMed were consulted using the following descriptors: Injuries and lesions; Wound Healing; Electrical Stimulation Therapy; and their equivalents in English and Spanish, combined using Boolean operators (AND/OR).

In this stage, the search was refined by considering the inclusion criteria for article selection: abstracts that were available and aligned with the research topic; articles published in Portuguese, English, and Spanish that addressed the use of electrostimulation in wound treatment; and articles that were available in full and free of charge, within the period from January 1, 2017, to December 31, 2025. The following were defined as exclusion criteria: theses, dissertations, articles not available for free full-text reading, and duplicate articles.

The selection of studies was conducted through an exploratory review of titles and abstracts, with duplicates eliminated. Eligible publications were identified and selected for a full reading of the complete texts. Finally, the selected studies were used to extract the following data: author/year, title/study design, wound type, type of electrostimulation, study ob-

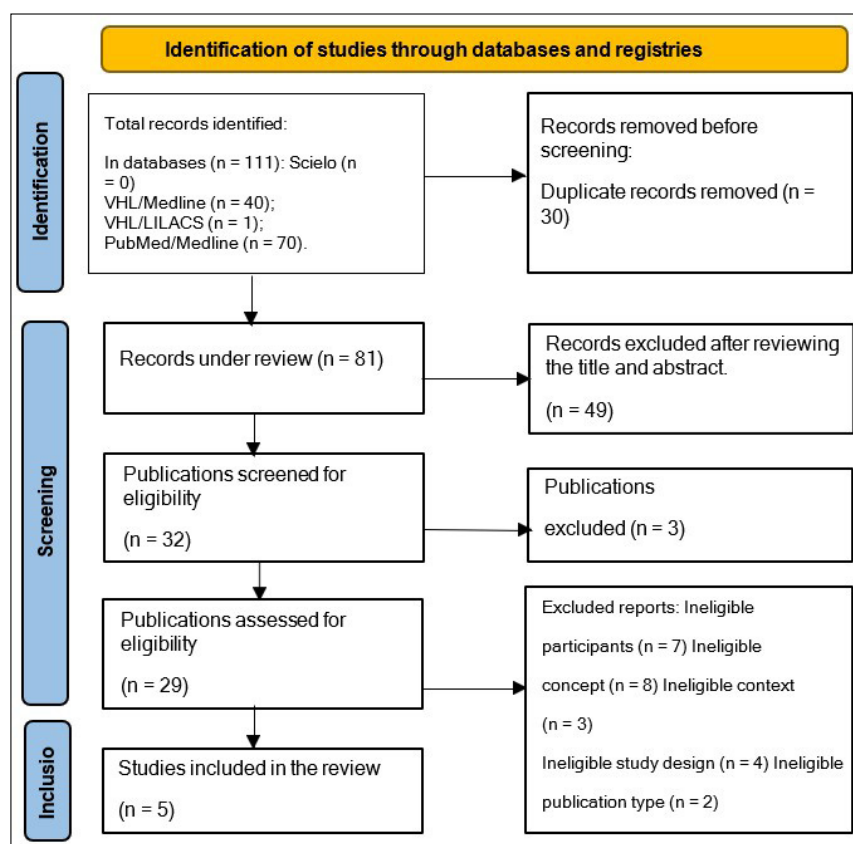
jective, and outcome. The data were organized in spreadsheets (Microsoft Excel) and subsequently systematized into tables for analysis and discussion.

The presentation and organization of the results of the integrative review were conducted based on the recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) ⁽²⁶⁾ and a flowchart was used to systematically describe the process of study identification, screening, eligibility, and inclusion, ensuring transparency and

methodological rigor.

RESULTS

In the meantime, following the definition of the search terms, the search yielded 111 articles; after reviewing the titles and abstracts, those that aligned with the research objective were selected, and 5 articles were included in this integrative review, as shown in the flowchart in Figure 1.



Source: PRISMA 2020

The database search resulted in five articles selected for this study; their bibliographic data are shown in Table 1.

Regarding the articles, it can be inferred that they are evenly distributed in terms of the language in which they were written. Regarding study design,

there were three systematic reviews with meta-analyses and two randomized controlled trials, one of which was double-blind. Within the specified time frame, one study was found in each year (2018, 2021, 2023), while two were found in 2022. Regarding the study objectives and wound types, it was observed that, despite the spe-

cific characteristics of each study, all involved aspects of electrical stimulation as a treatment for diabetic ul-

cers, venous ulcers, wounds, pressure injuries, chronic wounds, and diabetic foot ulcers. Finally, with regard to

the results, there was a predominance of reductions in the surface areas of wounds and ulcers.

Table 1. Distribution of articles by author, year, title, and study design; wound type; type of electrical stimulation; study objective; and outcome.

Author/year	Title/: Study Design	Tipo de Ferida	Tipo eletroestimulação	Objetivo do estudo	Resultado
Zheng et al,2022,	Effect of electrical stimulation on patients with diabetes-related ulcers: a systematic review and meta-analysis	Úlcera diabética	Corrente pulsada Corrente continua	Compreender a eficácia da estimulação elétrica (EE) no tratamento de pacientes com úlceras relacionadas ao diabetes.	Mostrou-se eficaz na redução da área da úlcera e aumento nas taxas de cicatrização com IC:95% e $P < 0,05$
Melotto et al,2022.	The effects of electrical stimulation on diabetic ulcers of foot and lower limb: A systematic review and meta-analysis.	Úlcera diabética	Corrente Pulsada e Corrente continua	Analisar os resultados sobre os efeitos da EE utilizada em combinação com o tratamento padrão de feridas (TPF) no tratamento da ulceração do pé diabético,(UPD)	Mostraram que a taxa de cicatrização parece ser maior entre as úlceras diabéticas tratadas com EE.
Rajendran et al,2021.	Electrical Stimulation to Enhance Wound Healing:A systematic review and meta-analysis	Feridas agudas Feridas crônicas: Úlcera diabética, vasculares e úlcera por pressão	Corrente Pulsada Corrente continua	Compreender como a estimulação elétrica (EE) influencia os mecanismos celulares envolvidos na cicatrização normal de feridas cutâneas, seus efeitos antibacterianos e a eficácia clínica da EE na aceleração da cicatrização de feridas crônicas.	indicam que EE, principalmente a corrente pulsada pode melhorar a cicatrização de feridas crônicas Desfechos secundários: perfusão da ferida e cicatrização completa, também foram positivos após a exposição.
Polak et al,2018.	A Randomized, Controlled Clinical Study to Assess the Effect of Anodal and Cathodal Electrical Stimulation on Peri-wound Skin Blood Flow and Pressure Ulcer Size Reduction in Persons with Neurological Injuries	Úlceras por Pressão no Estágio 2 a 4	corrente pulsada monofásica de alta voltagem (CPMAV) catódica e anódica	avaliar os efeitos da corrente pulsada monofásica de alta voltagem (CPMAV) catódica e anódica no fluxo sanguíneo cutâneo perilesional (FSCP) e na redução do tamanho de UPP de Estágio 2 a Estágio 4	Ambas as modalidades EE melhoraram o fluxo sanguíneo e a taxa de redução da área da ferida
Zulbaran-Rojas et al,2023,	Home-Based Electrical Stimulation to Accelerate Wound Healing-A Double-Blinded Randomized Control Trial.	Úlceras crônicas no pé diabético.	Corrente alternada pulsada de alta voltagem interativa (HVPAC)	Examinar a eficácia da EE diária(E-Stim) para acelerar a cicatrização de feridas.	Primeiros dados sobre a eficácia após 4 semanas com redução da área da úlcera em 22%

A eletroestimulação usada como tratamento de feridas cutâneas apresenta diversos modos de corrente. Dentre os modos que emergiram nos estudos, está a corrente pulsada (CP), corrente alternada pulsada, quando os elétrons oscilam no polo positivo e negativo dos tecidos envolvidos, ambas de alta voltagem e a corrente continua (CC). Outra forma de estimulação elétrica (EE) encontrada é através da associação das correntes citadas que atuam concomitantemente.

No estudo comparativo com placebo ou tratamento padrão (TP) com a

EE, feito por ZHENG et al. (2022) que incluiu ensaios clínicos randomizados (ECR), os autores identificaram como modo de tratamento a CP e a CC aplicadas de forma isolada em úlcera diabética no período de 4 a 12 semanas. Para esses autores, as correntes aumentaram a perfusão tecidual e estimularam a angiogênese, não havendo diferenças estatísticas entre CP e CC quanto à cicatrização e à redução da área da úlcera. No entanto, a estimulação elétrica com a CP apresentou um potencial benefício comparado à CC.

Estudo comparativo entre um trata-

mento simulado e a EE, conduzido por RAJENDRAN et al. (2021) que também envolveu ensaios clínicos randomizados (ECRs), investigou a longo prazo o efeito da EE nos mecanismos da cicatrização e a eficácia durante o tratamento das feridas. Os resultados demonstraram em experimentos in vivo (feridas crônicas) e in vitro que a EE através da CP e CC quando aplicadas nas úlceras diabéticas, úlceras de pressão e úlceras vasculares aumentam a perfusão sanguínea da ferida, controlam o crescimento bacteriano, aumentam a migração de fibroblastos, induzem a an-

giogênese e estimulam a atividade dos queratinócitos. Além disso, os autores referem que na maioria dos estudos, a CP de alta voltagem mostrou melhores resultados de cicatrização em relação à CC. Entretanto, neste mesmo estudo, uma metanálise de diferentes EE feita por Khouri et al. (2017), apontou que a CC melhorou a redução do tamanho da ferida crônica quando comparada com a CP.

No estudo comparativo entre EE e o tratamento padrão de feridas (TPF), feito por MELOTTO et al. (2022) através de revisão sistemática, analisou a EE aplicada em úlcera diabética, sendo a CC no período de 4 a 16 semanas enquanto a CP de 8 a 12 semanas. Esses autores constataram que a taxa de cicatrização parece ser maior nas úlceras tratadas com EE do que com TPF. Entretanto, as análises dos efeitos da EE sobre as úlceras mostraram conclusões insuficientes em função do alto risco de viés e dos dados obtidos, o que não permitiu aos pesquisadores compreenderem a frequência do uso da EE e a duração de cada aplicação. As diferenças de métodos entre os artigos dificultaram a comparação dos resultados, ainda que sejam promissores.

No estudo de POLAK et al. (2018) clínico, randomizado e duplo cego, conduzido para avaliar a EE com corrente pulsada monofásica de alta voltagem (CPMAV) e aplicada na úlcera de Pressão no estágio 2 a 4 no período de 4 a 8 semanas, melhoraram o fluxo sanguíneo e a taxa de redução da área da ferida. Entretanto, os autores chamam a atenção para que outros estudos possam analisar o tempo ideal de tratamento no alcance da cicatrização.

No estudo de ZULBARAN-ROJAS et al. (2023), através de um ensaio clínico, randomizado e duplo-cego, conduzido para analisar a EE com corrente alternada pulsada de alta voltagem (HVPAC) aplicada nas úlceras crônicas no pé diabético no período de 4 semanas, demonstrou-se um aumento na perfusão

tecidual perilesão e uma redução significativa na área da ferida, o que são fortes preditores de cicatrização.

Em geral, a maioria dos estudos demonstrou cicatrização acelerada de feridas com o uso de eletroestimulação (EE) em comparação com a terapia padrão e placebo. Existem diversas modalidades de EE disponíveis e utilizadas com sucesso para a cicatrização de feridas; no entanto, o número de estudos tem variação em quantidade e qualidade entre diferentes modos de aplicação⁽¹³⁾.

Fica evidente que a estimulação elétrica⁽¹⁴⁾ é uma ferramenta em potencial para cicatrização de feridas, atuando diretamente nos tecidos para estimular um comportamento cicatrizante. Embora possa induzir várias respostas teciduais na promoção da cicatrização, ainda não foi estabelecida como um método de tratamento aceito⁽¹⁵⁾. Todavia, mostra-se promissora em diferentes formas de tratamento que podem levar a melhores resultados⁽¹⁰⁾ com menos efeitos adversos⁽¹⁶⁾.

DISCUSSÃO

Sabe-se que a estimulação elétrica promove a cicatrização de feridas e úlceras desde a década de 60⁽¹¹⁾, quando demonstrou eficácia na redução de cicatrizes em lesões de varíola. Desde então, as evidências apontam a eletroestimulação como tratamento de diversas etiologias de feridas e sua aplicação ao longo do tempo foi sendo ampliada para feridas crônicas, isquêmicas e lesões por pressão.⁽¹⁷⁾ Nesse ínterim, tem havido interesse na utilização desta modalidade por empresas médicas e seguradoras.

Dentre os estudos apresentados, a maioria reconhece os potenciais benefícios da estimulação elétrica como uma intervenção complementar ao tratamento de feridas agudas e crônicas, com alto valor na influência dos processos normais envolvidos na cicatrização de feridas^(3,4,5,7,14). Em conjunto, os resulta-

dos podem ser interpretados de forma otimista.

No que concerne ao modo de tratamento, a CP e a CC, foram mencionadas em três estudos, como mais eficazes do que o tratamento padrão convencional^(3,4,5). Em um deles, apesar dos autores citarem resultados promissores, não apresentam dados que sustentem uma análise dos efeitos da EE nas úlceras.⁽³⁾ No entanto, sugerem que os estudos futuros forneçam dados sobre a adesão dos pacientes à intervenção com estimulação elétrica (EE) e uma descrição das úlceras diabéticas não cicatrizadas utilizando classificações validadas. Sobre a corrente pulsada de alta voltagem (CPAV) citada em dois, estudos^(7,14), destacam o efeito terapêutico positivo obtido comparado ao grupo controle, quando aplicadas sobre as feridas ou em bordas opostas, demonstrando melhora significativa. Esses resultados podem sugerir maior eficácia de um modo de corrente; no entanto, seria prematuro recomendar o uso de uma modalidade em detrimento da outra.

Embora os estudos relatem aumento nas atividades celulares, na perfusão tecidual periférica e o estímulo da angiogênese, que são fatores que promovem a cicatrização, destaca-se que a EE como terapia ainda encontra barreiras⁽¹⁸⁾, atribuídas a falta de análise do custo – efetividade⁽¹⁹⁾ e aos inúmeros dispositivos de eletroestimulação disponíveis no mercado, uma vez que apresentam diversas configurações no tipo de corrente, na duração e no tempo de aplicação⁽²⁰⁾.

Apesar da reconhecida ação da EE na redução do tamanho das úlceras e no estímulo da cicatrização, diante da variedade e dos modos de aplicação de correntes, não existe consenso sobre os efeitos e os melhores parâmetros a serem usados na EE.^(21,22), fato reforçado na heterogeneidade dos desenhos dos estudos e no tamanho da amostra, quando dificulta a comparação dos resultados^(4,14). Com efeito, os artigos dife-

rem em desenho, características da intervenção, modalidade de EE, tamanho e gravidade das feridas^(3,4,5,7,14). Essas diferenças podem comprometer a generalização dos resultados. Logo, parâmetros variados encontrados no estímulo de diversas feridas resultam em distintas respostas de cicatrização.

Na literatura a EE é apontada como terapia adjuvante no tratamento de feridas.^(8,10,12,15,17,18) e os estudos que emergiram desta pesquisa, trazem em comum, resultados que convergem com a literatura. No geral, os estudos mostraram que a EE tem o potencial para promover a cicatrização e posteriormente se estabelecer como um componente essencial no arsenal de terapias utilizadas.

O uso da EE em feridas de causas metabólicas, como úlceras diabéticas, úlceras vasculares, feridas crônicas no pé diabético e úlceras no pé diabético, foi mencionado em quatro estudos^(3,4,5,14), fato que demonstra uma convergência com a literatura, quando referem que as úlceras diabéticas^(12,13,22,27) e as feridas crônicas^(10,19,21) são resistentes aos tratamentos convencionais.

Uma revisão sistemática e metanálise evidenciou que a eletroestimulação tem um benefício significativo quando comparada ao placebo ou ao tratamento padrão de pacientes com úlceras relacionadas ao diabetes. Neste estudo, o desvio médio padrão (DMP) de 2,79, IC 95%: 1,58–4,01 e a cicatrização foi de 0,72, IC 95%: (0,54–0,96) fazendo referência à porcentagem da úlcera e à taxa de cicatrização⁽³⁾. Em contrapartida, uma revisão sistemática que envolveu estudos primários quantitativos, como ensaios clínicos randomizados (ECR) e estudos observacionais (tanto estudos de coorte prospectivos quanto estudos retrospectivos), revelou resultados inconclusivos do uso da estimulação elétrica no tratamento de úlceras no pé diabético, onde se relacionaram aos diferentes esquemas terapêuticos encontrados entre os estudos⁽⁴⁾.

Neste contexto, os artigos da literatura,

revelam nos resultados que a estimulação elétrica em várias modalidades de tratamento alcança percentuais de redução nas áreas de feridas agudas, crônicas e nas úlceras no pé diabético, vinculadas ao aumento nas taxas de cicatrização^(3,10,11,12,14,27), contrariando o estudo exposto como inconclusivo.

Em dois estudos^(5,7), a EE foi aplicada na úlcera por pressão, onde a cicatrização geralmente é um processo longo e requer diversos métodos de tratamento, muitas vezes dispendiosos.⁽¹⁸⁾

Nos estudos, a corrente pulsada de alta voltagem, mostrou resultados positivos em relação às áreas das feridas e ao processo de cicatrização. No primeiro estudo⁽⁷⁾, as úlceras por pressão (UP) com tamanho inicial variando de 1,01 cm² a 59,57 cm², localizadas com maior frequência na região sacral (73,77%) e classificadas como Estágio 3 (62,29%), evidenciou redução na área da superfície da ferida, estatisticamente significativa ($P < 0,05$). = 0,049).

O segundo estudo⁽⁵⁾ que avaliou os efeitos da EE em diferentes tipos de feridas crônicas, dentre elas a úlceras por pressão, cujo o resultado indicam como a estimulação elétrica (EE), principalmente a corrente pulsada de alta voltagem (CPAV), pode melhorar a cicatrização de feridas crônicas com a administração regular. Desfechos secundários, como perfusão da ferida e cicatrização completa, também foram positivos. Além disso, a corrente pulsada reduz significativamente o tamanho de feridas crônicas quando comparada a grupos controle sem EE.

Já em outro estudo, curiosamente, uma metanálise conduzida por Arora et. (2020) envolvendo 20 ECR, mostrou achados semelhantes. Embora os autores tenham classificado evidências como 'moderadas' (seguindo a escala GRADE - Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation), em uma amostra de 561 participantes (613 úlceras), a estimulação elétrica (EE) garantiu uma taxa de redução

semanal (TRS) mais alta (+4,59%) em comparação com a EE simulada ($p < 0,0001$).

Achados semelhantes, foram identificados em um estudo⁽¹⁸⁾ que explorou a produção bibliográfica acerca da estimulação elétrica no tratamento da lesão por pressão de grau II a IV. Dos resultados relevantes, destacou-se que a EE de alta voltagem no período de 3 a 12 semanas alcançou uma redução de 64% a 100% das referidas úlceras, além de recomendar o uso desta terapia.

Sobre isso, esta recomendação corrobora com as orientações clínicas publicadas em 2019 e 2020 por especialistas^(23,24) ao confirmarem que esta terapia estimula os processos de proliferação e maturação da lesão por pressão. Além disso, cita a corrente pulsada de alta voltagem como o tipo de corrente mais indicado para o tratamento, o que converge da encontrada no presente estudo^(5,7), onde foi demonstrado que as lesões de categoria II a IV tiveram suas áreas reduzidas após o uso da referida corrente.

A tomada de decisão dos profissionais da área da saúde é complexa quando falamos de tratamento de feridas de difícil cicatrização e que não respondem aos curativos convencionais. Isso reforça a necessidade de explorar a estimulação elétrica como complemento ao tratamento atual de feridas. Um problema comum, porém complicado, é que, na maioria das vezes, a escolha do tratamento não é consensual, exige abordagens multidisciplinares. Os dilemas prendem-se sobretudo aos tratamentos longos e árduos, razão pela qual a busca por novos métodos que possam melhorar a cicatrização de feridas sem causar danos ao tecido, seja contínua.

Nesta pesquisa os estudos demonstram que a EE aplicada em feridas agudas ou crônicas tem o potencial de estimular a cicatrização, melhorando a perfusão ao redor da ferida e a redução no tamanho da mesma. Neste contexto, a literatura aponta a possibilidade de

usar a EE como terapia física adjuvante^(6,8,11,15,16,20). No entanto, esta revisão não permitiu concluir qual a EE mais eficaz devido à variação de correntes e parâmetros utilizados.

O presente estudo apresenta limitações e os resultados podem ser afetados pelo pequeno tamanho das amostras e pela heterogeneidade dos desenhos de estudo. Outra limitação é que a variedade nos protocolos de tratamento dificulta a determinação de um parâmetro ideal para um determinado tipo de ferida. Essas limitações precisam ser abordadas em estudos futuros, caso a EE se torne um tratamento amplamente conhecido.

CONCLUSÃO

A estimulação elétrica (EE) para o tratamento de feridas ainda não é amplamente praticada, embora seus benefícios potenciais venham sendo comprovados. Além disso, notadamen-

te, vem se destacando no contexto do tratamento de feridas. Nesta pesquisa, modalidades de EE emergiram como opções de tratamento ao estimular os processos de cicatrização em pacientes com vários tipos de feridas.

A EE neste estudo se apresentou categorizada em três tipos: corrente contínua, corrente pulsada e alternada de alta voltagem. A modalidade de corrente pulsada e alternada na forma isolada apresenta o potencial benefício de acelerar a cicatrização, mostrando melhores resultados quando comparada com a corrente contínua. O efeito diferenciado de cada modalidade de corrente ainda não está claro. São necessários mais estudos, nos quais as evidências científicas possam definir os fatores que potencializam a eficácia da EE.

Essencialmente, o fechamento bem-sucedido em um curto período de tempo e por meio de um procedimento indolor é o princípio fundamental no

tratamento de feridas. Com a compreensão da ação e dos parâmetros definidos da estimulação elétrica e de seus benefícios, acredita-se que esta modalidade terapêutica possa acelerar a cicatrização de feridas e substituir curativos convencionais no futuro, seja por meio de dispositivos elétricos ou curativos inteligentes.

Por fim, o estudo destacou o uso da estimulação elétrica no tratamento de feridas, especialmente as que acometem os membros inferiores e a lesão por pressão, ao mesmo tempo evidenciou um potencial terapêutico nesta modalidade, mas que tem como fragilidade a ausência de padronização nos parâmetros. Além disso, revelou a escassez de estudos primários sobre os efeitos da eletroestimulação nesse contexto, apontando lacunas na produção científica.

Referências

1. Sen CK, Roy S, Mathew-Steiner SS, Gordillo GM. Biofilm Management in Wound Care. *Plast Reconstr Surg*. 2021 Aug 1;148(2):275e-288e. doi: 10.1097/PRS.00000000000008142. PMID: 34398099; PMCID: PMC8439557.
2. Queen D, Harding K. What's the true costs of wounds faced by different healthcare systems around the world? *Int Wound J*. 2023 Dec;20(10):3935-3938. doi: 10.1111/iwj.14491. Epub 2023 Nov 14. PMID: 37963846; PMCID: PMC10681396.
3. Zheng Y, Du X, Yin L, Liu H. Effect of electrical stimulation on patients with diabetes-related ulcers: a systematic review and meta-analysis. *BMC Endocr Disord*. 2022 Apr 27;22(1):112. doi: 10.1186/s12902-022-01029-z. PMID: 35477391.
4. Melotto G, Tunprasert T, Forss JR. The effects of electrical stimulation on diabetic ulcers of foot and lower limb: A systematic review. *Int Wound J*. 2022 Nov;19(7):1911-1933. doi: 10.1111/iwj.13762. Epub 2022 Feb 2. PMID: 35112496.
5. Rajendran SB, Challen K, Wright KL, Hardy JG. Electrical Stimulation to Enhance Wound Healing. *J Funct Biomater*. 2021 Jun 19;12(2):40. doi: 10.3390/jfb12020040. PMID: 34205317; PMCID: PMC8293212.
6. Patel S, Ershad F, Zhao M, Isseroff RR, Duan B, Zhou Y, Wang Y, Yu C. Wearable electronics for skin wound monitoring and healing. *Soft Sci*. 2022; 2:9. doi: 10.20517/ss.2022.13. Epub 2022 Jun 30. PMID: 37056725; PMCID: PMC10093663
7. Polak A, Kucio C, Kloth LC, Paczula M, Hordynska E, Ickowicz T, Blaszczyk E, Kucio E, Oleszczyk K, Ficek K, Franek A. A Randomized, Controlled Clinical Study to Assess the Effect of Anodal and Cathodal Electrical Stimulation on Periwound Skin Blood Flow and Pressure Ulcer Size Reduction in Persons with Neurological Injuries. *Ostomy Wound Manage*. 2018 Feb;64(2):10-29. PMID: 29481324.
8. Cheah YJ, Buyong MR, Mohd Yunus MH. Wound Healing with Electrical Stimulation Technologies: A Review. *Polymers*. 2021; 13(21):3790. <https://doi.org/10.3390/polym13213790>
9. Arora M, Harvey LA, Glinsky JV, Nier L, Lavrencic L, Kifley A, Cameron ID. Electrical stimulation for treating pressure ulcers. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Jan 22;1(1):CD012196. doi: 10.1002/14651858.CD012196.pub2. PMID: 31962369; PMCID: PMC6984413.

10. Verdes M, Mace K, Margetts L, Cartmell S. Status and challenges of electrical stimulation use in chronic wound healing. *Curr Opin Biotechnol*. 2022 Jun;75:102710. doi: 10.1016/j.copbio.2022.102710. Epub 2022 Apr 7. PMID: 35398709.
11. Luo R, Dai J, Zhang J, Li Z. Accelerated Skin Wound Healing by Electrical Stimulation. *Adv Healthc Mater*. 2021 Aug;10(16):e2100557. doi: 10.1002/adhm.202100557. Epub 2021 May 4. PMID: 33945225.
12. Chen Z, Chen ZY, Liu WH, Li GS. Electric Stimulation as an Effective Adjunctive Therapy for Diabetic Foot Ulcer: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Adv Skin Wound Care*. 2020 Nov;33(11):608-612. doi: 10.1097/01.ASW.0000695784.82605.1e. PMID: 33065683.
13. Ashrafi M, Alonso-Rasgado T, Baguneid M, Bayat A. The efficacy of electrical stimulation in lower extremity cutaneous wound healing: A systematic review. *Exp Dermatol*. 2017 Feb;26(2):171-178. doi: 10.1111/exd.13179. PMID: 27576070.
14. Zulbaran-Rojas A, Park C, El-Refaei N, Lepow B, Najafi B. Home-Based Electrical Stimulation to Accelerate Wound Healing-A Double-Blinded Randomized Control Trial. *J Diabetes Sci Technol*. 2023 Jan;17(1):15-24. Epub 2021 Jul 30. PMID: 34328024.
15. Rabbani M, Rahman E, Powner MB, Triantis IF. Making Sense of Electrical Stimulation: A Meta-analysis for Wound Healing. *Ann Biomed Eng*. 2024 Feb;52(2):153-177. doi: 10.1007/s10439-023-03371-2. Epub 2023 Sep 24. PMID: 37743460; PMCID: PMC10808217.
16. Kurz P, Danner G, Lembelembe JP, Nair HKR, Martin R. Activation of healing and reduction of pain by single-use automated microcurrent electrical stimulation therapy in patients with hard-to-heal wounds. *Int Wound J*. 2023 Aug;20(6):2053-2061. doi: 10.1111/iwj.14071. Epub 2023 Jan 5. PMID: 36601702; PMCID: PMC10333020.
17. Koh K, Lim GJS, Por YC, Mok WLJ. Wireless Micro Current Stimulation (WMCS) therapy to enhance burn wound healing: A randomized clinical trial. *Burns*. 2025 Feb;51(1):107286. doi: 10.1016/j.burns.2024.10.007. Epub 2024 Oct 16. PMID: 39571366.
18. Szołtys B, Gontarek A, Zarzeczny R, Paczuła M, Szczygieł J, Nawrat-Szołtysik A et al. Electrostimulation in the treatment of pressure ulcers. Review of research and application indications. *Leczenie Ran*. 2021;8-14. doi:10.5114/lr.2021.104126.
19. Smith JM, Posnett J, Woodmansey EJ. Cost-Effectiveness of Electrical Stimulation Therapy in the Treatment of Chronic Wounds: A Systematic Review, Meta-Analysis and Economic Analysis. *J Mark Access Health Policy*. 2025 Nov 24;13(4):59. doi: 10.3390/jmahp13040059. PMID: 41450904; PMCID: PMC12734067.
20. Lim, Priscilla L K; Balakrishnan, Yamini; Goh, Gracia; Tham, Khok-Chian; Ng, Yi Zhen; Lunny, Declan P; Leavesley, David I; Bonnard, Carine. - Automated Electrical Stimulation Therapy Accelerates Re-Epithelialization in a Three-Dimensional <i>In Vitro</i> Human Skin Wound Model. - *Adv Wound Care (New Rochelle)*;13(5): 217-234, 2024 05.
21. Khouri C, Kotzki S, Roustit M, Blaise S, Gueyffier F, Czacowski JL. Hierarchical evaluation of electrical stimulation protocols for chronic wound healing: An effect size meta-analysis. *Wound Repair Regen*. 2017 Sep;25(5):883-891. doi: 10.1111/wrr.12594. Epub 2017 Dec 8. PMID: 29052946.
22. Lan X, Huang Z, Zheng Y, Huang Z, Tang Y, Zhou T, Wang C, Ma Y, Li D. Electrical stimulation as an adjunctive therapy for diabetic ulcers: A systematic review and meta-analysis. *Int Wound J*. 2024 Dec;21(12):e70104. doi: 10.1111/iwj.70104. PMID: 39675776; PMCID: PMC11646635.
23. National Pressure Injury Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel and Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: Quick Reference Guide. The International Guideline: Fourth Edition. Emily Haesler (Ed.). 2025. [cited: download date]. Available from: <https://internationalguideline.com>.
24. Szewczyk M, Cwajda-Białasik J, Mościcka P i wsp. Leczenie odleżyn – zalecenia Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran. Część II. Leczenie Ran 2020; 17: 151-184.
25. MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto contexto - enferm*, v. 17, n. 4, 2008. <https://www.scielo.br/j/tce/a/XzFkq-6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/>
26. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372(71).DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n160>
27. Medeiros S, Rodrigues A, Costa R. Physiotherapeutic interventions in the treatment of patients with diabetic foot ulcers: a systematic literature review. *Physiotherapy*. 2023 Mar;118:79-87. doi: 10.1016/j.physio.2022.09.006. Epub 2022 Sep 17. PMID: 36244842.