

A eficácia da iontoforese na recuperação de feridas: Uma revisão de escopo

The effectiveness of iontophoresis in wound recovery: A scope review

La eficacia de la ionoforesis en la recuperación de heridas: Una revisión del alcance

Recebido: 14/06/2021 | Revisado: 21/06/2021 | Aceito: 23/06/2021 | Publicado: 10/07/2021

Romário de Lima Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1377-071X>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: rdelima32@gmail.com

Johrly Amilton da Costa Braga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2020-250X>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: johrlybraga@gmail.com

Jean Carlos Rodrigues Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9664-9984>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: rodriguesjeancarlos2@gmail.com

Neyvan Moraes da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9352-4687>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: neyvanmoraes@gmail.com

Thiago Santos da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8291-1470>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: thiagofisioufam@gmail.com

Adriano Carvalho de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8225-7974>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: acofisioufam@gmail.com

Resumo

Objetivos: Buscar evidências sobre a eficácia da iontoforese na cicatrização de feridas crônicas, bem como verificar qual parametrização utilizada. **Métodos:** As buscas pelos artigos foram realizadas nas bases de dados: PubMed, Biblioteca Virtual de Saúde, SciELO, PEDro, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES - Brasil, Sumários de Revistas Brasileiras e Biblioteca Digital Brasileira de Testes e Dissertações, com período de publicação de fevereiro de 2011 a março de 2021. Os estudos foram analisados por dois autores de forma autônoma através dos critérios de elegibilidade adotados no estudo. **Resultados:** Após o processo de seleção, restaram 4 artigos, os quais destacam que a iontoforese pode ser eficaz no tratamento feridas crônicas e que esse recurso aplicado conjugado com o tratamento médico convencional potencializa o processo de cicatrização em indivíduos portadores de feridas crônicas. **Conclusão:** A iontoforese apresentou eficácia na cicatrização em indivíduos portadores de feridas crônicas.

Palavras-chave: Cicatrização; Ferida crônica; Iontoforese; Fisioterapia.

Abstract

Objectives: Search for evidence on the effectiveness of iontophoresis in the healing of chronic wounds, as well as verify the parameterization used. **Methods:** Searches for articles were performed in the following databases: PubMed, Virtual Health Library, SciELO, PEDro, CAPES Theses and Dissertations Catalog - Brazil, Summaries of Brazilian Journals and the Brazilian Digital Library of Tests and Dissertations, with publication period from February 2011 to March 2021. The studies were analyzed by two authors independently using the eligibility criteria adopted in the study. **Results:** After the selection process, 4 articles remained, which highlight that an iontophoresis can be effective in the treatment of chronic wounds and that this resource applied in conjunction with conventional medical treatment enhances the healing process in individuals with chronic wounds. **Conclusion:** An iontophoresis presentation effective in healing in patients with chronic wounds.

Keywords: Healing; Chronic wound; Iontophoresis; Physiotherapy.

Resumen

Objetivos: Buscar evidencias sobre la efectividad de la iontoforesis en la cicatrización de heridas crónicas, así como verificar la parametrización utilizada. **Métodos:** Se realizaron búsquedas de artículos en las siguientes bases de datos: PubMed, Biblioteca Virtual en Salud, SciELO, PEDro, Catálogo de Tesis y Disertaciones CAPES - Brasil, Resúmenes de Brasil Revistas y la Biblioteca Digital Brasileña de Pruebas y Disertaciones, con período de

publicación de febrero de 2011 a marzo de 2021. Los estudios fueron analizados por dos autores de forma independiente utilizando los criterios de elegibilidad adoptados en el estudio. Resultados: Tras el proceso de selección, quedaron 4 artículos que destacan que una iontoforesis puede ser eficaz en el tratamiento de heridas crónicas y que este recurso aplicado en conjunto con el tratamiento médico convencional potencia el proceso de cicatrización en personas con heridas crónicas. Conclusión: Una presentación de iontoforesis eficaz en la cicatrización de pacientes con heridas crónicas.

Palabras clave: Curación; Herida crónica; Iontoforesis; Fisioterapia.

1. Introdução

As feridas crônicas ou úlceras crônicas, são caracterizadas por um padrão anormal de cicatrização (Furieri et al., 2015; Bayoumi et al., 2018), elas apresentam problemas que interferem diretamente na progressão do processo de reparação tecidual, impedindo a restauração da integridade anatômica e funcional do tecido durante um período mínimo de 3 meses (Vieira & Araújo, 2018), sendo comum a identificação de alterações no metabolismo celular, extensos períodos de inflamação, dor, infecção e cronicidade (Leal & Carvalho, 2014).

Essas condições possuem alta associação com a morbidade e implicam em limitações na locomoção e mobilidade, uma vez que, afetam principalmente os membros inferiores, prejudicando a qualidade de vida e limitando a capacidade funcional do indivíduo (Silva et al., 2014; Passadouro et al., 2016; Vieira & Araújo, 2018), principalmente em pessoas acamadas e hospitalizadas com idade avançada (Furieri et al., 2015; Bayoumi et al., 2018), caracterizando um grave problema de saúde pública (Leal et al., 2017; Vieira & Araújo, 2018).

Sua prevalência é determinada de acordo com sua etiologia (Vieira & Araújo, 2018), porém, quando observadas de forma geral, acometem entre 0,5% a 2% da população mundial. No Brasil, estima-se que aproximadamente 3% da população é acometida (Leal et al., 2017), sendo as lesões por pressão (LPP), úlceras diabéticas (UDs) e úlceras vasculogênicas (UVs), as formas mais comuns diagnosticadas (Passadouro et al., 2016; Vieira & Araújo, 2018).

As pessoas acometidas sofrem inúmeras mudanças na região lesionada (Leal et al., 2017), principalmente no que se refere ao desenvolvimento do processo cicatricial, em condições normais esse processo envolve quatro fases altamente organizadas, que ocorrem sequencialmente, sendo elas, hemostase, inflamação, proliferação e remodelação, onde qualquer ausência, deficiência ou insuficiência de recursos, podem interferir no avanço do reparo tecidual (Laureano & Rodrigues, 2011; Oliveira et al., 2021).

Sendo assim, o tratamento dessas condições é uma tarefa difícil, entretanto, existem recursos fisioterapêuticos promissores (Frykberg & Banks, 2015; Hellmann et al., 2015; Oliveira et al., 2021), onde a iontoforese vem apresentando resultados clínicos positivos (Hellmann et al., 2015; Silva et al., 2018).

A iontoforese é uma técnica não invasiva onde se utiliza correntes elétricas contínuas de baixa intensidade como a corrente galvânica, farádica e diadinâmica de bernard (Artioli et al., 2011; Silva et al., 2018; Zhao et al., 2020), que aumentam a permeabilidade e facilitam a penetração de agentes ionizados através dos tecidos do corpo humano, além gerar uma vasodilatação reflexa, que aumenta indiretamente o fluxo sanguíneo, assim como a chegada de oxigênio e nutrientes no local lesionado, melhorando conseqüentemente o processo de cicatrização (Hellmann et al., 2015; Silva et al., 2018).

Por ser um recurso pouco utilizado, mas indicado nessas condições (Hellmann et al., 2015; Nosseir et al., 2016; Bayoumi et al., 2018; Nosseir et al., 2018), e buscando responder as seguintes perguntas norteadoras: a iontoforese é eficaz na cicatrização de feridas? Quais parâmetros/fármacos são utilizados na iontoforese? O objetivo desta revisão é buscar evidências sobre a eficácia da iontoforese na cicatrização de feridas crônicas e verificar qual os parâmetros utilizados.

2. Metodologia

O presente estudo é uma revisão de escopo da literatura desenvolvida de acordo com a metodologia do Joanna Briggs Institute (JBI) para revisões de escopo (Peters et al., 2020).

2.1 Perguntas de revisão

As perguntas norteadoras desta revisão foram: A iontoforese é eficaz na cicatrização de feridas? Quais parâmetros/fármacos são utilizados na iontoforese?

2.2 Critérios de elegibilidade

2.2.1 Participantes

Foram considerados nesta revisão estudos envolvendo os tratamentos fisioterapêuticos que utilizaram a iontoforese na recuperação de feridas em pacientes com feridas crônicas, (independe da etiologia), de ambos sexo, sem restrição de raça, com idade \geq a 18 anos.

2.2.2 Conceito

Nesta revisão considerou-se estudos envolvendo os recursos fisioterapêuticos iontoforéticos usados na recuperação de feridas crônicas (Hellmann et al., 2015; Nosseir et al., 2016; Bayoumi et al., 2018; Nosseir et al., 2018).

2.2.3 Contexto

A revisão considerou estudos desenvolvidos na esfera hospitalar, ambulatorial, de cuidados intensivos e até mesmo na atenção básica, sem coarctação de contexto geográfico e socioeconômico.

2.3 Tipos de fontes

A pesquisa inclui estudos experimentais como ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos controlados, ensaios clínicos pragmáticos e ensaios quase-experimentais ou do tipo antes de depois, que foram publicados em inglês, português e espanhol (Porque são linguagens compreendidas pelos autores), com o período de publicação de fevereiro de 2011 a março de 2021, deste modo, publicadas dentro dos últimos 10 anos.

Não foram incluídos estudos de revisão, observacionais, qualitativos, econômicos, cartas ao editor, opiniões de especialistas e resumos de conferências.

2.4 Estratégia de busca

Foram criadas e adaptadas estratégias de busca de acordo com cada base de dados conforme o exemplo descrito na Quadro 1, o resultado obtido a partir das estratégias realizadas para cada base de dados consta no Quadro 2. Foram utilizados descritores controlados (Descritores em Ciências da Saúde - DeCS / Medical Subject Headings - MeSH) e não controlados, como: "iontoforese" AND "úlcer diabética" OR "pé diabético" OR "lesão por pressão" OR "feridas crônicas" OR "feridas" OR "cicatrização de feridas" OR "ferimentos e lesões" OR "úlcer na pele" OR "úlcer", tanto em inglês "iontophoresis" AND "diabetic ulcer" OR "diabetic foot" OR "pressure ulcer" OR "chronic wounds" OR "wounds" OR "wound healing" OR "wounds and Injuries" OR "skin ulcer" OR "ulcer", como em espanhol "iontoforesis" AND "úlcer diabética" OR "pie diabético" OR "Úlcer por Presión" OR "Heridas crónicas" OR "Heridas" OR "cicatrización de heridas" OR "heridas y traumatismos" OR "úlcer cutánea" OR "úlcer".

Quadro 1. Estratégia de busca na PubMed.

Base de dados	Estratégia de busca		Itens encontrados	Busca (Consulta)
PubMed	1#	Iontophoresis	9.085	Iontophoresis
	2#	diabetic ulcer OR diabetic foot OR pressure ulcer OR chronic wounds OR wounds OR wound healing OR wounds and Injuries OR skin ulcer OR ulcer	1.572.070	(((((diabetic ulcer) OR (diabetic foot)) OR (pressure ulcer)) OR (chronic wounds)) OR (wounds)) OR (wound healing)) OR (wounds and Injuries)) OR (skin ulcer)) OR (ulcer)
Total	3#	1# AND 2#	1.573.002	(((((Iontophoresis) AND (diabetic ulcer)) OR (diabetic foot)) OR (pressure ulcer)) OR (chronic wounds)) OR (wounds)) OR (wound healing)) OR (wounds and Injuries)) OR (skin ulcer)) OR (ulcer)

Fonte: Autores.

Quadro 2. Estratégia de busca nas bases de dados.

Base de dados	Itens encontrados	Busca (Consulta)
PubMed	1.573.002	(((((Iontophoresis) AND (diabetic ulcer)) OR (diabetic foot)) OR (pressure ulcer)) OR (chronic wounds)) OR (wounds)) OR (wound healing)) OR (wounds and Injuries)) OR (skin ulcer)) OR (ulcer)
Biblioteca Virtual de Saúde (BVS)	7.051	(iontoforese) OR (iontophoresis) OR (iontoforesis) AND (úlceras diabéticas) OR (diabetic ulcer) OR (úlceras diabéticas) OR (pé diabético) OR (diabetic foot) OR (pie diabético) OR (lesão por pressão) OR (pressure ulcer) OR (úlceras por presión) OR (feridas crônicas) OR (chronic wounds) OR (heridas crônicas) OR (feridas) OR (wounds) OR (heridas) OR (cicatrização de feridas) OR (wound healing) OR (cicatrización de heridas) OR (ferimentos e lesões) OR (wounds AND injuries) OR (heridas y traumatismos) OR (úlceras na pele) OR (skin ulcer) OR (úlceras cutâneas) OR (úlceras) OR (ulcer) OR (úlceras)
Scientific Electronic Library Online (SciELO)	11	(iontoforese) OR (iontophoresis) OR (iontoforesis) AND (úlceras diabéticas) OR (diabetic ulcer) OR (úlceras diabéticas) OR (pé diabético) OR (diabetic foot) OR (pie diabético) OR (lesão por pressão) OR (pressure ulcer) OR (Úlceras por Presión) OR (feridas crônicas) OR (chronic wounds) OR (Heridas crônicas) OR (feridas) OR (wounds) OR (Heridas) OR (cicatrização de feridas) OR (wound healing) OR (cicatrización de heridas) OR (ferimentos e lesões) OR (wounds and injuries) OR (heridas y traumatismos) OR (úlceras na pele) OR (skin ulcer) OR (úlceras cutâneas) OR (úlceras) OR (ulcer) OR (úlceras)
Physiotherapy Evidence Database (PEDro)	1	iontophoresis* pressure ulcer* iontophoresis* skin ulcer iontophoresis* ulcer
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES - Brasil (CTD)	0	iontoforese OR iontophoresis AND úlcera diabética OR diabetic ulcer OR pé diabético OR diabetic foot OR lesão por pressão OR pressure ulcer OR feridas crônicas OR chronic wounds OR feridas OR wounds OR cicatrização de feridas OR wound healing OR ferimentos e lesões OR wounds and Injuries OR úlcera na pele OR skin ulcer OR úlcera OR ulcer
Sumários de Revistas Brasileiras (Sumários.org)	0	iontoforese OR iontophoresis AND úlcera diabética OR diabetic ulcer OR pé diabético OR diabetic foot OR lesão por pressão OR pressure ulcer OR feridas crônicas OR chronic wounds OR feridas OR wounds OR cicatrização de feridas OR wound healing OR ferimentos e lesões OR wounds and Injuries OR úlcera na pele OR skin ulcer OR úlcera OR ulcer
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)	0	"(Todos os campos:iontoforese E Todos os campos:iontophoresis) E (Todos os campos:úlceras diabéticas E Todos os campos:diabetic ulcer E Todos os campos:pé diabético E Todos os campos:diabetic foot E Todos os campos:lesão por pressão E Todos os campos:pressure ulcer E Todos os campos:feridas crônicas E Todos os campos:chronic wounds E Todos os campos:feridas E Todos os campos:wounds E Todos os campos:cicatrização de feridas E Todos os campos:wound healing E Todos os campos:ferimentos e lesões E Todos os campos:wounds and Injuries E Todos os campos:úlceras na pele E Todos os campos:skin ulcer E Todos os campos:úlceras E Todos os campos:ulcer)"

Fonte: Autores.

2.5 Fontes de informação

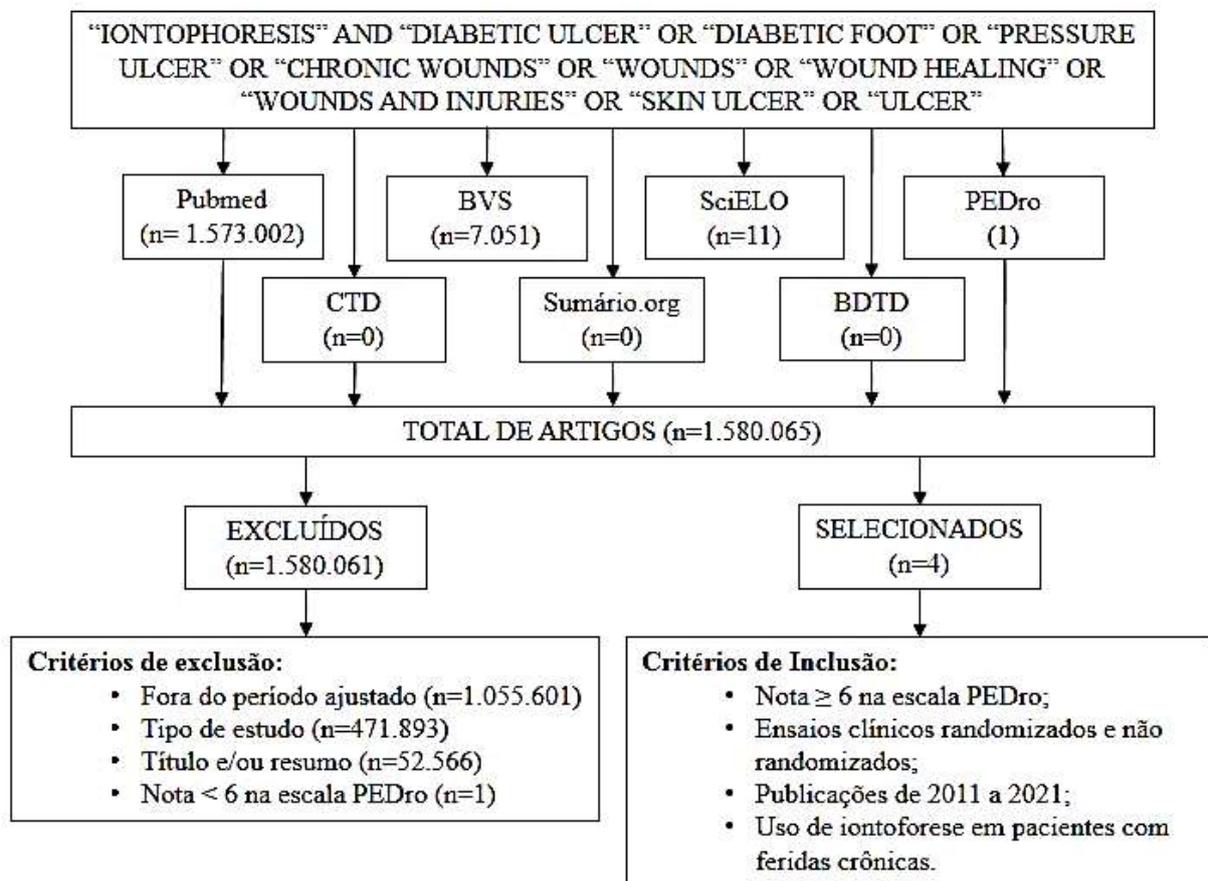
As buscas foram efetuadas nas bases de dados de literatura publicada como a Pubmed, BVS, SciELO e PEDro, e em bases de dados de literatura cinzenta como CTD, Sumário.org e BDTD. As buscas foram feitas por dois pesquisadores de forma autônoma, realizadas na segunda quinzena do mês de março de 2021. Em situações que o texto completo estava indisponível, buscou-se o contato com os autores.

2.6 Seleção do estudo

Pesquisas prévias foram executadas nas fontes de dados através dos descritores selecionados, de acordo com os critérios determinados para esta revisão. Analisando-se o ano de publicação, design, participantes/problema de estudo, título, resumo, intervenções e desfechos alvos dos possíveis estudos eletivos. Em relação ao título e resumo não esclarecidos, o artigo em questão, foi submetido a uma análise completa, com o objetivo de não excluir estudos importantes a presente revisão.

Depois dessa etapa, os potenciais estudos foram reunidos e enviados para o software bibliográfico de gerenciamento de referências Mendeley Desktop (Elsevier, London, United Kingdom) e foram excluídas as duplicações. Em seguida, foram analisados rigorosamente quanto à sua elegibilidade, conforme os critérios de inclusão e exclusão apontados na pesquisa. As causas de exclusão dos estudos foram registradas, sendo que todas as discordâncias existentes entre os revisores foram sanadas por meio de consenso, ou de um terceiro revisor. Para detalhar os passos desse processo, foi elaborado um fluxograma baseado no PRISMA Extension for Scoping Reviews: Checklist and Explanation (PRISMA-ScR) (Tricco et al., 2020) (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma demonstrando o processo de busca e seleção dos estudos.



Fonte: Autores.

2.7 Análise da qualidade metodológica

A análise da qualidade metodológica foi realizada com auxílio da escala de PEDro. Desenvolvida pela Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (Shiwa et al., 2011), a escala de PEDro é composta por 11 itens e pontuação total de 10 pontos. Assim, os estudos foram organizados de acordo com a pontuação obtida na Escala PEDro, configurando sua qualidade metodológica: escores de 0 a 3 baixa qualidade; de 4 a 7, qualidade moderada; e de 8 a 10, boa qualidade. Caso o artigo estivesse elencado na plataforma PEDro, a nota do mesmo era importada para esta revisão, quando não, a avaliação era realizada pelos revisores. Enviou-se todos os estudos para extrair os dados. No entanto, apenas os estudos que obtiveram pontuação ≥ 6 (seis) foram classificados para a análise crítica.

2.8 Extração de dados

Após a etapa acima, foi efetivada a extração dos dados, utilizando o software Microsoft Excel © 2013, por meio de uma ferramenta desenvolvida pelos revisores (Tabela I). As informações extraídas integravam: autores, ano de publicação, objetivo, participantes (número de participantes, sexo e idade), intervenção (características de parametrização como pontos de aplicação, tempo de aplicação, número de sessões), e resultados/achados.

2.9 Apresentação dos achados

Os resultados obtidos foram descritos através de triagens comparando os artigos encontrados durante o período de pesquisa, por meio de forma descritiva, quantitativa, tabelas e figuras, de forma alinhada à pergunta e o objetivo da presente revisão.

3. Resultados

Durante o processo de seleção foram utilizados os termos pré-selecionados nas bases de dados, sendo obtidos 1.580.065 artigos, dos quais 99,99% (1.580.060) foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão ou por se enquadrarem aos critérios de exclusão estabelecidos neste estudo.

Portanto, após o processo de triagem, restaram 4 (0,01%) trabalhos para tabulação dos dados. Através desses estudos, foi possível descrever os protocolos terapêuticos utilizados na iontoforese em feridas crônicas (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das evidências da iontoforese na recuperação de feridas crônicas.

Autor(es)/Ano	Objetivo	Desenho/Amostra	Metodologia Intervenção	Resultados	Conclusão	Escore PEDro
Hellmann et al. (2015)	Determinar se a iontoforese de treprostinil, um análogo da prostaciclina, aumenta o fluxo sanguíneo microvascular da pele na área do maléolo de indivíduos saudáveis e diabéticos.	Ensaio clínico randomizado duplo-cego; A amostra foi composta por 24 participantes (14 homens e 10 mulheres), com idade média de 22,47 anos, portadores de úlceras ou não no tornozelo/pé.	Os pacientes foram divididos em 2 grupos iguais, cada um com 12 pacientes; G1: Indivíduos saudáveis (Receberam iontoforese de Treprostinil); G2: Indivíduos com úlceras do pé diabético (Receberam iontoforese de Treprostinil); Os grupos foram submetidos ao tratamento médicos convencional de feridas, porém, o mesmo não foi especificado; Duração do tratamento: Sessões: Não especificado; Duração: Não especificado; Parâmetros da iontoforese: Corrente: Não especificado; Intensidade: 0,033mA/cm ² ; Tempo de aplicação: 20 minutos; Fármaco: Treprostinil 250mg (1mg/ml) diluído em solução de cloreto de sódio isotônico – NaCl (0,1mg/ml); Observação: O NaCl foi utilizado de forma independente (Placebo) e associada ao treprostinil 250mg em ambos os grupos; Eletrodo ativo: Cátodo (+); Eletrodo dispersivo: Ânodo (-); Observação: O eletrodo dispersivo foi colocado a 10cm do eletrodo ativo; O fluxo sanguíneo foi avaliado 5 minutos antes, imediatamente após o término da intervenção e após 15 minutos, 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 5 horas e 6 horas após o final da iontoforese por meio de imagens de contraste pontilhado a laser microvascular da pele (PeriCam PSI System, Perimed, Järfälla, Suécia).	O treprostinil induziu um aumento significativo na condutância vascular cutânea em comparação com NaCl, em indivíduos saudáveis e com úlceras do pé diabéticos. Sendo que nos indivíduos saudáveis, o pico do fluxo foi obtido 1 h após o final da iontoforese com treprostinil e o fluxo permaneceu acima da linha de base até 6 h após o final da iontoforese. Já nos indivíduos com úlceras do pé diabéticos, o pico de fluxo foi obtido entre 30 min e 1 h após o final da iontoforese com treprostinil e o fluxo permaneceu maior do que a linha de base até 6 h após o final da iontoforese. Além disso, foi identificada uma hiperemia que se estendeu por toda área estimulada em ambos os grupos.	A iontoforese cutânea de treprostinil aumenta o fluxo sanguíneo microvascular em indivíduos saudáveis e diabéticos, sem induzir efeitos colaterais sistêmicos ou locais. A administração tópica desse fármaco através da iontoforese pode ser uma terapia potencialmente inovadora e bem tolerada por indivíduos com úlceras cutâneas.	7/10
Nosseir et al. (2018)	Determinar e comparar a	Ensaio clínico prospectivo e	Os pacientes foram divididos em 3 grupos iguais, , cada um com 15 pacientes;	Os resultados deste estudo indicaram diminuição	A iontoforese de estrogênio (estradiol) com duração de 4	7/10

eficácia da iontoforese de estrogênio (estradiol) como modalidade de fisioterapia e a terapia com células-tronco no tratamento de úlceras do pé diabético.

randomizado;
A amostra foi composta por 45 indivíduos, com idade média de 45,99 anos, portadores de úlceras crônicas não cicatrizadas há mais de três meses em membros inferiores, com diferentes etiologias (úlcera de pé diabético, úlcera por pressão e úlcera venosa).

G1: Recebeu iontoforese de estradiol;
G2: Recebeu terapia com células-tronco mais iontoforese estradiol;
G3: Recebeu terapia com células-tronco;
Observação: Na terapia com células-tronco foram utilizados fibrócitos derivados da medula óssea;
Os grupos foram submetidos ao tratamento médicos convencional de feridas, porém, o mesmo não foi especificado;
Duração do tratamento:
Sessões: 3 por semana;
Duração: 4 semanas;
Foi utilizada a mesma dosimetria da iontoforese para G1 e G2;
Parâmetros da iontoforese:
Corrente: Não especificado;
Intensidade: 1-5mA/cm²;
Observação: A intensidade foi aumentada lentamente até o paciente relata sentir uma sensação de formigamento;
Tempo de aplicação: 10 minutos;
Fármaco: Estradiol diluído em solução com concentração de 0,5%;
Eletrodo ativo: Ânodo (-);
Eletrodo dispersivo: Cátodo (+);
Observação: A distância entre os eletrodos não foi especificada;
A área da superfície da ferida foi avaliada por meio de imagens de uma câmera digital a Kodak e um Software de computador livre de código aberto ImageJ e o volume da ferida foi avaliado usando um método volumétrico de infusão esterilizada e pomada de terramicina, antes e após 4 semanas de tratamento.

significativa na área superficial e no volume da ferida após o tratamento em todos os grupos. Havendo diferença significativa apenas entre o G2 e G3 após o tratamento, na área superficial e no volume da ferida (com resultados favoráveis no G2).

semanas em combinação com células-tronco é uma terapia adjuvante eficaz, melhor que cada método isoladamente, no tratamento de úlceras de pé diabético, uma vez que, favorece a aceleração da cicatrização e redução da área superficial e volume da ferida.

Nosseir et al.
(2016)

Investigar a eficácia da iontoforese de estrogênio

Ensaio clínico randomizado, controlado;

Os pacientes foram divididos em 2 grupos iguais, cada um deles composto por 20 pacientes;
G1: Receberam iontoforese de estradiol;

Os achados deste estudo indicaram diminuição significativa na área superficial e no volume da ferida, com

A iontoforese de estrogênio (estradiol) por 6 semanas é uma terapia adjuvante eficaz no tratamento de úlceras do pé

6/10

(estradiol) como modalidade de fisioterapia no tratamento de úlceras de pé diabético por meio da redução da área de superfície e do volume da ferida.

A amostra foi composta de 40 participantes, com idade média de 53,95 anos, portadores de úlcera do pé diabético não cicatrizada por mais de três meses.

Parâmetros da iontoforese:
Corrente: Não especificado;
Intensidade: 1- 5mA/cm²;
Observação: A intensidade foi aumentada lentamente até que o paciente relatasse sentir uma sensação de formigamento;
Tempo de aplicação: 10 minutos;
Fármaco: Estradiol diluído em solução com concentração de 0,5%;
Eletrodo ativo: Ânodo (-);
Eletrodo dispersivo: Cátodo (+);
Observação: A distância entre os eletrodos não foi especificada;
G2: Receberam cuidados médicos;
 Os grupos foram submetidos ao tratamento médico convencional de feridas, os quais se resumiram a prevenção de infecção, desbridamento se necessário, aplicação de medicamentos ou curativos no local afetado diariamente, controle da glicemia e outros problemas de saúde;
 Duração do tratamento:
Sessões: 3 por semana;
Duração: 6 semanas;
 A área da superfície da ferida foi avaliada por meio de imagens de uma câmera digital a Kodak e um Software de computador livre de código aberto ImageJ e o volume da ferida foi avaliado usando um método volumétrico de infusão esterilizada e pomada de terramicina, antes e após 4 semanas de tratamento.

aumento significativo no Ki-67 após o tratamento em ambos os grupos. Havendo diferença significativa entre os dois grupos após o tratamento na área superficial e no volume da ferida, com resultados favoráveis no G1.

diabético por meio da aceleração da cicatrização, redução da área superficial e volume da ferida, e melhoria da taxa de proliferação celular.

Bayoumi et al. (2018)

Modular o pH de feridas crônicas usando a iontoforese com ácido acético para obter os

Ensaio clínico randomizado; A amostra foi composta de 60 participantes, com

Os pacientes foram divididos em 3 grupos iguais, cada um deles composto por 20 pacientes;
G1: Receberam iontoforese de ácido acético;
 Parâmetros da iontoforese:

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que no pré-tratamento, não houve diferença significativa no pH e na área da superfície da ferida entre os três grupos. Após 3 semanas, houve

Concluimos, que a modulação do pH do ambiente das feridas com ácido acético, seja por iontoforese ou topicamente, é uma abordagem eficaz na cicatrização de feridas

6/10

benefícios do ambiente ácido de feridas e da iontoforese. idade média no G1 de 15,7 anos, G2 15,35 anos e G3 15,25 anos, portadores de feridas crônicas.

Corrente: Não especificado;
Intensidade: Não especificado;
Tempo de aplicação: Não especificado;
Fármaco: Ácido acético diluído em solução com baixa concentração de 1%;
Eletrodo ativo: Ânodo (-);
Eletrodo dispersivo: Cátodo (+);
Observação: A distância entre os eletrodos não foi especificada;
G2: Recebeu ácido acético tópico;
G3: Receberam apenas cuidados médicos; Os grupos foram submetidos ao tratamento médicos convencional de feridas, porém, o mesmo não foi especificado;
Duração do tratamento:
Sessões: 3 por semana;
Duração: 6 semanas;
Os pacientes em todos os grupos foram avaliados quanto aos valores de pH e áreas de superfície da ferida por medidor de pH (medidor de pH Modelo 350 Jenway, Made in England) e método de rastreamento, respectivamente, antes do início do estudo, após 3 semanas e após 6 semanas de intervenções.

uma diferença significativa nos valores de pH e na área da superfície da ferida, assim como, após 6 semanas, porém, não houve diferença significativa entre o G1 e G2, no pré-tratamento e após 3 semanas. Quando comparado os resultados do G1 e G2 ao G3, observou-se uma melhora estatisticamente significativa nas áreas de superfície da ferida que foram tratadas com ácido acético, seja por iontoforese ou topicamente, no entanto, não se observou diferença significativa entre G1 e G2.

crônicas quando comparada ao tratamento médico convencional, mas não houve diferença significativa entre a aplicação de ácido acético por iontoforese ou topicamente.

3.1 Síntese dos achados descritos na tabela 1

Os protocolos de aplicação da iontoforese adotados pelos estudos apresentaram eficácia na recuperação de feridas crônicas, melhorando a condutância do fluxo sanguíneo microvascular, gerando uma hiperemia por toda área estimulada, aumentando a expressão do biomarcador Ki-67 e, conseqüentemente, melhorando a taxa de proliferação celular. Além disso, verificou-se uma taxa de modulação do pH local, redução da área superficial e do volume da ferida, e por fim, aceleração do processo de cicatrização.

Identificou-se variações nos protocolos utilizados na aplicação da iontoforese na recuperação de feridas crônicas, porém, todos os protocolos de intervenção contavam com o tratamento médico convencional de feridas que, consistia na prevenção de infecção, desbridamento, aplicação de medicamentos ou curativos no local afetado.

Dentre os protocolos de iontoforese adotados, foram especificados os seguintes intervalos referentes aos parâmetros: intensidade de 0,033 à 5 mA/cm², tempo de aplicação de 10 à 20 minutos, 3 aplicações semanais, fármacos com princípios ativos como o treprostínil, o estradiol e o ácido acético e duração total de tratamento foi de 4 à 6 semanas. Em contrapartida, a corrente utilizada nessa modalidade, não foi especificada em nenhum dos estudos inclusos, assim como as configurações dos eletrodos.

4. Discussão

Todos os estudos evidenciaram a eficácia da iontoforese no processo de cicatrização em indivíduos com feridas crônicas (Hellmann et al., 2015; Nosseir et al., 2016; Bayoumi et al., 2018; Nosseir et al., 2018). Porém, Bayoumi et al (2018), comparou a aplicação do ácido acético através da iontoforese e de forma tópica, e não observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos, mas os mesmos obtiveram melhoras na área de superfície da ferida. Além disso, em seu trabalho algumas informações referentes ao seu protocolo não foram especificadas, como a corrente, intensidade e o tempo de aplicação. Prentice (2014), enfatiza a importância de especificar esses parâmetros, pois os ajustes de tais parâmetros dentro do intervalo adequado são cruciais para obtenção de resultados positivos, e ainda permitem a reprodução da técnica.

Apesar das variações identificadas nos protocolos de tratamento adotado nos estudos, os mesmos em sua maioria descreveram parâmetros como a intensidade, tempo de aplicação, fármaco (Hellmann et al., 2015; Nosseir et al., 2016; Nosseir et al., 2018), sessões semanais e duração total de tratamento (Hellmann et al., 2015; Nosseir et al., 2016; Bayoumi et al., 2018; Nosseir et al., 2018), deixando a desejar somente na especificação do tipo de corrente e nas configurações relacionados aos eletrodos utilizados (Hellmann et al., 2015; Nosseir et al., 2016; Bayoumi et al., 2018; Nosseir et al., 2018). Sendo que, somente no trabalho de Hellmann et al (2015), foi especificado a distância entre o eletrodo ativo e dispersivo (10 centímetros).

De acordo com Prentice (2014), a corrente e as configurações voltadas para os eletrodos são consideradas fatores importantes na aplicação da iontoforese. Artioli et al (2011); Prentice (2014), Silva et al (2018) e Zhao et al (2020), preconizam a utilização de correntes elétricas contínuas de baixa intensidade como por exemplo a corrente galvânica, farádica e diadinâmicas de bernard.

Em relação aos eletrodos Prentice (2014), destaca a importância de se considerar o tamanho dos eletrodos e a distância entre os mesmos, sendo que o eletrodo negativo deve ser duas vezes maior que o eletrodo positivo e, a distância entre os mesmos deve ser baseada no diâmetro do eletrodo ativo. Além disso, sabe-se que especificação da polaridade do eletrodo ativo (Cátodo ou Ânodo) é determinada de acordo com a polaridade do fármaco, ou seja, quando o fármaco possui polaridade positiva o eletrodo ativo obrigatoriamente será aquele que possui polaridade positiva, uma vez que, essa técnica é baseada principalmente no princípio de eletrorepulsão.

Os estudos incluídos nesta revisão, evidenciam a eficácia da iontoforese no favorecimento do processo de cicatrização tecidual em indivíduos com feridas crônicas. Destaca-se que, a iontoforese deve ser utilizada em combinação com outras técnicas, sempre estando conjugada com o tratamento médico convencional de feridas, não sendo aplicada de forma independente. Todos os estudos que aplicaram intervenções mistas, ou seja, iontoforese associada a outra técnica, em especial o tratamento convencional, alcançaram resultados satisfatórios.

5. Conclusão

A iontoforese é eficaz na cicatrização de feridas crônicas, pois aumenta o fluxo sanguíneo microvascular na área estimulada, a taxa de proliferação celular, modula o pH local, reduz a área e volume da ferida, e por fim, acelera a cicatrização. No que diz respeito a parametrização, foi utilizada a iontoforese com 0,033 à 5 mA/cm² de intensidade, 10 à 20 minutos de aplicação, com 3 aplicações semanais durante 4 à 6 semanas. Em relação ao eletrodo ativo, o mesmo foi determinado de acordo com a polaridade fármaco, dessa forma, como o estradiol e o ácido acético possuem polaridade negativa, estes foram introduzidos com o auxílio do eletrodo negativo enquanto que, para o treprostínil foi empregado o eletrodo positivo, sendo a distância entre o eletrodo ativo e dispersivo foi de 10 centímetros.

Implicações dos resultados para a prática clínica

As evidências demonstram que os resultados mais satisfatórios advém de protocolos em que a iontoforese é aplicada de forma combinada com o tratamento médico convencional.

Implicações dos resultados da pesquisa

Preconiza-se que pesquisas futuras adotem melhores estratégias de condução dos estudos, como alocação aleatória da amostra, cegamento dos participantes e dos avaliadores dos resultados chave e descrição dos parâmetros utilizados, com o intuito de desenvolver ensaios clínicos com boa qualidade metodológica.

Agradecimentos

Os autores deste estudo agradecem em primeiro lugar a Deus e em segundo a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) que proporcionaram o desenvolvimento desta revisão.

Referências

- Artoli, D. P., Nascimento, E. S. P., Santos, J. C., Celeste, L. F. N., Santini, L., & Andrade Jr, M. C. (2011). O uso da corrente polarizada na Fisioterapia. *Revista Brasileira de Clínica Médica*, 9(6), 428-31.
- Bayoumi, M. B. I., El-Sebaie, A., & El Kablawy, M. M. (2018). Effect of Acidic Environment Using Acetic Acid Iontophoresis on Healing of Chronic Wounds. *Journal by Innovative Scientific Information & Services Network*, 15(2), 1384-1389.
- Frykberg, R. G., & Banks, J. (2015). Challenges in the treatment of chronic wounds. *Advances in wound care*, 4(9), 560-582.
- Furieri, F. P. M., Uesugui, H. M., Lima, R. R. O., & Fagundes, D. S. (2015). Atuação fisioterapêutica na úlcera por pressão: uma revisão. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, 6(1), 69-80.
- Hellmann, M., Roustit, M., Gaillard-Bigot, F., & Cracowski, J. L. (2015). Cutaneous iontophoresis of treprostínil, a prostacyclin analog, increases microvascular blood flux in diabetic malleolus area. *European journal of pharmacology*, 758, 123-128.
- Laureano, A., & Rodrigues, A. M. (2011). Cicatrização de feridas. *Journal of the Portuguese Society of Dermatology and Venereology*, 69(3), 355-355.
- Leal, E. C., & Carvalho, E. (2014). Cicatrização de feridas: o fisiológico e o patológico. *Revista Portuguesa de Diabetes*, 9(3), 133-143.

- Leal, T., Oliveira, B., Bomfim, E., Figueredo, N., Souza, A., & Santos, I. (2017). Percepção De Pessoas Com A Ferida Crônica. *Revista de enfermagem UFPE on line*, 11(3):1156-62.
- Nosseir, A., Borhan, W., El-kher, W., & Kamel, I. (2018) Estrogen Iontophoresis Versus Stem Cell Therapy in the Treatment of Chronic Wound in the Lower Limb. *Medical Journal of Cairo University*, 86(1):7-15.
- Nosseir, A., Hussein, A., Ibrahim, Z., & Taleb, S. (2016). Cell Proliferation Marker Response to Estrogen Iontophoresis in Treatment of Chronic Lower Limb Ulceration. *International Journal of PharmTech Research*, 9(12):778-786.
- Oliveira, A. C., Souza, C. J. S., Braga, J. A. C., Campos, H. L. M., Silva, T. S., & Maciel, T. S. (2021). Parâmetros usados na eletrofototerapia para a cicatrização de feridas: Uma revisão de escopo. *Research, Society and Development*, 10(6):1-14.
- Passadouro, R., Sousa, A., Santos, C., Costa, H., & Craveiro, I. (2016). Características e Prevalência em Cuidados de Saúde Primários das Feridas Crônicas. *Revista da Sociedade Portuguesa de Dermatologia e Venereologia*, 74(1): 45-51.
- Peters, M. D., Godfrey, C., McInerney, P., Munn, Z., Tricco, A. C., & Khalil, H. (2020). Scoping reviews (2020 version). In *Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual*, JBI.
- Prentice, W. E. *Modalidades terapêuticas para fisioterapia*. (4a ed.), AMGH, 2014. 599 p.
- Shiwa, SR., Costa, LOP., Lima Moser, AD., Carvalho Aguiar, I., & Oliveira, LVF. (2011). PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioterapia em Movimento*, 24(3).
- Silva, E., & Hebling, L. (2018). Iontoforese: uma Técnica Subutilizada. *Ensaio e Ciência*, 22(2):124-127.
- Silva, M., Jesus, M., Merighi, M., & Oliveira, D. (2014). Limites E Possibilidades Vivenciados Por Enfermeiras No Tratamento De Mulheres Com Úlcera Venosa Crônica. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 48(Esp):54-9.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., & Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467-473.
- Vieira, C., & Araújo, T. (2018). Prevalência E Fatores Associados A Feridas Crônicas Em Idosos Na Atenção Básica. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 52:e0341.
- Zhao, S., Mehta, A., & Zhao, M. (2020). Biomedical applications of electrical stimulation. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 77:2681–2699.